مقاله پژوهشی
یافته‌های نوین در علوم زیستی
جلد ۹، شماره ۳، صفحات ۲۲۲ الی ۲۳۵ (۱۴۰۱)
انتشارات دانشگاه خوارزمی

Research Article
Nova Biologica Reperta 9(3): 222-235 (2022)
Print ISSN: 2423-6330/Online ISSN: 2476-7115
https://nbr.khu.ac.ir; Kharazmi University Press; DOI: 10.29252/nbr.9.3.222

بررسی ریخت شناسی، تشریحی و سنجش متابولیتی گونه‌هایی از سرده کاهوی دریایی در آبهای ساحلی خلیج فارس، ایران

نسرین فراست، مسعود شیدایی، حسین ریاحی و فهیمه کوهدار
گروه زیست فناوری گیاهی، دانشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
مسئول مکاتبات: مسعود شیدایی، msheidai@sbu.ac.ir

چکیده. سرده *Ulva* (کاهوی دریایی)، یکی از با ارزش‌ترین ماکروجلبک‌های دریایی است که در مناطق کم عمق ساحلی یافت شده و در آبهای شیرین و شور سراسر جهان انتشار دارد. گونه‌های *Ulva* دارای ارزش خوراکی، دارویی و غیره بوده و حاوی ترکیبات مختلفی مانند انواع چربی‌ها، پروتئین‌ها و کاروتنوئیدها هستند. این گونه‌ها دارای تنوع پذیری فنوتیپی بالایی بوده و در شرایط مختلف محیطی تغییر می‌کنند. در این مطالعه ۳۸ جمعیت از ۱۰ گونه از این سرده از نواحی ساحلی خلیج فارس و دریای عمان، از مناطق مختلف استان‌های بوشهر و هرمزگان و یک ناحیه از استان سیستان و بلوچستان ، با بررسی‌های ریخت‌شناسی و تشریحی، شناسایی شد و مورد بررسی قرار گرفت. جمعیت‌های مختلف تفاوتهایی را در ویژگی‌های همچون ارتفاع، شکل و رنگ تال، تعداد پیرنوئید و ابعاد سلول نشان دادند. متابولیت‌های مختلفی مانند پروتئین کل، روغن کل، کلروفیل a و b و کاروتنوئیدها در جمعیت‌های مختلف، اندازه گیری و مقایسه گردید. نتایج اندازه‌گیری درصد پروتئین در ۱۰ گونه *Ulva* نشان داد که بیشترین درصد پروتئین کل متعلق به گونه *U. prolifera* از جزیره شیف از استان بوشهر با مقدار حدود ٪ ۲۶/۵ وزن خشک، در مقایسه با گونه‌های *Ulva* مورد مطالعه، و کمترین درصد روغن کل در بین گونه‌ها، متعلق به گونه *U. flexousa* منطقه هخامنش از استان هرمزگان با حدود ٪ ۴/۸ مشاهده گردید. با توجه به پروتئین بالا و کالری کم گونه‌های سرده *Ulva* و اهمیت یافتن منابع جدید و تجدیدپذیر که در نهایت منجر به ایجاد و توسعه صنایع غذایی و دارویی جدید می‌گردد، گونه‌های این سرده، منبع بالقوه‌ای هستند که می‌توان از آنها در این راستا بهره برد.

واژه‌های کلیدی. سنجش متابولیتی، صفات ریخت‌شناسی، صفات تشریحی، کاهوی دریایی

Study of morphological, anatomical characteristics and metabolic assay of some *Ulva* species (sea lettuce) in the coastal waters of the Persian Gulf, Iran

Nasrin Farasat, Masoud Sheidai, Hossein Riahi & Fahimeh Koohdar
Department of Plant Sciences and Biotechnology, Faculty of Life Sciences and Biotechnology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
Correspondent author: Masoud Sheidai; msheidai@sbu.ac.ir

Abstract. The genus *Ulva* L. (Sea lettuce), one of the most valuable marine macroalgae, is found in shallow coastal areas and in brackish and fresh water around the world. *Ulva* species have nutritional and medicinal values in addition to other applications, and contain various compounds such as lipids, proteins and carotenoids. These species have high phenotypic plasticity and varied in response to different environmental conditions. In this study, 38 populations of 10 species of *Ulva* from the coastal areas of the Persian Gulf and Oman Sea, from different areas of Bushehr, Hormozgan and Sistan and Baluchestan provinces, were studied and identified on the basis of morphological and anatomical traits. Different populations showed variations in characteristics such as height, shape and color of thallus, number of pyrenoids and cell dimensions. Metabolites such as total protein, total oil, chlorophyll a, b and carotenoids contents were measured and compared among the different populations. The results should that the percentage of protein was highest in *U. prolifera* of Shif Island from Bushehr province as compared with the *Ulva* species studied, with about 26.5% of dry weight, and the percentage of total oil was lowest in *U. flexuosa* of Hakhamanesh region from Hormozgan province as compared with the species studied, with about 4.8% of dry weight. These results show that different environmental conditions affect the morphological and

Received 14.12.2021/ Revised 30.04.2022/ Accepted 09.05.2022/ Published 21.12.2022
دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۲۳/اصلاح: ۱۴۰۱/۰۲/۱۰/ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۱۹/انتشار: ۱۴۰۱/۰۹/۳۰

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1401.9.3.7.7]
[DOI: 10.52547/nbr.9.3.222]

anatomical structure of species and the content of their metabolites. Due to the high-protein and low-calorie content of the *Ulva* genus and the importance of finding new and sustainable resources for food and pharmaceutical industries, the species of this genus have valuable potentials.

Key words. metabolic assay, anatomical traits, morphological traits, *Ulva*

مقدمه

از زمان باستان، جلبک‌های ماکروسکپی دریایی، با زندگی انسان‌ها ارتباط نزدیکی داشته‌اند و به‌عنوان منابع مهم غذایی و نیز به‌عنوان علوفه، کود و دارو مورد استفاده قرار می‌گرفتند. حدود ۳۶ درصد از وزن خشک جلبک‌های دریایی از درشت‌مغذی‌های معدنی مانند سدیم، کلسیم، منیزیم، پتاسیم، کلر، گوگرد و فسفر و ریزمغذی‌هایی همچون ید، آهن، روی، مس، سلنیوم، مولیبدن، فلوراید، منگنز، بور، نیکل و کبالت، تشکیل شده است (Kandale et al., 2011). ترکیبات شیمیایی استخراج شده از این جلبک‌ها به‌طور گسترده‌ای در صنایع غذایی، قنادی، نساجی، تولید کاغذ، و نیز در صنایع دارویی، به‌عنوان ژل و نیز به‌عنوان مواد استحکام‌دهنده و ضخیم کننده کاربرد دارند. همچنین جلبک‌ها منابع بسیار خوبی از پروتئین‌ها، پلی‌ساکاریدها و فیبرها هستند (Lahaye & Robik, 2007).

خلیج فارس، زیست‌بوم آبی به وسعت ۲۴۰۰۰۰ کیلومتر مربع است و به‌عنوان یکی از مسیرهای مهم انتقال نفت جهانی، از اهمیت استراتژیک زیادی برخوردار است (Tolouei, 1998). طبق گزارشات متعدد، تعداد زیادی از ماکروجلبک‌های سبز در آبهای خلیج فارس شناسایی شده‌اند که برخی از آنها نه تنها دارای ارزش غذایی بالا بوده بلکه در صنایع غذایی، دامی، دارویی و بهداشتی و موارد دیگر نیز کاربرد دارند (Sohrabipour & Rabiei, 2007; Sohrabipour et al., 2004; Kokabi & Yousefzadi, 2015; Gharanjik, 2000). همچنین گزارشات محدودی از مطالعات سیستماتیک و معرفی برخی از ماکروجلبک‌های سبز آب‌های شیرین در ایران وجود دارد (Panahy Mirzahasnlou et al., 2020; Zarei Darki, et al., 2013; Noroozi et al., 2009).

یکی از مهم‌ترین و با ارزش‌ترین ماکروجلبک‌های سبز، سرده *Ulva* L. (Ulvaceae, Ulvophyceae, Chlorophyta) یا کاهوی دریایی (Linnaeus, 1753) است که در مناطق کم عمق ساحلی یافت شده (Wichard et al., 2015) و در آبهای شور و شیرین سراسر جهان انتشار دارد و برخی از گونه‌های آن عامل ایجاد کشند سبز می‌باشند. گونه‌های *Ulva* دارای ارزش خوراکی، دارویی و غیره بوده و حاوی ترکیبات مختلفی مانند انواع چربی‌ها، پروتئین‌ها، اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه و کاروتنوئیدها هستند (Sheeba & Paul, 2017). این گونه‌ها دارای تنوع پذیری فنوتیپی بالایی بوده و تحت شرایط مختلف محیطی و مراحل مختلف رشد، تنوع زیادی نشان می‌دهند (Blomster et al., 1998). گونه‌های *Ulva* محدوده وسیعی از تغییرات را نشان می‌دهند که از جمله مهمترین آنها عبارت‌اند از: ضخامت و تنوع شکلی تال (استوانه‌ای پهن شونده، لوله‌ای پیچ خورده و فشرده شده گاهی با یک یا دو گره مشخص، سرنیزه‌ای، پهنک مانند)، شکل، اندازه و ترتیب قرارگیری سلول‌ها، تعداد پیرنوئید در هر سلول، ریخت‌شناسی بخش پایه و نگهدارنده تال (holdfast) و غیره (Blinding, 1968; Koeman & van den Hoek, 1981).

مطالعات مختلفی بر روی ترکیبات شیمیایی و ارزش غذایی این گروه از جلبک‌ها صورت گرفته است. ترکیبات مختلفی از قبیل آلکالوئیدها، فنل‌ها، فلاونوئیدها، تانن، کومارین، ساپونین، انواع کربوهیدرات، پروتئین‌ها و غیره از برخی گونه‌های سرده *Ulva* نظیر *U. lactuca* L.، *U. fasciata* Delile و *U. intestinalis* L. به دست آمده است (Kumbhar et al., 2014). محتوای ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی و فعالیت آنتی اکسیدانی ۴ گونه از سرده *Ulva* شامل *U. flexuosa* Wulfen، *U. clathrata* (Roth) Agardh، *U. linza* L. و *U. intestinalis* از بخش‌های شمالی سواحل خلیج فارس مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است (Farasat et al., 2014). در مطالعه دیگری، ترکیبات شیمیایی و مغذی ۳ گونه از *Ulva* شامل *U. Chaugulii* Kavale & Kazi، *U. paschima* Bast، *U. ohnoi* Hiraoka & Shimada از ناحیه خلیج فارس مورد بررسی قرار گرفت و نتیجه‌گیری شد که گونه‌های این سرده حاوی منابع با ارزشی از پروتئین‌ها (حدود ۲۱/۲٪-۱۰/۳ وزن خشک)، چربی‌های غیر اشباع مانند اولئیک اسید، لینولئیک اسید و آلفا لینولنیک اسید(حدود ۶/۴٪-۰/۵ وزن خشک)، اسیدآمینه‌های ضروری مانند لیزین، متیونین، والین و فنیل‌آلانین و نیز مقادیر قابل‌ملاحظه‌ای از رنگدانه‌ها مانند کلروفیل a و b و کاروتنوئیدها هستند (Pirian et al., 2018). گزارش‌های متعددی مبنی بر حضور برخی از گونه‌های این سرده در سواحل خلیج فارس و دریای عمان از استان‌های بوشهر، هرمزگان و سیستان و بلوچستان ارائه شده است (Sohrabipour & Rabiei, 1999, 2007; Sohrabipour et al., 2004; Kokabi & Yousefzadi, 2015; Gharanjik, 2000;

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1401.9.3.7.7]
[DOI: 10.52547/nbr.9.3.222]

(Pirian et al., 2016)، اما تا کنون مطالعات دقیق مرفولوژیکی و تشریحی برای برخی گونه‌ها، ارائه نگردیده است.

بنابراین، هدف از این پژوهش، بررسی تفاوت‌های ریخت‌شناسی و ساختار تشریحی گونه‌هایی از این سرده در مناطق ساحلی خلیج فارس و دریای عمان و نیز مقایسه متابولیت‌های مفید این گونه‌ها از نظر درصد پروتئین کل، روغن کل، کلروفیل a و b و کاروتنوئیدها است. همچنین، با توجه به کاربرد این گروه از جلبک‌های سبز در صنایع غذایی و تهیه مکمل‌های مختلف و سایر کاربردهای موثر آنها و با توجه به مصرف گسترده این گروه گیاهی در جهان، بخصوص در کشورهای آسیای شرقی، از دیرباز، یکی دیگر از اهداف این مطالعه، گام برداشتن در جهت استفاده از آنها به عنوان فرآورده‌ها و مکمل‌های غذایی و دارویی و سایر کاربردهای زیستی است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی ریخت‌شناسی و تشریحی سرده *Ulva*، ۳۸ جمعیت شامل ۸ جمعیت از *U. flexuosa*، ۸ جمعیت از *U. prolifera* Muller، ۵ جمعیت از *U. compressa* L.، ۵ جمعیت از *U. clathrata*، ۴ جمعیت از *U. linza*، ۲ جمعیت از *U. tepida* Massakiyo & Shimada، ۲ جمعیت از *U. intestinalis*، ۲ جمعیت از *U.* ohnoi، یک جمعیت از *U. lactuca* و یک جمعیت از *U. chaugulii*، از رویشگاه‌های طبیعی نواحی ساحلی خلیج فارس و دریای عمان از نوار ساحلی استان‌های بوشهر و هرمزگان و یک ناحیه از استان سیستان و بلوچستان، در زمان پایین بودن آب دریا (جزر) بر اساس جدول زمانی جزر و مد و به صورت دستی جمع‌آوری شد. جلبک‌های جمع‌آوری شده از دریا بلافاصله با آب دریا شسته شده تا شن و ماسه و موجودات اپی‌فیت احتمالی از آن‌ها جداشده، سپس با آب شرب شستشو داده شده و جهت شناسایی بر روی ورقه‌های هرباریومی قرار داده شدند و جهت نگهداری و انجام مطالعات آزمایشگاهی، به گیاکده دانشکده علوم و فناوری دانشگاه شهید بهشتی (HSBU) انتقال یافتند.

مطالعات ریخت‌شناسی و تشریحی

جلبک‌های جمع‌آوری شده با استفاده از کلیدهای شناسایی و منابع معتبر (Børgesen, 1939; Lawson & John, 1982; Tseng, 1984; Coppejans et al., 2004; Apaydin-Yagci & Turna, 2002; Ruangchuay, 2007; Kraft et al., 2010; Jha et al., 2009; Braune & Guiry, 2011; Blomster et al. 1998; Bast et al., 2014; Masakiyo & Shimada, 2014; Kazi et al., 2016)، با بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و ساختار تشریحی از جمله نوع و رنگ تال، ارتفاع و پهنای تال ، منشعب و یا غیرمنشعب بودن تال، میزان و نحوه شکل‌گیری انشعابات و نحوه قرارگیری سلول‌ها در تال، شناسایی شدند. مطالعه بخش‌های مختلف با استفاده از استریومیکروسکپ Hund Wetzlar و میکروسکوپ دو چشمی Olympus و تهیه عکس‌های میکروسکوپیک برای بررسی شکل کلروپلاست، تعداد پیرنوئید (محل تجمع نشاسته در کلروپلاست) و نیز اندازه‌گیری قطر و طول سلول‌ها با نرم‌افزار Axiovision LE, Rel 4.5 صورت گرفت.

سنجش متابولیت‌های گیاهی

سنجش درصد روغن کل

به منظور سنجش متابولیتی در سرده *Ulva*، درصد پروتئین کل و روغن کل، ۱۵ جمعیت از گونه‌های این سرده به عنوان نماینده گونه‌ها و بر اساس اندازه نمونه، طبق جدول ۴، مورد سنجش قرار گرفت. جهت اندازه‌گیری درصد روغن، ابتدا ۱ گرم نمونه خشک در کاغذ صافی پیچیده و وزن اولیه آن اندازه‌گیری گردید و در کارتوش مخصوص دستگاه روغن‌گیری قرار داده شد. حلال ان‌هگزان نیز در کاپ‌های مخصوص دستگاه سوکسله ریخته شد و به‌مدت ۳ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در دستگاه قرار گرفت. پس از مدت زمان مذکور نمونه در آون، در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت جهت تبخیر حلال، قرار داده شد. سپس وزن ثانویه هر نمونه با اندازه‌گیری شد و در آخر درصد روغن از رابطه زیر محاسبه گردید (López-Martínez et al., 2004).

۱۰۰ × (مقدار نمونه/ وزن ثانویه نمونه –وزن اولیه نمونه) =درصد روغن

سنجش درصد پروتئین کل

به‌منظور اندازه‌گیری محتوای نیتروژن و درصد پروتئین، ۰/۱گرم از پودر نمونه خشک برداشته و ۱ گرم کاتالیزور (سولفات پتاسیم، سولفات مس و سلنیوم) به آن افزوده شد. سپس با افزودن ۳/۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک به لوله آزمایش حاوی نمونه، لوله در رک مخصوص گذاشته شد و در زیر هود قرار داده شد. با افزایش تدریجی دما به ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد، هضم نمونه به مدت ۳–۲ ساعت ادامه یافت که در نتیجه محلول شفافی به دست آمد. پس از خاموش کردن کوره و کاهش دمای نمونه به دمای محیط، مرحله تقطیر با اضافه کردن مقدار مناسب اسید بوریک ۰/۰۲ درصد، سود ۳۶ درصد و آب مقطر انجام شد و در مرحله آخر نمونه توسط اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال تیتر شد (Emami, 1996). مقدار ازت و درصد پروتئین از رابطه‌های زیر به‌دست آمد.

وزن نمونه / [(A–B) ×۱/۴ ×۰/۱] =مقدار ازت

A: مقدار اسید کلریدریک مصرفی به ازای هر نمونه

B: مقدار اسید کلریدریک مصرفی برای شاهد

درصد پروتئین= مقدار ازت × ۶/۲۵

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1401.9.3.7.7]
[DOI: 10.52547/nbr.9.3.222]

جدول ۱- اطلاعات جمع‌آوری، موقعیت جغرافیایی، نوع بستر و نام گونه‌ها (HSBU= گیاکده دانشگاه شهید بهشتی).

Table 1. Voucher specimens and related geographical and ecological data (HSBU= Shahid Beheshti University Herbarium).

Voucher No. (HSBU)	Collection data	Longitude (E)	Latitude (N)	Type of substrate	Species
102 118 124 119	Bushehr: Bandar-e Dayyer, Farasat & Mombeini, 2019	51°56'5"	27°49'57"	Rocky-rock Sandy-mud	*U. flexuosa,* *U. intestinalis,* *U. compressa,* *U. clathrata*
103 125	Bushehr: Bandargah, Farasat & Mombeini, 2019	50°54'44"	28°49'25"	Sandy - Sandy	*U. flexuosa,* *U. compressa*
120 129	Bushehr: Bandar-e Siraf (Bandar-e Taheri), Farasat & Mombeini, 2019	52°20'59"	27°39'37"	Sandstone	*U. clathrata,* *U. linza*
121 126	Bushehr: Bandar-e Jofreh, Farasat & Mombeini, 2019	50°49'1"	28°58'5"	Sandstone	*U. clathrata,* *U. compressa*
104 127	Bushehr: Bahmani, Farasat & Mombeini, 2019	50°49'15"	28°54'8"	Rocky - sandy	*U. flexuosa,* *U. compressa*
122	Bushehr: Bandar-e Rig: Halieh, Farasat & Mombeini, 2019	50°37'32"	29°29'5"	Sandy - Sandy	*U. clathrata*
111	Bushehr: Bandare-Kangan: Chah majnoon, Farasat & Mombeini, 2019	50°49'23"	28°58'17"	Sandstone	*U. prolifera*
108	Bushehr: Southern Ouli, Farasat & Mombeini, 2019	51°53'47"	27°50'4"	Sandstone	*U. prolifera*
101 117	Bushehr: Northern Ouli, Farasat & Mombeini, 2019	51°53'15"	27°50'18"	Sandstone	*U. flexuosa,* *U. intestinalis*
110	Bushehr: Jazireh-ye Shif, Farasat & Mombeini, 2019	50°52'25"	29° 4'21"	Sandy	*U. prolifera*
123	Hormozgan: Bandar-e Abbas: Velayat park, Farasat & Mombeini, 2019	56°21'11"	27°11'10"	Clay mud	*U. clathrata*
112	Hormozgan: Bandar-e Kangan: Parak, Farasat & Mombeini, 2019	52°24'35"	27°38'55"	Sandstone	*U. prolifera*
105 130	Hormozgan: Bandar-e Lengeh: Gashe, Farasat & Mombeini, 2019	54°52'26"	26°32'31"	Rocky-rock	*U. flexuosa,* *U. linza*
106 113	Hormozgan: Bandar-e Lengeh: Park-e Dowlat, Farasat & Mombeini, 2019	54°51'35"	26°32'2"	Sandy - Sandy	*U. flexuosa,* *U. prolifera*
114 109	Hormozgan: Bandar-e Lengeh: Kowsar Beach park, Farasat & Mombeini, 2019	54°53'29"	26°33'20"	Sandstone	*U. prolifera,* *U. tepida*
115	Hormozgan: Bandar-e Kong, Farasat & Mombeini, 2019	54°54'47"	26°33'52"	Sandstone	*U. prolifera*
116	Hormozgan: Bandar-e Lengeh: Hameyran, Farasat & Mombeini, 2019	55° 6'32"	26°42'	Sandy-sandstone	*U. prolifera*
107	Hormozgan: Bandar-e Abbas: Hakhamaneh, Farasat & Mombeini, 2019	56°19'14"	27°11'	Rocky-rock	*U. flexuosa*
133	Hormozgan: Bandar-e Abbas:Ghadir park, Farasat & Mombeini, 2019	56°19'35"	27°11'4"	Sandy - Sandy	*U. chaugulii*
100	Bushehr: Bandar-e Kangan, Farasat & Mombeini, 2019	52° 4'1"	27°49'21"	Rocky-rock	*U. flexuosa*
128	Hormozgan: Qeshm: Vali Asr Blvd, Farasat & Mombeini, 2019	56°16'29"	26°56'3"	Rocky-pebble	*U. compressa*
136 131	Hormozgan: Qeshm: Hamoun park, Farasat & Mombeini, 2019	56°15'3"	26°58'30"	Sandstone with water ponds	*U. ohnoi,* *U. linza*
135 134 132	Hormozgan: Qeshm: Botany park, Farasat & Mombeini, 2019	56°15'28"	26°58'19"	Rocky-sandy-sandy	*U. ohnoi,* *U. tepida,* *U. linza*
137	Sistan and Baluchestan: Chabahar: Lipar Lake, Hoot, 2018	60°49'56"	25°15'3"	Stone-pebble-sand	*U. lactuca*

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1401.9.3.7.7]
[DOI: 10.52547/nbr.9.3.222]

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1401.9.3.7.7]
[DOI: 10.52547/nbr.9.3.222]

سنجش رنگدانه‌ها

مقدار کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئید بر حسب میلی گرم بر گرم وزن خشک نمونه بر طبق فرمول‌های زیر مورد سنجش قرار گرفت (Arnon, 1967; Hasibi, 2007).

Chlorophyll a = (19.3 R663-0.83 R645)V/100W
Chlorophyll b = (19.3 R645-3.6 R663)V/100W
Carotenoid= 100(R470) - 3.27(mg chl.a) -104(mg chl.b)/227

V= حجم محلول صاف شده (محلول فوقانی حاصل از سانتریفیوژ)

R= جذب نور در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر

W= وزن تر نمونه بر حسب گرم

نمودارهای مقایسه‌ای این ترکیبات با استفاده از نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۰ رسم گردید.

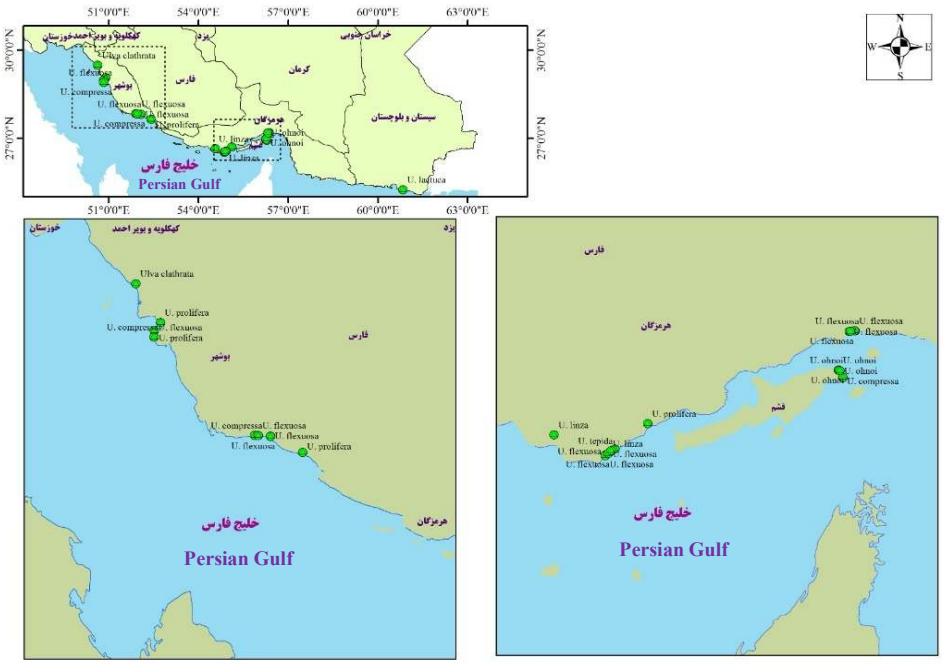
نتایج

تعداد ۱۰ گونه از سرده *Ulva* در ضمن دوره مطالعه جمع‌آوری شد. جدول ۱ محل و موقعیت مکان‌های نمونه‌برداری، نوع بستر و نام گونه‌های مربوط به هر مکان را که در بررسی‌های ریخت‌شناسی و تشریحی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، به همراه شماره گیاکده‌ای آنها، نشان می‌دهد. شکل ۱ مناطق مورد مطالعه، مکان‌های نمونه‌برداری و گونه‌های جمع‌آوری شده را نشان می‌دهد. جداول ۲ و ۳ ویژگی‌های ریخت‌شناسی و تشریحی این گونه‌ها را نشان می‌دهد. شکل‌های ۲ و ۳ ساختارریخت‌شناسی و تشریحی گونه‌های *Ulva* را نشان می‌دهند. درصد پروتئین کل، روغن کل، کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئید اندازه‌گیری شده برخی جمعیت‌های *Ulva* در جدول ۴ آورده شده است. نمودارهای مقایسه‌ای مقدار این متابولیت‌ها در شکل‌های ۴ و ۵ آورده شده‌اند.

بحث و نتیجه گیری کلی

بررسی تنوع ریختی و تشریحی گونه‌های *Ulva*

سرده *Ulva* درحال حاضر در سایت www.algaebase.org دارای ۶۲۰ آرایه (با احتساب زیرگونه‌ها، واریته‌ها و فرم‌ها) است که تعداد ۱۶۲ آرایه از نظر آرایه‌شناختی پذیرفته شده هستند (Guiry & Guiry, 2022). مقایسه ویژگی‌های ریخت‌شناسی و تشریحی گونه‌های جمع‌آوری‌شده با ویژگی‌های *Ulva* ذکر شده در منابع مختلف، نشان می‌دهد که گونه‌های *Ulva* تا حدی با ویژگی‌های ذکر شده در منابع مختلف مطابقت دارند. این گونه‌ها علاوه بر دارا بودن ویژگی‌هایی که در جداول ۲ و ۳ شرح داده شده است، در مکان‌های مختلف تحت تاثیر عوامل مختلف، تغییراتی را به شرح زیر نشان می‌دهند. در گونه *U. linza*، برخی تال‌ها بسیار شفاف بوده و به صورت نواری شکل تا خطی سرنیزه‌ای، در بالا پهن و گسترده، به سمت پایین باریک شونده با حاشیه موجدار، چین خورده یا چروکیده، مشاهده شدند. ارتفاع اغلب تال‌ها ۴-۱۴/۳ سانتی‌متر، اما در جمعیت بندر سیراف ارتفاع تال از ۹۰-۳۰ سانتی‌متر مشاهده شد. همچنین عرض تال‌ها محدوده‌ای بین ۲۳-۳ میلی‌متر را نشان داد. ابعاد سلول‌ها ۶-۱۶×۹-۲۱ میکرومتر و در نمای سطحی، سلول‌ها در بخش‌های جوانتر در دسته‌های ۲، ۳ یا ۴ تایی دیده شدند. تعداد پیرنوئید نیز در برخی سلول‌ها ۳-۲ تایی و به‌ندرت ۴ تایی مشاهده شد (شکل ۱ و ۲، A). در گونه *U. prolifera* تال‌ها در برخی جمعیت‌ها به رنگ سبز تیره و یا متمایل به زرد به شکل‌های استوانه‌ای، شلاق مانند و گاهی چین خورده نیزمشاهده شدند. ارتفاع تال‌ها در جمعیت‌های مختلف تفاوت نشان داد، ۱/۶-۴/۸ سانتی‌متر در جمعیت‌های چاه مجنون، پارک دولت و پارک کوثر، ۴-۱۶/۴ سانتی‌متر در جمعیت پرک، ۱۴-۵۴ سانتی‌متر در جمعیت اولی جنوبی و ۱۰۰-۱۱ سانتی‌متر در جمعیت جزیره شیف. عرض تال اغلب (۷-) ۳-۱ میلی‌متر اندازه گیری شد. در نمای سطحی، سلول‌ها در تال‌های مسن گاهی به‌صورت نامنظم ترتیب یافته و گاهی به شکل چندضلعی با کناره‌های گرد شده نیزمشاهده شدند. اغلب سلول ها قطر ۳۱-۷ میکرومتر داشتند. کلروپلاست گاهی کلاهک مانند که بیش از نیمی از سلول را فرا گرفته و گاهی کوچک و نعلی شکل در یک سمت سلول، مشاهده شد. پیرنوئیدها در برخی از جمعیت‌ها به تعداد ۳-۲ و به‌ندرت ۴ تایی نیز دیده شد (شکل ۱ و ۲ B). گونه *U. intestinalis* در برخی ویژگی‌ها مانند ارتفاع تال (۷۲-۱۱ سانتی‌متر) و ابعاد سلول (۱۸-۶×۳۵-۷ میکرومتر) تفاوت نشان داد (شکل ۱ و ۲ C). در گونه *U. clathrata* ، تال‌ها در اغلب جمعیت‌ها به شکل استوانه‌ای مو مانند و بسیار منشعب، توخالی با انتهای بریده شده دیده شدند. تال‌ها ۱۱-۲ سانتی‌متر ارتفاع و ۵/۵-۰/۲ میلی‌متر عرض داشتند. سلول‌ها به ابعاد ۲۵-۷×۳۹-۹ میکرومتر مشاهده شدند (شکل ۱ و ۲ D). در گونه *U. compressa* تال‌ها گاهی فنجانی شکل، به ارتفاع ۸/۵-۱/۵ سانتی‌متر، عرض ۳-۰/۵ میلی‌متر مشاهده شدند. سلول‌ها گاهی به‌صورت نامنظم و منحنی شکل و به‌ندرت در برخی جاها به صورت ردیف‌های طولی ترتیب یافته و ابعاد آنها ۲۷-۸×۳۱-۱۱ میکرومتر بود. در برخی جمعیت‌ها سلول‌هایی با ۲ پیرنوئید و در جمعیت‌های جفره و دیر به ندرت ۴-۳ پیرنوئیدی نیز مشاهده



شکل ۱- مناطق مورد مطالعه، مکان‌های نمونه‌برداری و گونه‌های جمع‌آوری شده.

Figure 1: Study area, sampling locations and localities of the species collected.

جدول ۲- ویژگی‌های ریخت‌شناسی گونه‌های *Ulva*.

Table 2. Morphological characteristics of *Ulva* species.

Species	Thallus color	Thallus shape	Thallus height (cm)	Thallus width (mm)	Branching
U. linza	grass green - dark green	lanceolate or linear lanceolate	(5-40)	10	Unbranched
U. prolifera	mostly light green	tubular with numerous proliferations from basal	4-7	(1-2)	with numerous small branches on the main axis, the upper branches were flattened
U. intestinalis	yellowish, grass green	tubular and twisted intestine sometimes with 1 or two knottes, with air bubbles in the central cavity	(5-15)	(3-7)	unbranched, sometimes with few simple branches
U. clathrata	dark green, light green	cylindrical, flattened upwards or cylindrical, hair-like	up to 40	1	with numerous branches, some branches with only one cell row
U. compressa	grass green - light green	tubular, in the upper part with expanding branches	(3-10)	(0.5-2)	with many short branches
U. flexuosa	dark green - light green	tubular with the little twisted, often with one or two knottes	(3-12) (7-21)	(0.2-1)	unbranched or with filamentus branches in the base
U. tepida	dark green	strap shaped to lanceolate, compressed except for the basal part	(1–30)	(0.1–3.0)	unbranched or more than 5 basal branches
U. ohnoi	dark green -	orbicular, lanceolate or irregularly expanded. margin was ruffled, with microscopic spines	(1-12)	(20-350)	Unbranched
U. lactuca L.	grass green - light green	sheet-like blade, with few to many small holes. margins smooth, undulate and more or less spinulous.	(4-10)	(10-400)	Unbranched
U. chaugulii Kavale et Kazi	light green	strap shaped to oblong, loosely compressed in some parts	(5-50)	(5-37)	up to four branches mostly around the base

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1401.9.3.7.7]
[DOI: 10.52547/nbr.9.3.222]

جدول ۳- ویژگی‌های تشریحی گونه‌های *Ulva*.

Table 3. Anatomical characteristics of *Ulva* species.

Species	Cell shape	Cells arrengment	Cell length (µm)	Cell width (µm)	Chloroplast shape	Chloroplast position	Number of pyrenoid
U. linza	angled	disorderd	(10-15)	(12-25)	cup shaped, laminate	sidelong	1
U. prolifera	squared-rectangular	longitudinal rows	(11-26)	(9-22)	cylindrical	parietal	1 large
U. intestinalis	polygonal, slightly rounded	irregularly arranged	(10-16)	(10-16)	hood shaped	sidelong	1
U. clathrata	squared , rectangular, sometimes polygonal	in longitudinal series , latitudinal and transverse rows only in young thalli	(34-43)	(20-27)	small and horseshoe-shaped	in one part of the cell	(3-12)
U. compressa	rectangular, polygonal	in 3,4 categories	(13-19)	(13-19)	hood shaped	in one side	1
U. flexuosa	squared-rectangular, angled	longitudinal rows - latitudinal rows	(6-13)	(5-12)	amorphous	mostly central	(1-3) or (3-7)
U. tepida	rectangular to polygonal	in transverse rows but disordered in wider blades	(4-12)	(4-10)	horseshoe	sidelong	(2-4)
U. ohnoi	polygonal - slightly rounded , ovoid	disorderd	(3-7)	(4-6)	filled the cells	filled the cells	(1-2)
U. lactuca	squared, rectangular, slightly rounded	disorderd	15	20	cap shaped	sidelong	(1-3)
U. chaugulii	polygonal with rounded corners	disordered	(4-7)	(5-11)	cap shaped	sidelong but covered the main part of the cell	≥ 5

گردید (شکل ۱ و ۲ E). تال‌ها در گونه *U. flexuosa* به عرض اغلب ۰/۲-۲/۵ میلی‌متر، در جمعیت بوستان ولایت تا ۶ میلی‌متر و در جمعیت هخامنش تا ۱۰ میلی‌متر نیز دیده شدند. سلول‌ها در نمای سطحی در تال‌های بالغ، به‌صورت نامنظم یا به‌صورت منحنی به ابعاد ۱۸-۴×۲۱-۵/۵ میکرومتردیده شدند (شکل ۱ و ۲ F). در گونه *U. tepida* ارتفاع تال‌ها ۰/۵-۵/۵ سانتی‌متر و ابعاد سلول‌ها ۱۵/۳-۶×۱۹/۵-۹ میکرومتر بود. کلروپلاست نیز در برخی جمعیت‌ها به شکل استوانه‌ای یا کلاهک مانند که اغلب بیشتر سلول را فرا گرفته، دیده شد (شکل ۱ و ۲ G). در گونه *U. ohnoi* تال‌ها، به رنگ سبز چمنی تا سبز روشن و به‌طور نامنظم گسترده و تکه‌تکه، نازک و شکننده، متصل به یک دیسک مدور با پایه کوتاه با ۱۶-۵ سانتی‌متر ارتفاع و ۱۰-۳ سانتی‌متر عرض، فاقد حفره دیده شدند. حاشیه تال پهنک مانند، موجدار و اغلب دارای زوائد خارمانند میکروسکوپی، به طول ۵۱/۱-۱۵/۸ میکرومتر و به عرض ۲۵-۹/۶ میکرومتر بود و سلول‌ها در ابعاد ۱۶-۵/۵×۵-۶/۵-۷/۱۹ میکرومترمشاهده شدند. پیرنوئیدها اغلب به تعداد ۲ تایی وبه ندرت ۴ تایی دیده شدند (شکل ۱ و ۲ H). تال‌ها در گونه *U. lactuca* به ارتفاع ۱۵/۵-۶ سانتی‌مترو عرض ۵/۲-۴ سانتی‌متر عرض و سلول‌ها به ابعاد ۱۷/۵-۸/۵ ۲۳-۱۲ میکرومتر، به عرض ۱۷/۳-۸/۴ میکرومتردیده شدند. پیرنوئیدها به تعداد ۵-۱ و اغلب ۳-۲ تایی مشاهده گردیدند (شکل ۱ و ۲ I). در گونه *U. chaugulii*، سبز تیره به ارتفاع ۱۵/۳-۳/۷ سانتی مترو عرض ۱۳-۵ میلی‌متر دیده شدند. سلول‌ها به ابعاد ۷/۷-۴/۶×۵/۶-۶/۱۳ میکرومتر، گاهی در ردیف‌های طولی یا به صورت منحنی مشاهده شدند. پیرنوئیدها به تعداد (۷-) ۵-۱ و اغلب ۲ تایی دیده شدند (شکل ۱ و ۲ J).

بررسی متابولیت‌های اندازه‌گیری شده در گونه‌های مختلف

به دلیل نگرانی‌های روزافزون مصرف کنندگان در جهت تأمین منابع غذایی سالم و مغذی در جهت ارتقاء سلامت، صنعت غذایی در تلاش برای استفاده از فناوری‌های جدید در جهت تولید منابع تغذیه‌ای کاربردی است. جلبک‌ها، دارای محتوای پروتئین قابل توجهی حدود ۲۰ درصد وزن خشک، چربی بسیار کم بین ۱ تا ۵ درصد ماده خشک و فیبر بالا به میزان ٪۳۲ تا ٪۵۰ وزن خشک را دارا هستند. اگرچه جلبک‌های دریایی نسبت به گیاهان خشکی نسبت بیشتری از اسیدهای چرب ضروری را دارند (Kandale et al., 2011). جلبک‌های سبز دریایی مانند سرده *Ulva* حاوی منابع ارزشمندی از انواع ترکیبات مهم در صنایع غذایی، علوفه، آرایشی و بهداشتی و دارویی هستند. گونه‌های *Ulva* نه تنها آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی هستند، بلکه آنزیم‌های گوارشی را مهار کرده و اثرات ضد دیابتی دارند.

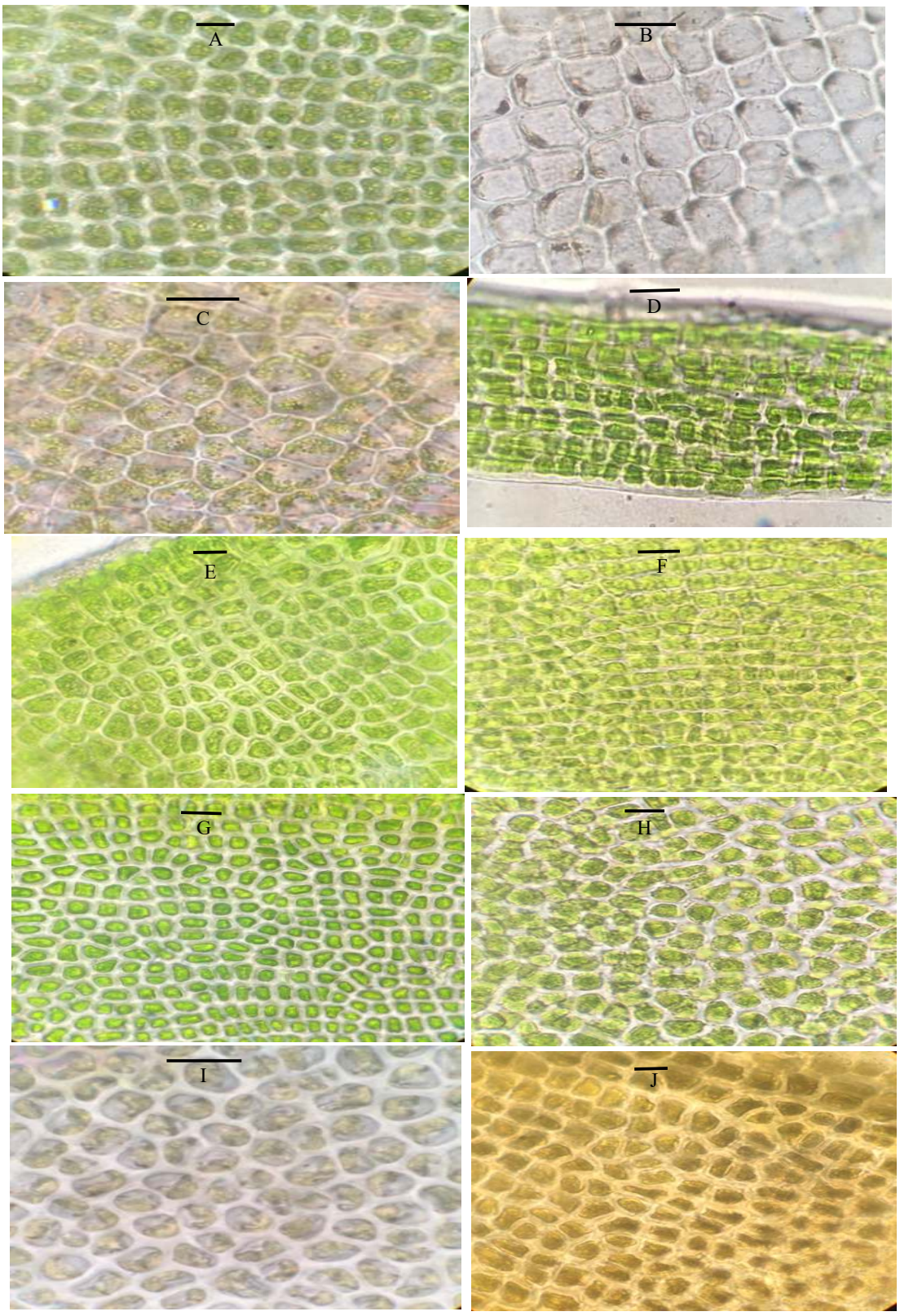
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1401.9.3.7.7]
[DOI: 10.52547/nbr.9.3.222]

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1401.9.3.7.7]
[DOI: 10.52547/nbr.9.3.222]



شکل ۲- ساختار ریختی تال در گونه‌های *Ulva*. Scale bar (A, G, H, I, J)= 10 mm. Scale bar (B, C, D, E, F)= 5 mm.

Figure 2. Tallus morphological structure in *Ulva* species. **A.** *U. linza* (132). **B.** *U. prolifera* (110). **C.** *U. intestinalis* (118). **D.** *U. clathrata* (120). **E.** *U. compressa* (126). **F.** *U. flexuosa* (105). **G.** *U. tepida* (134). **H.** *U. ohnoi* (135). **I.** *U. lactuca* (137). **J.** *U. chaugulii* (133).



شکل ۳- ساختار تشریحی سلول‌های تال در گونه‌های *Ulva* (Scale bar=10 µm (100X)).

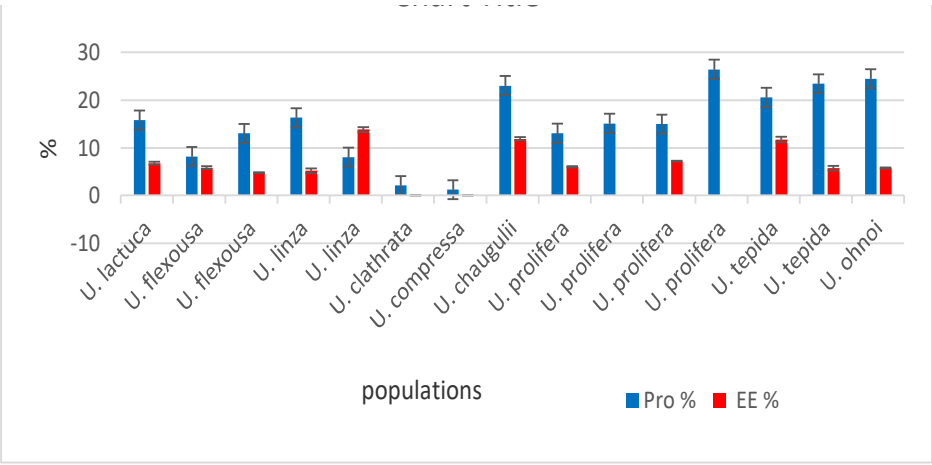
Figure 3. Anatomical structure of thallus cells in *Ulva* species. A: *U. linza* (130), B. *U. prolifera* (116), C: *U. intestinalis* (118), D: *U. clathrata* (120), E: *U. compressa* (124), F: *U. flexuosa* (107), G: *U. tepida* (134), H: *U. ohnoi* (135), I: *U. lactuca* (137), J: *U. chaugulii* (133).

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1401.9.3.7.7]
[DOI: 10.52547/nbr.9.3.222]

جدول ۴- مقادیر پروتئین کل، روغن کل، کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئید در برخی جمعیت‌های *Ulva*.

Table 4. Total oil, total Protein, chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoids in some *Ulva* populations.

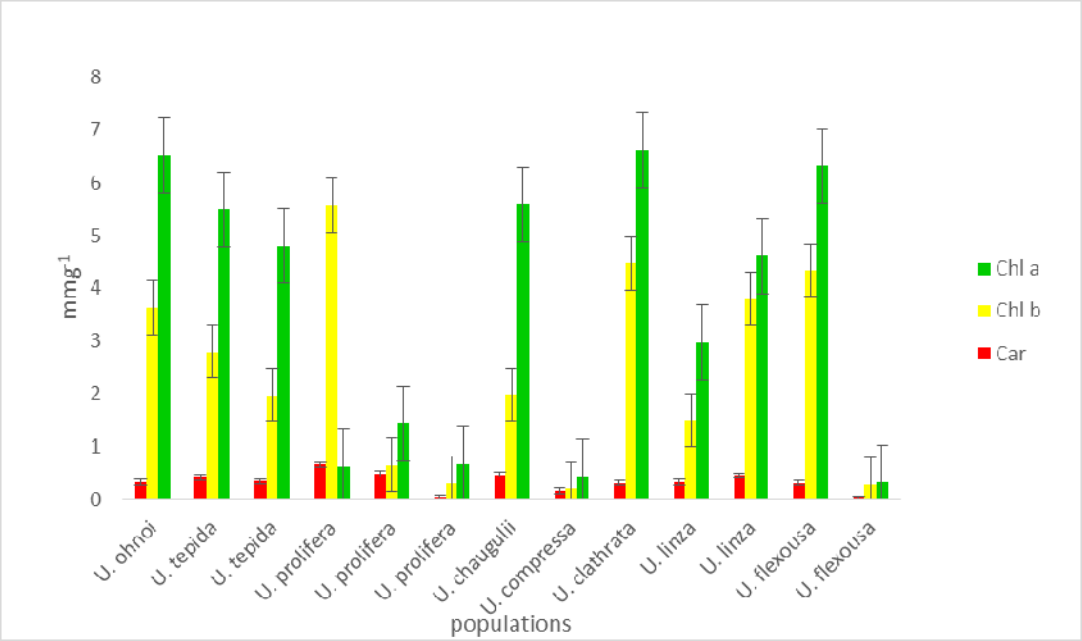
Car (mgg^{-1})	Chl. b (mgg^{-1})	Chl. a (mgg^{-1})	EE%	Pro%	Voucher No. (HSBU)	Species
-	-	-	6.8±0.31	15.82±8.89	137	*U. lactuca*
0.02±0.02	0.28±0.20	0.32±0.20	5.87±0.26	8.21±1.44	100	*U. flexousa*
0.31±0.50	4.33±1.60	6.32±0.60	4.79±0.10	13.03±1.13	107	*U. flexousa*
0.45±0.40	3.80±3.00	4.61±3.70	5.17±0.50	16.31±0.99	132	*U. linza*
0.32±0.30	1.49±0.40	2.97±0.80	13.87±0.45	8.05±0.79	130	*U. linza*
0.31±0.10	4.47±0.30	6.62±0.3	-	2.12±0.57	123	*U. clathrata*
0.16±0.10	0.20±0.01	0.43±0.02	-	1.24±0.05	128	*U. compressa*
0.47±0.20	1.98±1.40	5.60±0.50	11.92±0.25	23.05±8.99	133	*U. chaugulii*
0.03±0.02	0.31±0.060	0.67±0.10	6.01±0.10	13.06±2.79	115	*U. prolifera*
0.48±0.50	0.65±0.10	1.43±0.20	-	15.11±3.28	111	*U. prolifera*
0.66±0.07	5.57±0.60	0.63±1.10	7.23±0.11	15.00±4.05	112	*U. prolifera*
-	-	-	-	26.46±1.44	110	*U. prolifera*
0.34±0.07	1.97±0.30	4.80±0.50	11.74±0.59	20.54±2.07	134	*U. tepida*
0.41±0.20	2.79±0.40	5.50±0.60	5.75±0.45	23.44±2.10	109	*U. tepida*
0.32±0.20	3.63±1.50	6.51±0.30	5.81±0.06	24.51±2.80	135	*U. ohnoi*



شکل ۴- مقایسه درصد پروتئین کل و روغن کل در برخی جمعیت‌های *Ulva*.

Figure 4. Comparison of the percentages of total protein and total oil in some *Ulva* populations studied.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1401.9.3.7.7]
[DOI: 10.52547/nbr.9.3.222]



شکل ۵- مقایسه مقادیر کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئید در برخی جمعیت‌های *Ulva*.

Figure 5. Comparison of the chlorophyll a, Chlorophyll b and carotenoid contents in some *Ulva* populations studied.

این گونه‌ها دارای بیش از ۴۴ درصد پروتئین در وزن خشک، چربی‌های غیراشباع، اسیدهای آمینه مختلف و پلی‌ساکاریدها هستند (Rioux et al., 2017). این جلبک‌ها به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا مانند داشتن کالری کم، ویتامین‌های فراوان و وجود عناصر کمیاب، مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Mabeau. & Fleurence, 1993; Lahaye & Jegou 1993). رنگدانه‌های موجود در جلبک‌های سبز از جمله سرده *Ulva* در طبقه‌بندی و مطالعات تنوع زیستی نقش دارند و به دلیل خواص آنتی اکسیدانی، ضد سرطان، ضد التهاب، ضد چاقی و بعنوان محافظت‌کننده سیستم عصبی و نیز به عنوان مکمل غذایی و سایر فرآورده‌ها از اهمیت بالایی برخوردارند (Vimala & Poonghuzhali, 2014). در این مطالعه تعدادی از جمعیت‌های گونه‌های مختلف *Ulva* از نظر برخی متابولیت‌ها، مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج حاصل از آزمایشات مربوط به اندازه‌گیری این متابولیت‌ها در گونه‌های *Ulva* تفاوت آشکاری را نشان داد. این مقادیر در گونه‌های مشابه از مکان‌های مختلف نیز متفاوت بود که نشان‌دهنده تأثیر مکان بر محتوای متابولیتی است. اختلاف گونه‌های *Ulva* از نظر میزان متابولیت‌های مختلف، ممکن است به دلیل شرایط محیطی، موقعیت‌های جغرافیایی، فصلی/سال، روش استخراج و غیره باشد (Da Costa et al., 2020; Lopes et al., 2019; Moreira et al., 2021). در مجموع، اندازه‌گیری درصد پروتئین کل در ۱۰ گونه *Ulva* نشان داد که گونه‌های *U. clathrata* (۲/۱۲ درصد) و *U. compressa* (۱/۲۴ درصد) دارای کمترین درصد و *U. prolifera* از جزیره شیف از استان بوشهر، با ۲۶/۴۶٪، بیشترین درصد پروتئین در وزن خشک را دارا بودند. همچنین کمترین درصد روغن کل در بین گونه‌های مورد مطالعه متعلق به گونه *U. flexousa* منطقه هخامنش از استان هرمزگان، با حدود ۴/۸٪ و بیشترین درصد متعلق به گونه *U. linza* منطقه گشه با حدود ۱۳/۸۷٪ وزن خشک مشاهده گردید. بیشترین مقدار کلروفیل a در گونه *U. clathrata* با مقدار ۶/۶۳ mgg^{-1}، بیشترین کلروفیل b و کاروتنوئیدها در گونه *U. prolifera* منطقه پرک از استان بوشهر، به ترتیب با ۵/۵۷ mgg^{-1} و ۰/۶۶ mgg^{-1} مشاهده گردید. نتایج این مطالعه از نظر درصد پروتئین و روغن با نتایج دیگر تطابق نشان می‌دهد (Kandale et al., 2011; Lahaye & Robik, 2007).

تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که شرایط محیطی مختلف بخصوص میزان شوری محیط بر روی گونه‌های این سرده تأثیر بسزایی داشته و می‌تواند باعث تغییر شکل تال آنها گردد به طور مثال گونه *U. flexousa* در شرایط شوری متفاوت می‌تواند از تال لوله‌ای به تال پهن تغییر شکل یابد (Ryback, 2018)، همچنین این شرایط بر مقدار متابولیت‌های گیاهی، مؤثر است. با توجه به این نتایج و نیز وجود شرایط مناسب کشت و پرورش گونه‌های *Ulva* در مناطق ساحلی خلیج فارس و رشد سریع گونه‌ها، می‌توان امکاناتی را فراهم آورد که رشد این گونه‌ها در

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1401.9.3.7.7]
[DOI: 10.52547/nbr.9.3.222]

سطح وسیع و با نتایج مطلوب صورت گرفته و از آنها در تولید فرآورده‌ها و مکمل‌های غذایی و دارویی جدید و سایر کاربردهای زیستی، استفاده بهینه نمود.

سپاسگزاری

نویسندگان از داوران محترم مجله یافته‌های نوین در علوم زیستی برای ارائه پیشنهادهای ارزشمند سپاسگزاری می‌نمایند. همچنین از خانم دکتر معصومه فراست به دلیل راهنمایی‌های ارزنده در جهت شناسایی گونه‌ها و آقای دکتر پشت‌دار به جهت همکاری در انجام آزمایشات مربوط به متابولیت‌ها، تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

Apaydin-Yagci, M. & Turna, I.I. 2002. A new record for the algal flora of Turkey: *Chaetomorpha crassa* (C.Agardh.) Kütz. (Cladophoraceae, Chlorophyceae) Turkish Journal of Botany 26: 171-174.

Arnon, A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal 23: 112-121.

Bast, F., John, A.A. & Bhushan, S. 2014. Strong endemism of bloom-forming tubular *Ulva* in Indian West Coast with description of *Ulva paschima* sp. nov. (Ulvales Chlorophyta). PLOS ONE 9: 1-8. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109295

Blinding, C. 1968. A critical survey of European taxa in Ulvales. II. *Ulva*, *Ulvaria*, *Monostroma*, *Kormannia*. Botaniska Notiser 121: 535-629.

Blomster, J., Maggs C.A. & Stanhope, M.J. 1998. Molecular and morphological analysis of *Enteromorpha intestinalis* and *E. compressa* (Chlorophyta) in the British Isles. Journal of Phycology 34: 319-340.

Børgesen, F. 1939. Marine algae from the Iranian Gulf. In: Danish Scientific Investigation in Iran 1. Jesen, K. & Sparck, R. (eds.): 42-141 Copenhagen. Ejnar Munksgaard.

Braune, W. & Guiry, M.D. 2011. Seaweeds, A colour guide to common benthic green algae of the world's ocean. Koeltz Scientific Books. Friedrich-Schiller-University Jena, Germany. National University of Ireland, Galway, Ireland. 601 pp.

Coppejans, E., Leliaert, F., Verbruggen, H., De Clerck, O., Schils, T., De Vriese, T. & Marie, D. 2004. The marine green and brown algae of Rodrigues (Mauritius, Indian Ocean). Journal of Natural History 38: 2959-3020.

Da Costa, E., Ricardo, F., Melo, T., Mamede, R., Abreu, M.H., Domingues, P., Domingues, M.R. & Calado, R. 2020. Site-specific lipidomic signatures of sea lettuce (*Ulva* spp., Chlorophyta) hold the potential to trace their geographic origin. Biomolecules 10: 489. https://doi.org/10.3390/biom10030489.

Emami, A. 1996. Methods of plant decomposition (Volume I). Agricultural Research, Education and Extension Organization Publications. Ministry of Agriculture. 128 pp. (In Persian).

Farasat, M., Khavari-Nejada, R.A., Nabavib, S.M.B. & Namjooyan, F. 2014. Antioxidant activity total phenolics and flavonoid contents of some edible green seaweed from Northern Coasts of the Persian Gulf Iran. Iranian Journal of Pharmaceutical Research 13: 163-170.

Gharanjik, B.M. 2000. The marine algae of the Sistan and Blauchestan province. Iranian Journal of Fisheries Sciences 2: 57-70.

Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2022. Algae Base http://wwwalgaebaseorg/ World-wide electronic publication National University of Ireland Galway.

Hasibi, P. 2007. Physiological study of cold stress in seedling stage of different rice genotypes, PhD thesis. Shahid Chamran University of Ahvaz. 145 pp. (In Persian).

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1401.9.3.7.7]
[DOI: 10.52547/nbr.9.3.222]

Jha, B., Reddy, C.R.K., Thakur, M.C. & Umamaheswara Rao, M. 2009. Seaweeds of India. the diversity and distribution of seaweeds of the Gujarat Coast. Springer Dordrecht Heidelberg London New York. 216 pp.

Kandale, A., Meena, A.K., Rao, M.M., Panda, P., Mangal, A.K., Reddy, G. & Babu, R. 2011. Marine algae: An introduction, food value and medicinal uses. Journal of Pharmacy Research 4: 219-221.

Kazi, M.A., Kavale, M.G. & Singh, V.V. 2016. Morphological and molecular characterization of *Ulva chaugulii* sp. nov., *U. lactuca* and *U. ohnoi* (Ulvophyceae, Chlorophyta) from India. Phycologia 55: 45-54.

Koeman, R.P.T. & Van Den Hoek, C. 1981. The taxonomy of *Ulva* (Chlorophyceae) in the Netherlands. British Phycological Journal 16: 9-53.

Kokabi, M. & Yousefzadi, M. 2015. Checklist of the marine macroalgae of Iran. Botanica Marina 58: 307-320. https://doi.org/10.1515/bot-2015-0001

Kraft, L.G. K., Kraft, G.T. & Walter, R.F. 2010. Investigations into southern Australian *Ulva* (Ulvophyceae, Chlorophyta) taxonomy and molecular phylogeny indicate both cosmopolitanism and endemic cryptic species. Journal of Phycology 46: 1257-1277.

Kumbhar, R.D., Rode, S. & Sabale A.B. 2014. Phytochemical screening of seaweeds from Sindhudurg district of Maharashtra. International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research 29: 77-81.

Lahaye, M. & Jegou, D. 1993. Chemical and physical-chemical characteristics of dietary fibres from *Ulva lactuca* (L.) Thuret and *Enteromorpha compressa* (L.) Grev. Journal of Applied Phycology 5: 195-200. https://doi.org/10.1007/BF00004017

Lahaye, M. & Robic, A. 2007. Structure and functional properties of ulvan, a polysaccharide from green seaweeds. Biomacromolecules. 8: 1765-1774. https://doi.org/10.1021/bm061185q.

Lawson, G.W. & John, D.M. 1982. The marine algae and coastal environment of tropical West Africa, Tropical West Africa. Berlin J. Cramer, VAduz Germany. 415 pp.

Linnaeus, C. 1753. Species plantarum. Laurentius Salvius, Stockholm, 1200 pp.

Lopes, D., Moreira, A.S.P., Rey, F., da Costa, E., Melo, T., Maciel, E., Rego, A., Abreu, M.H., Domingues, P. Calado, R., Lillebø, A.N. & Domingues, M.R. 2019. Lipidomic signature of the green macroalgae *Ulva rigida* farmed in a sustainable integrated multi-trophic aquaculture. Journal of Applied Phycology 31: 1369-1381.

López-Martínez, J. C., Campra-Madrid, P. and Guil-Guerrero, J. L. 2004. Gamma-linolenic acid enrichment from Borago officinalis and Echium fastuosum seed oils and fatty acids by low temperature crystallization. Journal of Bioscience and Bioengineering 97: 294-298.

https://doi.org/10.1016/S1389-1723(04)70208-X

Mabeau, S. & Fleurence, J. 1993. Seaweed in food products: biochemical and nutritional aspects. Trends in Food Science & Technology 4: 103-107.

Masakiyo, Y. & Shimada S. 2014. Species diversity of the genus *Ulva* (Ulvophyceae, Chlorophyta) in Japanese waters, with special reference to *Ulva tepida.* sp. nov. Bulletin of the National Museum of Nature and Science. Series B, Botany 40: 1-13.

Moreira, A.S.P., Da Costa, E., Melo, T., Lopes, D., Pais, A. C.S., Santos, S.A.O., Pitarma, B., Mendes, M., Abreu, M.H., Collén, P.N., Domingues, P. & Domingues, M.R. 2021**.** Polar lipids of commercial *Ulva* spp. of different origins: profiling and relevance for seaweed Valorization. Foods 10: 1-18. https://doi.org/10.3390/foods10050914

Noroozi, M., Naqinezhad, A. & Mehrvarz, SH.S. 2009. Algal flora in first Iranian land-marine the Boujagh national park. International Journal of Algae 11: 276-288.

Panahy Mirzahasnlou, J., Nejadsattari, T., Ramezanpour, Z., Imanpour Namin, J. & Asri, Y. 2020. Identification of filamentous algae of the Balikhli River in Ardabil province and recording four new species for algal flora of Iran. Nova Biologica Reperta 7: 331-345. (In Persian).

Pirian, K., Piri, K., Sohrabipour, J. & Blomster, J. 2018. Three species of *Ulva* (Ulvophyceae) from the Persian Gulf as potential sources of protein, essential amino acids and fatty acids. Phycological Research 66: 149-154. https://doi.org/10.1111/pre.12212

Pirian, K., Piri, K., Sohrabipour, K., Tamadoni Jahromi, S. & Blomster, J. 2016. Molecular and morphological characterisation of *Ulva chaugulii, U. paschima* and *U. ohnoi* (Ulvophyceae) from the Persian Gulf Iran. Botanica Marina 59: 147-158. https://doi.org/10.1515/bot-2016-0009

Rioux, L.E., Beaulieu, L. & Turgeon, S.L. 2017. Seaweeds: a traditional ingredient for new gastronomic sensation. Food Hydrocoll 68: 255-265. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.02.005

Ruangchuay, R., Lueangthuwapranit, C. & Pianthumdee, N. 2007. Apparent characteristics and taxonomic study of macroalgae in Pattani Bay. Songklanakarin Journal Science Technology 29: 893-905.

Rybak, A.S. 2018. Species of *Ulva* (Ulvophyceae, Chlorophyta) as indicators of salinity. Ecological Indicators 85: 253-261.
http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.10.061

Sheeba, M.M. & Paul, J.P. 2017. Antioxidant activity of methanol extract of *Chaetomorpha litorea* Harvey (green seaweed) in Koothankuzhi Coast, Tamil Nadu, India. International Journal of Experimental Pharmacology 7: 28-31.

Sohrabipour, J., Nejadsatari, T., Assadi, M. & Rebei, R. 2004. The marine algae of the southern coast of Iran Persian Gulf Lengeh area. Iranian Journal of Botany 10: 83-93.

Sohrabipour, J. & Rabii, R. 1999: A list of marine algae of seashores of Persian Gulf and Oman Sea in the Hormozgan province. Iranian Journal of Botany 8: 131-162.

Sohrabipour, J. & Rabii, R. 2007. The checklist of green algae of the Iranian coastal lines of the Persian Gulf and Gulf of Oman. Iranian Journal of Botany 13: 146-149.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1401.9.3.7.7]
[DOI: 10.52547/nbr.9.3.222]

Tolouei, M. 1998. Comprehensive political culture, Science Publishing, Second Edition. Elm. Tehran. 1020 pp. (In Persian).

Tseng, C.K. 1984. Common Seaweeds of China Beijing: Science Press; Amsterdam/Berkeley: Kugler. 316 pp. https://doi.org/10.1002/IROH.19860710639

Wichard, T., Charrier, B., Mineur, F., Bothwell, J.H., De Clerck, O. & Coates, J.C. 2015. The green seaweed *Ulva*: a model system to study morphogenesis, Frontiers in Plant Science 6: 1-8. https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00072

Vimala, T. & Poonghuzhali T.V. 2015. Estimation of pigments from seaweeds by using acetone and DMSO. International Journal of Science and Research 4: 1850-1854.

Zarei Darki, B., Zarei Darki, L., Akkafi, H.R. & Mirzai, M. 2013. Taxonomic composition of algae and its indicator role in the ecosystem of the Zayandehrud River, Iran. Inland Water Biology 6: 285-293.

*****

How to cite this article:

Farasat, N., Sheidai, M., Riahi, H. & Koohdar, F. 2022. Study of morphological, anatomical characteristics and metabolic assay of some *Ulva* species (sea lettuce) in the coastal waters of the Persian Gulf, Iran. Nova Biologica Reperta 9: 222-235. (In Persian).

فراست، ن.، شیدایی، م.، ریاحی، ح. و کوهدار، ف. ۱۴۰۱. بررسی ریخت شناسی، تشریحی و سنجش متابولیتی گونه‌هایی از سرده کاهوی دریایی در آبهای ساحلی خلیج فارس، ایران. یافته‌های نوین در علوم زیستی ۹: ۲۳۵-۲۲۲.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1401.9.3.7.7]
[DOI: 10.52547/nbr.9.3.222]