

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

نسرين فراسات، 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 خوارکی، دارویی و غیره بوده و حاوی ترکیبات مختلف مانند انواع چربی‌ها، پروتئین‌ها و کاروتونوئیدها هستند. این گونه‌ها دارای تنوع پذیری فتوتیپی 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 پیرنوند و ابعاد سلول نشان دادند. متابولیت‌های مختلفی مانند پروتئین کل، روغن کل، کلروفیل a و b و کاروتونوئیدها 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* موردنظر مطالعه، و کمترین درصد روغن کل در بین گونه‌ها، متعلق به گونه *U. flexuosa* 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 show 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

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*

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 مهترین آنها عبارتند از: خسارت 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 پیرنؤید در هر سلول، ریخت‌شناسی بخش پایه و نگهدارنده تال Blinding, 1968; Koeman & van den Blinding, 1968; Koeman & van den (holdfast) Hoek, 1981.

مطالعات مختلفی بر روی ترکیبات شیمیایی و ارزش غذایی این گروه از جلبک‌ها صورت گرفته است. ترکیبات مختلفی از قبیل آکالوئیدها، فنل‌ها، فلاونوئیدها، تانن، کومارین، ساپونین، انواع کربوهیدرات، پروتئین‌ها و غیره از برخی گونه‌های سرده *U. fasciata* Delile, *U. lactuca* L. و *U. intestinalis* Kumbhar et al., 2014 به دست آمده است (). محتوای ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی و فعالیت آنتی اکسیدانی ۴ گونه از سرده *Ulva* شامل، *U. flexuosa* Wulfen, *U. linza* L. و *U. clathrata* (Roth) Agardh از *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 *U. paschima*, *U. Chaugulii* Kavale & Kazi, *U. ohnoi* Hiraoka & Shimada, Bast موردن بررسی قرار گرفت و نتیجه‌گیری شد که گونه‌های این سرده حاوی منابع با ارزشی از پروتئین‌ها (حدود ۱۰/۳-۲۱/۲٪ وزن خشک)، چربی‌های غیر اشباع مانند اولئیک اسید، لینولئیک اسید و آلفا لینولینیک اسید (حدود ۵/۶-۴/۵٪ وزن خشک)، اسید‌آمینه‌های ضروری مانند لیزین، متیونین، والین و فنیل‌آلاتین و نیز مقادیر قابل ملاحظه‌ای از رنگدانه‌ها مانند کلروفیل a و b و کاروتونوئیدها 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; Panahy Mirzahasnlou et al., 2020; Zarei Darki, et al., 2013; Noroozi et al., 2009).

یکی از مهم‌ترین و با ارزش‌ترین ماقروجلبک‌های سبز سرده (Ulvaceae, Ulvophyceae, Chlorophyta) *Ulva* L. 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 خوارکی، دارویی و غیره بوده و حاوی ترکیبات مختلفی مانند انواع چربی‌ها، پروتئین‌ها، اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه و کاروتونوئیدها هستند (Sheeba & Paul, 2017). این گونه‌ها

مقدمه

از زمان باستان، جلبک‌های ماقروجلبکی دریایی، با زندگی انسان‌ها ارتباط نزدیکی داشته‌اند و به عنوان منابع مهم غذایی و نیز به عنوان 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 ریزمغذی‌های همچون ید، آهن، روی، مس، سلنیوم، مولیبدن، فلوراید، منگنز، بور، نیکل و کبات، تشکیل شده است (Kandale et al., 2011). ترکیبات شیمیایی استخراج شده از این جلبک‌ها به طور گسترشده‌ای در صنایع غذایی، قنادی، نساجی، تولید کاغذ، و نیز در صنایع دارویی، به عنوان ژل و نیز به عنوان مواد استحکام‌دهنده و ضخیم کننده کاربرد دارند. همچنین جلبک‌ها منابع بسیار خوبی از پروتئین‌ها، پلی‌ساقاریدها و فیبرها هستند (Lahaye & Robik, 2007).

خلیج فارس، زیست‌بوم آبی به وسعت ۲۴۰۰۰ کیلومتر مربع است و به عنوان یکی از مسیرهای مهم انتقال نفت جهانی، از اهمیت استراتژیک زیادی برخوردار است (Tolouei, 1998). طبق گزارشات متعدد، تعداد زیادی از ماقروجلبک‌های 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 ماقروجلبک‌های 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 ماقروجلبک‌های سبز سرده (Ulvaceae, Ulvophyceae, Chlorophyta) *Ulva* L. 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 خوارکی، دارویی و غیره بوده و حاوی ترکیبات مختلفی مانند انواع چربی‌ها، پروتئین‌ها، اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه و کاروتونوئیدها هستند (Sheeba & Paul, 2017).

شدن. مطالعه بخش‌های مختلف با استفاده از استریومیکروسکوپ Hund Wetzlar و میکروسکوپ دو چشمی Olympus پیرنؤید (محل تجمع نشاسته در کلروپلاست) و نیز اندازه‌گیری Axiovision LE, Rel 4.5 قطر و طول سلول‌ها با نرم‌افزار Rel 4.5 صورت گرفت.

سنجدش متابولیت‌های گیاهی سنجدش درصد روغن کل

به منظور سنجدش 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 سنجدش 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 به مدت ۳ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در دستگاه قرار گرفت. پس از مدت زمان مذکور نمونه در آون، در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت 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 et al., 2004).

$$100 \times (\text{مقادیر نمونه} / \text{وزن ثانویه نمونه} - \text{وزن اولیه نمونه}) = \text{درصد روغن}$$

سنجدش درصد پروتئین کل

به منظور اندازه‌گیری محتوای نیتروژن و درصد پروتئین، به منظور اندامه 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 ۱/۰ نرمال تیتر شد (Emami, 1996). مقدار ازت و درصد پروتئین از رابطه‌های زیر به دست آمد.

$$\text{وزن نمونه} / [A - B] = \text{مقدار ازت}$$

A: مقدار اسید کلریدریک مصرفی به ازای هر نمونه

B: مقدار اسید کلریدریک مصرفی برای شاهد

$$\text{درصد پروتئین} = \text{مقدار ازت} \times ۶/۲۵$$

(Pirian et al., 2016)، اما تا کنون مطالعات دقیق مرفلوژیکی 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 کاروتینوئیدها است. همچنین، با توجه به کاربرد این گروه از جلبک‌های موثر آنها و 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. compressa* L., ۵ جمعیت از *U. prolifera* Muller, ۵ جمعیت از *U. tepida*, ۴ جمعیت از *U. clathrata*, ۲ جمعیت از *U. linza*, ۲ جمعیت از *U. intestinalis* Massakiyo & Shimada, 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 جزء و مد و به صورت دستی جمع‌آوری شد. جلبک‌های جمع‌آوری شده از دریا بلا فاصله با آب دریا شسته شده تا شن و ماسه و موجودات اپی‌فیت احتمالی از آن‌ها جداسده، 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 متابع 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

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	Bushehr: Bandar-e Dayyer, Farasat & Mombeini, 2019	51°56'5"	27°49'57"	Rocky-rock Sandy-mud	<i>U. flexuosa</i> , <i>U. intestinalis</i> , <i>U. compressa</i> , <i>U. clathrata</i>
124					
119					
103	Bushehr: Bandargah, Farasat & Mombeini, 2019	50°54'44"	28°49'25"	Sandy - Sandy	<i>U. flexuosa</i> , <i>U. compressa</i>
125					
120	Bushehr: Bandar-e Siraf (Bandar-e Taheri), Farasat & Mombeini, 2019	52°20'59"	27°39'37"	Sandstone	<i>U. clathrata</i> , <i>U. linza</i>
129					
121	Bushehr: Bandar-e Jofreh, Farasat & Mombeini, 2019	50°49'1"	28°58'5"	Sandstone	<i>U. clathrata</i> , <i>U. compressa</i>
126					
104	Bushehr: Bahmani, Farasat & Mombeini, 2019	50°49'15"	28°54'8"	Rocky - sandy	<i>U. flexuosa</i> , <i>U. compressa</i>
127					
122	Bushehr: Bandar-e Rig: Halieh, Farasat & Mombeini, 2019	50°37'32"	29°29'5"	Sandy - Sandy	<i>U. clathrata</i>
111	Bushehr: Bandare-Kangan: Chah majnoon, Farasat & Mombeini, 2019	50°49'23"	28°58'17"	Sandstone	<i>U. prolifera</i>
108					
101	Bushehr: Southern Ouli, Farasat & Mombeini, 2019	51°53'47"	27°50'4"	Sandstone	<i>U. prolifera</i>
117					
110	Bushehr: Northern Ouli, Farasat & Mombeini, 2019	51°53'15"	27°50'18"	Sandstone	<i>U. flexuosa</i> , <i>U. intestinalis</i>
123	Hormozgan: Bandar-e Abbas: Velayat park, Farasat & Mombeini, 2019	56°21'11"	27°11'10"	Clay mud	<i>U. clathrata</i>
112	Hormozgan: Bandar-e Kangan: Parak, Farasat & Mombeini, 2019	52°24'35"	27°38'55"	Sandstone	<i>U. prolifera</i>
105	Hormozgan: Bandar-e Lengeh: Gashe, Farasat & Mombeini, 2019	54°52'26"	26°32'31"	Rocky-rock	<i>U. flexuosa</i> , <i>U. linza</i>
130					
106	Hormozgan: Bandar-e Lengeh: Park-e Dowlat, Farasat & Mombeini, 2019	54°51'35"	26°32'2"	Sandy - Sandy	<i>U. flexuosa</i> , <i>U. prolifera</i>
113					
114	Hormozgan: Bandar-e Lengeh: Kowsar Beach park, Farasat & Mombeini, 2019	54°53'29"	26°33'20"	Sandstone	<i>U. prolifera</i> , <i>U. tepida</i>
109					
115	Hormozgan: Bandar-e Kong, Farasat & Mombeini, 2019	54°54'47"	26°33'52"	Sandstone	<i>U. prolifera</i>
116	Hormozgan: Bandar-e Lengeh: Hameyran, Farasat & Mombeini, 2019	55° 6'32"	26°42'	Sandy-sandstone	<i>U. prolifera</i>
107	Hormozgan: Bandar-e Abbas: Hakhamaneh, Farasat & Mombeini, 2019	56°19'14"	27°11'	Rocky-rock	<i>U. flexuosa</i>
133	Hormozgan: Bandar-e Abbas: Ghadir park, Farasat & Mombeini, 2019	56°19'35"	27°11'4"	Sandy - Sandy	<i>U. chaugulii</i>
100	Bushehr: Bandar-e Kangan, Farasat & Mombeini, 2019	52° 4'1"	27°49'21"	Rocky-rock	<i>U. flexuosa</i>
128	Hormozgan: Qeshm: Vali Asr Blvd, Farasat & Mombeini, 2019	56°16'29"	26°56'3"	Rocky-pebble	<i>U. compressa</i>
136	Hormozgan: Qeshm: Hamoun park, Farasat & Mombeini, 2019	56°15'3"	26°58'30"	Sandstone with water ponds	<i>U. ohnoi</i> , <i>U. linza</i>
131					
135	Hormozgan: Qeshm: Botany park, Farasat & Mombeini, 2019	56°15'28"	26°58'19"	Rocky-sandy-sandy	<i>U. ohnoi</i> , <i>U. tepida</i> , <i>U. linza</i>
134					
132					
137	Sistan and Baluchestan: Chabahar: Lipar Lake, Hoot, 2018	60°49'56"	25°15'3"	Stone-pebble-sand	<i>U. lactuca</i>

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 سرپوشیده‌ای، در بالا پهن و گسترده، به سمت پایین باریک شونده با حاشیه موجود، چین خورده یا چروکیده، مشاهده شدند. ارتفاع اغلب تال‌ها ۴-۱۴/۳ سانتی‌متر، اما در جمعیت بندر سیراف ارتفاع تال از ۳۰-۹۰ سانتی‌متر مشاهده شد. همچنین عرض تال‌ها محدوده‌ای بین ۳-۲۳ میلی‌متر را نشان داد. ابعاد سلول‌ها ۲۱-۹×۱۶-۶ میکرومتر و در نمای سطحی، سلول‌ها در بخش‌های جوانتر در دسته‌های ۲، ۳ یا ۴ تایی دیده شدند. تعداد پیرنوتئید نیز در برخی سلول‌ها ۲-۳ تایی و بهندرت ۴ تایی مشاهده شد (شکل ۱ و 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 نیز مشاهده شدند. ارتفاع تال‌ها در جمعیت‌های مختلف تفاوت نشان داد، ۱۱-۱۶/۴-۸ سانتی‌متر در جمعیت‌های چاه مجnoon، پارک دولت و پارک کوثر، ۴-۱۶/۴ سانتی‌متر در جمعیت پرک، ۱۴-۵۴ سانتی‌متر در جمعیت اولی جنوبی و ۱۱-۱۰۰ سانتی‌متر در جمعیت جزیره شیف. عرض تال اغلب (۷-۱-۳) میلی‌متر اندازه گیری شد. در نمای سطحی، سلول‌ها در تال‌های مسن گاهی به صورت نامنظم ترتیب یافته و گاهی به شکل چندضلعی با کناره‌های گرد شده نیز مشاهده شدند. اغلب سلول‌ها قطر ۷-۳۱ 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. پیرنوتئیدها در برخی از جمعیت‌ها به تعداد ۲-۳ و بهندرت ۴ تایی نیز دیده شد (شکل ۱ و B). گونه *U. intestinalis* در برخی ویژگی‌ها مانند ارتفاع تال (۱۱-۷۲ سانتی‌متر) و ابعاد سلول (۱۸-۶×۳۵-۷ میکرومتر) تفاوت نشان داد (شکل ۱ و C). در گونه *U. clathrata*، تال‌ها در اغلب جمعیت‌ها به شکل استوانه‌ای مو مانند و بسیار منشعب، توخالی با انتهای بريده شده دیده شدند. تال‌ها ۲-۱۱ سانتی‌متر ارتفاع و ۵-۱۰ میلی‌متر عرض داشتند. سلول‌ها به ابعاد ۷-۲۵×۷-۳۹ میکرومتر مشاهده شدند (شکل ۱ و D). در گونه *U. compressa* تال‌ها گاهی فنجانی شکل، به ارتفاع ۸/۵-۱/۵ سانتی‌متر، عرض ۳-۵/۰ میلی‌متر مشاهده شدند. سلول‌ها گاهی به صورت نامنظم و منحنی شکل و بهندرت در برخی جاها به صورت ردیف‌های طولی ترتیب یافته و ابعاد آنها ۱۱-۳۱×۸-۲۷ میکرومتر بود. در برخی جمعیت‌ها سلول‌هایی با ۲ پیرنوتئید و در جمعیت‌های جفره و دیر به ندرت ۳-۴ پیرنوتئیدی نیز مشاهده

سنجدش رنگدانه‌ها

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

$$\text{Chlorophyll a} = (19.3 \text{ R663}-0.83 \text{ R645})V/100W$$

$$\text{Chlorophyll b} = (19.3 \text{ R645}-3.6 \text{ R663})V/100W$$

$$\text{Carotenoid} = 100(\text{R470}) - 3.27(\text{mg chl.a}) - 104(\text{mg chl.b})/227$$

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

R= جذب نور در طول موج‌های ۶۴۵، ۶۶۲ و ۴۷۰ نانومتر

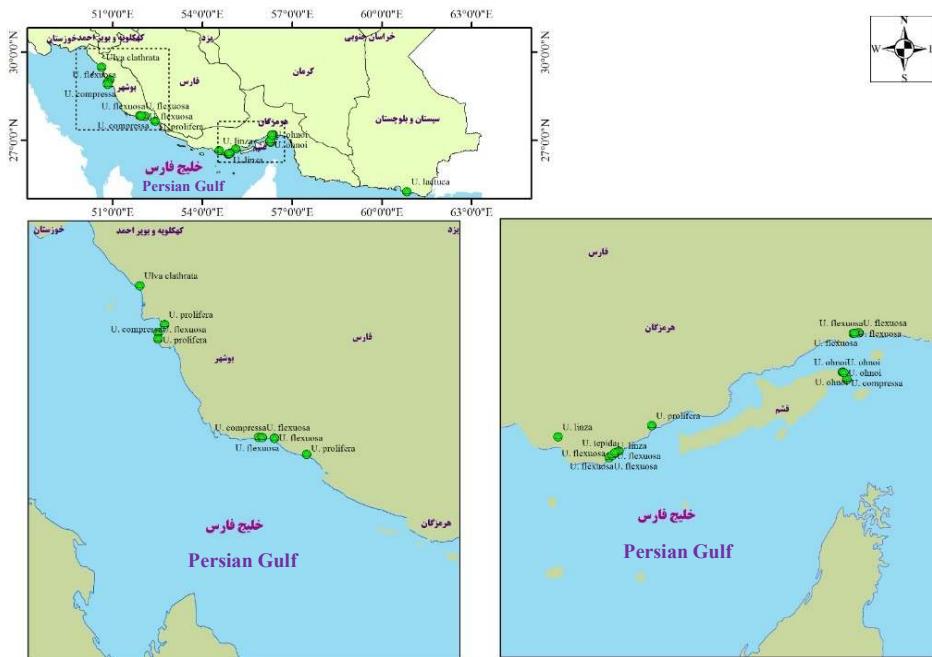
W= وزن تر نمونه بر حسب گرم
نمودارهای مقایسه‌ای این ترکیبات با استفاده از نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۰ رسم گردید.

نتایج

تعداد ۱۰ گونه از سرده *Ulva* در ضمن دوره مطالعه جمع-آوری 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 ساختار ریخت‌شناسی و تشریحی گونه‌های *Ulva* را نشان می‌دهند. درصد پروتئین کل، روغن کل، کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتونوئید اندازه گیری 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* در حال 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 جمع‌آوری شده 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



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
<i>U. linza</i>	grass green - dark green	lanceolate or linear lanceolate	(5-40)	10	Unbranched
<i>U. prolifera</i>	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
<i>U. intestinalis</i>	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
<i>U. clathrata</i>	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
<i>U. compressa</i>	grass green - light green	tubular, in the upper part with expanding branches	(3-10)	(0.5-2)	with many short branches
<i>U. flexuosa</i>	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 filamentous branches in the base
<i>U. tepida</i>	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
<i>U. ohnoi</i>	dark green -	orbicular, lanceolate or irregularly expanded. margin was ruffled, with microscopic spines	(1-12)	(20-350)	Unbranched
<i>U. lactuca</i> 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
<i>U. chaugulii</i> 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

جدول ۳- ویژگی‌های تشريحی گونه‌های *Ulva*Table 3. Anatomical characteristics of *Ulva* species.

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

به تعداد ۱-۵ و اغلب ۲-۳ تایی مشاهده گردیدند (شکل ۱ و ۲). در گونه *U. chaugulii*، سبز تیره به ارتفاع ۱۵/۳-۳/۷ سانتی مترو عرض ۵-۱۳ میلی‌متر دیده شدند. سلول‌ها به ابعاد ۶/۶-۴/۶ میکرومتر، گاهی در ردیف‌های طولی یا به صورت منحنی مشاهده شدند. پیرنؤیدها به تعداد ۷(-۱-۵ و اغلب ۲ تایی دیده شدند (شکل ۱ و ۲).

بررسی متابولیت‌های اندازه‌گیری شده در گونه‌های مختلف به دلیل نگرانی‌های روزافزون مصرف کنندگان در جهت تأمین منابع غذایی سالم و مغذی در جهت ارتفاع سلامت، صنعت غذایی در تلاش برای استفاده از فناوری‌های جدید در جهت تولید منابع تغذیه‌ای کاربردی است. جلبک‌ها، دارای محتوای پروتئین قابل توجیه 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 خشکی نسبت بیشتری از اسیدهای چرب ضروری را دارند (Kandale et al., 2011).

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.

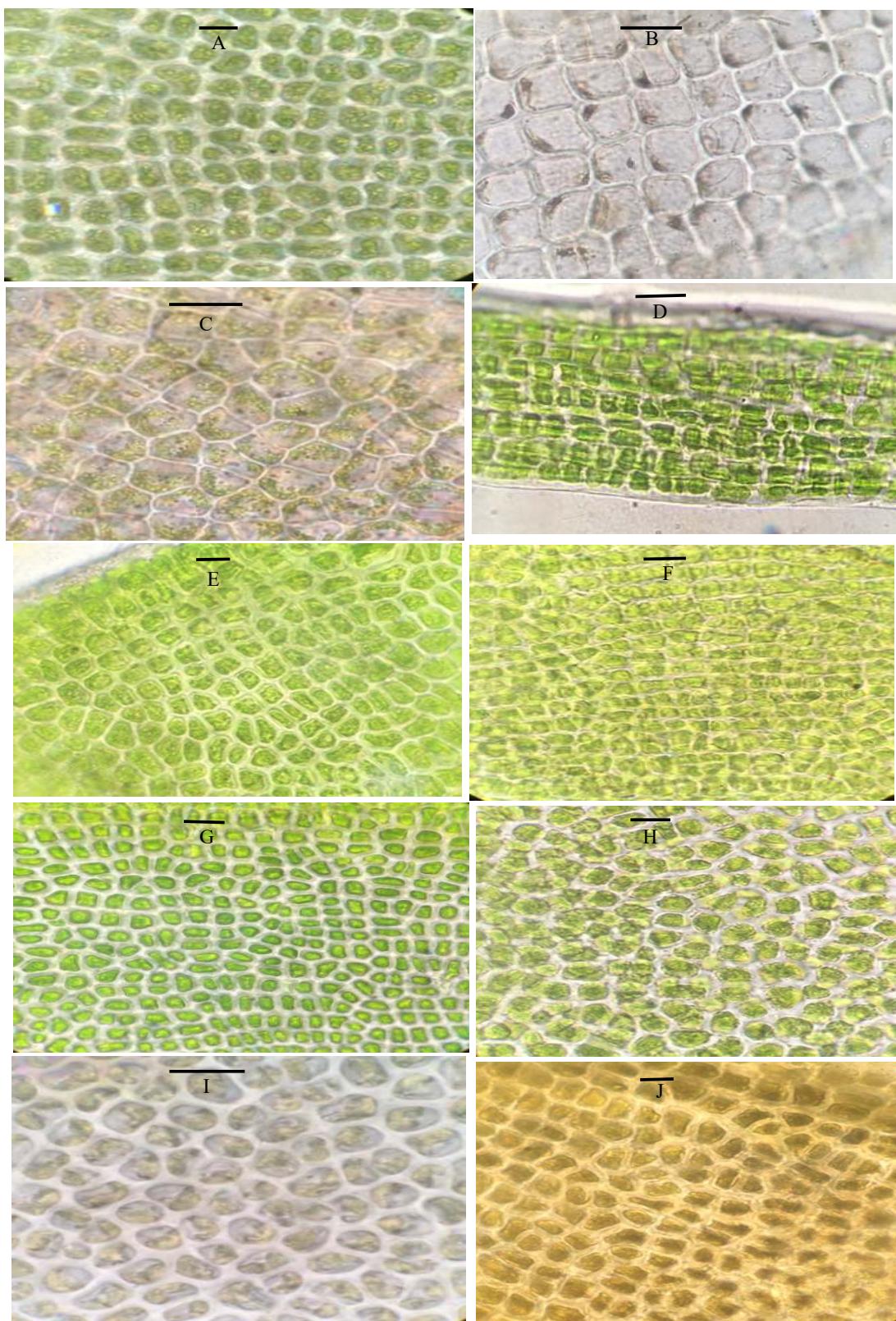
گردید (شکل ۱ و ۲). تال‌ها در گونه *U. flexuosa* به عرض اغلب ۰-۲/۵ میلی‌متر، در جمعیت بوستان ولایت تا ۶ میلی‌متر و در جمعیت هخامنش تا ۱۰ میلی‌متر نیز دیده شدند. سلول‌ها در نمای سطحی در تال‌های بالغ، به صورت نامنظم یا به صورت منحنی به ابعاد ۱۸-۱۸/۵-۲۱×۴-۵/۵ میکرومتر دیده شدند (شکل ۱ و ۲). در گونه *U. tepida* ارتفاع تال‌ها ۰-۵/۵ سانتی‌متر و ابعاد سلول‌ها ۶-۱۵/۳ 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). در گونه *U. ohnoi* تال‌ها، به رنگ سبز چمنی تا سبز روشن و به طور نامنظم گسترد و تکه‌تکه، نازک و شکننده، متصل به یک دیسک مدور با پایه کوتاه با ۱۰-۱۶ سانتی‌متر ارتفاع و ۳-۱۰ سانتی‌متر عرض، فاقد حفره دیده شدند. حاشیه تال پهنک مانند، موچدار و اغلب دارای زوائد خارمانند میکروسکوپی، به طول ۱۱/۵-۱۵/۸ میکرومتر و به عرض ۵-۲۵/۶ میکرومتر بود و سلول‌ها در ابعاد ۵-۶/۱۶-۶/۵×۵/۱۶-۵/۷-۶/۱۹ میکرومتر مشاهده شدند. پیرنؤیدها اغلب به تعداد ۲ تایی و به ندرت ۴ تایی دیده شدند (شکل ۱ و ۲).

تال‌ها در گونه *U. lactuca* به ارتفاع ۶-۱۵/۵ سانتی‌متر عرض ۴-۴/۵ سانتی‌متر دیده شدند. سلول‌ها به ابعاد ۱۷/۵-۱۷/۵-۸/۵ میکرومتر عرض و سلول‌ها به ابعاد ۲۳-۲۲/۵-۸/۴ میکرومتر دیده شدند. پیرنؤیدها



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).

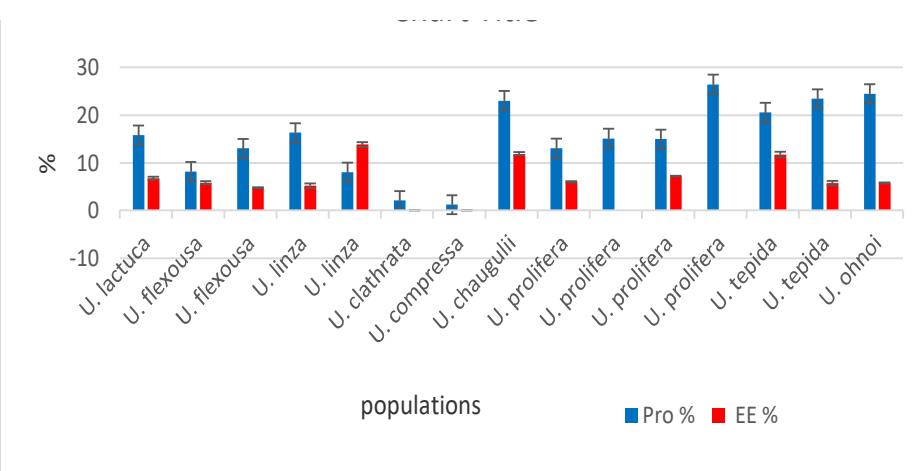


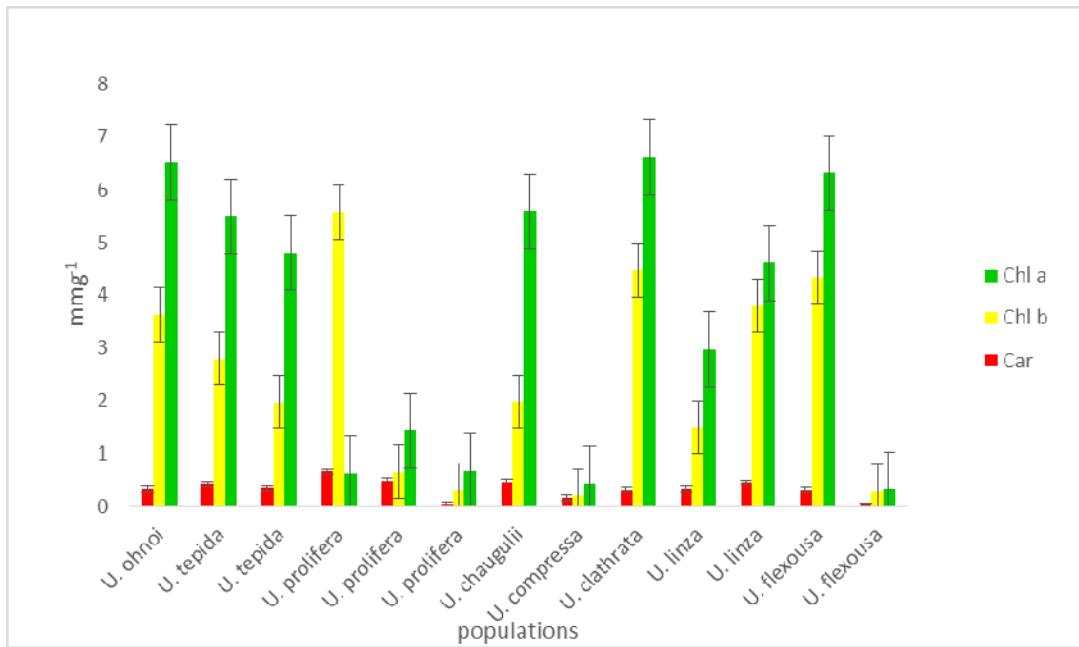
شکل ۳- ساختار تشریحی سلول‌های تال در گونه‌های *Ulva* (Scale bar=10 μm (100X))

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).

جدول ۴- مقادیر پروتئین کل، روغن کل، کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتینوئید 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	<i>U. lactuca</i>
0.02±0.02	0.28±0.20	0.32±0.20	5.87±0.26	8.21±1.44	100	<i>U. flexousa</i>
0.31±0.50	4.33±1.60	6.32±0.60	4.79±0.10	13.03±1.13	107	<i>U. flexousa</i>
0.45±0.40	3.80±3.00	4.61±3.70	5.17±0.50	16.31±0.99	132	<i>U. linza</i>
0.32±0.30	1.49±0.40	2.97±0.80	13.87±0.45	8.05±0.79	130	<i>U. linza</i>
0.31±0.10	4.47±0.30	6.62±0.3	-	2.12±0.57	123	<i>U. clathrata</i>
0.16±0.10	0.20±0.01	0.43±0.02	-	1.24±0.05	128	<i>U. compressa</i>
0.47±0.20	1.98±1.40	5.60±0.50	11.92±0.25	23.05±8.99	133	<i>U. chaugulii</i>
0.03±0.02	0.31±0.060	0.67±0.10	6.01±0.10	13.06±2.79	115	<i>U. prolifera</i>
0.48±0.50	0.65±0.10	1.43±0.20	-	15.11±3.28	111	<i>U. prolifera</i>
0.66±0.07	5.57±0.60	0.63±1.10	7.23±0.11	15.00±4.05	112	<i>U. prolifera</i>
-	-	-	-	26.46±1.44	110	<i>U. prolifera</i>
0.34±0.07	1.97±0.30	4.80±0.50	11.74±0.59	20.54±2.07	134	<i>U. tepida</i>
0.41±0.20	2.79±0.40	5.50±0.60	5.75±0.45	23.44±2.10	109	<i>U. tepida</i>
0.32±0.20	3.63±1.50	6.51±0.30	5.81±0.06	24.51±2.80	135	<i>U. ohnoi</i>

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.

شکل ۵- مقایسه مقدار کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتینوئید در برخی جمعیت‌های *Ulva*.Figure 5. Comparison of the chlorophyll a, Chlorophyll b and carotenoid contents in some *Ulva* populations studied.

(DRCd) ۲/۱۲) *U. compressa* و (DRCd) ۱/۲۴) *U. clathrata* 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 ۶۳/۶ mgg⁻¹، بیشترین کلروفیل b و کاروتینوئیدها در گونه *U. prolifera* منطقه پرک از استان بوشهر، به ترتیب با ۵۷/۵ و ۶۶/۰ 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

این گونه‌ها دارای بیش از ۴۴ درصد پروتئین در وزن خشک، چربی‌های غیراشبع، اسیدهای آمینه مختلف و پلی‌ساقاریدها 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).

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 Vries, 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://wwwalgabase.org/> 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).
- سطح وسیع و با نتایج مطلوب صورت گرفته و از آنها در تولید فرآوردها و مکمل‌های غذایی و دارویی جدید و سایر کاربردهای زیستی، استفاده بهینه نمود.

سپاسگزاری

نویسنده‌گان 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.

- 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 Guill-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](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>
- Noroозi, 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>
- Riouxi, 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.
- Rybák, 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.

- 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. & Poonghuzhal 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: ۲۲۲-۲۳۵.