



Comparative study on mineral content of seaweed salt, traditional sea salt and table salt

Maryam Kokabi¹ | Mohammad Pakhirehzan²

1. PhD, Department of Marine Biology, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran. E-mail: Maryamkokabi.mk@gmail.com
2. Corresponding Author, PhD, Department of Marine and Atmospheric Science, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran. E-mail: mht_pa@yahoo.com

Article Info

Article type

Research Article

Article history

Received: 1 April 2024

Revised: 9 April 2024

Accepted: 10 April 2024

Published: 15 March 2024

Keywords:

Iodine

Minerals

Salt

Seaweed

Abstract

Objective: Reduction of the consumption of sodium salt (NaCl) is widely recommended in order to prevent or treat cardiovascular diseases.

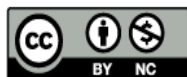
Various alternatives for table salt have been proposed, including metal salts such as KCl or herbal seasonings. This study aims to introduce seaweed salt and compare it with traditional sea salt and table salt in terms of sodium content and minerals.

Methods: Two species of brown macroalgae *Sargassum* sp. and *Nizamuddinina zanardinii* were collected from the coasts of Qeshm island and Chabahar respectively. The samples washed, dried and made into powder. EDS and ICP-OES analysis were used to detect the elements.

Results: The results of EDS analysis of the two proposed macroalgae samples showed the existence of iodine at the rate of 0.3 and 0.4% by weight in both samples. While in traditional sea salt as well as table salt, the only elements recorded were sodium and chlorine. In two seaweed salt samples, the higher percentage of potassium compared to the lower percentage of sodium in both EDS and ICP analysis revealed that the predominant salt in both samples was potassium salt (KCl).

Conclusion: This study potentially confirmed the possibility of seaweed salt production using local macroalgae. In addition to helping public health, this innovative product can provide new job opportunities for the indigenous people by attracting the participation of coastal communities in the cultivation of macroalgae.

Cite this article: Kokabi, M., & Pakhirehzan, M. (2024). Comparative study on mineral content of seaweed salt, traditional sea salt and table salt. *Ethnobiology and Conservation*, 1(2), 28-37. <https://doi.org/10.22091/ethc.2024.10574.1017>



©The Author(s).

DOI: <https://doi.org/10.22091/ethc.2024.10574.1017>

Publisher: University of Qom



مقایسه‌ی محتوای عناصر معدنی در نمک جلبک دریایی، نمک دریایی سنتی و نمک طعام

مریم کوکبی^۱ | محمد پاخیره زن^۲

^۱دکتر، گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران. رایانامه: maryamkokabi.mk@gmail.com

^۲نویسنده مسئول، دکتر، گروه علوم جوی و اقیانوسی، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران. رایانامه: mht_pa@yahoo.com

چکیده

اطلاعات مقاله

هدف: امروزه کاهش مصرف نمک طعام (NaCl) به منظور پیشگیری یا درمان بیماری‌های قلبی عروقی به شدت توصیه می‌شود. در این راستا جایگزین‌های مختلفی برای نمک طعام پیشنهاد شده‌اند از جمله نمک‌های فلزی مثل KCl یا چاشنی‌های گیاهی. این مطالعه با هدف معرفی نمک جلبک دریایی و مقایسه آن با نمک دریایی سنتی و نمک طعام از لحاظ محتوای سدیم و عناصر معدنی انجام شده است.

مواد و روش‌ها: پس از غربالگری اولیه، دو گونه *Sargassum* sp. و *Nizamuddinia zanardinii* از خانواده Sargassaceae از گروه ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای انتخاب و به ترتیب از سواحل جزیره قشم و چابهار به صورت توده‌ای جمع‌آوری، شستشو، خشک و پودر شدند. برای شناسایی عناصر از آنالیز EDS و ICP-OES استفاده شد.

نتایج: نتایج آنالیز EDS دو نمونه نمک جلبک دریایی وجود یابد را به میزان ۰/۳ و ۰/۴ درصد وزنی نشان داد. درحالی‌که در دو نمونه نمک دریایی سنتی و نمک طعام تنها عناصر ثبت شده، سدیم و کلر بود. در دو نمونه نمک جلبک دریایی درصد بالاتر عنصر پتاسیم در مقابل درصد پایین عنصر سدیم در هر دو آنالیز EDS و ICP نشان داد نمک غالب در این دو نمونه، نمک پتاسیم (KCl) است.

نتیجه‌گیری: این مطالعه به طور بالقوه امکان تولید نمک جلبکی را با استفاده از ماکرو جلبک‌های جنوب کشور تأیید کرد. این محصول نوآورانه علاوه بر کمک به سلامت عمومی، می‌تواند با جلب مشارکت جوامع ساحلی در کشت و پرورش ماکرو جلبک، فرصت‌های شغلی جدیدی را برای ساکنین نوار ساحلی جنوب کشور فراهم کند.

نوع مقاله

پژوهشی

تاریخچه

دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۱۳

بازنگری: ۱۴۰۳/۰۱/۲۱

پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۲۲

انتشار: ۱۴۰۲/۱۲/۲۵

کلیدواژه‌ها

جلبک دریایی

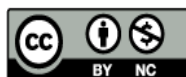
مواد معدنی

نمک

یُد

استناد: کوکبی، مریم، و پاخیره زن، محمد (۱۴۰۲). مقایسه محتوای عناصر معدنی در نمک جلبک دریایی، نمک دریایی سنتی و نمک طعام. قوم

زیست‌شناسی و حفاظت، ۱(۲)، ۳۷-۲۸. <https://doi.org/10.22091/ethc.2024.10574.1017>



مقدمه

دانش بومی درباره جلبک‌های دریایی، عمدتاً به کشورهای آسیای شرقی برمی‌گردد. ماکروجلبک‌ها به دلیل غنی بودن از مواد معدنی و ویتامین‌ها، قرن‌هاست که در کشورهای آسیای شرقی به خصوص چین، ژاپن و کره به عنوان غذا و همچنین داروی سنتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در ژاپن بیش از ۱۰ درصد کل تغذیه مردم را جلبک‌های دریایی تشکیل می‌دهند (Wijesekara et al., 2012; Mouritsen et al., 2013). به‌عنوان مثال، برخی گونه‌های جنس *Sargassum* به عنوان خوراک انسان، خوراک دام و کود کشاورزی استفاده می‌شوند. دارای خواص آنتی باکتری و آنتی تومور هستند و برای پیشگیری از بیماری گواتر و سایر مشکلات غدد و همچنین درمان تب در کودکان استفاده می‌شوند (مخلوط جلبک و علف‌های دریایی جوشانده شده و به‌عنوان بخور استفاده می‌شود). همچنین برای تنظیم فشارخون مصرف می‌شوند (Trono, 2003).

روایت‌های قومی تاریخی مختلف نشان می‌دهند که چگونه مردم ساحلی در سراسر جهان از جلبک‌های دریایی برای غذا و اهداف دیگر استفاده می‌کرده‌اند. به نظر می‌رسد که اولین گزارش مکتوب شناخته شده در مورد استفاده از جلبک‌های دریایی یک راهنمای گیاهی چینی مربوط به ۲۷۰۰ سال قبل از میلاد باشد و شواهد باستان‌شناسی نشان می‌دهد که بومیان آمریکا از ۱۴۰۰۰ سال قبل جلبک‌های دریایی را جمع‌آوری و استفاده می‌کرده‌اند. محتوای بالای نمک در جلبک‌های دریایی آن‌ها را به نگهدارنده‌های عالی تبدیل می‌کند. این نمک معمولاً برای ماندگاری بیشتر محصولات گوشتی استفاده می‌شود. بسته‌بندی گوشت‌ها یا سایر مواد غذایی فاسدشدنی در جلبک‌های دریایی مرطوب و شور همواره وسیله‌ای مؤثر برای مردم ساحلی بوده تا به طور موقت از صدف‌ها، ماهی‌ها و گوشت پستانداران دریایی نگهداری کنند، به خصوص اگر بتوانند چنین بسته‌هایی را خنک نگه‌دارند (Ainis et al., 2019).

در کشور پرو، به جلبک‌های دریایی خوراکی «موکوچو»^۱ می‌گویند و به عنوان یک منبع عالی از ویتامین‌ها در طول زمستان جویده می‌شود تا از ابتلا به بیماری‌ها جلوگیری کند. در سواحل شیلی، ساقه جلبک دریایی *Durvillaea* برای جلوگیری از گواتر، (وضعیتی که ناشی از کمبود ید است) جویده می‌شود. در امتداد سواحل اقیانوس آرام در آمریکای شمالی، مردم بومی از جلبک‌های دریایی برای غذا، دارو و اهداف دیگر استفاده می‌کردند. آن‌ها جلبک‌های دریایی خشک شده را خرید و فروش می‌کردند و محتوای نمک آن‌ها را ارزشمند می‌دانستند و از آن‌ها برای درمان کمبود ید استفاده می‌کردند (Ainis et al., 2019).

در حالی که به نظر می‌رسد گیاهان خشکی نیازی به ید ندارند، ماکرو جلبک‌ها به خصوص جلبک‌های قهوه‌ای حاوی مقادیر بالایی از ید می‌باشند. مقدار کم ید در گیاهان خشکی اغلب به دلیل کمبود این عنصر در خاک است. بنابراین گیاهان خشکی منبع فقیری از ید هستند و این مسئله می‌تواند باعث کمبود ید در افرادی شود که رژیم گیاه‌خواری دارند (Mouritsen et al., 2013; Cerná, 2011). به‌طور کلی محتوای مواد معدنی ماکرو جلبک‌ها ۱۰ برابر گیاهان خشکی است، بنابراین افرادی که به طور مداوم از آن‌ها تغذیه می‌کنند به ندرت دچار کمبود مواد معدنی و عوارض ناشی از آن می‌شوند (Holdt and Kraan, 2011).

یکی از راه‌های تأمین ید در کشور ما افزودن این عنصر به نمک طعام است که به دلیل فرار بودن آن معمولاً در فرآیند نگهداری و طبخ توسط مصرف‌کننده از بین می‌رود. از طرفی سرانه مصرف نمک در ایران دو تا سه برابر استاندارد جهانی گزارش شده است و این مسئله خطر افزایش بیماری‌های قلبی عروقی و فشار خون را افزایش می‌دهد.

امروزه، ثابت شده است که مصرف زیاد نمک طعام (NaCl) می‌تواند منجر به بیماری‌های قلبی عروقی، نارسایی کلیه و فشار خون شود؛ زیرا نمک‌های طعام رایج در بازار از حدود ۴۰ درصد سدیم و ۶۰ درصد کلر تشکیل شده است و عنصر سدیم نقش مهمی در تنظیم فشار خون دارد (Rakhasiya et al., 2023). از آنجا که ۴۵ درصد از اختلالات قلبی عروقی مربوط به مقادیر بالای فشار خون می‌شود؛ در حال حاضر، یکی از چالش‌های بهداشت جهانی کنترل فشار خون در افراد جامعه است. بنابراین کاهش مصرف نمک سدیم (NaCl) به منظور پیشگیری یا درمان بیماری‌های قلبی عروقی به شدت توصیه می‌شود. در طول سال‌های گذشته جایگزین‌های مختلفی برای نمک سدیم پیشنهاد شده‌اند (از جمله نمک‌های فلزی مثل KCl یا چاشنی‌های

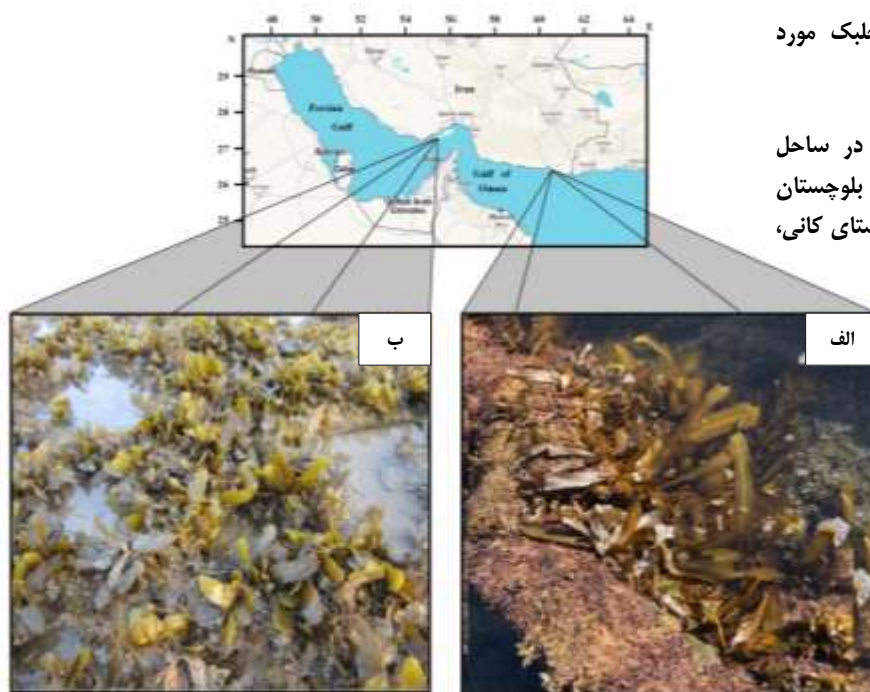
^۱. mococho

گیاهی مثل سیر، فلفل، زعفران و ... اگرچه الزامات فنی و یا ویژگی‌های حسی آن‌ها ممکن است هنوز به اندازه کافی برای جایگزینی مؤثر نمک سدیم در رژیم غذایی جذاب نباشد (Fernández-López et al., 2024; Taladrid et al., 2020). ماکرو جلبک‌های دریایی که با عنوان seaweeds شناخته می‌شوند، چه از نظر تاکسونومیک و چه از نظر متابولیسمی بسیار متنوع‌تر از گیاهان خشکی بوده و بر اساس نوع رنگیزه و سایر ترکیبات شیمیایی خود به سه شاخه اصلی جلبک‌های سبز (Chlorophyta)، جلبک‌های قهوه‌ای (Phaeophyceae) و جلبک‌های قرمز (Rhodophyta) تقسیم می‌شوند (Dawczynski et al., 2012; Miyashita et al., 2007). از آنجا که ماکرو جلبک‌ها در محیطی غنی از مواد معدنی رشد می‌کنند، در حین رشد، مواد معدنی و عناصر کمیاب را از آب دریا جذب و آن‌ها را به فرم آلی تبدیل می‌کنند. عناصر تجمع داده شده از گونه‌ای به گونه دیگر متفاوت است. به‌عنوان مثال، مقادیر زیادی پتاسیم و ید توسط بسیاری از ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای و عناصر برم و کلسیم توسط جلبک‌های قرمز جذب می‌شوند (Balamurugan et al., 2013).

در ایران متأسفانه با وجود ذخایر ارزشمند ماکرو جلبک‌های دریایی در سواحل جنوبی کشور هیچ نوع بهره‌برداری اقتصادی، حتی توسط جوامع بومی از آن‌ها نمی‌شود. به‌عنوان مثال، خانواده Sargassaceae با ۳۳ گونه و زیرگونه پرتنوع‌ترین خانواده جلبک‌های قهوه‌ای را در ایران تشکیل می‌دهد که برخی از آن‌ها جزو گونه‌های اقتصادی هستند (Kokabi and Yousefzadi, 2015). در سال‌های اخیر مطالعاتی در راستای بهره‌برداری اقتصادی از ماکرو جلبک‌های دریایی در کشور صورت گرفته است که عمدتاً مربوط به شناسایی ترکیبات فراسودمند آن‌ها می‌باشد (Jassbi et al., 2013). لذا این تحقیق با هدف معرفی نمک جلبک دریایی و مقایسه آن با نمک دریایی سنتی و نمک طعام از لحاظ محتوای سدیم، ید و سایر عناصر معدنی انجام شده است.

مواد و روش‌ها

پس از مطالعات تکمیلی درباره ماکرو جلبک‌های موجود در سواحل جنوب کشور و بررسی ترکیبات کلی و امکان خوراکی بودن آن‌ها و همچنین در نظر گرفتن امکان کشت انبوه آن‌ها توسط ساحل‌نشینان جنوب کشور، دو گونه *Sargassum* و *zanardinii* از خانواده Sargassaceae از گروه ماکرو جلبک‌های قهوه‌ای انتخاب و به ترتیب از سواحل جزیره قشم و چابهار (شکل ۱) به صورت توده‌ای جمع‌آوری شدند. جلبک‌ها با آب شسته و پاک‌سازی شدند.



شکل ۱. تصویر گونه‌های ماکرو جلبک مورد مطالعه در رویشگاه طبیعی:

(الف) *Nizamuddinina zanardinii* در ساحل دریا بزرگ، چابهار، استان سیستان و بلوچستان
(ب) *Sargassum* sp. در ساحل روستای کانی، جزیره قشم، استان هرمزگان.

نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آب دریای فیلتر و استریل شده قرار گرفتند. نمونه‌ها در فضای بسته و به دور از آلودگی در مجاورت هوای ۱۵ تا ۱۸ درجه خشک و جهت آنالیزهای بعدی مورد استفاده قرار گرفتند. جلبک‌های خشک شده به وسیله آسیاب کاملاً پودر و طی چند مرحله ساییده و الک شدند تا پودری یکنواخت به دست آمد. جهت مقایسه، دو نمونه نمک تجاری شامل نمک دریا و نمک طعام به صورت بسته‌بندی شده از بازار خریداری شد.

بررسی پروفایل عناصر موجود در ماکرو جلبک

آنالیز EDS: بررسی نیمه کمی عناصر موجود در دو نمونه نمک ماکرو جلبک قهوه‌ای به روش طیف‌سنجی پراش انرژی پرتو ایکس و به وسیله دستگاه اسپکتروسکوپی اشعه ایکس انرژی متفرق (EDS) انجام گرفت. آنالیز EDS توانایی‌های منحصر به فردی در مقایسه با دیگر روش‌های تعیین عنصری مانند ICP دارد. این روش می‌تواند عناصر سبکی مانند اکسیژن و کربن و یا هالوژن‌ها را تشخیص دهد.

آنالیز ICP: جهت بررسی دقیق مقدار عناصر موجود در نمک جلبکی، یک گرم از هر نمونه با ترازوی دقت ۰/۰۰۰۱ وزن شد. جهت انجام هضم اسیدی، هریک از نمونه‌ها در ۲۰ میلی‌لیتر اسید هیدروکلریک و اسید نیتریک به نسبت ۱:۳ مخلوط و به مدت ۱۵ دقیقه تا دمای جوش حرارت داده شد. مخلوط نهایی پس از سرد شدن از کاغذ صافی عبور داده و با آب مقطر رقیق شد (شکل ۲). عصاره حاصل جهت آنالیز دستگاهی به دستگاه ICP-OES (Spectro Arcos-German) تزریق شد.

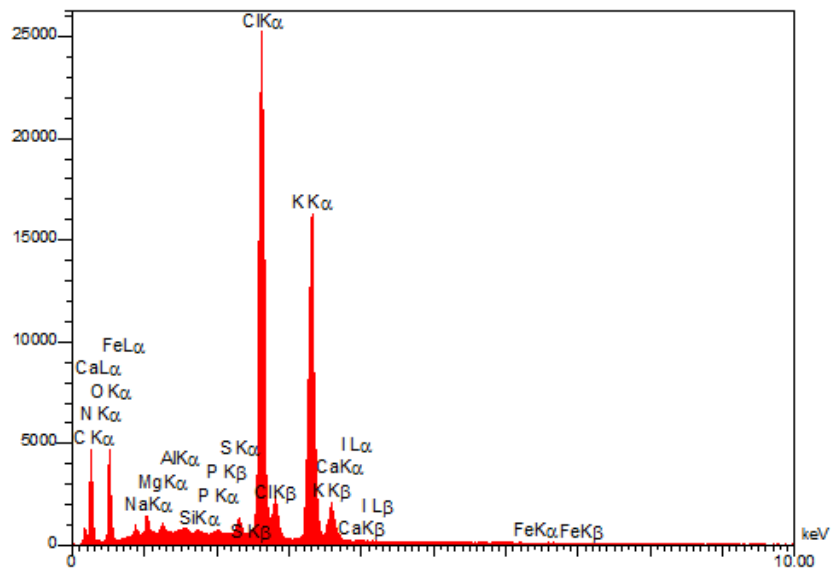


شکل ۲. آماده سازی نمونه‌ها جهت تزریق به دستگاه ICP-OES

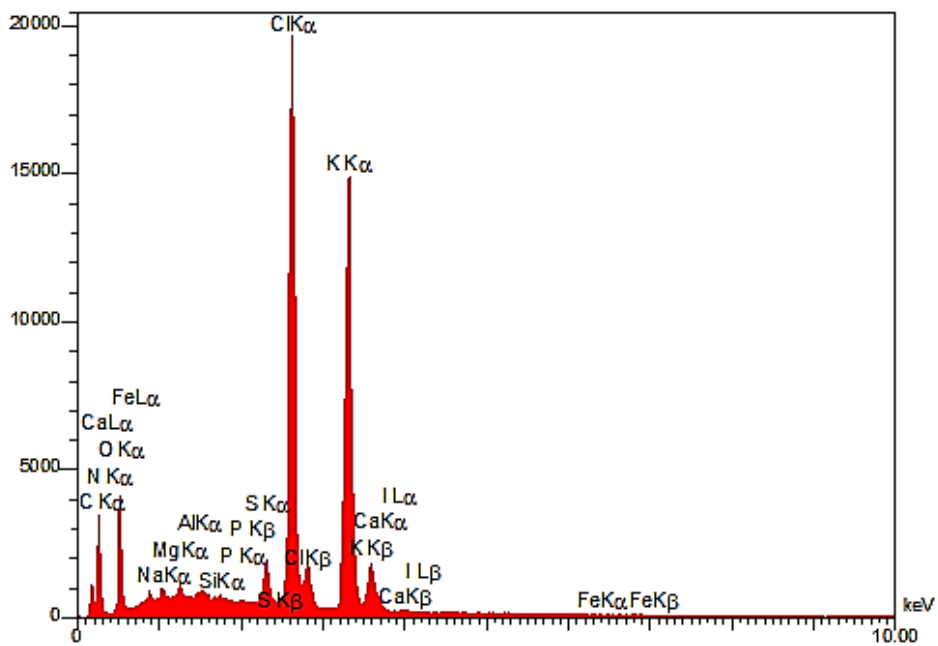
نتایج

طیف به دست آمده از آنالیز طیف‌سنجی پراش انرژی پرتو ایکس (EDS) به‌وضوح وجود عناصر پتاسیم و کلر را (که عامل ایجاد طعم شور هستند) به مقدار زیاد در هر دو نمونه نمک جلبکی نشان داد (شکل ۳ و ۴). درصد عناصر موجود در دو نمونه نمک جلبکی در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. میزان عنصر کلر در آنالیز EDS هر دو نمونه نمک جلبکی بالاترین درصد وزنی (جدول ۱ و ۲) و پتاسیم در هر دو آنالیز EDS و ICP-OES (جدول ۲ و ۳) بیشترین درصد وزنی را (پس از کلر) در هر دو نمونه نمک جلبکی به خود اختصاص دادند.

مقایسه طیف اسپکتروسکوپی اشعه ایکس انرژی متفرق (EDS) بین دو نمونه نمک جلبکی و نمک طعام موجود در بازار (شکل ۵) و حتی نمک دریا (شکل ۶) به خوبی نشان می‌دهد که تنها میزان بالای نمک‌های پتاسیم موجود در ماکرو جلبک‌ها می‌تواند طعم شور ایجاد کند بلکه به دلیل تنوع عناصر موجود در آن‌ها از جمله ید می‌تواند سایر عناصر ضروری مورد نیاز بدن را نیز تأمین کند. از طرفی، علاوه بر اظهار شرکت‌های تولید کننده، طیف اسپکتروسکوپی اشعه ایکس، وجود ید یا هر عنصر معدنی دیگر را در دو نمونه تجاری نمک دریا و نمک طعام رایج در بازار تأیید نمی‌کند. درحالی‌که آنالیز EDS دو نمونه نمک جلبکی وجود ید را به میزان ۰/۳ و ۰/۴ درصد وزنی به ترتیب در دو نمونه *Sargassum* و *Nizamuddinina zanardinii* نشان می‌دهد (جدول ۱ و ۲).



شکل ۳. طیف EDS گونه *Nizamuddinina zanardinii*



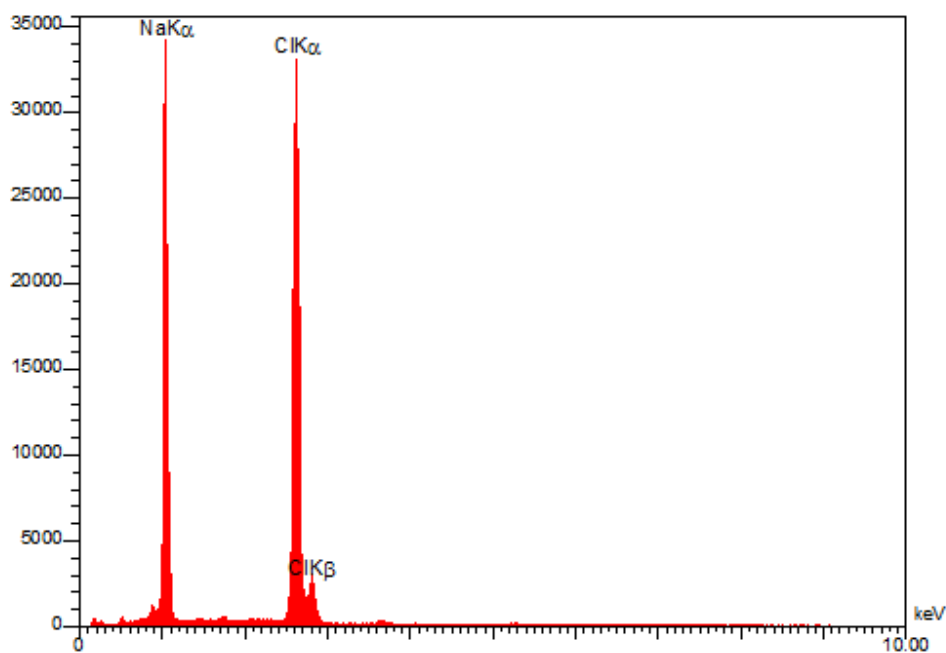
شکل ۴. طیف EDS گونه *Sargassum sp.*

جدول ۱. عناصر ثبت شده در آنالیز EDS برای نمک جلبکی *Nizamuddinina zanardinii*

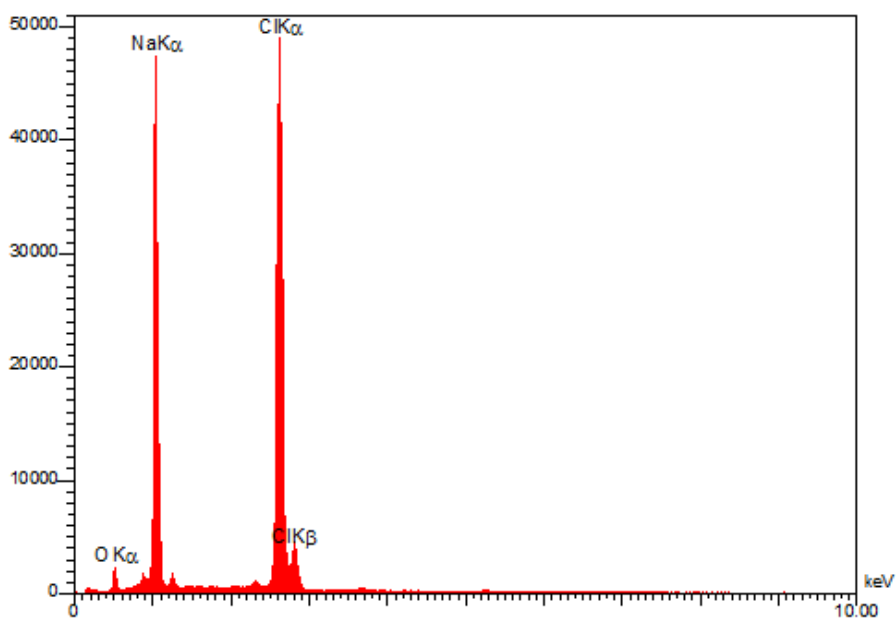
عنصر	C	N	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	I
درصد وزنی (W%)	19.5	1.84	16.19	2.33	1.53	1.01	0.88	0.96	0.81	29.61	23.92	0.47	0.30
درصد اتمی (A%)	35.77	2.89	22.29	2.23	1.41	0.84	0.70	0.69	0.56	18.69	13.69	0.26	0.05

جدول ۲. عناصر ثبت شده در آنالیز EDS برای نمک جلبکی *Sargassum* sp.

عنصر	C	N	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	I
درصد وزنی (W%)	16.42	1.39	16.66	2.07	2.00	1.41	1.06	0.92	1.88	27.53	25.93	0.79	0.41
درصد اتمی (A%)	31.58	2.29	24.06	2.08	1.90	1.21	0.87	0.68	1.35	17.94	15.32	0.46	0.07



شکل ۵. طیف EDS نمک طعام موجود در بازار



شکل ۶. طیف EDS نمک دریای موجود در بازار

جدول ۳. نتایج آنالیز ICP-OES ماکرو جلبک *Nizamuddinina zanardinii*

عنصر	درصد وزنی	عنصر	درصد وزنی	عنصر	درصد وزنی	عنصر	درصد وزنی
Ag	<0.0001	Al	0.0009	As	0.0077	B	0.015
Ba	0.016	Bi	<0.0001	Ca	0.76	Cd	0.0003
Co	<0.0001	Cr	<0.0001	Cu	0.0011	Fe	0.0046
Ga	<0.0001	In	<0.0001	K	6.66	Li	<0.0001
Mg	0.57	Mn	<0.0004	Na	1.07	Ni	<0.0001
Pb	0.0005	P	0.27	Si	0.0013	Sn	0.0009
Sr	0.072	Ti	0.0004	Ti	<0.0001	Zn	0.0012

جدول ۴. نتایج آنالیز ICP-OES ماکرو جلبک *Sargassum sp.*

عنصر	درصد وزنی	عنصر	درصد وزنی	عنصر	درصد وزنی	عنصر	درصد وزنی
Ag	<0.0001	Al	0.0048	As	0.0044	B	0.0091
Ba	0.0007	Bi	<0.0001	Ca	0.91	Cd	<0.0001
Co	<0.0001	Cr	<0.0001	Cu	0.0012	Fe	0.012
Ga	<0.0001	In	<0.0001	K	7.85	Li	<0.0001
Mg	0.83	Mn	0.0005	Na	1.06	Ni	<0.0001
Pb	0.0005	P	0.089	Si	0.0076	Sn	0.0011
Sr	0.062	Ti	0.0004	Ti	<0.0001	Zn	0.0014

بحث

بیش از ۳۱۵ گونه ماکرو جلبک دریایی در ایران شناسایی شده‌اند که عمده آن‌ها در سواحل جنوب ایران، استان‌های سیستان و بلوچستان، هرمزگان و بوشهر پراکندگی دارند. از لحاظ جغرافیایی و بر اساس شاخص چنی^۱، فلور ماکرو جلبکی ایران در گروه معتدله گرم قرار می‌گیرد. ایران در مقایسه با کشورهای هم‌جوار خلیج فارس و دریای عمان، دارای بیشترین تعداد گونه گزارش شده از ماکرو جلبک‌های دریایی می‌باشد؛ که طبیعتاً به دلیل داشتن بیشترین خط ساحلی در کرانه‌های خلیج فارس و دریای عمان است (Kokabi and Yousefzadi, 2015).

به‌طور کلی، بیشتر مواد غذایی، به جز ماهیان، جلبک‌های دریایی و سایر آبزیان دریایی، حاوی مقدار اندکی ید هستند. تخم مرغ، شیر و در سطح پایین‌تر، گوشت و آجیل‌ها منابع نسبتاً خوبی از ید هستند؛ اما بدون استفاده از غذاهای دریایی در رژیم غذایی، یک فرد به سختی ممکن است ید کافی دریافت کند. در کشور ما با توجه به پایین بودن سرانه مصرف غذاهای دریایی و از طرفی شایع بودن بیماری‌های مربوط به غده تیروئید، افزودن ید به نمک طعام از سال‌ها پیش در دستور کار قرار گرفته است؛ اما به دلیل فرار بودن این عنصر، معمولاً در فرآیند نگهداری و طبخ توسط مصرف‌کننده از بین می‌رود. ضمن اینکه اغلب نمک‌های کارخانه‌ای موجود در بازار همچنان که در این تحقیق نیز مشاهده شد، فاقد ید هستند.

ماکرو جلبک‌ها حاوی ترکیبات خاصی هستند که بسیار متفاوت از گیاهان خشکی است. به همین دلیل، کاربردهای فراوانی در پزشکی، داروسازی، کشاورزی، آبی‌پروری و صنایع آرایشی بهداشتی دارند. بسیاری از مردم ساحل‌نشین در گوشه و کنار جهان از ماکرو جلبک‌ها به عنوان غذا و دارو استفاده می‌کنند (Mouritsen et al., 2013).

ماکرو جلبک‌های دریایی یکی از منابع اصلی ید به شمار می‌روند؛ به‌عنوان مثال، غلظت ید در سلول‌های برخی گونه‌های جلبک قهوه‌ای (کِلپ‌ها) تا صدها برابر بیشتر از آب اطراف آن‌هاست و غلظت پتاسیم ۲۰ تا ۳۰ برابر بیشتر. در مقابل، محتوای سدیم بسیار کمتر از آب دریاست. بیشترین مقدار ید در جلبک‌های قهوه‌ای (۱۵۰۰-۸۰۰۰ پی پی ام در وزن خشک) گزارش شده است و در بیشتر موارد جلبک‌های قرمز و سبز دارای محتوای ید کمتری هستند (Cerná, 2011; Dominguez, 2013).

امروزه برخی از متخصصان تغذیه سعی دارند با کاهش عنصر سدیم در نمک طعام و جایگزینی آن با پتاسیم از آسیب‌های ناشی از مصرف نمک‌های کلرید سدیم بکاهند.

¹ Cheney ratio

ماکرو جلبک‌های استفاده شده در این مطالعه *Nizamuddinina zanardinii* و *Sargassum* sp. به ترتیب حاوی ۶/۶ و ۷/۸ گرم پتاسیم و یک گرم سدیم در صد گرم وزن خشک جلبک بودند (جداول ۳ و ۴). بنابراین نسبت Na/K در آن‌ها به ترتیب ۰/۱۶ و ۰/۱۳ محاسبه شد که از نظر سلامتی بسیار حائز اهمیت است. برخی مطالعات نشان می‌دهند که میزان جذب بالای پتاسیم نسبت معکوس با فشار خون دارد. این نتایج با مقادیر گزارش شده در سایر مطالعات که سطح سدیم را در ماکرو جلبک‌ها ۲ تا ۳ درصد و میزان پتاسیم را حدود ۵ تا ۶ درصد گزارش کرده‌اند مطابقت دارد (Notowidjojo et al., 2021). در مطالعه Rakhasiya و همکاران (۲۰۲۳) نیز پتاسیم بیشترین عنصر تشکیل‌دهنده جلبک قرمز *Kappaphycus alvarezii* گزارش شده است.

درصد بالاتر عنصر پتاسیم در مقابل درصد پایین عنصر سدیم در هردو آنالیز EDS و ICP که تأیید کننده یکدیگر هستند از مزایای دو گونه ماکرو جلبک مورد مطالعه هستند. چرا که در نمک طعام و نمک دریای رایج در بازار، تنها عناصر سدیم و کلر ثبت شدند (شکل‌های ۵ و ۶) و همان‌طور که گفته شد، عنصر سدیم از عوامل اصلی ایجاد فشار خون و بیماری‌های قلبی عروقی است. بنابراین دو گونه ماکرو جلبک مورد مطالعه می‌توانند برای ساخت نمک‌های گیاهی و حتی مکمل‌های غذایی در صنعت غذا و دارو مورد استفاده قرار گیرند. این مسئله علاوه بر کمک به سلامت عمومی در ایجاد اشتغال برای ساکنین نوار ساحلی جنوب کشور نیز مؤثر است؛ چرا که تقاضا برای کشت و پرورش ماکرو جلبک‌های هدف را به عنوان ماده اولیه این محصول افزایش می‌دهد. با توجه به شیوع بیماری‌های قلبی عروقی و فشارخون که یکی از دلایل آن مصرف زیاد نمک‌های سدیم است و با در نظر گرفتن اینکه امروزه تمایل به استفاده از ترکیبات طبیعی افزایش یافته است، این محصول می‌تواند مورد توجه مصرف‌کنندگان و متخصصین تغذیه قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

با توجه به پایین بودن فرهنگ مصرف غذاهای دریایی در ایران افراد به سختی ممکن است ید کافی را از طریق غذاهای روزانه دریافت کنند. از طرفی سرانه مصرف نمک طعام (NaCl) در ایران دو تا سه برابر استاندارد جهانی است و این مسئله خطر افزایش بیماری‌های قلبی عروقی و فشار خون را افزایش می‌دهد. با استفاده از ماکرو جلبک‌های دریایی معرفی شده در این تحقیق که منبع مهمی از عناصر ضروری از جمله ید و پتاسیم هستند می‌توان نمک جلبک دریایی تهیه کرد. این مطالعه به طور بالقوه امکان کاربرد ماکرو جلبک‌های *Nizamuddinina zanardinii* و *Sargassum* sp. را به عنوان ماده اولیه تولید نمک جلبکی تأیید کرد؛ با این حال مطالعات تکمیلی جهت بهینه‌سازی ترکیب نمک جلبکی و بررسی خطر فلزات سنگین برای این محصول ضروری است. این ایده نوآورانه علاوه بر کمک به سلامت عمومی، می‌تواند فرصت‌های شغلی جدیدی را برای ساکنین نوار ساحلی جنوب کشور ایجاد کند. تلاش برای تولید نمک جلبک دریایی با افزایش تقاضا برای ماکرو جلبک‌های هدف، می‌تواند همکاری جوامع بومی را از طریق مشارکت در پروژه‌های کشت و پرورش جلبک به دنبال داشته باشد.

References

- Ainis, A. F., Erlandson, J. M., Gill, K. M., Graham, M. H., & Vellanoweth, R. L. (2019). The Potential Use of Seaweeds and Marine Plants by Native Peoples of Alta and Baja California An archaeology of abundance: reevaluating the marginality of California's islands.
- Balamurugan, M., Selvam, G. G., Thinakaran, T., & Sivakumar, K. (2013). Biochemical Study and GC-MS Analysis of *Hypnea musciformis* (Wulf.) Lamouroux. *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 8(3), 117-123. <https://doi.org/10.5829/idosi.ajejsr.2013.8.3.12071>
- Cěrná, M. (2011). Seaweed proteins and amino acids as nutraceuticals. *Advances in Food and Nutrition Research*, 64(64), 297-312. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387669-0.00024-7>
- Dawczynski, C., Schubert, R., & Jahreis, G. (2007). Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. *Food Chemistry*, 103(3), 891-899. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.041>

- Dominguez, H. (2013). *Functional ingredients from algae for foods and nutraceuticals*: Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. Elsevier.
- Fernández-López, J., Pateiro, M., Perez-Alvarez, J. A., Santos, E. M., Teixeira, A., & Viuda-Martos, M. (2024). Salt reduction and replacers in food production. In J. M. Lorenzo (Ed.), *Developments in Food Quality and Safety*: Academic Press. pp. 65-86.
- Holdt, S. L., & Kraan, S. (2011). Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation. *Journal of Applied Phycology*, 23(3), 543-597. <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9632-5>.
- Jassbi, A. R., Mohabati, M., Eslami, S., Sohrabipour, J., & Miri, R. (2013). Biological activity and chemical constituents of red and brown algae from the Persian Gulf. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 12(3), 339-348.
- Kokabi, M., & Yousefzadi, M. (2015). Checklist of the marine macroalgae of Iran. *Botanica Marina*, 58(4), 307-320. <https://doi.org/10.1515/bot-2015-0001>
- Miyashita, K., Widjaja-Adhi, M. A. K., Abe, M., & Hosokawa, M. (2012). Algal carotenoids as potent antioxidants. In S. K. Kim (Ed.), *Handbook of Marine Macroalgae: Biotechnology and Applied Phycology*. The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, UK. : John Wiley & Sons, Ltd. pp. 567.
- Mouritsen, O. G., Mouritsen, J. D., & Johansen, M. (2013). *Seaweeds: edible, available, and sustainable*: University of Chicago Press.
- Notowidjojo, L., Ascobat, P., Bardosono, S., & Tjahjana, J. (2021). The potential of seaweed salt as an alternative low sodium salt: safety and sensory test. *World Nutrition Journal*, 5(1), 47-52. <https://doi.org/10.25220/WNJ.V05.i1.0007>
- Rakhasiya, B., Munisamy, S., Mathew, D. E., Tothadi, S., Yadav, A., & Mantri, V. A. (2023). Potential utility of industrially unwanted constituent under the framework of waste to wealth: Edible salt from commercial marine red seaweed *Kappaphycus alvarezii* (Doty) L.M. Liao. *Bioresource Technology Reports*, 23, 101529. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2023.101529>
- Taladrid, D., Laguna, L., Bartolomé, B., & Moreno-Arribas, M. V. (2020). Plant-derived seasonings as sodium salt replacers in food. *Trends in Food Science & Technology*, 99, 194-202. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.002>
- Trono, G. C. (2003). *Field Guide and Atlas of the seaweed resources of the Philippines*. Makati City, Philippines: Bookmark, Inc.
- Wijesekara, I., Senevirathne, M., Li, Y.X., Kim, S.K. (2012). Functional ingredients from marine algae as potential antioxidants in the food industry. In S. K. Kim (Ed.), *Handbook of Marine Macroalgae: Biotechnology and Applied Phycology*. The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, UK. : John Wiley & Sons, Ltd. pp. 567.