رستنیها ۲۰(۱): ۶۹-۶۲ (۱۳۹۸) Rostaniha 20(1): 62–69 (2019)

DOI: 10.22092/botany.2019.125705.1148

ترکیبات فنولی به عنوان نشانگرهای شیمیایی در سطوح پایین آرایه‌شناسی جنس جلبک دریایی *Laurencia* در خلیج فارس*

دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۲۷ / پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۹

فروغ صالحی‌پور باورصاد: دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

سعید افشارزاده✉: دانشیار گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران (s.afshar@biol.ui.ac.ir)

علیرضا علی‌قنادی: استاد گروه فارماکوگنوزی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

چکیده

مجموعه جلبک‌های قرمز جنس *Laurencia* دارای ۲۸۵ گونه و زیرگونه می‌باشد. شناسایی و تشخیص بسیاری از گونه‌های این گروه جلبکی عمدتا براساس خصوصیات ریخت‌شناسی متغیر آن‌ها بوده که منجر به پیچیدگی آرایه‌شناسی این گروه جلبکی گردیده است. امروزه، مطالعه این گروه با استفاده از ویژگی‌های تولیدمثلی، تفاوت‌های تشریحی و مطالعات مدرن مولکولی موجب تغییرات آرایه‌شناسی فراوانی گردیده است. در این مطالعه، نمونه‌هایی از برخی نواحی ساحلی خلیج فارس در استان هرمزگان جمع‌آوری شده و صفات تشریحی، تولیدمثلی و همچنین شیمیایی آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج حاصل نشان داد که استفاده از روش فولین-سیوکالتو می‌تواند به عنوان یک نشانگر شیمیایی در تشخیص نهایی و تایید تمایز بین گونه‌ها و حتی سطوح پایین آرایه‌شناسی این جنس مورد استفاده قرار گیرد. لذا با بررسی مقدار پلی‌فنول‌های بین دو نمونه مورد مطالعه از گونه *L. obtusa*، مشخص گردید که در بندر لنگه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند و در نهایت، واریته *mollissima* از واریته تیپ گونه فوق مشتق گردید.

واژه‌های کلیدی: اسید گالیک، ایران، جلبک قرمز، شناسایی، شیموتاکسونومی

Phenolic compounds as chemical markers of low taxonomic levels in the marine algal genus *Laurencia* in the Persian Gulf

Received: 16.04.2019 / Accepted: 30.06.2019

Forough Salehipour-Bavarsad: Former MSc Student, Department of Biology, Faculty of Science, University of Isfahan, Isfahan, Iran

Saeed Afsharzadeh✉: Associate Prof., Department of Biology, Faculty of Science, University of Isfahan, Isfahan, Iran (s.afshar@biol.ui.ac.ir)

Alireza Alighanadi: Prof., Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Summary

The genus *Laurencia* (*Rhodomelaceae*), a complex group, has 285 species and infraspecific names. Identification and taxonomy of these taxa, mainly has been based on flexible morphological characters which have led to a complicated taxonomy in this group. Nowadays, taxonomical study of this group has changed a lot by using reproductive characters, anatomical differences and modern molecular studies. In this study, the samples have been collected from some areas of the Persian Gulf coasts and islands of Hormozgan province (southern Iran). Afterward, their anatomical, reproductive and chemical properties have been examined. The outcomes revealed that, the Folin-Ciocalteau method can be utilized as a taxonomical character in ultimate identification and the confirmation among species and varieties of this genus. It became clear that, there is a meaningful difference between two samples which were under study due to measuring the amount of polyphenols and finally, *L. obtusa* var. *mollissima* was separated from type variety of *L. obtusa*.

Keywords: Chemotaxonomy, Gallic acid, identification, Iran, *Rhodophyta*

* مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده نخست به راهنمایی دکتر سعید افشارزاده ارایه شده به دانشگاه اصفهان

ROSTANIHA

مقدمه

جنس *Laurencia* J.V. Lamouroux یکی از جنس‌های تیره *Rhodomelaceae*، راسته *Ceramiales* و از شاخه جلبک‌های قرمز (*Rhodophyta*) می‌باشد. اعضای این جنس اغلب در مناطق گرمسیری و حاره‌ای انتشار دارند (Tsaia *et al*. 2005) و در ایران در سواحل جنوبی کشور بویژه در استان‌های هرمزگان و سیستان و بلوچستان در فصول پاییز، زمستان و بهار یافت می‌شوند (Gharanjik & Rohani Ghadicolaei 2010). از این جنس تا به حال، ۲۸۵ گونه و زیرگونه در دنیا گزارش شده است که همگی در آب‌های شور دریا و اقیانوس قرار دارند (Guiry & Guiry 2019).

در ایران تا به حال، نه گونه از این جنس در نواحی زیر جزر و مدی خلیج فارس گزارش شده است (جدول ۱). مطالعاتی که تاکنون روی جلبک‌های دریایی سواحل جنوب ایران صورت گرفته، به طور عمده فلوریستیک بوده که از آن جمله می‌توان به شناسایی جلبک‌های دریایی خلیج فارس توسط بورگسن (Borgesen 1939)، سهرابی‌پور و ربیعی (Sohrabipour & Rabii 1999) و همچنین شناسایی جلبک‌های دریایی سواحل دریای عمان توسط قرنجیک و روحانی‌قادیکلایی (Gharanjik & Rohani Ghadicolaei 2010) اشاره نمود.

جدول ۱- فهرست گونه‌های معرفی شده در نواحی جزر و مدی استان هرمزگان

منبع	آرایه
سهرابی‌پور و ربیعی (۱۹۹۹) (استان هرمزگان)	*Laurencia papillosa* (C. Agardh) Greville *L. pedicularioides* Borgese *L. intricata* J.V. Lamouroux *L. snyderae* E.Y. Dawson
قرنجیک و روحانی‌قادیکلایی (۲۰۱۰) (اطلس جلبک) (استان هرمزگان)	*L. obtusa* (Hudson) J.V. Lamouroux *L. snyderae* E.Y. Dawson *L. papillosa* (C. Agardh) Greville *L. platyclada* Børgesen
سهرابی‌پور و همکاران (۲۰۰۴) (بندر لنگه)	*L. intricata* J.V. Lamouroux *L. obtusa* (Hudson) J.V. Lamouroux *L. majuscula* (Harvey) A.H.S. Lucas *L. snyderae* E.Y. Dawson *Chondrophycus paoillosus* (C. Agardh) Garbary & Harper = *Laurencia papillosa* (C. Agardh) Greville
سهرابی‌پور و همکاران (۲۰۰۵) (جزیره قشم)	*L. obtusa* (Hudson) J.V. Lamouroux *L. snyderae* E.Y. Dawson
دادالهی و همکاران (۲۰۱۲) (بندر لنگه)	*L. obtusa* (Hudson) J.V. Lamouroux *L. brandenii* Saito & Womersley
صالحی‌پور باورصاد و افشارزاده (۲۰۱۴) (سواحل خلیج فارس)	*L. dendroidea* *L. obtusa* var. *compacta* *L. obtusa* var. *mollissima*

تمایز گونه‌ای در جلبک‌های قرمز خصوصا جنس *Laurencia* به علت درجه بالای تنوع ریخت‌شناختی بین افراد بسیار پیچیده و دشوار است. گونه‌های *Laurencia* متابولیت‌های ثانویه هالوژن‌دار متنوع و منحصر به فردی را تولید می‌کنند و از نظر سنتز ترکیبات هالوژن‌دار مشهور است (Erickson 1983, Fernandez *et al*. 2005)، به طوری که تعداد شگفت‌انگیزی از استوجنین‌ها و ترپنوییدهای پیچیده و حایز اهمیت را تولید می‌کنند. همچنین، منبع گسترده متابولیت‌های ثانویه با

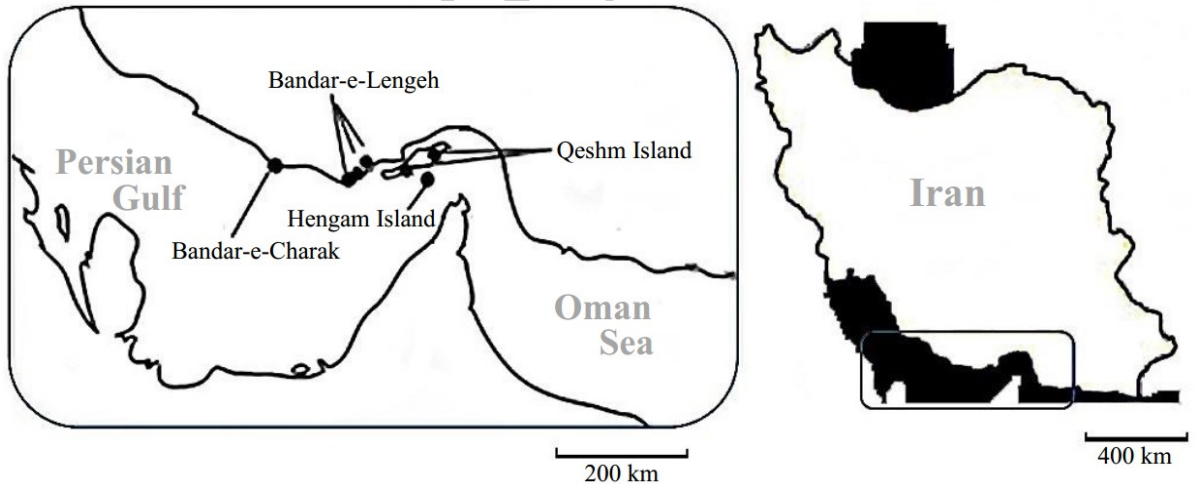
ROSTANIHA

ویژگی‌های ساختاری متفاوت مخصوصا سسکویی‌ترپن‌های هالوژن‌دار و استوجنین‌های ۱۵ کربنه می‌باشند (Souto *et al.* 2002, Blunt *et al.* 2007).

اعضای این جنس به دلیل تشابه خصوصیات ریخت‌شناسی و تشریحی، گاهی به طور نادرست شناسایی و گزارش شده و از نظر تعداد گونه اغلب مورد تردید بوده، تا حدی که تشخیص و جدایی آن‌ها به دلیل تنوع ریخت‌شناختی بسیار زیاد بین گونه‌ها، تا حدودی پیچیده و دشوار است. بنابراین، بررسی دقیق سیستماتیک اعضای این جنس با توجه به اطلاعات محدود در مورد آن‌ها و نیز امکان کاربرد دارویی این آرایه از اهمیت زیادی برخوردار است. در این مطالعه، پس از بررسی صفات ریخت‌شناسی و تشریحی، جهت بررسی و تایید نمونه‌های شناسایی شده، میزان پلی‌فنول هر نمونه براساس آنالیز شیمیایی اندازه‌گیری شد، زیرا به دلیل دشواری در شناسایی نمونه‌ها بویژه تردید در مورد وجود سطوح پایین آرایه‌شناسی در گونه *L. obtusa*، بررسی محتوای پلی‌فنولی به عنوان صفتی ثابت ضروری است. نتایج حاصل نشان داد که فولین-سیوکالتو می‌تواند روشی مناسب جهت آنالیز و تمایز واریته‌های گونه *L. obtusa* درنظر گرفته شود.

روش بررسی

نمونه‌برداری از جنس *Laurencia* در نواحی زیر جزر و مدی سواحل و جزایر استان هرمزگان صورت گرفت (شکل ۱). آرایه‌شناسی گونه‌ها با استفاده از صفات ریخت‌شناسی و تشریحی نظیر اندازه و ضخامت تال، رنگ کلی جلبک، نحوه آرایش انشعابات جانبی روی محور اصلی (متناوب یا متقابل)، تعداد سلول‌های پری‌سنترال در اطراف سلول مرکزی، حضور یا عدم حضور ارتباطات ثانویه حفره‌ای بین سلول‌های اپیدرمی، نحوه آرایش سلول‌های اپیدرمی (نردبانی یا غیرنردبانی)، وجود یا عدم وجود ضخامت‌های عدسک مانند در دیواره سلول‌های مدولا، وجود یا عدم وجود تلاقی (anastomose) بین انشعابات، تعداد *corpse en ceris* (ارگانل‌های گیلاسی شکل محل تجمع متابولیت‌های ثانویه)، نحوه آرایش تتراسپورها در انشعابات زایشی (موازی یا قائم)، منشا ایجاد تتراسپورها از سلول‌های پری‌سنترال یا اپیدرمی (adaxial / abaxial)، شکل و اندازه بخش نگهدارنده، طبق کلیدهای شناسایی معتبر Lamouroux 1813, Agardh1852, Okamura 1909, Taylor 1928, Yamada 1931, Cribb 1958, Cassano *et al.* 2012b, Metti *et al*. 2013, Oliveira *et al.* 2013, John *et al*. 2004, Fujii *et al.* 2006 انجام شد.



شکل ۱- محل‌های جمع‌آوری نمونه‌ها از سواحل و جزایر خلیج فارس در استان هرمزگان (بندر لنگه E ´32 °26 ,N ´52 °54، جزیره قشم E ´34 °26 ,N ´23 °55، جزیره هنگام E ´36 °26 ,N ´51 °55، بندر چارک E ´73 °26 ,N ´27 °54).

Fig. 1. Sampling locations of the coasts and islands of Persian Gulf in Hormozgan province (Bandar-e-Lengeh 54° 52´ N, 26° 32´ E, Qeshm Island 55° 23´ N, 26° 34´ E, Hengam Island 55° 51´ N, 26° 36´ E, Bandar-e-Charak 54° 27´ N, 26° 73´ E).

TANIHA

جهت تهیه پودر خشک برای عصاره‌گیری، ابتدا جلبک‌ها را کاملا با آب مقطر شسته و اپی‌فیت‌ها و سایر جلبک‌ها را از آن‌ها جدا نموده و سپس در دمای اتاق خشک گردیدند. جلبکهای خشک شده جهت عصاره‌گیری با آسیاب برقی به صورت پودر درآمدند.

برای تعیین محتوای پلی‌فنولی عصاره نمونه‌های جلبک از روش فولین-سیوکالتو (Folin-Ciocalteau) استفاده شد. این روش نوعی رنگ‌سنجی (کالری‌متری) است که جهت تعیین محتوای پلی‌فنولی یک ماده به کار می‌رود و نتایج آن به صورت معادل میلی‌گرم اسید گالیک موجود به ازای هر گرم عصاره جلبکی (mgGAE/g) گزارش می‌شود (Waterman & Mole 1994, Anokwuru *et al*. 2011). برای این کار، معرف فولین-سیوکالتوی تجاری به میزان ۱:۱۰ با آب مقطر رقیق گردید. جهت تهیه محلول استوک اسید گالیک، نیم گرم از پودر اسید گالیک خشک در ۱۰ میلی‌لیتر اتانول حل گردید. سپس محلول به بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتری منتقل شد و با آب به حجم رسیده و در آن بسته شد. همچنین، جهت تهیه محلول سدیم کربنات، ۱۰ گرم از پودر سدیم کربنات خشک را در ۴۰ میلی‌لیتر آب حل کرده، محلول را جوشانده و بعد از سرد شدن دوباره مقدار کمی کریستال سدیم کربنات به آن اضافه گردید. پس از ۲۴ ساعت محلول را صاف کرده و با آب به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانیده شد.

برای رسم منحنی کالیبراسیون، مقادیر ۰، ۱، ۲، ۳، ۵ و ۱۰ میلی‌لیتر از محلول استوک فنول در پنج عدد بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتری ریخته و با آب به حجم رسانده شد. غلظت‌های فنولی محلول‌های ساخته شده به ترتیب ۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر از اسید گالیک می‌باشد. سپس، ۲۰ میکرولیتر از محلول‌های ساخته شده، نمونه و شاهد در لوله‌های آزمایش (کووت‌های) جدا ریخته شده و بعد از اضافه کردن ۱/۵۸ میلی‌لیتر آب و ۱۰۰ میکرولیتر از معرف فولین-سیوکالتو، خوب تکان داده شد. پس از گذشت هشت و نیم دقیقه،۳۰۰ میکرولیتر از محلول سدیم کربنات اضافه و مجددا تکان داده شد تا مخلوط شود. محلول‌ها را به مدت دو ساعت در دمای ۲۰ درجه سلسیوس (یا به مدت نیم ساعت در دمای ۴۰ درجه سلسیوس) قرار داده و سپس جذب هر محلول را در طول موج ۷۶۵ نانومتر خوانده و سپس نمودار جذب در برابر غلظت ترسیم گردید. همه اندازه‌گیری‌ها در سه تکرار انجام و میانگین نتایج گزارش گردید.

نتیجه

طی نمونه‌برداری از چندین ایستگاه در سواحل استان هرمزگان و جزایر قشم و هنگام، تعداد پنج گونه و واریته مورد تایید قرار گرفت (جدول ۲). در این مطالعه، گونه *Laurencia obtusa* با دو واریته *L. obtusa* var. *mollissima* و *L. obtusa* var. *compacta* و همچنین، گونه *L. dendroidea* معرفی شدند. علاوه بر این، گونه‌های *Palisada perforata* (Bory de Saint-Vicent) K.W. Nam و *L. obtusa* نیز شناسایی و تایید شدند. لازم به ذکر است که گونه *L. papillosa* در سال ۲۰۰۷ با گونه *Palisada perforata* مترادف شده است (Nam 2007). جهت شناسایی گونه‌های معرفی شده، از صفات ریخت‌شناسی، تشریحی و شیموتاکسونومی استفاده شد که نقش مهمی در تفکیک گونه‌ها از یکدیگر داشته‌اند.

جدول ۲- فهرست گونه‌های معرفی شده از استان هرمزگان در این مطالعه

محل	آرایه
بندر لنگه	*Laurencia obtusa* (Hudson) J.V. Lamouroux *L. obtusa* var. *mollissima* A.B. Cribb *Palisada perforata* (Bory de Saint-Vincent) K.W. Nam
بندر چارک	*Laurencia obtusa* (Hudson) J.V. Lamouroux *Palisada perforata* (Bory de Saint-Vincent) K.W. Nam
جزیره قشم	*Laurencia obtusa* (Hudson) J.V. Lamouroux *L. dendroidea* J. Agardh *Palisada perforata* (Bory de Saint-Vincent) K.W. Nam
جزیره هنگام	*Laurencia obtusa* var. *compacta* A.B. Cribb *Palisada perforata* (Bory de Saint-Vincent) K.W. Nam

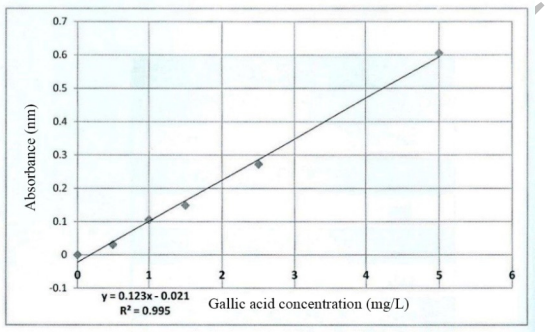
ROSTANIHA

جهت بررسی و تایید نمونه‌های شناسایی شده در این مطالعه، محتوای پلی‌فنلی آن‌ها طبق روش فولین-سیوکالتو اندازه-گیری شد و با توجه به شکل ۲، برای هر نمونه به صورت مقادیر زیر و معادل اسید گالیک به ازای هر گرم عصاره جلبکی (mgGAE/g) تعیین گردید. میزان جذب نمونه‌های تهیه شده از جلبک پس از سه بار تکرار برای هر نمونه در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳- میزان جذب نمونه‌های جلبکی: معادل اسید گالیک به ازای هر گرم عصاره جلبکی (mgGAE/g)

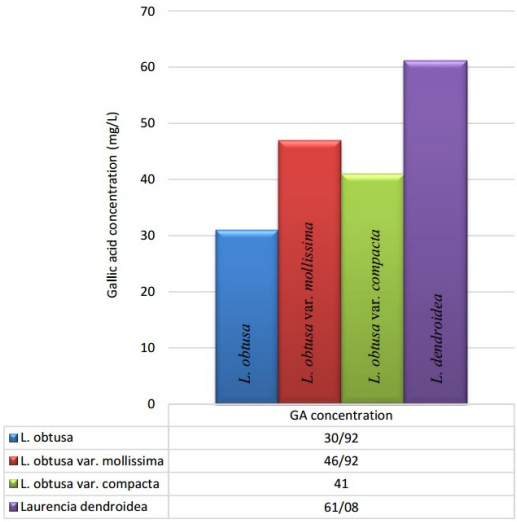
آرایه	میزان جذب
Laurencia obtusa	۳/۸۴ ± ۰/۵۵
L. obtusa var. *mollissima*	۵/۸۴ ± ۰/۶۹
L. obtusa var. *compacta*	۶/۷۳ ± ۰/۷۵
L. dendroidea	۷/۶۱ ± ۰/۸۲

منحنی کالیبراسیون که همان نمودار جذب در برابر غلظت است، با توجه به مقادیر مختلف از محلول استوک فنول رسم شد. همچنین، جذب هر یک از نمونه‌های جلبکی نیز در طول موج ۷۶۵ نانومتر خوانده شد و با توجه به منحنی استاندارد (شکل ۲) و براساس میزان جذب خوانده شده، غلظت اسید گالیک هر نمونه محاسبه گردید (شکل ۳).



شکل ۲- منحنی جذب غلظت تام فنولی جلبک *Laurencia* به روش فولین-سیوکالتو.

Fig. 2. Total phenolic concentration curve of *Laurencia* by the Folin-Ciocalteau method.



شکل ۳- غلظت اسید گالیک نمونه‌های جلبکی (بر حسب میلی‌گرم بر لیتر).

Fig. 3. Gallic acid concentration of algal samples (mg/L).

بحث

تحقیق حاضر که به منظور شناسایی و بررسی سیستماتیک گونه‌های جنس *Laurencia* در سواحل استان هرمزگان و تعیین میزان پلی‌فنول گونه‌های آن به عنوان صفت آرایه‌شناسی انجام گرفت، مشخص نمود که به دلیل تنوع ریخت‌شناسی و اهمیت فراوان صفات تشریحی و شیموتاکسونومی در اعضای این جنس، تنها استفاده از صفات ظاهری و ریخت‌شناسی قابل توصیه نمی‌باشد.

تمایز گونه‌ای در جلبک‌های قرمز مخصوصا جنس *Laurencia* به علت درجه بالای تنوع ریخت‌شناختی بین افراد بسیار پیچیده و دشوار است و گاهی نمونه‌ها به طور نادرست در منابع معرفی می‌شوند، به عنوان مثال با آنالیزهای فیلوژنی مشخص گردید که گونه‌های *L. filiformis*، *L. majuscula* و *L. obtusa* که از برزیل گزارش شده بودند همگی گونه *L. dendroidea* هستند (Cassano *et al*. 2012). گونه‌های این جنس دارای صفات متفاوت و پیچیده‌ای از نظر ریخت‌شناختی هستند و میزان این تفاوت‌ها به حدی است که حتی نمونه‌های یافت شده از گونه *L. obtusa* در شرق و غرب اقیانوس اطلس کاملا از نظر ظاهری متفاوت هستند (Fujii *et al*. 2006). بنابراین، زمانی‌که صفات ریخت‌شناسی به علت فنوتایپ پلاستیسیتی زیاد به تنهایی کارآمد نیست، لازم است جهت تمایز گونه‌ها از صفات با ثبات دیگری مانند مقایسه صفات تشریحی، صفات مولکولی و ویژگی‌های شیمیایی استفاده کرد.

نتایج حاصل نشان داد، استفاده از روش فولین-سیوکالتو می‌تواند به عنوان یک نشانگر شیمیایی در تشخیص نهایی و تایید تمایز بین گونه‌ها و حتی سطوح پایین آرایه‌شناسی این جنس مورد استفاده قرار گیرد. به دلیل این که در روش فولین-سیوکالتو، میزان مواد شیمیایی پایدار اندازه‌گیری می‌شود، پس از بررسی‌های ریخت‌شناسی و تشریحی، این روش آنالیز مناسبی را در تمایز گونه‌ها نشان داد، زیرا با بررسی مقدار پلی‌فنول‌های بین دو نمونه مورد مطالعه از گونه *L. obtusa*، مشخص شد که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند و در نهایت واریته *L. obtusa* var. *mollissima* از واریته تیپ این گونه جدا شد. این روش در سواحل استان هرمزگان می‌تواند به عنوان صفت متمایزکننده برای تشخیص و تایید گونه‌های جنس *Laurencia* استفاده شود.

اکثر گونه‌های این جنس توسط حداقل نوعی از متابولیت‌ها که در سایر گونه‌ها یافت نمی‌شود (Fenical 1975, Fenical *et al*. 1975) یا مجموعه ویژه‌ای از چنین متابولیت‌هایی (Masuda *et al*. 1996)، اختصاصی شده‌اند. پایداری و ثبات این ویژگی و ارزش شیموتاکسونومی آن روی گیاهان کشت شده و جمع‌آوری میدانی چندین گونه به اثبات رسیده است. در واقع، خصوصیات شیمیایی این گونه‌ها تحت شرایط طبیعی و کشت شده ثابت مانده و تغییری نمی‌کند، لذا با استفاده از این متابولیت‌ها، می‌توان ضوابط و معیارهایی برای آرایه‌شناسی پیچیده این جنس درنظر گرفت (Masuda *et al*. 1996).

با ارزیابی صفات شیمیایی، واریته *L. obtusa* var. *mollissima* در بندر لنگه مورد تایید قرار گرفت و با اطمینان کامل می‌توان این واریته را از واریته تیپ گونه *L. obtusa* جدا کرد، چرا که بین اعداد به دست آمده از آزمایش فولین-سیوکالتو برای این دو نمونه تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به طوری که میزان جذب عصاره گونه *L. obtusa* حدود ۳ و این میزان در واریته *L. obtusa* var. *mollissima* حدود ۵ است که بیانگر غلظت اسید گالیک یا به عبارتی میزان پلی‌فنل‌های سنتزشده متفاوت در این دو نمونه است.

قابل ذکر است که تاکنون چند گونه از این جنس در ایران معرفی شده است. به عنوان مثال سهرابی‌پور (۱۳۸۴) از بندر لنگه پنج گونه و سپس از جزیره قشم دو گونه و همچنین قرنجیک و روحانی‌قادیکلایی (۲۰۱۰) از بندر لنگه و در کل استان هرمزگان چهار گونه را معرفی نمودند (جدول ۱)، ولی در هیچ یک از این مطالعات *L. obtusa* var. *mollissima* از بندر لنگه گزارش نشده، در حالی که در این مطالعه گونه *L. obtusa* و واریته *L. obtusa* var. *mollissima* به طور هم‌زمان و از یک مکان (بندر لنگه) جمع‌آوری شدند. به نظر می‌رسد که برای تشخیص صحیح گونه‌ها، استفاده از صفات مختلف بسیار ضروری است و نمی‌توان تنها براساس ویژگی‌های ظاهری و صفات ریخت‌شناختی در مورد اعضای جنس *Laurencia* اظهار نظر قطعی نمود.

سپاسگزاری

این مطالعه که بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد می‌باشد، با حمایت معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه اصفهان انجام گردیده است. نگارندگان به این وسیله از جناب آقای عبداله اسماعیل‌زاده در مرکز شیلات و تحقیقات بندر لنگه و همچنین سرکار خانم فهیمه ایمانی به خاطر همکاری در جمع‌آوری نمونه‌ها صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایند.

ROSTANIHA

References

Agardh, J.G. 1852. Species of the genera and orders of the kelp. Vol. 2, apud CWK Gleerup (In Latin).

Anokwuru, C.P., Esiaba, I., Ajibaye, O. & Adesuyi, A.O. 2011. Polyphenolic content and antioxidant activity of *Hibiscus sabdariffa* calyx. Research Journal of Medicinal Plant 5(5): 557–566.

Blunt, J.W., Copp, B.R., Hu, W.P., Munro, M.H.G., Northcote, P.T. & Prinsep, M.R. 2007. Marine Natural Products. Natural Product Reports 24: 31–86.

Borgesen, F. 1939. Marine algae from the Iranian Gulf, especially from the innermost part near Bushire and the Island Kharg. Ejnar Munksgaard, Part 1: 47–141.

Cassano, V., Díaz-Larrea, J., Sentíes, A., Oliveira, M.C., Gil-Rodríguez, M.C. & Fujii, M.T. 2009. Evidence for the conspecificity of *Palisada papillosa* with *P. perforata* (Ceramiales, Rhodophyta) from the western and eastern Atlantic Ocean on the basis of morphological and molecular analyses. Phycologia 48(2): 86–100.

Cassano, V., Metti, Y., Millar, A.J.K., Gil-Rodríguez, M.C., Sentíes, A., Larrea, J.D., Oliveira, M.C. & Fujii, M.C. 2012. Redefining the taxonomic status of *Laurencia dendroidea* (Ceramiales, Rhodophyta) from Brazil and the Canary Islands. European Journal of Phycology 47(1): 67–81.

Cribb, A.B. 1958. Records of marine algae from South-Eastern Queensland-III. *Laurencia* Lamx. Department of Botany 3(19): 159–191.

Dadolahi-Sohrab, A., Garavand-Karimi, M., Riahi, H. & Pashazanoosi, H. 2012. Seasonal variations in biomass and species composition of seaweeds along the northern coasts of Persian Gulf (Bushehr Province). Journal of Earth System Science 121(1): 241–250.

Erickson, K.L. 1983. Constituents of *Laurencia*. pp. 131–257. *In*: Scheuer, P.J. (ed.) Marine Natural Products: Chemical and Biological Perspectives, Vol. 5. New York: Academic Press.

Fenical, W. 1975. Halogenations in the *Rhodophyta* 1 & 2. A review. Journal of Phycology 11(3): 245–259.

Fenical, W. & Norris, J.N. 1975. Chemotaxonomy in marine algae: Chemical separation of some *Laurencia* species (*Rhodophyta*) from the Gulf of California. Journal of Phycology 11: 104–108.

Fernandez, J.J., Souto, M.L., Gil, L.V. & Norte, M. 2005. Isolation of naturally occurring dactylomelane metabolites as *Laurencia* constituents. Tetrahedron 61: 8910–8915.

Fujii, M.T., Guimaràes, S.M., Gurgel, C.F.D. & Fredericq, S. 2006. Characterization and phylogenetic affinities of the red alga *Chondrophycus flagelliferus* (Rhodomelaceae, Ceramiales) from Brazil on the basis of morphological and molecular evidence. Phycologia 45(4): 432–441.

Gharanjik, B.M. & Rohani Ghadicolaei, K. 2010. Atlas of the Algae of the Persian Gulf and Oman Sea Coasts. Research Institute of Fisheries of Iran (In Persian).

Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2018. AlgaeBase. World-wide Electronic Publication, National University of Ireland, Galway. http://www.algaebase.org.

John, D.M., Prud'homme van Reine, W.F., Lawson, G.W., Kostermans, T.B. & Price, J.H. 2004. A taxonomic and geographical catalogue of the seaweeds of the western coast of Africa and adjacent islands. Cramer.

Lamouroux, J.V.F. 1813. Test on genera of the family of non-articulated thalassiophytes. Annales du Muséum d'Histoire Naturelle, Paris 20: 21–47, 115–139, 267–293, pls 7–13 (In French).

Masuda, M., Abe, T., Sato, S., Suzuki, T. & Suzuki, M. 1997. Diversity of halogenated secondary metabolites in the red alga *Laurencia nipponica* (Rhodomelaceae, Ceramiales). Journal of Phycology 33(2): 196–208.

Masuda, M., Abe, T., Suzuki, T. & Suzuki, M. 1996. Morphological and chemotaxonomic studies on

ROSTANIHA

Laurencia composita and *L. okamurae* (Ceramiales, Rhodophyta). Phycologia 35(6): 550–562.

Metti, Y., Millar, A.J.K., Cassano, V. & Fujii, M.T. 2013. Australian *Laurencia majuscula* (Rhodophyta, Rhodomelaceae) and the Brazilian *Laurencia dendroidea* are conspecific. Phycological Research 68: 98–104.

Nam, K.W. 2007. Validation of the generic name *Palisada* (Rhodomelaceae, Rhodophyta). Algae 22: 53–55.

Okamura, K. 1909. Icons of Japanese Algae 2(2): 35–8 (pls 59–60). Privately published, Tokyo.

Oliveira, A.S., Sudatti, D.B., Fujii, M.T., Rodriguez, S.V. & Pereira, R.C. 2013. Inter-and intrapopulation variation in the defensive chemistry of the red seaweed *Laurencia dendroidea* (Ceramiales, Rhodophyta). Phycologia 52(2): 130–136.

Salehipour-Bavarsad, F. & Afsharzadeh, S. 2014. Three new records of the genus *Laurencia* (Ceramiales, Rhodophyta) from the Persian Gulf seashores in Iran. Iranian Journal of Botany 20(2): 248–256.

Sohrabipour, J. & Rabiei, R. 1999. A list of marine algae of seashores of Persian Gulf and Oman Sea in the Hormozgan Province. Iranian Journal of Botany 8(1): 132–162.

Sohrabipour, J. & Rabiei, R. 2005. *Derbesia marina* (Derbesiaceae), a new record of green algae from Persian Gulf. Iranian Journal of Botany 11: 75–77.

Sohrabipour, J., Rabiei, R., Nezhadsatari, T. & Assadi, M. 2004. The marine algae of the southern coast of Iran, Persian Gulf, Lengeh area.

Souto, M.L., Manriquez, C.P., Norte, M. & Fernandez, J.J. 2002. Novel Marine Polyethers 58: 8119–8125.

Taylor, W.R. 1928. The Marine Algae of Florida with Special Reference to the Dry Tortugas (No. 589.3. T247). Carnegie Institution of Washington.

Tsaia, C.C., Chang, J.S., Sheuc, F., Shyuc, Y.T., Yua, A.Y., Wongd, S.L., Daie, C.F. & Lee, T.M. 2005. Seasonal growth dynamics of *Laurencia papillosa* and *Gracilaria coronopifolia* from a highly eutrophic reef in southern Taiwan: temperature limitation and nutrient availability. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 315: 49–69.

Waterman, P.G. & Mole, S. 1994. Analysis of Phenolic Plant Metabolites (Vol. 83). Oxford: Blackwell Scientific.

Yamada, Y. 1931. Notes on *Laurencia*, with special reference to the Japanese species. University of California Publications in Botany 16: 185–310.

ROSTANIHA