

ریخت‌شناسی، تشریح و تنوع ریختی گونه *Hypnea pannosa*فاطمه سرگزئی<sup>۱\*</sup>، مسعود شیدایی<sup>۲</sup>، حسین ریاحی<sup>۲</sup> و بهروز محمودی<sup>۳</sup><sup>۱</sup> ایران، زاهدان، دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی<sup>۲</sup> ایران، تهران، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زیستی، گروه زیست‌شناسی گیاهی<sup>۳</sup> ایران، کرمان، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی

تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۱۶



## چکیده

هیبنه‌آ (*Hypnea Lamouroux*) از جلبک‌های قرمزی است که بدلیل تولید کاراژینان در بسیاری از کشورها کشت می‌شود. گونه‌های مختلف این جنس در مناطق زیر جزرومدی آب‌های گرم حضور دارند و این جنس شامل حدود ۵۳ گونه در سراسر جهان است که در ایران حدود ۹ گونه از این جلبک گزارش شده است. گونه‌های مختلف این جنس روی صخره‌ها، سنگ‌ها، صدف‌ها یا بصورت اپی‌فیت با سایر جلبک‌ها رشد می‌کنند. در این مطالعه ریخت‌شناسی، تشریح و تنوع ریختی گونه *H. pannosa* J. Agardh برای اولین بار در ایران انجام شده است. در این مطالعه، ۱۵ فرد از ۷ جمعیت بررسی شد. تعداد ۱۳ صفت کمی و کیفی اندازه‌گیری و استاندارد شد و در تحلیل‌های آماری استفاده شد. تفاوت‌هایی در ریخت‌شناسی جمعیت‌های مورد مطالعه مشاهده شد بطوری‌که جمعیت‌های نمونه‌برداری شده از دریای عمان (تیس و رمین) توسط صفات رنگ، فراوانی انشعابات جانبی و تعداد لایه‌های سلول‌های مدولاری از جمعیت‌های نمونه‌برداری شده از خلیج فارس (قشم و بندرلنگه) جدا شدند.

واژه‌های کلیدی: *Hypnea*، تشریح، تنوع ریختی، جلبک، دریای عمان، خلیج فارس

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۹۲۶۳۵۴۱، پست الکترونیکی: fsargazi@yahoo.com

## مقدمه

جنوبی ایران بدلیل تأثیر آب‌های گرم خلیج فارس و جریان‌های موسمی اقیانوس هند و پایین بودن عرض جغرافیایی، وضعیت ویژه‌ای دارد که به اقلیم سواحل جنوبی ایران معروف است. از ویژگی‌های این اقلیم می‌توان باران کم، رطوبت نسبی و گرمای زیاد را نام برد. واژه مناطق بحرانی اغلب برای توصیف اجتماعات زیستی در این منطقه بکار می‌رود (۱). یکی از این اجتماعات جلبک‌ها هستند. تنوع زیستی موجود در جلبک‌ها، آن‌ها را از دو جنبه اقتصادی و زیستی بااهمیت جلوه داده است. از نظر بوم‌شناسی جلبک‌ها در پایه هرم انرژی اکوسیستم‌های عظیم دریایی بوده و بعنوان تولیدکنندگان

تقریباً ۷۱ درصد از سطح زمین با آب اقیانوس‌ها پوشیده شده است.

خلیج فارس و دریای عمان جزء دریا‌های نیمه گرمسیری محسوب می‌شوند و مابین عرض جغرافیایی ۲۴ تا ۳۰ درجه شمالی واقع شده‌اند. طول ساحل شمالی خلیج فارس و دریای عمان با احتساب جزایر حدود ۲۵۰۰ کیلومتر است. هوای منطقه گرم است بطوری‌که حداکثر دما به ۴۵ تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد رسیده و این امر باعث می‌شود میزان تبخیر سالیانه به حدود ۲۰۰۰ میلی‌متر برسد. میزان شوری متوسط در دریای عمان ۳۶ گرم در لیتر و در خلیج فارس ۳۹ گرم در لیتر است. آب‌وهوای سواحل

جنس *Hypnea* توزیع جغرافیایی وسیعی دارد و از آب‌های گرم مناطق مختلف جهان معرفی شده است. این جنس در سال ۱۸۱۳ توسط Lamouroux با ۶ گونه معرفی شده و تا بحال حدود ۵۳ گونه از این جنس توسط دانشمندان مختلف بخصوص از آب‌های گرم آسیای جنوب شرقی گزارش شده است (۱۸، ۱۹ و ۲۳). در ایران حدود ۹ گونه از این جلبک در اطلس جلبک‌های دریایی سواحل خلیج فارس و دریای عمان نام‌برده شده است (۷).

گونه‌های این جنس توسط Agardh (۱۸۵۲) بر اساس روش پیشروی انشعابات خزنه روی زیستگاه (روش قرار گرفتن تال‌های توسعه‌یافته شامل انشعابات اولیه و ثانویه و انشعابات زایا) به ۳ بخش اسپینولیگره (*Spinuligerae*)، ویرگاته (*virgatae*) و پولویناته (*pulvinatae*) تقسیم می‌شوند. اول جلبک‌هایی که انشعابات خزنه بخوبی توسعه می‌یابند و بطور مشخص و واضح در قسمت پایه پیچ‌خورده و در هم فرو می‌روند. در این مورد، جلبک چندین محور دارد که توده‌های پیچیده-متراکم نامیده می‌شوند. دوم جلبک‌هایی با انشعابات خزنه کمتر توسعه‌یافته که درهم پیچیده نمی‌شوند که توده‌های متراکم نامیده می‌شوند. در آخرین مورد، گونه‌ها انشعاباتی دارند که در یک نقطه باهم یکی می‌شوند و تشکیل گیاهان شبه بالشتکی را می‌دهند، بطوری‌که محور اصلی جلبک قابل‌شناسایی نیست (۱۰، ۱۲، ۲۱، ۲۲ و ۲۶).

گونه *H. pannosa* انتشار وسیعی در سرتاسر سواحل جنوب ایران دارد، اما تا بحال هیچ مطالعه جامعی در مورد این گونه در ایران انجام نشده است. هدف از این مطالعه شناسایی جمعیت‌های مختلف *H. pannosa* و معرفی زیستگاه‌های آن در سواحل جنوب ایران، بررسی ریخت‌شناسی و تعیین صفات تشخیصی مهم این گونه و بررسی تشریح و تنوع ریختی درون‌گونه‌ای این جلبک است. همچنین بررسی این‌که آیا جمعیت‌های *H. pannosa* نمونه‌برداری شده از سواحل خلیج فارس با نمونه‌های

اصلی زنجیره غذایی، تثبیت‌کنندگان ازت و عوامل ایجاد اکوسیستم‌های خاص و تأمین زیستگاه مناسب برای آریزان دارای نقش حیاتی می‌باشند. از جنبه اقتصادی نیز جلبک‌ها در تهیه غذا، دارو، علوفه، کود و تولید بسیاری از پلی‌ساکاریدهای بارزش نظیر آگار، کاراژینان و ... حائز اهمیت بوده و مصارف مستقیم این جلبک‌ها نیز در حال گسترش است (۲۰).

جلبک‌های قرمز (ردوفیتا)، توزیع وسیعی در مناطق دریایی و خشکی از مناطق گرمسیری تا قطبی دارند. شاخه ردوفیتا یک گروه تک نیایی در یوکاریوت‌ها است که توسط صفات شیمیایی، فرا ساختمانی و تولیدمثل از گروه‌های جلبکی دیگر جدا شده است (۱۴ و ۱۵).

جنس *Hypnea* Lamouroux (1813) از خانواده *Cystocloniaceae* جزء جلبک‌های قرمزی است که بدلیل متنوع بودن صفات ریخت‌شناسی در گونه‌های آن، در مقایسه با سایر گونه‌های جلبک، بررسی‌های بسیار کمی در مورد آن صورت گرفته است. تعیین صفات تشخیصی و شناسایی گونه‌ها در این جنس بر اساس ریخت‌شناسی کار پیچیده‌ای است. برخی صفات در این جنس بشدت تحت تأثیر شرایط زیستگاه قرار می‌گیرد، علاوه بر این تعداد صفات مشترک آن‌ها باهم زیاد است که این تاکسونومی گونه‌های این جنس را نسبتاً سخت و شناسایی آن‌ها را پیچیده می‌کند (۲۴) بعنوان مثال برخی جلبک‌ها اندازه بسیار کوچک و برخی اندازه بزرگ دارند. برخی گونه‌ها در یک محیط به رنگ سبز و در محیط‌های دیگر به رنگ‌های ارغوانی تا قرمز تیره دیده می‌شوند.

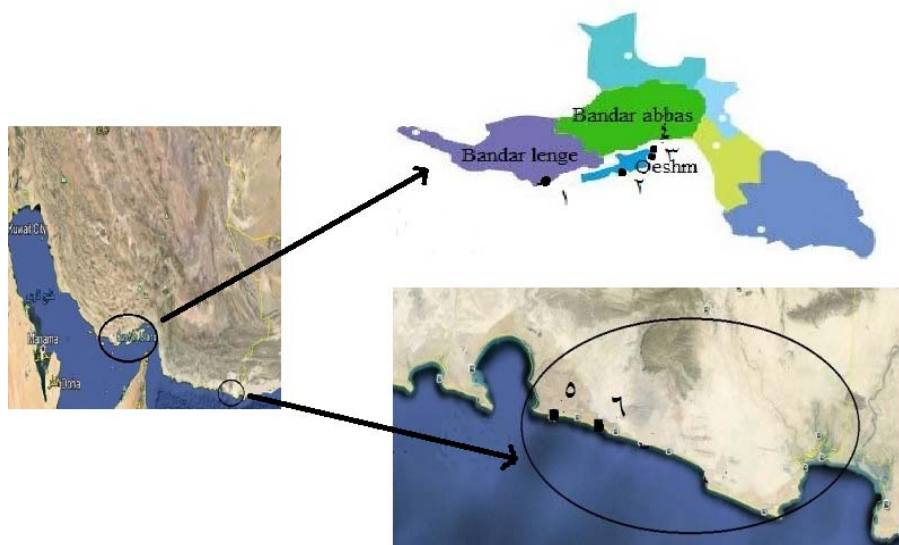
تتراسپورانژها در همه نمونه‌های یک گونه، ممکن است در یک محل قرار نگیرند. ریزوئیدهای دور فیلامنت محوری در برخی نمونه‌های یک گونه وجود دارد و در برخی دیگر ممکن است دیده نشود و ... شاید بتوان گفت جامع‌ترین مطالعات در گونه‌های این جنس توسط دانشمندان آسیای جنوب شرقی انجام شده است.

در طول سواحل خلیج فارس و دریای عمان (قشم، شیب دراز، شهرداری، پارک زیتون، بندرلنگه، پارک دولت، کنگ، تیس و رمین) تعیین گردید. نقشه، موقعیت جغرافیایی و مناطق نمونه‌برداری، در شکل ۱ ارائه شده است. نمونه‌ها از سواحل خلیج فارس و دریای عمان (۷ جمعیت و از هر جمعیت ۱۵ فرد) نمونه‌برداری شده است.

دریای عمان تفاوت دارند یا خیر، نیز یکی دیگر از اهداف این مطالعه است.

## مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه و روش نمونه‌برداری: منطقه نمونه‌برداری، با توجه به شرایط پوششی نمونه‌های جلبکی



شکل ۱- مکان‌های نمونه‌برداری جمعیت‌های مختلف جلبک *Hypnea* در سواحل جنوبی ایران شامل: ۱- بندرلنگه، پارک دولت، ۲- قشم، شیب دراز، ۳- قشم، شهرداری، ۴- قشم، پارک دولت، ۵- تیس، ۶- رمین

موردبررسی (۲۸). برای استخراج صفات ابتدا به بررسی گونه‌ها در فلورها و مقالات مختلف (۹، ۱۱، ۲۸ و ...) پرداخته شد. تعدادی از صفات بر اساس مشاهدات شخصی انتخاب شدند، صفات بدون تنوع در جمعیت‌ها (صفتی که در همه افراد یک جمعیت مشابه بود) کنار گذاشته شد و در نهایت ۱۳ صفت کمی و کیفی انتخاب شد (جدول ۱).

این صفات بصورت دوحالته و چندحالته کدگذاری شد. برای مشخص نمودن متنوع‌ترین صفات و صفات جداکننده جمعیت‌ها از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و برای تعیین روابط بین جمعیت‌ها بر مبنای صفات ریختی از روش تجزیه خوشه‌ای بر پایه روش Neighbor joining استفاده شد.

نمونه‌برداری در فصول بهار و زمستان سال‌های ۱۳۸۹، ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ در زمان جزرومد کامل (برخی نمونه‌ها توسط غواصی) انجام شد.

نمونه‌ها از سواحل دریا جمع‌آوری و درون آب دریا به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه نمونه‌ها به فرمالین چهار درصد جهت انجام مطالعات بعدی منتقل شد.

**مطالعات ریخت‌شناسی:** جهت مطالعه ریخت‌شناسی و اندازه‌گیری بخش‌های ماکروسکوپی ابتدا از استرئو میکروسکوپ Olympus مدل SZH استفاده شد. جهت مطالعات تشریحی و بررسی بخش‌های میکروسکوپی، برش‌های مختلف طولی و عرضی با دست انجام شد و با کاتن‌بلو ۵ درصد در آب/گلیسرول (۷۵:۲۵) رنگ‌آمیزی شد و با میکروسکوپ Olympus مدل BH2

جدول ۱- صفات کمی و کیفی ارزیابی‌شده در اندام‌های رویشی و زایشی و کدهای داده‌شده به این صفات در جمعیت‌های گونه *Hypnea pannosa*

| ردیف | صفت                             | کدها                                                                        |
|------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| ۱    | رنگ                             | ۱: قرمز متمایل به ارغوانی، ۲: قرمز متمایل به سبز                            |
| ۲    | اندازه                          | ۱: بزرگ‌تر از ۳ سانتی‌متر، ۲: کوچک‌تر از ۳ سانتی‌متر                        |
| ۳    | شکل محور اصلی                   | ۱: گرد، ۲: استوانه‌ای                                                       |
| ۴    | الگوی انشعاب بندی               | ۱: متناوب-مارپیچی، ۲: نامنظم                                                |
| ۵    | زاویه انشعابات                  | ۱: بزرگ‌تر یا مساوی ۹۰ درجه، ۲: کوچک‌تر از ۹۰ درجه                          |
| ۶    | سیستم پایه‌ای                   | ۱: بدون محل‌های اتصال ثانویه، ۲: با محل‌های اتصال ثانویه                    |
| ۷    | ضخامت‌های عدسکی شکل             | ۱: وجود این سلول‌ها، ۲: فقدان این سلول‌ها                                   |
| ۸    | پهنای محور اصلی                 | ۱: بزرگ‌تر یا مساوی یک میلی‌متر در دیامتر، ۲: کوچک‌تر از یک میلی‌متر در قطر |
| ۹    | پهنای انشعابات                  | ۱: بزرگ‌تر یا مساوی ۵۰۰ میکرومتر در قطر، ۲: کوچک‌تر از ۵۰۰ میکرومتر در قطر  |
| ۱۰   | محل قرار گرفتن تتراسپورانژها    | ۱: رأس انشعابات، ۲: قسمت میانی انشعابات و ۳: فاقد تتراسپورانژ               |
| ۱۱   | رأس انشعابات                    | ۱: همه انشعابات با رأس تیز، ۲: دارای برخی انشعابات با رأس غیر تیز           |
| ۱۲   | فراوانی انشعابات جانبی          | ۱: با انشعابات زیاد، ۲: با انشعابات جانبی کمتر                              |
| ۱۳   | تعداد لایه‌های سلول‌های مدولاری | ۱: ۳ لایه یا کمتر از سه لایه، ۲: بیشتر از سه لایه                           |

برای انجام این تحلیل‌ها از نرم‌افزار PAST ver. 2.17 استفاده شد (۱۶).

## نتایج

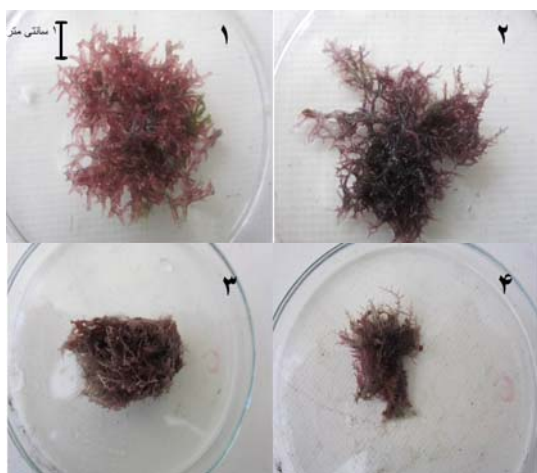
### مطالعات ریخت‌شناسی و تشریح گونه *H. pannosa*

**توصیف تشخیصی جنس *Hypnea*:** سیکل زندگی از نوع پلی‌سیفون و ایزومورفیک است که در آن گامتوفیت دوپایه، تتراسپوروفیت و یک کارپوسپوروفیت دیپلوئید روی گامتوفیت ماده دیده می‌شود. اسپرماتانژها در قسمت‌های متورم انشعابات ثانویه، انشعابات زایا (proliferations) و یا در هر دو بخش و در قسمت‌های خارجی سلول‌های پوست تشکیل می‌شود. تتراسپورانژها بصورت قسمت‌های متورم یا کوتاه روی سلول‌های پوست انشعابات ثانویه یا انشعابات زایا و یا هر دو بخش تشکیل می‌شوند. در تحقیقات چندساله انجام‌شده در سواحل مختلف دریای عمان و خلیج فارس تنها جلبک تتراسپوروفیت و گامتوفیت دیده شد. جلبک گامتوفیت در فصل بهار و جلبک تتراسپوروفیت در فصل تابستان جمع‌آوری شد.

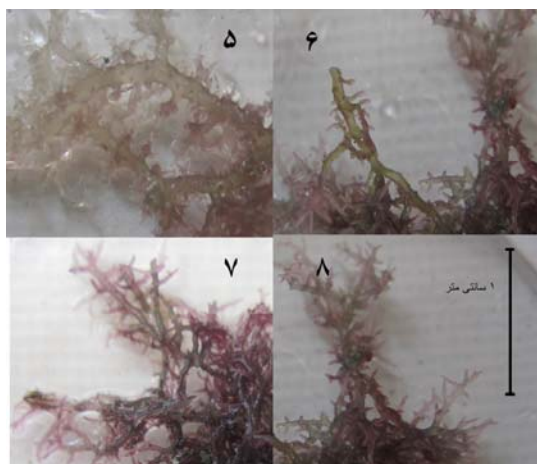
گونه‌های بالغ این جنس اندازه‌های بسیار متفاوتی از چند سانتی‌متر تا بیشتر از ۵۰ سانتی‌متر دارند. مثلاً *H. pannosa* کمتر از پنج سانتی‌متر ارتفاع دارد درحالی‌که *H. charoides* و *H. valentiae* ارتفاع بیشتر از ۵۰ سانتی‌متر دارند و سایر گونه‌ها ارتفاع متوسط تا حدود ۲۰ سانتی‌متر دارند. این جلبک‌ها در رنگ‌های سبز تا ارغوانی و قرمز دیده می‌شوند، لازم بذکر است که رنگ جلبک جزء صفاتی است که تابع شرایط محیط است (۲۲ و ۲۳).

برخی گونه‌ها بافت غضروفی و برخی دیگر بافت نرم یا غشایی دارند (۲۶). در گونه‌های این جنس معمولاً یک یا چند محور اصلی با تعداد فراوانی انشعابات جانبی و انشعابات زایا دیده می‌شود. در این جنس هر فرزند راست، یک محور اصلی است. در برخی گونه‌ها اغلب انشعابات رشد کرده و نامشخص می‌شوند و مانند محور اصلی بنظر می‌رسند بنابراین باعث عدم تشخیص محور اصلی می‌شوند درحالی‌که در سایر گونه‌ها می‌توان محور اصلی را مشخص کرد که این صفت ممکن است در برخی گونه‌ها وابسته به محیط باشد (۲۶ و ۲۸). انشعابات جانبی زمانی که حامل اسپرماتانژها یا کارپوسپورانژها باشد، انشعابات تولیدمثلی

ضخامت‌های عدسکی شکل و یک سلول محوری دیده می‌شود. سلول‌های بزرگ مدولاری در لایه داخلی دور سلول‌های محوری را می‌گیرد که به سمت خارج کوچک‌تر می‌شوند. تتراسپورانها در یک سمت در میانه یا رأس انشعابات ثانویه و لابلاهی سلول‌های مدولاری و پوست قرار می‌گیرند (شکل‌های ۲، ۳ و ۴).



شکل ۲- نمونه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴: نمونه‌های فرمالینی جلبک *H. pannosa* که فرم بالشتک مانند این جلبک، بافت غضروفی و اندازه کوچک آن مشخص است.



شکل ۳- نمونه‌های ۵، ۶، ۷ و ۸: تال جمعیت‌های مختلف جلبک *H. pannosa* زیر استرئومیکروسکوپ

**مطالعات آماری:** تجزیه و تحلیل داده‌های ریخت‌شناسی توسط آزمون PCA نشان داد که ۳ مؤلفه اول حدود ۶۵ درصد کل واریانس را تشکیل می‌دهند که برای بررسی‌های

نامیده می‌شوند. محورهای اصلی در تعدادی از گونه‌ها به فراوانی منشعب می‌شوند، درحالی‌که در تعداد کمی از گونه‌ها بندرت منشعب می‌شوند یا اصلاً منشعب نمی‌شوند. انشعابات تولیدمثلی از انشعابات جانبی توسط خیلی از مؤلفین غیرقابل تشخیص معرفی شده است (۱۷ و ۲۶). انشعابات با رأس قلابی شکل، با زوائد ستاره‌ای و یا زوائد سوزنی شکل در این جلبک‌ها دیده می‌شود. پهنک از یک سلول محوری مشخص که توسط سلول‌های مدولاری پارانشیمی کاذب و پوست تشکیل شده است. صفات مشاهده شده در گونه‌های دریای عمان و خلیج فارس با مشخصات ارائه شده توسط سایر دانشمندان مطابقت داشت (۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲).

**توصیف تشخیصی گونه *H. pannosa*:** هپینه‌آ از گونه‌های غالب در منطقه خلیج فارس است بطوری‌که به فراوانی در سواحل بندرلنگه، قشم و بندرعباس دیده می‌شود. رنگ جلبک قرمز متمایل به ارغوانی یا قرمز متمایل به سبز تا قرمز تیره است که در آب در حالت زنده تشعشع رنگین‌کمانی دارد. این گونه، تنها گونه این جنس در ایران است که کمتر از ۵ سانتی‌متر ارتفاع و انشعابات درهم‌پیچیده شبه بالشتکی دارد، بطوری‌که معمولاً محور اصلی واضح ندارند. این انشعابات خزنده توسط محل‌های اتصال اولیه یا ثانویه یا هردو معمولاً به بستر صخره‌ای متصل می‌شوند بطوری‌که این انشعابات درهم‌آمیخته و بجز در قسمت بالایی تشکیل توده بهم فشردگی را می‌دهند. بافت جلبک غضروفی گاهی در حالت زنده نرم و شکننده است. الگوی انشعاب بندی گونه‌های این جلبک متناوب-مارپیچی و گاهی نامنظم است. محور اصلی استوانه‌ای یا نیمه‌استوانه‌ای با ۱ تا ۱/۵ سانتی‌متر ضخامت است که انشعابات زیادی دارد. انشعابات جانبی نوک‌تیز هستند. انشعابات تولیدمثلی در این گونه کمیاب هستند.

در برش عرضی معمولاً روپوست خارجی، لایه سلول پوست رنگ‌دانه‌دار، چندلایه سلول مدولاری فاقد

سبز، انشعابات جانبی نسبتاً کمتر و تعداد لایه‌های سلول‌های مدولاری بیشتری از جمعیت‌های خلیج فارس داشتند؛ اما جمعیت‌های تیس و رمین و همچنین جمعیت‌های بندرلنگه و قشم تفاوت معناداری از نظر ریخت‌شناسی نسبت بهم نشان ندادند (شکل ۵).

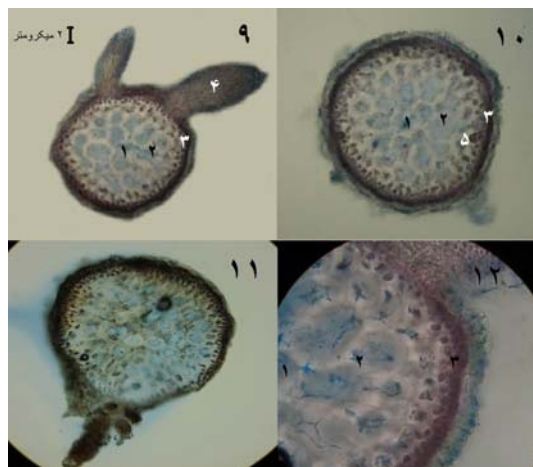
جدول ۲- نتایج تجزیه و تحلیل داده‌های ریخت‌شناسی با آزمون PCA برای سه مؤلفه اول

| صفات                            | مؤلفه ۱    | مؤلفه ۲   | مؤلفه ۳   |
|---------------------------------|------------|-----------|-----------|
| رنگ                             | ۰/۱۲۶۳۶    | -۰/۲۱۹۴۷  | ۰/۴۱۰۸۱   |
| اندازه                          | -۰/۰۴۰۳۸۴  | ۰/۲۱۸۴۶   | -۰/۱۲۶۲۹  |
| شکل محور اصلی                   | ۰/۰۰۲۴۱۴۴  | ۰/۰۴۱۷۲   | ۰/۰۳۱۳۸۷  |
| الگوی انشعاب بندی               | ۰/۰۳۳۹۷۱   | -۰/۰۱۰۹۳۶ | -۰/۱۳۱۹۲  |
| زاویه انشعابات                  | ۰/۰۳۰۰۷۷   | -۰/۰۲۱۹۹۴ | ۰/۰۰۴۱۱۸۳ |
| سیستم پایه‌ای                   | -۰/۰۱۵۷۷۲  | ۰/۰۰۴۱۶۳  | -۰/۱۹۹۲۹  |
| ضخامت‌های عدسکی شکل             | ۰/۰۰۶۵۰۴۱  | ۰/۰۲۵۸۸۹  | -۰/۰۳۴۰۷۷ |
| پهنای محور اصلی                 | -۰/۰۰۷۸۱۱۷ | ۰/۰۶۲۲۱۶  | ۰/۱۲۷۵۹   |
| پهنای انشعابات                  | -۰/۰۰۱۴۱۰۷ | ۰/۶۷۹۹۶   | ۰/۲۲۴۷۲   |
| محل قرار گرفتن تتراسپورانژ      | ۰/۹۸۷۴۹    | ۰/۰۵۰۶۱۳  | -۰/۰۹۸۲۷۱ |
| رأس انشعابات                    | ۰/۰۲۸۹۱۵   | ۰/۰۵۴۹۹۳  | -۰/۰۸۷۲۵  |
| فراوانی انشعابات جانبی          | ۰/۰۲۵۰۳۹   | -۰/۰۴۴۷۵۵ | -۰/۰۲۱۷۲۵ |
| تعداد لایه‌های سلول‌های مدولاری | -۰/۰۰۸۴۶۱۶ | -۰/۰۴۴۳۴۸ | ۰/۱۱۲۳۳   |

صفات دارای ضریب عامل بالاتر در تفکیک جمعیت‌ها مؤثرتر بوده‌اند.

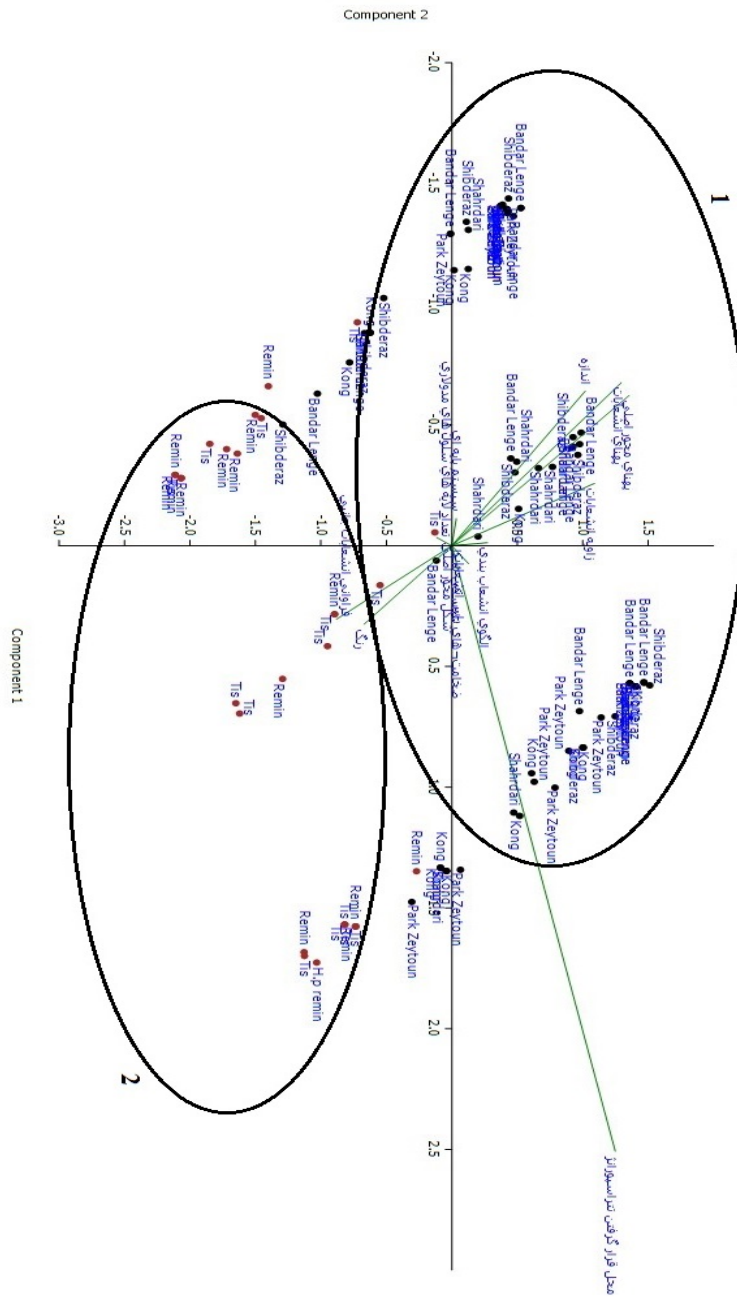
از گروه‌بندی جمعیت‌ها (برای تعیین و تخمین شباهت یا عدم شباهت گونه‌ها بر اساس صفات ریختی) توسط روش Neighbor joining نیز نتایج مشابهی بدست آمد.

بعدی انتخاب شدند. هر چه میزان واریانس یک مؤلفه بیشتر باشد، ضریب شرکت آن مؤلفه در تفکیک جمعیت‌ها بیشتر خواهد بود. نتایج نشان داد که مؤلفه اول حدود ۳۰ درصد واریانس را تشکیل می‌دهد که در این مؤلفه صفت محل قرار گرفتن تتراسپورانژ دارای ضریب عامل بالاتر از ۰/۹۸ است. در مؤلفه دوم که حدود ۲۷ درصد واریانس را تشکیل می‌دهد، صفت پهنای انشعابات دارای ضریب همبستگی ۰/۵ است و بالاخره در مؤلفه سوم که حدود ۸ درصد از واریانس را تشکیل می‌دهد، صفت رنگ ضریب همبستگی ۰/۴۱ را دارد (جدول ۲).



شکل ۴- نمونه‌های ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲: مقطع عرضی محور اصلی جلبک *H. pannosa* (در نمونه ۱۰ تتراسپورانژها مشخص هستند): ۱- سلول محوری، ۲: سلول‌های مدولاری، ۳: سلول‌های پوست، ۴: انشعابات جانبی و ۵: تتراسپورانژ

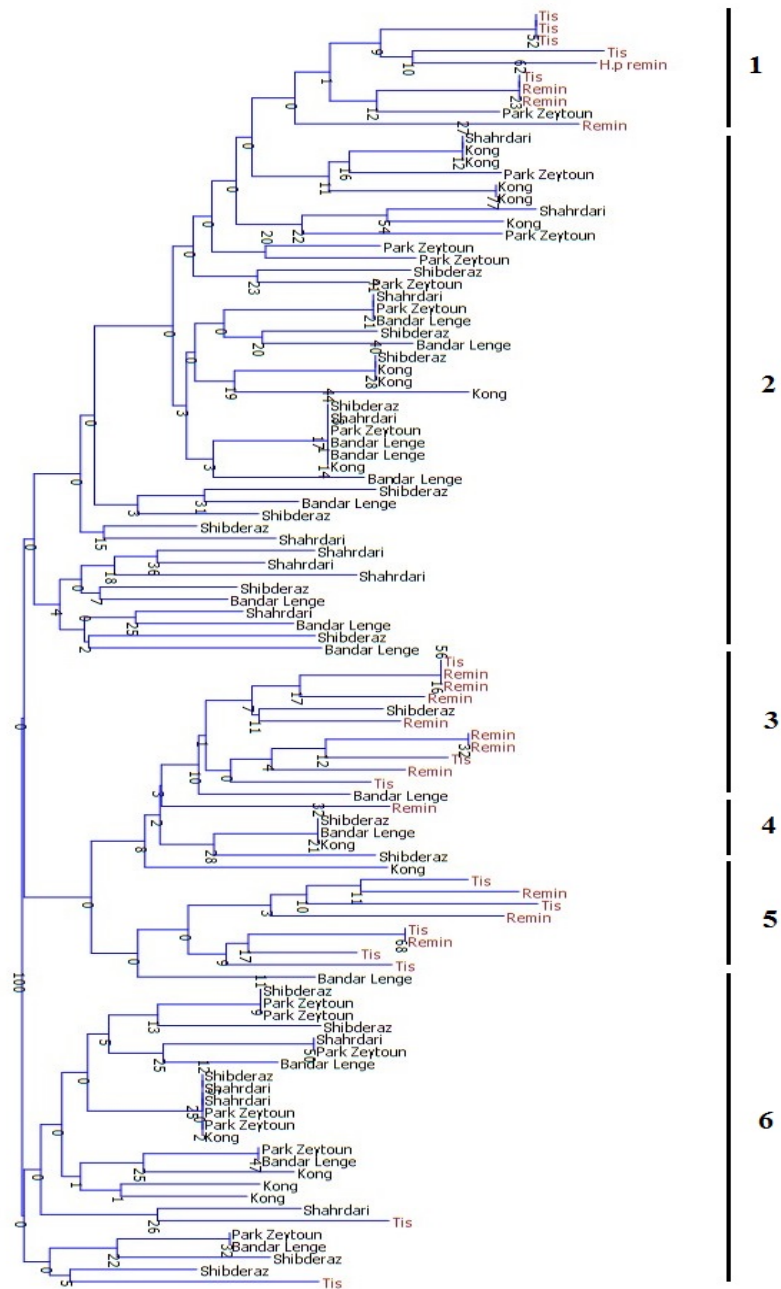
بر اساس نمودار PCA biplot، جمعیت‌های مورد مطالعه تفاوت‌هایی را از نظر ریخت‌شناسی نشان دادند بطوریکه جمعیت‌های نمونه‌برداری شده از دریای عمان (تیس و رمین) توسط صفات رنگ، فراوانی انشعابات جانبی و تعداد لایه‌های سلول‌های مدولاری از جمعیت‌های نمونه‌برداری شده از خلیج فارس (قشم و بندرلنگه) جدا می‌شوند؛ بنابراین بر اساس این آزمون جمعیت‌های دریای عمان بطور مشخص از جمعیت‌های خلیج فارس متفاوت هستند. نمونه‌های دریای عمان رنگ ارغوانی متمایل به



شکل ۵- نمودار PCA رسم شده بر اساس صفات کمی و کیفی اندام‌های رویشی و زایشی در جمعیت‌های گونه *H. pannosa* (۱: جمعیت‌های خلیج فارس و ۲: جمعیت‌های دریای عمان)

خلیج فارس جدا شده‌اند هرچند برخی از افراد دریای عمان شباهتهایی را به افراد جمعیت‌های خلیج فارس نشان می‌دهند. (شکل ۶).

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، افراد جمعیت‌های مختلف مناطق دریای عمان باهم و خلیج فارس باهم شباهت زیادی دارند و بصورت پراکنده در درختچه قرار می‌گیرند ولی جمعیت‌های دریای عمان تقریباً از جمعیت‌های



شکل ۶- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش NJ برای جمعیت‌های مختلف گونه *H. pannosa* بر اساس صفات کمی و کیفی اندام‌های رویشی و زایشی: (۱، ۳ و ۵ جمعیت‌های دریای عمان و ۲، ۴ و ۶ جمعیت‌های خلیج فارس)

## بحث

انجام نشده است و می‌توان گفت این نخستین مطالعه جدی روی این گونه در سواحل خلیج فارس و دریای عمان است البته بیشتر مطالعات انجام شده در مورد این گونه در جهان در حد شناسایی و معرفی صفات تشخیصی

تابحال مطالعه ریخت‌شناسی، تنوع ریختی، زیستگاه‌ها و سیکل زندگی جمعیت‌های گونه *H. pannosa* در ایران



محیطی در منطقه خلیج فارس و دریای عمان که طی چند سال اخیر بوجود آمده است احتمالاً تولیدمثل جنسی جلبک‌ها تحت تأثیر قرار گرفته، جلبک‌ها باروی آوردن به تولیدمثل غیرجنسی توانایی ایجاد تنوع در برابر تغییر شرایط محیطی را از دست می‌دهند و توانایی سازگاری جلبک در برابر تغییرات محیطی کم شده و ممکن است جلبک‌ها با تغییر این شرایط نتوانند خود را با محیط سازگار کرده و از بین بروند. پس شاید یکی از دلایل کم شدن تنوع و فراوانی این جلبک در سال‌های اخیر در سواحل خلیج فارس و دریای عمان همین تغییرات سریع شرایط محیطی در منطقه باشد.

صفات ریختی مورد بررسی در این مطالعه بارها توسط محققین مختلف در فلورها و مقالات متعدد بررسی شده است. صفات انتخاب‌شده جزء صفاتی است که تحت تأثیر تغییرات محیطی قرار می‌گیرند و در جمعیت‌های یک گونه متغیر هستند و بطور وسیعی توسط محققینی مانند Womersley, 1960; Hewitt, 1994; Tanaka, 1941 و ... استفاده شده‌اند.

بیشتر صفات انتخاب‌شده مربوط به گامتوفیت تالدار است و این به این دلیل است که از بین صفات مربوط به تولیدمثل غیرجنسی و تولیدمثل جنسی تنها موقعیت تراسپورانژها جزء صفات تشخیصی مهم گونه‌ها و جمعیت‌ها است که این صفت در این مطالعه بررسی شد و جلبک با تولیدمثل جنسی هم در نمونه‌برداری‌ها دیده نشد.

در این مطالعه مشخص شد که جمعیت‌های دریای عمان و خلیج فارس نسبت به هم صفات ریختی و تشریح متفاوتی دارند که این می‌تواند ناشی از عوامل آب‌وهوایی متفاوت این مناطق باشد. منطقه خلیج فارس و دریای عمان بدلیل فاصله جغرافیایی و همچنین راه داشتن دریای عمان به اقیانوس شرایط اقلیمی تقریباً متفاوتی از نظر شوری، دما، بستر و ... دارند (۱ و ۵). بدیهی است در طول هزاران سال و در اثر تغییرات جغرافیایی، اقلیمی و شرایط محیط‌زیست،

بوده است (۱۰، ۱۱، ۲۶، ۲۸). تابحال مطالعات فیلوژنتیک (۱۳، ۱۵، ۲۴ و ۲۹) و مطالعات ریخت‌شناسی (۲، ۱۰، ۱۱، ۱۷، ۲۵، ۲۶، ۲۷) در مورد گونه‌های مختلف جنس *Hypnea* انجام شده است. این جلبک از بیشتر سواحل مختلف دریاهای گرم جهان مانند چین، ژاپن، کره، تایوان، تایلند، برزیل و ... گزارش شده است (۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ و ۱۴ و ۲۰). انتشار جغرافیایی این گونه در سواحل ایرانی خلیج فارس و دریای عمان بوده و بخصوص در فصل بهار قابل نمونه‌برداری است. بدلیل تغییرات محیطی خاص در منطقه و از بین بردن رویشگاه‌های جلبکی توسط انسان و انجام ساخت‌وسازها در سواحل، این جلبک طی سال‌های اخیر کمتر در سواحل خلیج فارس و دریای عمان قابل مشاهده است. این‌گونه در فصول بهار تا تابستان در سواحل خلیج فارس و دریای عمان پراکنش دارد که گامتوفیت تالدار در اواخر زمستان تا اواسط بهار و جلبک تراسپوروفیت از اواخر بهار تا اوایل تابستان در این سواحل قابل نمونه‌برداری است. البته قابل ذکر است که در فصول مختلف نمونه‌برداری هیچ جلبک با تولیدمثل جنسی از سواحل نمونه‌برداری نشده است، این شاید بدلیل روی آوردن به تولیدمثل غیرجنسی و شاید هم بدلیل کاهش چشم‌گیر زی‌توده این جلبک طی سال‌های اخیر باشد که نیاز به مطالعات بیشتر در این زمینه وجود دارد. تولیدمثل جنسی در بین گونه‌های جنس *Hypnea* کم است و تولیدمثل در اغلب مکان‌ها از طریق اسپورانژها و یا به روش رویشی صورت می‌گیرد (۱۵).

البته یک سری عوامل تأثیرگذار بر گامتوزن مثل تغییرات بستر دریا (۶)، دما (۳)، شوری (۸)، آلودگی‌ها (۴) و ... وجود دارد که در سال‌های اخیر بشدت در منطقه خلیج فارس و دریای عمان بدلیل انواع دست‌کاری‌های انسانی تغییر کرده است که تغییر این عوامل می‌تواند بر تولیدمثل در این جلبک‌ها، تأثیرگذار باشد و شاید یکی از دلایل عدم وجود جلبک با تولیدمثل جنسی در این منطقه در زمان نمونه‌برداری همین مسئله باشد. با تغییرات شرایط

محیطی در این منطقه مطابقت داده و همین امر موجب افزایش فراوانی این جلبک شده است. در مورد افراد جمعیت‌های دریای عمان (تیس و رمین) می‌توان گفت که این جمعیت‌ها هنوز بخوبی از نظر ریخت‌شناسی از هم جدا نشده‌اند که این مسئله در مورد افراد جمعیت‌های مختلف خلیج فارس (بندرلنگه و قشم) نیز صدق می‌کند.

## منابع

۶- غریب رضا، م. ر، معتمد ا، ۱۳۷۹. بررسی علل تغییرات خطوط ساحلی سنگی دریای عمان. چهارمین اجلاس بین‌المللی سواحل، بندرها و سازه‌های دریایی.

۷- قرنچیک، ب. م، روحانی قادیکلایی، ک، ۱۳۸۹. اطلس جلبک‌های دریایی سواحل خلیج فارس و دریای عمان، انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران.

۸- میری، م، باقر نبوی، س. م، دوست شناس، ب، صفاهیه، ع. ر، لقمانی، م، ۱۳۹۱. بررسی اثرات شوری ناشی از تخلیه آب نمک کارخانه آب شیرین‌کن بر روی تراکم، تنوع و غنای پرتاران در خلیج چابهار. اولین همایش ملی توسعه سواحل مکران و اقتدار دریایی جمهوری اسلامی ایران.

جلبک‌ها تحت تأثیر فشارهای گزینشی قرار گرفته و هر گروه بر اساس قابلیت‌های ذاتی و استعدادهاى ژنتیکی خود، سازش‌هایی را با ویژگی‌های محیطی جدید نشان داده که منجر به بروز تفاوت‌های ریختی شده است. می‌توان گفت تنوع ریختی در این گونه احتمالاً با تغییرات محیطی منطقه ایجاد شده است و این گونه‌ها با افزایش تنوع در افراد و جمعیت‌ها توانسته‌اند خود را با تغییرات شدید

۱- امینی، م، ۱۳۶۵. اقیانوس‌شناسی و تحول آن در خلیج فارس، انتشارات مرکز تحقیقات شیلات ایران.

۲- سرگزى، ف، ریاحی ح، شیدایی، م، ۱۳۹۶. ریخت‌شناسی، تشریح و تنوع ریختی جنس *Hypnea* در سواحل خلیج فارس، مجله پژوهش‌های گیاهی، دوره ۲۹، شماره ۳: ۵۲۲-۵۳۱.

۳- صمدیار، ح، ۱۳۸۴. تهیه مدل انتقال آلاینده‌ها در خلیج فارس (خور موسی) ناشی از فعالیت‌های پتروشیمی بندر امام خمینی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد.

۴- طاهری، م. ر، ۱۳۸۷. بررسی منابع آلوده‌کننده دریای خلیج فارس و ارزیابی آثار و پیامدهای زیست‌محیطی آن. جهاد دانشگاهی مرکز گردشگری علمی-فرهنگی دانشجویان ایران.

۵- عسگری، س، ۱۳۹۰. ویژگی‌های زیست‌محیطی خلیج فارس و جایگاه آن در کنوانسیون‌های کویت و حقوق بین‌الملل دریاها، سپهر، دوره ۲۳، شماره ۹.

9- Abbot, I. A, 1995. Taxonomy of economic seaweeds. A Publication of the California Sea Grant Collage System.

10- Agardh, J. G, 1852. Species genera et ordines algarum. Lundae publication.

11- Chiang, Y. M, 1973. Studies on the marine flora of southern Taiwan. Bulletin Japan Society of Phycology, 21: 97-102.

12- Dawson, E. Y, 1961. Marine red algae of Pacific Mexico. Part 4, Gigartinales, Pacific Naturalist, 2: 191-343.

13- De Jesus, P. B *et al*, 2016. Species-delimitation and phylogenetic analyses of some cosmopolitan species of *Hypnea* (Rhodophyta) reveal synonyms and misapplied names to *H. cervicornis*, including a new species from Brazil. Journal of Phycology: 52(5):774-792.

14- Freshwater, D. W, Fredericq, S. B, Hommersand, M. H, Chase, M. W, 1994. A gene phylogeny of the red algae (Rhodophyta) based on plastid rbcL. Proc Nat AcadSci, 91: 7281-7285.

15- Geraldino, P. J. L, Riosmena-Rodriguez, R, Lio, L.M, Boo, S. M, 2010. Phylogenetic relationships within the genus *Hypnea* (Rodophyta, Gigartinales), with a description of *H.caespitosa* so. Nov. Journal of phycology, 46: 3336-345.

16- Hamer, O, Harper, D. A. T, Ryan, P. D, 2012. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. Paleontological Electronica, 4: 9.

17- Hewitt, F. E, 1960. A morphological study of three South African Gigartinales. University of California Publication.

- 18- Kylin, H, 1930. Uber die entwicklungsgeschichte der Florideen. Lunds Univ. rsskr. N.F. Avd. 2, 24: 1-127.
- 19- Lucio, A. M, 2006. El género *Hypnea* Lamouroux (Gigartinales, Rhodophyta) em las costas Del Océano Atl ntico. Tese Doctoral. Universidad Complutense de Madrid- Facultad de Ciencias Biol gicas Departamento de Biologia Vegetal I.
- 20- McHugh, D. J, 1987. Production and utilization of products from commercial seaweeds. FAO.
- 21- Mshigeni, K. E, 1978a. The biology and ecology of benthic marine algae with special reference to *Hypnea* (Rodophyta, Gigartinales). A review of literature. Bibliography of Phycology, 37: 1-168.
- 22- Mshigeni, K. E, 1978b. Taxonomic study on Hawaiian Hypneaceae with special reference to genus *Hypnea lamouroux* (Rodophyta). Nova Hedwigia, 29: 859-894.
- 23- Papenfuss, G. F, 1968. A history, catalogue, and bibliography of the Red Sea benthic algae. Israel Journal of Botany, 17: 1-118.
- 24- Ragan, M. A, Bird, C. J, Rice, E. L, Gutell, R. R, Murphy, C. A, Singh, R. K, 1994. A molecular phylogeny of the marine red algae (Rhodophyta) based on the nuclear small-subunit rRNA gene. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 91: 7276-80.
- 25- Sargazi, F, Sheidai, M, Riahi, H, 2015. Effect of environmental factors on morphological variations of *Hypnea* species from Mman sea. Iranian Journal of Botany, 21 (1): 64-69.
- 26- Tanaka, T, 1941. The genus *Hypnea* from Japan. Scientific Papers of the Institute of Algological Research, Faculty of Science Hokkaido University, 2: 227-250.
- 27- Tutor Ale M, et al. 2016. DNA-Based Identification and Chemical Characteristics of *Hypnea musciformis* from Coastal Sites in Ghana. Diversity, 8: 2-14.
- 28- Womersley, H. B. S. 1998. The marine benthic flora of southern Australia, Rhodophyta. Part IIIC. State herbarium of South Australia, South Australia.
- 29- Yeon Yang, M, Sook Kim, M, 2017. Molecular analyses and reproductive structure to verify the generic relationships of *Hypnea* and *Calliblepharis* (Cystocloniaceae, Gigartinales), with proposal of *C. saidana* comb. nov. Algae: 32(2): 87-100.

## Morphology, anatomy and morphological diversity of *Hypnea pannosa*

Sargazi F.<sup>1</sup>, Riahi H.<sup>2</sup>, Sheidai M.<sup>2</sup> and Mahmoodi B.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Biology, Faculty of Sciences, Sistan and Baluchestn University, Zahedan, I.R. of Iran

<sup>2</sup> Dept. of Biology, Faculty of Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, I.R. of Iran

<sup>3</sup> Dept. of Biology, Faculty of Sciences, Islamic Azad University, Kerman, I.R. of Iran

### Abstract

*Hypnea* Lamouroux is one of the red algae that planted in many of countries due to produce of carrageenan. There are different species of this genus in subtidal zones of warm water. The genus includes about 53 species in worldwide that approximately 9 species have been reported from Iran. Species of this genus are growing on rocks, stones, shells or epiphytic with other algae. In this study morphology, anatomy and morphological diversity of *H. pannosa* J. Agardh has been conducted for the first time in Iran. In this study 15 individuals from 7 populations were investigated. Thirteen different qualitative and quantitative characteristics were measured and standardized and were used in analysis. Differences in the morphology of the studied populations were observed, So that populations of Oman sea (Tis and Remin) separated from the Persian Gulf (Qeshm and Bandar Lenge) by the characteristics of color, abundance of lateral branches and number of medullary cell layers.

**Key words:** *Hypnea*, anatomy, morphological diversity, algae