

ریخت‌شناسی، تشریح و تنوع ریختی جنس *Hypnea* در سواحل خلیج فارس

فاطمه سرگزی*، حسین ریاحی و مسعود شیدایی

تهران، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زیستی، گروه سیستماتیک گیاهی

تاریخ دریافت: ۹۳/۴/۸

تاریخ پذیرش: ۹۳/۹/۱۵

چکیده

جلبک *Hypnea* یک جلبک قرمز است که به دلیل تولید کارازینان در بسیاری از کشورها کشت می‌شود. گونه‌های مختلف این جنس در مناطق زیر جزر و مدی 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. در ایران گونه‌های مختلف این جنس روی صخره‌ها، سنگ‌ها، صدف‌ها یا به صورت اپی‌فیت با سایر جلبک‌ها رشد می‌کنند. این مطالعه به بررسی ریخت‌شناسی، تشریح و تنوع ریختی این جلبک پرداخته است. این مطالعه ۱۹ جمعیت از ۷ گونه این جنس را بررسی کرده است. ریخت‌شناسی، تشریح و تنوع ریختی این جلبک‌ها با استفاده از ۱۸ صفت کمی و کیفی مختلف بررسی شد. آزمون تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (رسته‌بندی) (Principal component analysis or PCA) برای تمام جمعیت‌های مورد بررسی انجام شد. نتایج نشان داد که صفاتی از قبیل اندازه و روش پیشروی انشعابات خزنه روی زیستگاه جزء صفات مهم و جداکننده گونه‌ها می‌باشند. بر اساس صفات افتراقی یک کلید شناسایی برای گونه‌های مختلف جمع‌آوری شده، پیشنهاد شد. این مطالعه برای اولین بار در ایران انجام شده است.

واژه‌های کلیدی: *Hypnea*، ریخت‌شناسی، تشریح، تنوع ریختی، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۳۶۸۵۴۰۰۹۰، پست الکترونیکی: f_sargazi@sbu.ac.ir

مقدمه

بخش زیر جزر و مدی سواحل خلیج فارس و دریای عمان از اواخر پاییز تا اواخر بهار حضور دارند.

بررسی ریخت‌شناسی، تشریح و تنوع ریختی در مورد گونه‌های این جنس چندان گسترده نبوده است. در مورد ریخت‌شناسی و تشریح گونه‌های این جنس مطالعاتی در خارج از کشور توسط محققان مختلف (۱، ۲، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۴ و ۱۶) انجام شده است و در داخل کشور تا قبل از این مطالعه تحقیقی در مورد ریخت‌شناسی، تشریح و تنوع ریختی این جنس انجام نشده است. در این پژوهش به بررسی ریخت‌شناسی، تشریح و تنوع ریختی در مورد گونه‌های این جنس پرداخته شده است.

مواد و روشها

گونه‌های جلبک قرمز (*Hypnea Lamouroux* (1813) به دلیل دارا بودن کارازینان از نظر اقتصادی بسیار مهم هستند و در نقاط مختلف دنیا که شرایط محیطی مهیا باشد، کشت می‌شود.

گونه‌های مختلف این جنس در مناطق زیر جزر و مدی آب‌های گرم حضور دارند (۶). این جنس شامل حدود ۵۳ گونه در سراسر جهان است (۶). در ایران حدود ۹ گونه از این جلبک در اطلس جلبک‌های دریایی سواحل خلیج فارس و دریای عمان گزارش شده است (۷).

گونه‌های این جنس بر اساس روش پیشروی انشعابات خزنه روی زیستگاه به ۳ بخش (Section) اسپینولیگره (Spinuligerae)، ویرگاته (virgatae) و پولویناته (pulvinatae) تقسیم می‌شوند (۱۷). این جلبک‌ها اغلب در

جمع‌آوری و نگهداری: نمونه‌های مورد استفاده در این مطالعه (۱۹ جمعیت از ۷ گونه و از هر جمعیت ۳ فرد) در فصول بهار و زمستان سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ از سواحل خلیج فارس جمع‌آوری شده است (جدول ۱).

جدول ۱- جمعیت‌های مورد مطالعه و محل جمع‌آوری آنها

گونه	مکان جمع‌آوری
<i>H. ecklonii</i>	قشم: شیدراز
<i>H. pannosa</i>	قشم: شیدراز؛ بندرلنگه؛ پارک دولت؛ کنگ
<i>H. cornuta</i>	قشم: شیدراز، شهرداری؛ بندرلنگه؛ پارک دولت؛ کنگ
<i>H. boergesenii</i>	قشم: شیدراز؛ پارک زیتون؛ شهرداری
<i>H. charoides</i>	قشم: شیدراز؛ پارک زیتون؛ بندرلنگه؛ پارک دولت؛ نزدیک اسکله
<i>H. valentiae</i>	قشم: شیدراز؛ کنگ
<i>H. musciformis</i>	قشم: شیدراز؛ بندرعباس؛ پارک دولت

برش‌های مختلف طولی و عرضی با دست انجام شد و با کاتن بلو ۵٪ در آب-گلیسرول (۷۵:۲۵) رنگ‌آمیزی شد و با درشت‌نمایی‌های مختلف با میکروسکوپ Olympus مدل BH2 مورد بررسی قرار گرفت (۱۸). به منظور استخراج صفات ابتدا به بررسی گونه‌ها در فلورها و مقالات مختلف (۱، ۴، ۱۵ و ۱۸) پرداخته شد. سپس تعدادی از صفات بر اساس مشاهدات شخصی انتخاب شدند، صفات بدون تنوع در گونه‌ها کنار گذاشته شد و در نهایت ۱۸ صفت کمی و کیفی انتخاب شد (جدول ۲).

نقشه مناطق جمع‌آوری نمونه‌های مورد مطالعه، در شکل ۱ ارائه شده است. نمونه‌های مورد مطالعه از سواحل دریا جمع‌آوری و درون آب دریا به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه نمونه‌ها تمیز و به فرمالین ۴٪ برای انجام مطالعات بعدی منتقل شد.

مطالعات ریخت‌شناسی: برای مطالعه ریخت‌شناسی و اندازه‌گیری بخش‌های ماکروسکوپی، ابتدا از استرئومیکروسکوپ Olympus مدل SZH استفاده شد. برای مطالعات تشریحی و بررسی بخش‌های میکروسکوپی،

شکل ۱- نقشه پراکنش و مکان‌های جمع‌آوری جمعیت‌های جلبک *Hypnea*

۱- بندرعباس، پارک دولت؛ ۲- قشم، شهرداری؛ ۳- قشم، پارک زیتون؛ ۴- قشم، شیدراز؛ ۵- کنگ؛ ۶- بندر لنگه، پارک دولت؛ ۷- بندر لنگه، نزدیک اسکله

جدول ۲- صفات ریخت‌شناسی و کدهای داده شده به صفات

ردیف	صفت	کدها
۱	رنگ	۱: قرمز متمایل به ارغوانی، ۲: قرمز متمایل به سبز، ۳: قرمز تیره
۲	اندازه	۱: بزرگ‌تر از ۵۰ سانتی‌متر، ۲: بین ۳-۵۰ سانتی‌متر، ۳: کوچک‌تر از ۳ سانتی‌متر
۳	بافت	۱: غضروفی، ۲: غشایی
۴	روش پیش‌روی انشعابات خزننده روی زیستگاه	۱: متراکم، ۲: پیچیده-متراکم، ۳: شبه بالشتکی
۵	وضوح محور اصلی	۱: واضح، ۲: ناواضح
۶	شکل محور اصلی	۱: گرد یا استوانه‌ای، ۲: پهن
۷	الگوی انشعاب‌بندی	۱: متناوب-ماریچی، ۲: متناوب-دوتایی، ۳: نامنظم
۸	فراوانی انشعابات جانبی	۱: انشعابات جانبی زیاد، ۲: انشعابات جانبی کم
۹	انشعابات خاص	۱: انشعابات با رأس قلبی‌شکل، ۲: انشعابات با زوائد ستاره‌ای‌شکل، ۳: هیچکدام
۱۰	زاویه انشعابات	۱: بزرگ‌تر یا مساوی ۹۰ درجه، ۲: کوچک‌تر از ۹۰ درجه
۱۱	سیستم پایه‌ای	۱: بدون محل‌های اتصال ثانویه، ۲: با محل‌های اتصال ثانویه
۱۲	سلول‌های کوچک دور سلول‌های محوری	۱: وجود این سلول‌ها، ۲: فقدان این سلول‌ها
۱۳	ضخامت‌های عدسکی شکل	۱: وجود این سلول‌ها، ۲: فقدان این سلول‌ها
۱۴	اندازه سلول‌های مدولاری	۱: سلول‌ها هم اندازه، ۲: سلول‌ها با اندازه متفاوت
۱۵	تعداد لایه‌های پوست	۱: یک لایه، ۲: بیشتر از یک لایه
۱۶	پهنای محور اصلی	۱: بزرگ‌تر یا مساوی ۱ میلی‌متر در دیامتر، ۲: کوچک‌تر از ۱ میلی‌متر در دیامتر
۱۷	پهنای انشعابات	۱: بزرگ‌تر یا مساوی ۵۰۰ میکرومتر در دیامتر، ۲: کوچک‌تر از ۵۰۰ میکرومتر در دیامتر
۱۸	محل قرار گرفتن تراسپورانژ	۱: رأس انشعابات، ۲: زاویه انشعابات و ۳: قسمت میانی انشعابات

- ۱- فروند شامل چند محور اصلی با انشعابات جانبی متراکم و پیچیده.....۲
- ۲- فروند با انشعابات متراکم کمتر پیچیده شبه بالشتکی و با بافت غضروفی..... *H. pannosa*
- ۲- فروند با انشعابات پیچیده متراکم دارای انشعابات ثانویه فراوان شبه سوزنی و با بافت غشایی.....۳
- ۳- جلبک دارای انشعابات با ضمامم کوچک ستاره-ای شکل..... *H. cornuta*
- ۳- جلبک فاقد انشعابات با ضمامم کوچک ستاره‌ای شکل.....۴
- ۴- جلبک بزرگ‌تر از ۵۰ سانتی‌متر.....۵
- ۴- جلبک کوچک‌تر از ۵۰ سانتی‌متر.....۶
- ۵- جلبک فاقد محور اصلی واضح و با انشعابات ثانوی فراوان با زاویه کم و بیش راست..... *H. charoides*

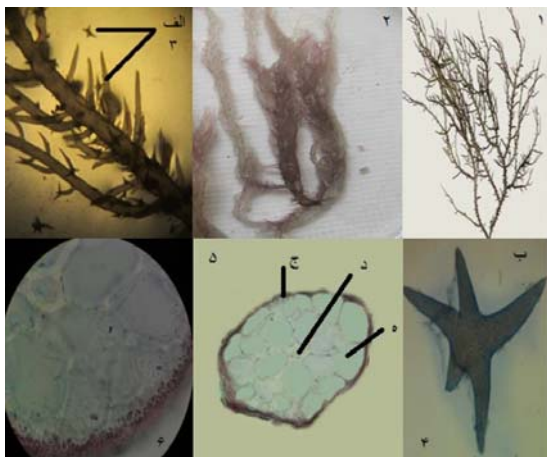
این صفات به صورت دوحالته و چند حالته کدگذاری شد. به منظور مشخص کردن متنوع‌ترین صفات و صفات جداکننده گونه‌ها از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (Principal component analysis) استفاده شد. برای انجام این تجزیه و تحلیل‌ها از نرم‌افزار PAST ver. 2.17 استفاده شد (۸).

نتایج

استفاده از کلید شناسایی زیر با توجه به ارزش تفکیکی صفات مورد بررسی برای تاکسون‌های این جنس در ایران پیشنهاد می‌شود.

کلید شناسایی گونه‌ها

- ۱- فروند راست شامل یک محور اصلی با انشعابات جانبی متراکم که پیچیده نشده است..... *H. boergesenii*

شکل ۲- *H. cornuta*

۱ و ۲: نمونه هرباریومی و فرمالینی جلبک؛ ۳- تال به همراه زوائد ستاره‌ای شکل (الف)؛ ۴- زائده ستاره‌ای شکل؛ ۵ و ۶: برش عرضی محور اصلی؛ (ج) سلول‌های پوست، (د) سلول محوری و (ه) سلول‌های مدولاری

H. charoides-valentiae

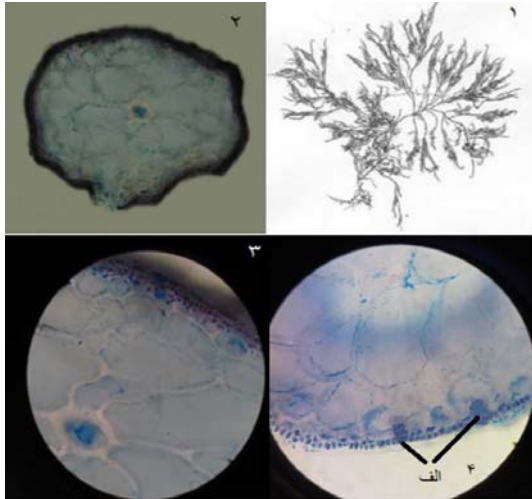
جلبک‌های با رنگ قرمز متمایل به سبز یا قرمز متمایل به ارغوانی تا قرمز تیره با بافت غشایی هستند که بالای ۵۰ سانتی‌متر ارتفاع دارند. به صورت توده‌های پیچیده-متراکم با محل‌های اتصال اولیه و ثانویه می‌باشند. انشعابات فراوان پوشیده از انشعابات ثانویه شبه سوزنی با الگوی انشعاب-بندی متناوب-مارپیچی دارند. محور اصلی ممکن است در آنها به وضوح قابل تشخیص باشد و یا نباشد. محور استوانه‌ای یا تقریباً استوانه‌ای است که در برش عرضی یک سلول محوری فاقد سلول‌های کوچک احاطه کننده دیده می‌شود که ضخامت‌های عدسکی شکل به ندرت حضور دارند. چندین لایه سلول‌های مدولاری و یک لایه سلول پوست رنگدانه دار و یک عدد روپوست خارجی وجود دارد. تتراسپورانژیها به صورت متورم در رأس یا وسط یا در زاویه اتصال انشعابات انتهایی قرار دارند که در برش عرضی لایه‌لای سلول‌های پوست و مدولاری قرار دارند. سیستوکارپ‌ها در زاویه انشعابات وجود دارند. تمایز بین *H. charoides* و *H. valentiae* در این است که *H. charoides* جلبکی بدون محور اصلی واضح است و

۵- جلبک با محور اصلی واضح و انشعابات ثانوی کمتر با زاویه کمتر از ۹۰ درجه.....
H. valentiae.....
 ۶- محور اصلی تقریباً ۱ میلی‌متر در دیامتر، راس خیلی از محورها و انشعابات به میزان زیادی انحنا دار و قلابی شکل.....
H. muscifomis.....
 ۶- محور اصلی استوانه ای ۲۰۰-۴۵۰ میکرومتر در دیامتر، بعضی انشعابات با نوک سوزنی و بقیه انشعابات با نوک کمی ورم کرده قلابی شکل.....
H. ecklonii.....

توصیف تشخیصی گونه‌ها**بخش Spinuligerae*****H. cornuta***

جلبک‌های با رنگ قرمز متمایل به سبز که ۲۰-۵ سانتی‌متر ارتفاع دارند و به صورت توده‌های کمی پیچیده-متراکم می‌باشند. بافت این جلبک نرم و غضروفی است که توسط محل‌های اتصال اولیه و ثانویه به بستر می‌چسبد. محور اصلی ممکن است در آنها به وضوح قابل تشخیص باشد و یا نباشد. انشعابات جانبی فراوان و متراکم با الگوی متناوب-مارپیچی با زاویه کمتر از ۹۰ درجه دارند که در پایه تعداد انشعابات کمتر می‌شود. انشعابات با زوائد ستاره‌ای شکل کوچک دارای ۳-۵ شعاع می‌باشند. محور اصلی استوانه‌ای یا تقریباً استوانه‌ای است که در حدود ۱ میلی‌متر در دیامتر پهنا دارد. پهنای انشعابات حدوداً ۵۰۰ میکرومتر در دیامتر می‌باشد. در برش عرضی یک سلول محوری حدود ۲۰ میکرومتر در دیامتر احاطه شده با ۲-۳ لایه سلول‌های مدولاری بزرگ‌تر بدون ضخامت عدسکی شکل و یک لایه پوست با سلول‌های رنگدانه دار دیده می‌شود که با یک لایه روپوست حدوداً ۹ میکرومتری پوشیده می‌شود. معمولاً با زوائد ستاره ای شکل تولید مثل می‌کنند و سیستوکارپ یا اسپرماتانژیایی در آنها مشاهده نمی‌شود (شکل ۲).

تتراسپورانژیایها به صورت متورم رأس انشعابات انتهایی قرار دارند و معمولا لابه‌لای سلول‌های کورتکس و مدولاری قرار می‌گیرند (شکل ۴).



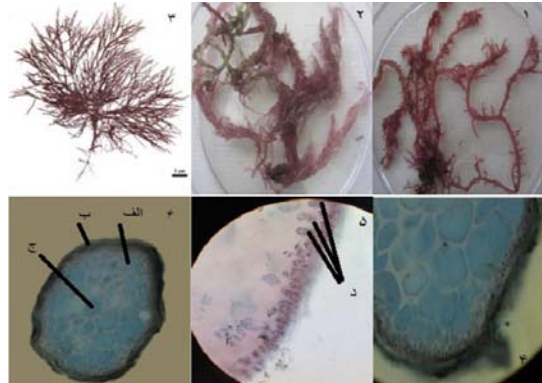
شکل ۴- *H. ecklonii*

۱: نمونه هرباریومی؛ ۲ و ۳: برش عرضی جلبک؛ ۴: الف) تتراسپورانژیایها

H. musciformis

جلبک با رنگ قرمز متمایل به سبز یا قرمز متمایل به ارغوانی که بیش از ۵ سانتی‌متر ارتفاع دارد. به صورت توده متراکم که کمی پیچیده می‌شود یا کاملا آزاد است. این گونه بافت غشایی دارد. محور اصلی تقریبا واضح می‌باشد که ۱ میلی‌متر در دیامتر پهنای آن است. در این گونه انشعابات فراوان با الگوی انشعاب‌بندی متناوب-مارپیچی وجود دارد که رأس خیلی از محورها و انشعابات به میزان زیادی انحنادار و قلابی شکل می‌شود. محور استوانه‌ای یا تقریبا استوانه‌ای می‌باشد که در برش عرضی یک سلول محوری با چندین لایه سلول‌های مدولاری فاقد ضخامت-های عدسکی شکل و یک لایه سلول پوست رنگدانه‌دار و یک روپوست خارجی وجود دارد. تتراسپورانژیایها به صورت متورم رأس انشعابات انتهایی و در برش عرضی لابه‌لای سلول‌های پوست و مدولاری قرار می‌گیرند (شکل ۵).

همه انشعابات توسط انشعابات ثانوی کوتاه متعدد با زاویه کم و بیش راست پوشیده می‌شوند، در حالی که *H. valentiae* انشعابات با محور واضح دارد و دارای انشعابات ثانوی سوزنی شکل کمی است که انشعابات بیشتر به سمت بالا قرار دارند (شکل ۳).

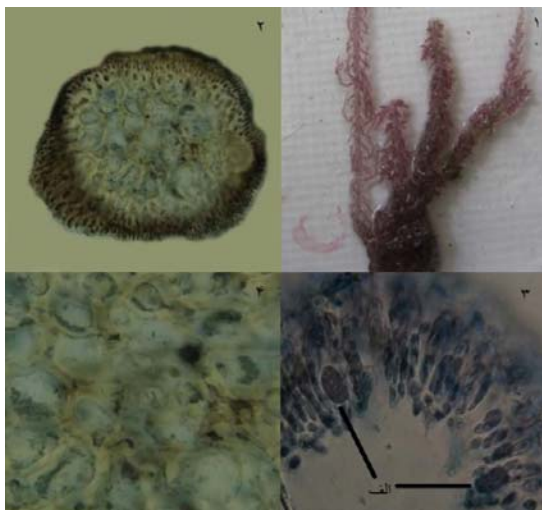


شکل ۳- *H. valentiae* و *H. charoides*

۱: نمونه فرمالینی *H. valentiae*؛ ۲ و ۳: نمونه فرمالینی و هرباریومی *H. charoides*؛ ۴ و ۵: برش عرضی *H. valentiae* (د) تتراسپورانژیایها، ۶: برش عرضی *H. charoides* (الف) سلول‌های مدولاری، (ب) سلول‌های پوست و (ج) سلول محوری

H. ecklonii

این جلبک‌ها با رنگ قرمز متمایل به سبز اغلب دور همدیگر پیچ می‌خورند یا توسط رأس‌های شبه قلاب به جلبک‌های دیگر متصل می‌شوند. جلبک‌های این جنس بین ۷-۱۰ سانتی‌متر ارتفاع دارند. بافت آنها اغلب غشایی می‌باشد. محور اصلی آنها استوانه‌ای با ۲۰۰-۴۵۰ میکرومتر در دیامتر می‌باشد که دارای انشعابات زیاد با الگوی متناوب-مارپیچی می‌باشند که بعدا نامنظم می‌شوند. محور اصلی واضح و باریک‌تر از *H. musciformis* دارند که انشعابات معمولا به سمت رأس باریک می‌شوند و در قسمتهای متصل به جلبک‌های دیگر معمولا تعداد انشعابات کمتر است. تعدادی از انشعابات نوک سوزنی و سایر انشعابات نوک کمی ورم کرده و قلابی شکل دارند. در برش عرضی یک سلول محوری که توسط ۲-۳ لایه سلول‌های مدولاری کم و بیش هم‌اندازه احاطه می‌شوند و یک لایه سلول‌های پوست رنگدانه دار دیده می‌شود.

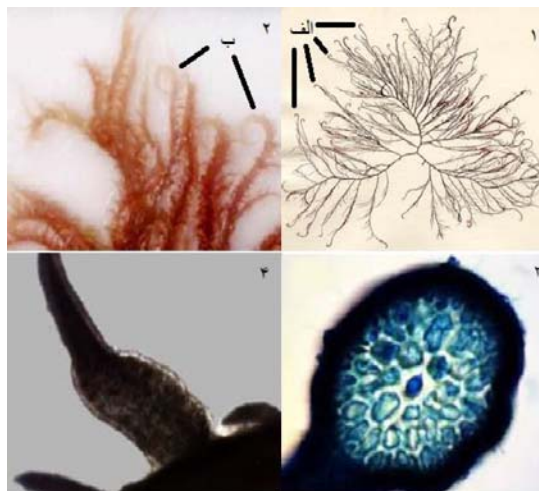
شکل ۶- *H. boergessenii*

۱: نمونه فرمالینی؛ ۲، ۳ و ۴: برش عرضی جلبک، الف) تتراسپورانژها

ج) بخش Pulvinatae

H. pannosa

رنگ جلبک قرمز متمایل به ارغوانی یا قرمز متمایل به سبز تا قرمز تیره است که کمتر از ۵ سانتی متر ارتفاع دارد. این جلبک‌ها توسط محل‌های اتصال اولیه و ثانویه به بستر می‌چسبند. انشعابات درهم‌پیچیده شبه بالشتکی می‌باشد، به طوری که معمولاً محور اصلی واضح ندارند. بافت جلبک غضروفی گاهی در حالت زنده نرم و شکننده می‌باشد. الگوی انشعاب‌بندی گونه‌های این جلبک متناوب-مارپیچی است. محور اصلی استوانه‌ای یا نیمه استوانه‌ای است. در برش عرضی معمولاً یک روپوست خارجی، یک لایه سلول پوست رنگ‌دانه دار و چند لایه سلول مدولاری فاقد ضخامت‌های عدسکی شکل و یک سلول محوری دیده می‌شود. سلول‌های بزرگ مدولاری در لایه داخلی دور سلول‌های محوری را می‌گیرد که به طرف خارج کوچک‌تر می‌شوند. تتراسپورانژها در یک سمت در میانه یا رأس انشعابات ثانویه و لابه‌لای سلول‌های مدولاری و پوست قرار می‌گیرند (شکل ۷).

شکل ۵- *H. musciformis*

۱ و ۲: نمونه هرباریومی و فرمالینی، الف و ب) انشعابات با رأس قلابی شکل؛ ۳: برش عرضی؛ ۴: تتراسپورانژ در رأس انشعابات

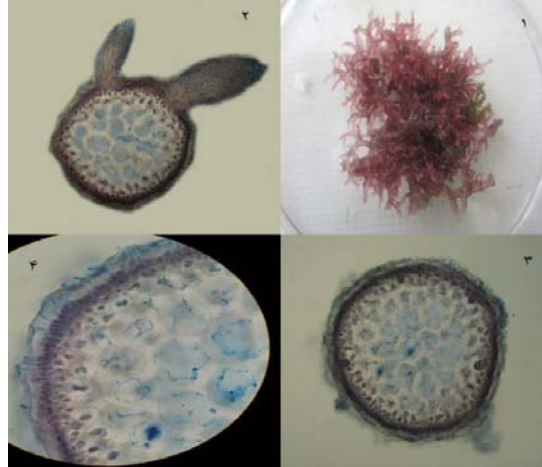
ب) بخش Virgatae

H. boergessenii

جلبک با رنگ قرمز متمایل به ارغوانی که اغلب ارتفاع بالای ۱۷ سانتی متر دارد. این جلبک به صورت توده متراکم است که پیچیده نمی‌شود. محور اصلی این جلبک واضح می‌باشد. فروند ۴-۵ بار منشعب می‌شود که انشعابات در رأس و پایین کمتر می‌شوند و بیشتر در قسمت میانی متمرکز هستند. الگوی انشعاب‌بندی متناوب-موازی می‌باشد. در این جلبک انشعابات جانبی فراوان با ۲-۰٫۵ میلی‌متر طول و حدود ۰٫۵ میلی‌متر پهنا وجود دارد که رأس انشعابات جانبی نوک تیز یا چماقی منفرد یا تقسیم شده است. فروند استوانه‌ای می‌باشد که در برش عرضی یک تا چند لایه سلول پوست رنگ‌دانه دار و لایه مدولاری با سلول‌های بزرگ‌تر و یک سلول محوری که تعداد کمی سلول کوچک‌تر دور آن را گرفته است، دیده می‌شود. سلول‌های مدولاری دارای ضخامت‌های عدسکی شکل می‌باشند. تتراسپورانژها در رأس انشعابات انتهایی و لابه‌لای سلول‌های پوست قرار می‌گیرند (شکل ۶).

البته هرچه میزان واریانس یک مؤلفه بیشتر باشد، ضریب شرکت آن مؤلفه در تفکیک جمعیت‌ها بیشتر خواهد بود. نتایج نشان داد که مؤلفه اول حدود ۲۶٫۶ درصد واریانس را تشکیل می‌دهد که در این مؤلفه صفت اندازه دارای ضریب عامل بالاتر از ۰/۵ می‌باشد. در مؤلفه دوم که حدود ۲۶ درصد واریانس را تشکیل می‌دهد صفت روش پیشروی انشعابات خزننده روی زیستگاه مقدار بالاتر از ۰/۵ دارد و سرانجام در مؤلفه سوم که حدود ۲۰ درصد از واریانس را تشکیل می‌دهد هیچ صفتی مقدار بالاتر از ۰٫۵ ندارد (جدول ۳).

مطالعات آماری: آنالیز PCA نشان داد که ۳ مؤلفه اول حدود ۷۱ درصد کل واریانس را تشکیل می‌دهند که برای بررسی‌های بعدی انتخاب شدند.



شکل ۷- *H. pannosa*

۱: نمونه فرمالینی؛ ۲، ۳ و ۴: برش عرضی جلبک

جدول ۳- نتایج آنالیز PCA

مؤلفه ۳	مؤلفه ۲	مؤلفه ۱	صفات
-۰/۴۱۲۶۳	-۰/۰۱۱۴۳	۰/۲۱۷۳۷	رنگ
۰/۳۳۶۷	۰/۱۵۲۲۸	۰/۵۸۲۵۱	اندازه
۰/۱۹۵۸۱	۰/۲۹۰۷۷	۰/۱۸۷۴۹	بافت
-۰/۱۰۲۰۷	۰/۵۲۲۸۹	۰/۲۴۴۶۷	روش پیش‌روی انشعابات خزننده روی زیستگاه
-۰/۲۰۶۸۷	۰/۱۳۷۹۹	-۰/۲۸۴۱۱	وضوح محور اصلی
۰/۰۶۲۶۴	-۰/۰۵۰۲۸	-۰/۰۱۱۱۲	شکل محور اصلی
-۰/۰۴۵۹۲	-۰/۰۵۰۷	۰/۰۵۴۸۷۷	الگوی انشعاب‌بندی
-۰/۲۰۳۲۱	۰/۰۴۰۱۱	-۰/۲۹۴۲۹	فراوانی انشعابات جانبی
۰/۴۴۱۶۱	۰/۲۶۰۷۳	-۰/۳۰۶۱	انشعابات خاص
۰/۱۵۹۴۳	-۰/۰۱۲۰۷۳	۰/۳۲۳۵۱	زاویه انشعابات
-۰/۰۲۵۴۴۶	-۰/۳۸۸۱۳	۰/۲۴۷۸۹	سیستم پایه‌ای
-۰/۲۲۸۵۷	۰/۲۹۲۰۹	۰/۰۱۸۲۹	سلول‌های کوچک دور سلول‌های محوری
-۰/۲۹۵	۰/۲۲۳۹۴	۰/۰۸۴۳۰	ضخامت‌های عدسکی شکل
۰/۳۵۲۸۲	۰/۱۹۷۱۳	-۰/۲۶۴۶۹	اندازه سلول‌های مدولاری
۰/۲۹۷۸۹	-۰/۲۳۲۱۲	-۰/۰۵۷۱۷	تعداد لایه‌های پوست
-۰/۰۳۹۷۳	-۰/۰۵۳۵۹	۰/۰۴۵۱۳	پهنای محور اصلی
-۰/۰۴۸۹	-۰/۰۵۳۷۹	۰/۰۴۸۶۷	پهنای انشعابات
۰/۰۰۰۳۳	۰/۰۳۵۴۶۸	۰/۰۵۴۵۸	محل قرار گرفتن تتراسپورانژ

در این مطالعه مشخص شد که جمعیت‌ها و حتی افراد مختلف گونه‌های این جنس در مناطق پراکنش مختلف صفات ریختی و تشریح متفاوتی دارند که این می‌تواند ناشی از عوامل آب و هوایی متفاوت این مناطق باشد. در این تحقیق مشاهده شد، گونه‌هایی از این جنس مثل *H. pannosa* و *H. charoides* تنوع ریختی بالاتر از سایر گونه‌ها دارند، به طوری که صفات ریخت‌شناسی و تشریح حتی در افراد مختلف جمعیت‌های این گونه‌ها نیز با هم متفاوت بود.

از لحاظ ریخت‌شناسی گونه‌های مورد مطالعه در این جنس از نظر خصوصیات ریخت‌شناسی و تشریح با کار محققان پیشین شباهت عمده‌ای داشت (۳، ۱۲، ۱۳ و ۱۵) و بر اساس مطالعات این محققان شناسایی این جلبک‌ها انجام شد.

البته بین گونه‌های این جنس، گونه‌های *H. charoides* و *H. valentiae* شباهت بسیار زیادی با هم دارند، به طوری که بیشتر محققان این دو گونه را به صورت کمپلکس در نظر گرفته‌اند ولی ما در این تحقیق بر مبنای سه صفت (وضوح محور اصلی، تعداد انشعابات جانبی و زاویه انشعابات) توانستیم این دو گونه را از هم تفکیک کنیم که جدایی این دو گونه با آنالیزهای مولکولی هم تأیید شد (این مقاله نیز در دست چاپ می‌باشد). ۱۸ صفت کمی و کیفی در این مطالعه استفاده شد. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نیز به منظور مشخص کردن متنوع‌ترین صفات بین گونه‌ها و واحدهای جمعیتی بررسی گردید. با این بررسی، ما صفات جداکننده گونه‌ها را شناسایی کرده و از آنها در تدوین کلید شناسایی برای گونه‌های این جنس استفاده کردیم. نتایج نشان داد که صفات اندازه و روش پیشروی انشعابات خزننده روی زیستگاه جزء صفات خوب و جداکننده گونه‌ها می‌باشند و می‌توانند در کلید شناسایی به‌کار برده شوند. یک صفت متمایزکننده مهم در شناسایی گونه‌ها، روش پیشروی انشعابات خزننده روی زیستگاه می‌باشد

بر اساس نمودار PCA biplot، صفات بافت، روش پیشروی انشعابات خزننده روی زیستگاه و محل قرار گرفتن ترانسپوراتر *H. pannosa* را از سایر گونه‌ها جدا می‌کند. همچنین گونه‌های *H. ecklonii* و *H. musciformis* توسط صفات انشعابات خاص، اندازه محور اصلی و انشعابات از هم جدا می‌شوند، زیرا *H. ecklonii* محور باریک‌تر و تعداد انشعابات با رأس قلابی شکل کمتر دارد. *H. valentiae* و *H. charoides* توسط وضوح محور اصلی، فراوانی انشعابات جانبی و زاویه انشعابات از هم جدا می‌شوند که در *H. valentiae* محور اصلی به وضوح قابل تشخیص است و دارای انشعابات ثانوی سوزنی شکل کمی است و انشعابات بیشتر به سمت بالا قرار می‌گیرند. در حالی که *H. charoides* جلبکی بدون محور اصلی واضح است و همه انشعابات توسط انشعابات ثانوی کوتاه متعدد با زاویه کم و بیش راست پوشیده می‌شود. *H. boergesenii* از سایر گونه‌ها توسط صفت تعداد لایه‌های پوست جدا می‌شود (شکل ۸). از این صفات و نتایج آنالیز PCA در تدوین کلید شناسایی استفاده شد.

بحث

برای اولین بار مطالعات ریخت‌شناسی، تشریح و تنوع ریختی جلبک قرمز هپینه‌آ در ایران انجام شده است. این جلبک تا به حال از بیشتر سواحل مختلف دریاهای گرم جهان گزارش شده است. انتشار جغرافیایی گونه در سواحل ایرانی خلیج فارس و دریای عمان بوده و به‌ویژه در فصل بهار قابل جمع‌آوری می‌باشد. البته این نکته قابل ذکر است که به‌دلیل تغییرات محیطی خاص در منطقه و از بین بردن رویشگاه‌های جلبکی توسط انسان و انجام ساخت‌وسازها در سواحل، این جلبک طی سال‌های اخیر به ندرت در سواحل خلیج فارس و دریای عمان قابل مشاهده است.

های این جنس بسیار مؤثر است. در این مطالعه از صفات جداکننده گونه‌ها نیز برای تدوین کلید شناسایی استفاده شد که به طور مفصل در قسمت نتایج توضیح داده شده است.

این نکته قابل ذکر است که با وجود سه سال جمع‌آوری طی فصول مختلف، هیچ جلبک جنسی از این مناطق جمع‌آوری نشده است که این شاید به دلیل تولیدمثل غیرجنسی این جلبک و شاید هم به دلیل کاهش چشم‌گیر زیتوده این جلبک طی سال‌های اخیر باشد که نیاز به مطالعات بیشتر در این زمینه وجود دارد.

که برای اولین بار (۱۸۵۲) Agard گونه‌های این جنس را بر اساس این صفت در سه بخش مختلف قرار داد که در مقدمه در مورد این سه بخش توضیح داده شده است. این صفت بارها توسط محققان مختلف در شناسایی و کلید شناسایی گونه‌های این جنس استفاده شده است. صفت اندازه نیز توسط محققان زیادی برای جدایی گونه‌های این جنس استفاده شده است. در گونه‌های جمع‌آوری شده گونه‌های *H. charoides* و *H. valentiae* اندازه بزرگ‌تر از ۵۰ سانتی‌متر دارند، در حالی که *H. pannosa* اندازه کوچک‌تر از ۵ سانتی‌متر و بقیه گونه‌ها اندازه بین ۵-۵۰ سانتی‌متر دارند. بنابراین این صفت نیز در جدا کردن گونه-

منابع

1. Abbot I A, 1995. Taxonomy of economic seaweeds. A Publication of the California Sea Grant Collage System, Vol: V, 254 p.
2. Abbot I A, Hollenberg G J, 1976. Marine algae of California. Stanford University Press, Stanford, California.
3. Agardh J G, 1852. Species genera et ordines algarum. Lundae publication, pp. 337-720.
4. Chiang Y M, 1973. Studies on the marine flora of southern Taiwan. Bulletin Japan Society of Phycology, 21:97-102.
5. Dawson EY, 1961. Marine red algae of Pacific Mexico. Part 4, Gigartinales, Pacific Naturalist, 2:191-343.
6. Geraldino P J L, Riosmena-Rodriguez, R, Lio LM, Boo S M, 2010. Phylogenetic relationships within the genus *Hypnea* (Rodophyta, Gigartinales), with a description of *H. caespitosa* sp. nov. Journal of phycology, 46: 3336-345.
7. Gharanjik B M, Rohani Ghadikolai K, 2009. Atlas of sea algae from Persian Gulf and Oman sea coasts. Fisheries Research Publication, pp. 120-128.
8. Hamer O, Harper D A T, Ryan P D, 2012. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. Paleontological Electronica, 4: 9.
9. Hewitt F E, 1960. A morphological study of three South African Gigartinales. University of California Publication, 32: 195-223.
10. Kylin H, 1956. Die Gattungen der Rhodophyceen. C. W. K. G leerups Forlag, Lund.
11. Masuda M, Yamagishi Y, Y M, Lewmanomont K, Xia B, 1997. Overview of *Hypnea* (Rodophyta, Hypneaceae). In Abbot, I. A. (Ed) Taxonomy of Economic Seaweed, Vol. 6. California Sea Grant College System, La Jolla, pp 127-133.
12. 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.
13. Mshigeni K E, 1978b. Taxonomic study on Hawaiian Hypneaceae with special reference to genus *Hypnea* Lamouroux (Rodophyta). Nova Hedwigia, 29: 859-894.
14. Millar A J K, 1990. Marine red algae of the Coffs Harbour region, Nothern New South Wales. Australian Systematic Botany, 3:293-593.
15. Schneider C W, Searles R B, 1976. North California marin algae. VII. New species of *Hypnea* and *Petroglossum* (Rhodophyta, Gigartinales) and additional records of other Rhodophyta. Phycologia, 15:51-60.
16. Tanaka T, 1941. The genus *Hypnea* from Japan. Scientific Papers of the Institute of Algolocial Research, Faculty of Science Hokkaido University, 2: 227-250.

17. Tazawa N, 1975. A study of the male reproductive organ of the Florideae from Japan and its vicinity. Scientific Papers of the Institute of Algological Research, Faculty of Science Hokkaido University, 6:95-179.
18. Womersley H B S, 1998. The Marine Benthic Flora of southern Australia, Rhodophyta. Part IIIC. State herbarium of South Australia, South Australia. 535 pp.

Morphology, anatomy and morphological diversity of *Hypnea* genus in the Persian Gulf

Sargazi F., Riahi H. and Sheidai M.

Biology Dept., Faculty of Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran., I.R. of Iran

Abstract

Hypnea is an red alga commercially cultivated in various parts of the world for the production of carrageenan. Different species of this genus are present in subtidal zone of worm water. The genus includes about 53 species worldwide that have been reported in approximately 9 species of algae from Iran. In Iran, species of this genus are growing on rocks, stones, shells or epiphytic on other algae. The present study considers assessment of morphology, anatomy and morphological diversity of this alga. In this study 19 populations of 7 species of this genus were investigated. Morphology, anatomy and morphological diversity of the algae were assessed using 18 different qualitative and quantitative characters. Principal component analysis (Ordination) was carried out for all populations. The results showed that the size and habit are important for separating of species. Due to diagnostic characters an identification key for collected different species was provided. This study carried on in Iran for the first time.

Key words: *Hypnea*, morphology, anatomy, morphological diversity, Principal component analysis