



مقایسه بافتی ساختار روپوش در دوکفه‌ای مرواریدساز *Pinctada radiata* و دوکفه‌ای خوراکی *Saccostrea cucullata*

فاطمه پرویزی^۱، احمد نوری^۲، محمد شریف رنجبر^{۳*}

تاریخ دریافت: تیر ۹۵

تاریخ پذیرش: مهر ۹۵

چکیده

بافت روپوش دوکفه‌ای‌ها در شکل‌گیری پوسته و مروارید نقش دارد. مطالعه حاضر به بررسی و مقایسه ساختار بافتی لبه روپوش در بین گونه‌های مرواریدساز *Pinctada radiata* و خوراکی *Saccostrea cucullata* پرداخته است. این مطالعه، اولین پژوهش در زمینه مقایسه بافتی روپوش در بین دوکفه‌ای‌های مرواریدساز و غیرمرواریدساز خلیج فارس است. برای مطالعه لبه روپوش، قسمت قدامی، خلفی و مرکز لبه روپوش هر کفه جدا شد و مقاطع بافتی تهیه شده از آن با روش هماتوکسیلین-انئوزین هریس رنگ‌آمیزی شد. نتایج نشان داد که لبه روپوش در هر دو گونه، از سه چین تشکیل شده است که هر یک از سه چین دارای شکل خاص و متفاوتی است. سلول‌های موجود در گونه مرواریدساز که شامل سلول‌های موکوسی، گرانول‌های قهوه‌ای، هموسیت و تارهای ماهیچه‌ای بود با گونه غیرمرواریدساز شباهت داشت اما از لحاظ نوع پراکنش در سطح چین‌ها با یکدیگر متفاوت بود. بر اساس این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که روپوش در بین گونه‌های مختلف دارای رنگ و ساختار ریخت‌شناسی متنوعی است.

واژگان کلیدی: دوکفه‌ای، بافت‌شناسی، ساختار روپوش، خلیج فارس.

۱- کارشناس ارشد تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.

۲- استادیار گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.

۳- استادیار گروه زیست‌دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.

* نویسنده مسئول: sharif.ranjbar@hormozgan.ac.ir

مقدمه

درونی، سفید رنگ است (حسین‌زاده صحافی و همکاران، ۱۳۷۹).

بدن نرم دوکفه‌ای‌ها درون دو کفه صدف جای دارد و توسط بافت مهمی به نام روپوش پوشیده شده است (تجلی‌پور، ۱۳۶۲؛ Fougrouse et al., 2002; Hickman et al., 2002). لبه روپوش بخش آزاد و قدامی روپوش است (Kapur and Gibson, 1967; Fougrouse et al., 2008) که ضخیم و رنگدانه‌دار بوده (Fougrouse et al., 2008)، از سه چین خارجی، میانی و داخلی تشکیل شده است (Hillman and Shuster, 1960; Dix, 1973; Richardson et al., 1981; Jabbour-Zahab et al., 1992; Fougrouse et al., 2008) و بین چین‌های خارجی و میانی شیار پریوستراکال (Periostracal) قرار گرفته است (Richardson et al., 1981; Checa, 2000; Fougrouse et al., 2008). هر یک از چین‌های لبه روپوش دارای ترشحات و وظایف مختلفی هستند (Fougrouse et al., 2008). نقش اصلی و عملکرد بنیادی روپوش، ترشح کلسیم‌کربنات برای تشکیل کفه‌های پوسته است (Hickman et al., 2002; Fougrouse et al., 2008) ولی در صدف‌های مرواریدساز علاوه بر تشکیل پوسته، در ترشح ماده نقیر

یکی از منابع دریایی مهم خلیج فارس، نرم‌تنان هستند (تجلی‌پور، ۱۳۶۲). خلیج فارس زیستگاه گونه‌های بسیاری از صدف‌های مرواریدساز و غیرمرواریدساز است (حسین‌زاده صحافی و همکاران، ۱۳۷۹). به منظور انجام این مطالعه، مهم‌ترین و ارزشمندترین دوکفه‌ای‌های موجود در خلیج فارس انتخاب شده است. صدف محار کوچک *Pinctada radiata* (Leach, 1814)، غالب‌ترین گونه صدف مرواریدساز اقتصادی در خلیج فارس به ویژه در سواحل ایرانی به شمار می‌رود (Carter, 2005). رنگ لایه بیرونی پوسته در این صدف، قهوه‌ای یا سبز مایل به زرد است و لایه درونی آن جلای مرواریدی دارد و براق و زرد رنگ است (تجلی‌پور، ۱۳۶۲؛ حسین‌زاده صحافی و همکاران، ۱۳۷۹).

اویستر خوراکی صخره‌ای *Saccostrea cucullata* (Born, 1778) نیز غالب‌ترین و با ارزش‌ترین گونه صدف خوراکی در بسترهای صخره‌ای سواحل و جزایر استان هرمزگان بوده، از پراکنش وسیعی در سطح آب‌های ساحلی خلیج فارس برخوردار است (رضایی مارنانی و همکاران، ۱۳۷۴). لایه بیرونی پوسته صدف، سفیدرنگ با لکه‌های قهوه‌ای و لایه‌ی

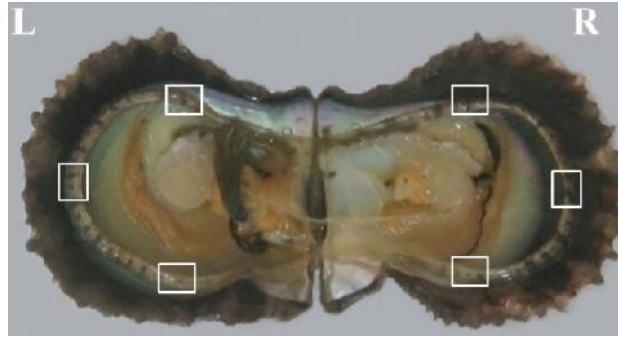
مرواریدساز و غیر مرواریدساز وجود داشته باشد. امید است با انجام این مطالعه و مقایسه بافت روپوش گونه‌های مورد نظر بتوان شناخت دقیقی از بافت روپوش گونه‌های مرواریدساز و غیرمرواریدساز خلیج فارس را فراهم کرد.

مواد و روش‌ها

به منظور انجام این مطالعه، ۵ عدد صدف از گونه *Pinctada radiata* (۱۲۰-۶۰ میلی‌متر) از عمق ۳-۶ متر و ۵ عدد از گونه *Saccostrea cucullata* (۷۰-۵۰ میلی‌متر) از عمق ۱-۳ متر به وسیله غواصی اسکوبا از یک ایستگاه نمونه‌برداری در شرق جزیره قشم (56°16'53.55 E و 26°55'34.81 N) جمع‌آوری شدند. قابل ذکر است که صدف‌های مورد نظر از روی سنگ‌های موج‌شکن اسکله صیادی جمع‌آوری شدند (هر دو گونه همزیست مرجان‌های جزیره قشم، لارک و هنگام نیز هستند). پس از زیست‌سنجی اولیه صدف‌ها، لبه بافت روپوش جداسازی شد و نمونه‌های موجود، جهت تثبیت برای انجام سنجش‌های بافتی، در محلول بوئن (Gabe, 1968) به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند. سپس، برش‌های عرضی از قسمت کناره‌های قدامی، خلفی و مرکز لبه روپوش از سطح هر کفه تهیه شد (شکل ۱).

(Nacre) که باعث تشکیل مروارید می‌شود نیز نقش دارد (Dix, 1972; Jabbour-Zahab et al., 1992; Garcia-Gasca et al., 1994; Taylor and Strack, 2008). پوسته و مروارید از یک لایه آلی بیرونی به نام پریوستراکوم (Periostracum) و دو لایه معدنی داخلی به نام پریسماتیک (Prismatic) و نقیر تشکیل شده است که هر سه لایه توسط مناطق مختلف روپوش ترشح می‌شوند (Fougerouse et al., 2008).

این مطالعه به منظور شناخت ساختار لبه روپوش و مقایسه این بافت بین گونه‌های مرواریدساز و غیرمرواریدساز انجام شده است. با وجود اهمیت غیرقابل انکار بافت روپوش در شکل‌گیری پوسته و مروارید، هیچ‌گونه مطالعه‌ای در زمینه بافت‌شناسی روپوش دوکفه‌ای‌های خلیج فارس در کشور صورت نگرفته است، از این رو، مطالعه‌ای بنیادی که بتواند تفاوت ساختاری بافت روپوش را در بین صدف‌های مرواریدساز و غیر مرواریدساز خلیج فارس نشان دهد، ضروری است. با توجه به این که گونه خوراکی مذکور، تولید مروارید ندارد در حالی که روپوش نقش اساسی در شکل‌گیری مروارید ایفا می‌کند، پس انتظار می‌رود که تفاوت‌هایی در روپوش گونه‌های



شکل ۱: برش‌های تهیه شده از لبه روپوش. L: کفه چپ؛ R: کفه راست.

رنگدانه‌های تولیدی را توسط روپوش در گونه‌های مختلف نشان می‌دهد. پس از انجام بررسی‌ها بر اساس نتایج به دست آمده در این مطالعه، مشخص شد که از نظر بافت‌شناسی، هر سه برش لبه روپوش هر کفه در هر دو گونه و همچنین، برش‌های کفه راست و چپ دارای ساختار مشابهی بودند و تفاوت‌های ظاهری بسیار جزئی از نظر اندازه چین‌ها در بعضی مناطق دیده شد. لبه روپوش از سه چین خارجی، میانی و داخلی تشکیل شده بود که در ادامه، نتایج مربوط به هر کدام از این چین‌ها به تفکیک گونه‌ها تشریح شده است.

Pinctada radiata

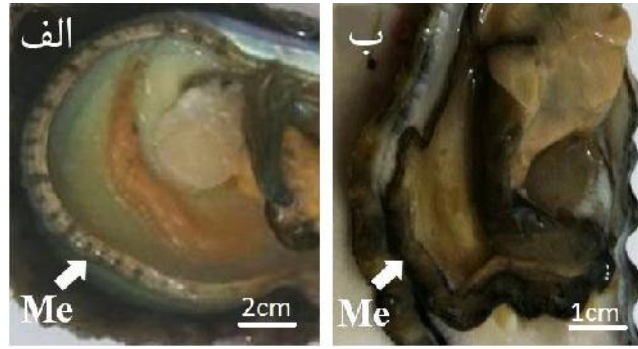
چین خارجی

چین خارجی مخروطی شکل بوده، اپی‌تلیوم در هر دو سمت کشیده و بلند است (شکل‌های ۳- الف، ب و پ).

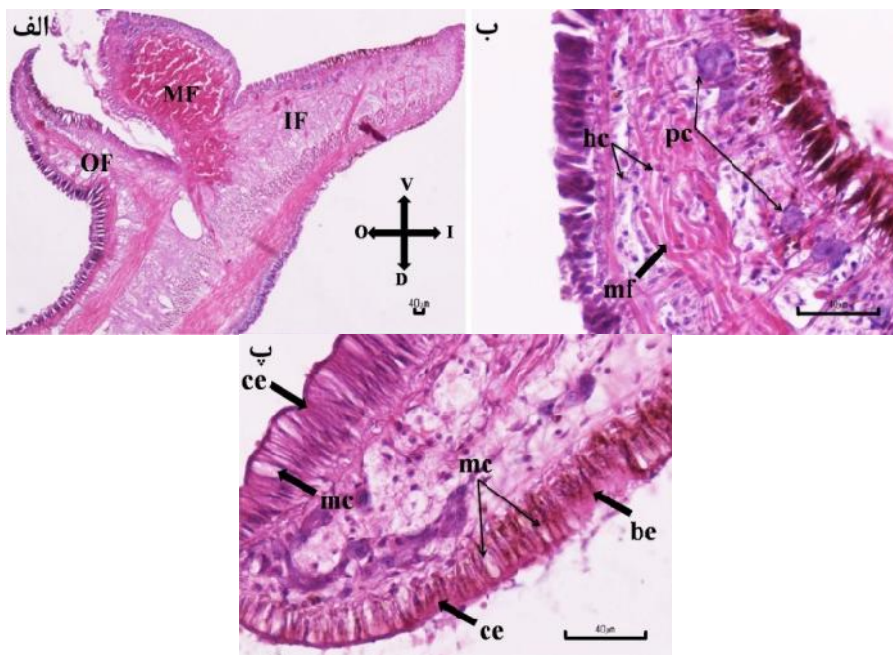
برای انجام پاساژ بافت در دستگاه اتوتکنیکون (Did Sabz Co. DS 2080/H، ایران) قرار گرفتند. پس از تعیین سطح برش، قالب‌گیری و تهیه بلوک پارافینی صورت گرفت و برش‌هایی به ضخامت ۵ میکرون از مقاطع بافتی تهیه شد. رنگ‌آمیزی مقاطع بافتی با روش رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین-ائوزین هریس انجام شد (Howard and Smith, 1983). نمونه بافت‌ها به وسیله میکروسکوپ نوری (Nikon ECLIPSE 80i، ژاپن) با بزرگنمایی‌های مختلف ۴۰، ۱۰۰ و ۴۰۰ مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت.

نتایج

مشاهدات ماکروسکوپی نشان می‌دهد که رنگ لبه روپوش در هر یک از دو گونه مورد مطالعه متفاوت است (شکل ۲) که تنوع



شکل ۲: لبه روپوش در دو گونه مورد مطالعه. الف) *Pinctada radiata* (ب) *Saccostrea cucullata* Me: لبه روپوش



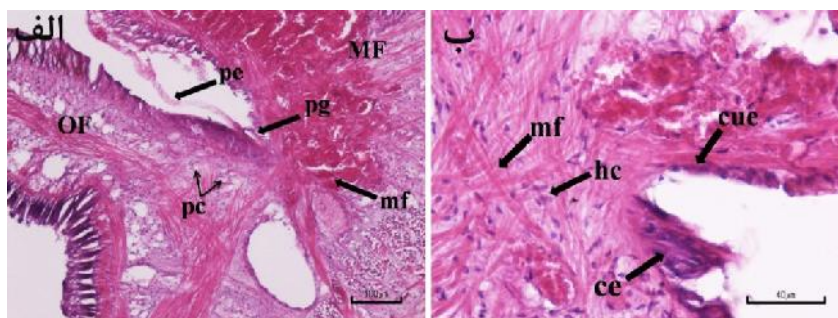
شکل ۳: لبه روپوش *Pinctada radiata* الف) سه چین لبه روپوش (OF: چین خارجی، MF: چین میانی، IF: چین داخلی، I: سمت داخلی، O: سمت بیرونی، V: سمت شکمی، D: سمت پشتی). ب) چین خارجی (hc: هموسیت، mf: تارهای ماهیچه‌ای، pc: سلول بزرگ بنفش رنگ). پ) نوک چین خارجی (mc: سلول موکوسی، ce: اپی تلیوم ستونی، be: اپی تلیوم قهوه‌ای).

۳- ب و پ).

شیار پریوستراکال

در این گونه، شیار به شکل یک نیم‌دایره بدون برجستگی است و پریوستراکوم ترشح شده توسط این شیار، به صورت یک نوار صورتی رنگ در بین دو چین خارجی و میانی قابل مشاهده است (شکل ۴- الف). اپی‌تلیوم چین خارجی که قسمت شیار را می‌پوشاند، از سلول‌های ستونی بلند تشکیل شده است و اپی‌تلیوم چین میانی که سمت دیگر شیار را می‌پوشاند، مکعبی است (شکل ۴- ب). در سطح زیرین اپی‌تلیوم این منطقه، تارهای ماهیچه‌ای به صورت متراکم قرار گرفته‌اند و هموسیت نیز مشاهده می‌شود (شکل‌های ۴- الف و ب).

در اپی‌تلیوم هر دو سمت چین خارجی، سلول موکوسی مشاهده شد (شکل ۳- ب). منطقه زیرین اپی‌تلیوم در این چین شامل بافت پیوندی، فیبرهای ماهیچه‌ای و هموسیت است که در این منطقه، هموسیت به صورت پراکنده قرار گرفته است (شکل ۳- ب). در این چین، هر دو سمت بیرونی و داخلی را اپی‌تلیوم ستونی پوشانده است (شکل ۳- پ). در منطقه زیرین اپی‌تلیوم سمت داخلی چین خارجی، از نوک چین تا وسط این منطقه، سلول‌های بزرگ بنفش رنگ بسیار متراکمی قابل مشاهده هستند (شکل ۳- ب) و همچنین، اپی‌تلیوم این قسمت را پوششی قهوه‌ای رنگ، ناشی از تجمع گرانول‌های قهوه‌ای تیره مایل به سیاه، پوشانده است که ممکن است ملانین باشد (شکل‌های

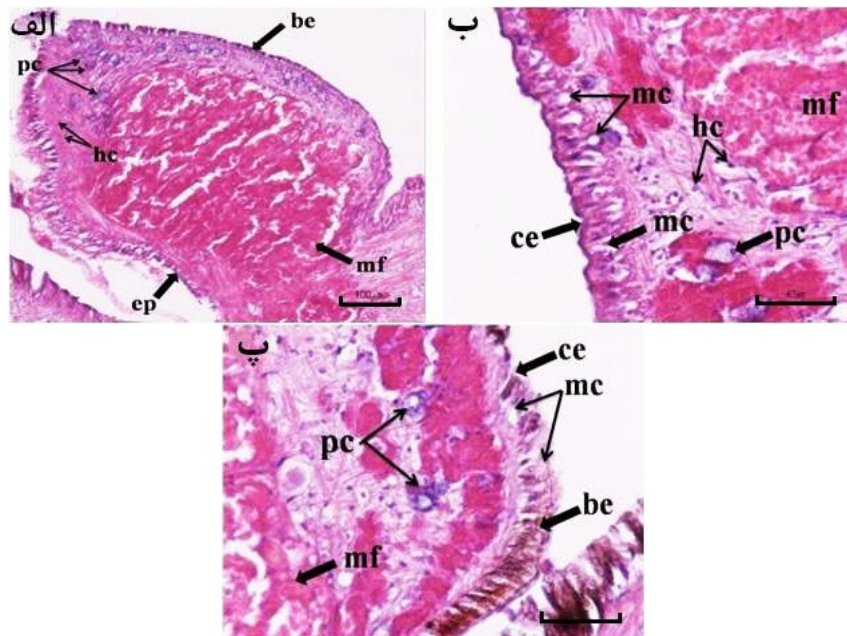


شکل ۴: الف و ب) شیار پریوستراکال لبه روپوش *Pinctada radiata*: hc: هموسیت، mf: تارهای ماهیچه‌ای، pg: شیار پریوستراکال، pe: پریوستراکوم، ce: اپی‌تلیوم ستونی، cue: اپی‌تلیوم مکعبی، pc: سلول بزرگ بنفش رنگ، OF: چین خارجی، MF: چین میانی.

چین میانی

زیرین اپی تلیوم این چین را یک توده بزرگ از تارهای ماهیچه‌ای منشعب دربرگرفته است که تمرکز بیشتری در سمت بیرونی چین میانی دارند (شکل ۵-الف). در قسمت فوقانی این توده ماهیچه‌ای، تقریباً در نوک چین و در سمت داخلی چین، تمرکز زیادی از سلول‌های بزرگ بنفش رنگ دیده می‌شود (شکل‌های ۵-الف، ب و پ). اپی تلیوم سمت داخلی این چین را پوشش قهوه‌ای رنگ می‌پوشاند (شکل‌های ۵-الف و ب).

چین میانی پهن‌تر از چین خارجی است (شکل ۳-الف). سمت بیرونی چین میانی را ابتدا اپی تلیوم مکعبی و سپس ستونی می‌پوشاند (شکل‌های ۴-ب و ۵-الف و ب). در سمت داخلی چین میانی، به طور کامل اپی تلیوم ستونی وجود دارد (شکل ۵-پ). اپی تلیوم سمت بیرونی چین، بلندتر از سمت داخلی آن است (شکل ۵-الف). در اپی تلیوم چین میانی، سلول موکوسی مشاهده می‌شود (شکل‌های ۵-ب و پ). قسمت عمده منطقه



شکل ۵: چین میانی لبه روپوش *Pinctada radiata* (الف) دو سمت چین میانی (ep: اپی تلیوم، hc: هموسیت، mf: تارهای ماهیچه‌ای، be: اپی تلیوم قهوه‌ای، pc: سلول بزرگ بنفش رنگ). (ب) سمت بیرونی

چین میانی (mc): سلول موكوسى، pc: سلول بزرگ بنفش رنگ، ce: اپی تلیوم ستونی، hc: هموسیت، mf: تارهای ماهیچه‌ای). (پ) سمت داخلی چین میانی (mc): سلول موكوسى، pc: سلول بزرگ بنفش رنگ، ce: اپی تلیوم ستونی، mf: تارهای ماهیچه‌ای، be: اپی تلیوم قهوه‌ای).

چین داخلی

چین‌ها بوده، نوک چین در جهت مخالف نوک دو چین خارجی و میانی و در جهت بخش داخلی کفه متمایل شده است (شکل ۳- الف). سلول‌های بنفش رنگ، در هر دو سمت چین داخلی وجود دارد. در پایه سمت بیرونی چین داخلی و نوک چین، تمرکز بیشتری از این سلول‌های بنفش رنگ قابل مشاهده است (شکل‌های ۶- الف و ب).

Saccostrea cucullata

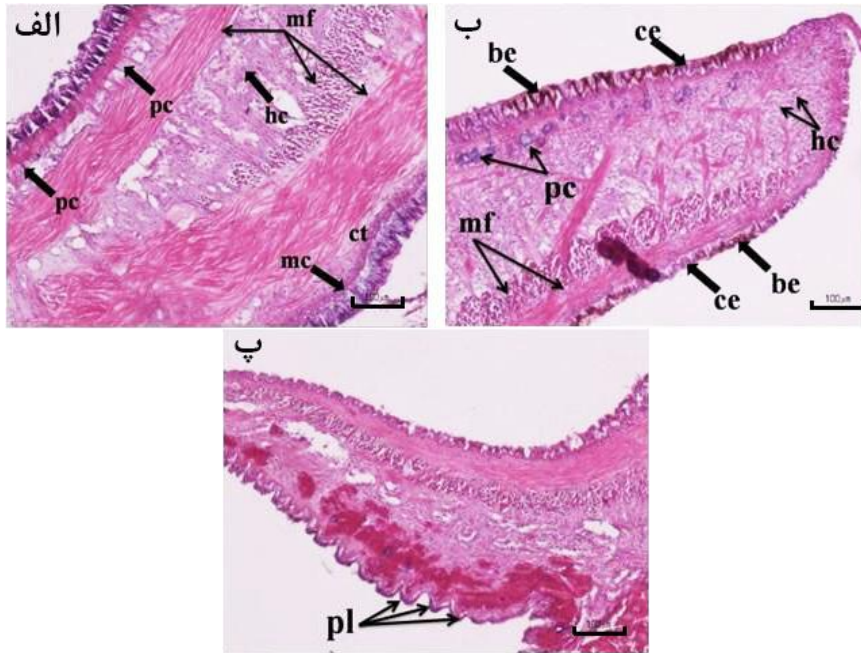
چین خارجی

چین خارجی در این گونه، از دو چین دیگر بلندتر و کشیده‌تر بوده و جهت نوک چین به سمت بخش بیرونی کفه است (شکل ۷- الف). دو سمت چین خارجی را اپی تلیوم ستونی پوشانده است (شکل‌های ۳- ب و پ). در پایه هر دو سمت چین، اپی تلیوم چین‌دار مشاهده می‌شود که به صورت فشرده و پشت سر هم قرار گرفته‌اند (شکل ۷- الف). در هر دو سمت بیرونی و داخلی چین، رشته‌های ماهیچه‌ای، هموسیت و سلول موكوسى مشاهده شد و تراکم هموسیت‌ها در نوک چین بیشتر است

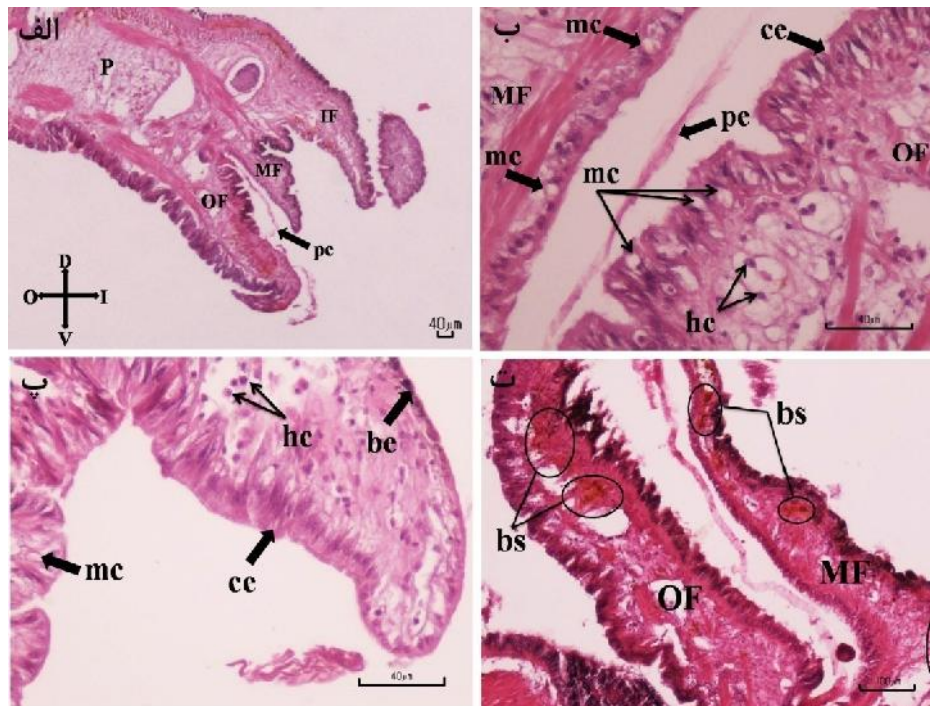
سمت بیرونی چین داخلی از اپی تلیوم چین‌دار (پلیسه) تشکیل شده است که این چین‌ها به طور نامنظم قرار گرفته‌اند و در نزدیک نوک چین، کوچک می‌شوند (شکل‌های ۶- الف، ب و پ) و دارای یک اپی تلیوم ستونی حاوی گرانول‌های قهوه‌ای رنگ داخل سلولی هستند. سمت داخلی چین داخلی از اپی تلیوم ستونی تشکیل شده است (شکل ۶- ب). در سمت داخلی این چین، دسته تارهای ماهیچه‌ای طولی و عرضی به صورت متراکم قرار گرفته‌اند و در این منطقه، تراکم دسته تارهای ماهیچه‌ای بیشتر از سمت بیرونی چین بوده (شکل‌های ۶- الف و ب). سمت بیرونی چین داخلی، دارای اپی تلیوم چین‌دار فراوان‌تری نسبت به سمت داخلی آن است (شکل ۶- پ). در اپی تلیوم هر دو سمت، سلول‌های موكوسى و گرانول‌های قهوه‌ای مشاهده می‌شود (شکل‌های ۶- الف و ب). تمرکز سلول‌های موكوسى در پایه چین داخلی نسبت به نوک چین بیشتر است (شکل ۶- الف). چین داخلی بلندتر و بزرگ‌تر از سایر

خارجی، لکه‌هایی به رنگ قهوه‌ای روشن قابل مشاهده است که به طور پراکنده در این منطقه قرار گرفته‌اند (شکل‌های ۷- الف و ت). قابل ذکر است که سلول‌های بزرگ بنفش رنگ در این چین مشاهده نشد.

(شکل‌های ۷- ب و پ). اپی‌تلیوم سمت بیرونی نسبت به سمت داخلی بلندتر است (شکل‌های ۷- الف، ب و پ). در بخش بالایی سمت داخلی چین، پوششی قهوه‌ای رنگ، اپی‌تلیوم را دربرگرفته است (شکل‌های ۷- الف و پ). علاوه بر این، در منطقه زیرین اپی‌تلیوم چین



شکل ۶: چین داخلی لبه روپوش *Pinctada radiata*. الف) دو سمت چین داخلی (ct: بافت پیوندی، mc: سلول موکوسی، hc: هموسیت، mf: تارهای ماهیچه‌ای، pc: سلول بزرگ بنفش رنگ). ب) نوک چین داخلی (ce: اپی‌تلیوم ستونی، hc: هموسیت، mf: تارهای ماهیچه‌ای، be: اپی‌تلیوم قهوه‌ای، pc: سلول بزرگ بنفش رنگ). پ) دو سمت چین داخلی (pl: پلیسه).

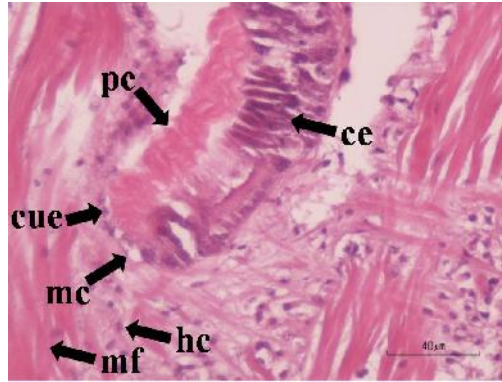


شکل ۷: چین خارجی لبه روپوش *Saccostrea cucullata*. الف) سه چین لبه روپوش (OF: چین خارجی، MF: چین میانی، IF: چین داخلی، P: منطقه پالیال، I: سمت داخلی، O: سمت بیرونی، V: سمت شکمی، D: سمت پشتی، pe: پریوستراکوم). ب) سمت داخلی چین خارجی و سمت بیرونی چین میانی (mc: سلول موکوسی، hc: هموسیت، ce: اپی تلیوم ستونی، pe: پریوستراکوم، OF: چین خارجی، MF: چین میانی). پ) نوک چین خارجی (mc: سلول موکوسی، ce: اپی تلیوم ستونی، hc: هموسیت، bc: اپی تلیوم قهوه‌ای). ت) چین خارجی و میانی (OF: چین خارجی، MF: چین میانی، bs: لکه‌های قهوه‌ای رنگ).

شیار پریوستراکال

(شکل‌های ۷-الف و ب و ۸). اپی تلیوم چین خارجی که قسمت شیار را می‌پوشاند، از سلول‌های ستونی بلند تشکیل شده است و اپی تلیوم چین میانی که سمت دیگر شیار را می‌پوشاند، مکعبی است (شکل ۸).

بعد از اپی تلیوم چین دار موجود در سمت داخلی چین خارجی، شیار پریوستراکال قرار دارد (شکل ۷-الف). در شیار پریوستراکال، از سمت داخلی چین خارجی به سمت بیرونی چین میانی، ارتفاع اپی تلیوم کاهش می‌یابد



شکل ۸: شیار پریوستراکال لبه روپوش *Saccostrea cucullata*. mc: سلول موکوسی؛ hc: هموسیت؛ mf: تارهای ماهیچه‌ای؛ pe: پریوستراکوم؛ ce: اپی تلیوم ستونی؛ cue: اپی تلیوم مکعبی.

اپی تلیوم دارای چین خوردگی‌های بزرگی می‌شود (شکل‌های ۹- الف، ب و پ). در منطقه زیرین اپی تلیوم چین میانی، تارهای ماهیچه‌ای، سلول‌های بنفش رنگ و هموسیت وجود دارد (شکل‌های ۹- الف و ب). قسمت عمده این چین را دسته تارهای ماهیچه‌ای می‌پوشاند. تارهای ماهیچه‌ای در سمت بیرونی این چین به طور متراکم قرار گرفته‌اند (شکل ۹- الف). در اپی تلیوم هر دو سمت بیرونی و داخلی این چین، سلول‌های موکوسی وجود دارد (شکل‌های ۹- الف، ب و پ). همچنین، هموسیت به طور پراکنده در چین قرار گرفته است (شکل‌های ۹- الف و ب). اپی تلیوم سمت داخلی را پوشش قهوه‌ای رنگ دربر گرفته است (شکل‌های ۹- الف، ب و پ).

در گونه *S. cucullata* نیز همانند گونه مرواریدساز مذکور، پریوستراکوم به صورت یک نوار صورتی رنگ مشاهده می‌شود (شکل‌های ۷- الف و ب و ۸).

چین میانی

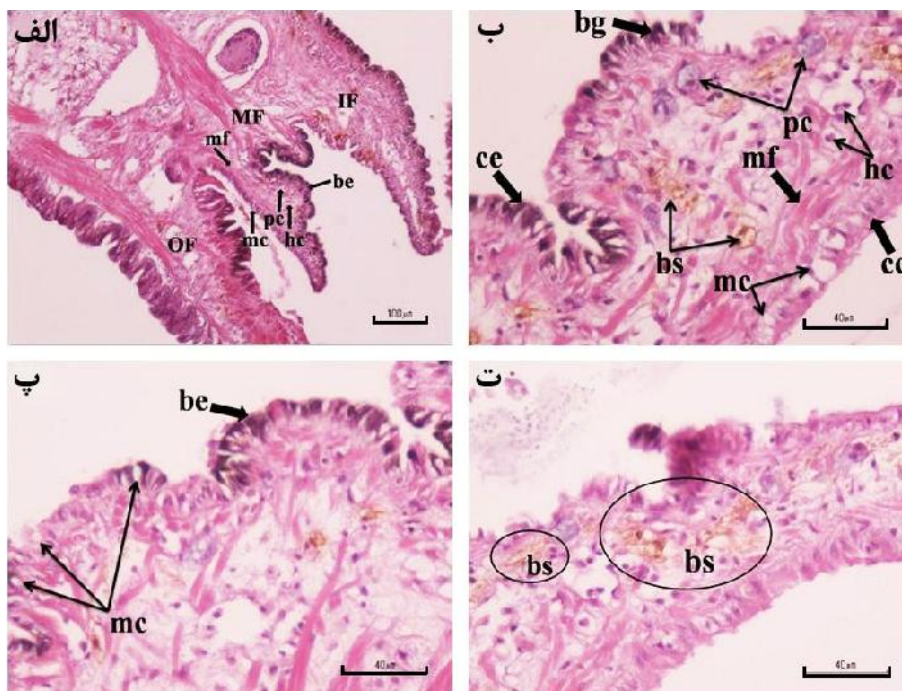
چین میانی کوچک‌تر از چین خارجی است. نوک چین گرد بوده، به سمت چین خارجی متمایل شده است (شکل‌های ۷- الف و ۹- الف). سمت بیرونی چین میانی را اپی تلیوم مسطح و ساده می‌پوشاند (شکل ۹- الف). این منطقه ابتدا دارای اپی تلیوم مکعبی است (شکل ۸) و سپس به اپی تلیوم ستونی تبدیل می‌شود (شکل‌های ۹- الف و ب). سمت داخلی این چین را کاملاً اپی تلیوم ستونی می‌پوشاند و تقریباً از بخش میانی این منطقه به سمت چین داخلی،

مروریدساز مذکور، چین داخلی بزرگ‌ترین چین نیست. اندازه این چین از چین خارجی کوچک‌تر است (شکل ۹- الف). در هر دو سمت چین داخلی اپی‌تلیوم ستونی وجود دارد (شکل‌های ۱۰- الف، ب، پ و ت) و پوشش قهوه‌ای رنگ، آن را پوشانده است (شکل ۱۰- الف).

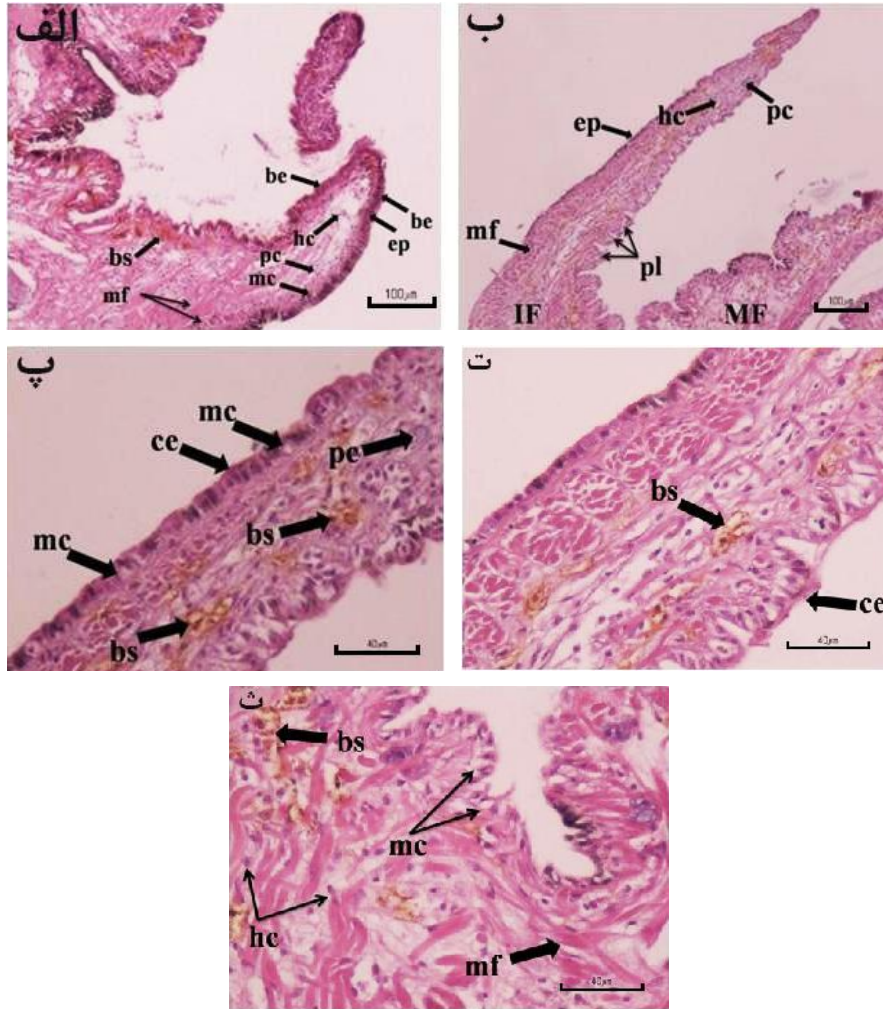
در منطقه زیرین اپی‌تلیوم چین میانی، لکه‌هایی به رنگ قهوه‌ای روشن قابل مشاهده است که در سمت داخلی چین میانی تمرکز بیشتری دارند (شکل‌های ۹- ب و ت).

چین داخلی

در گونه *S. cucullata* بر عکس گونه



شکل ۹: چین میانی لبه روپوش *Saccostrea cucullata*. الف) چین میانی (OF: چین خارجی، MF: چین میانی، IF: چین داخلی، hc: هموسیت، mf: تارهای ماهیچه‌ای، be: اپی‌تلیوم قهوه‌ای، mc: سلول موکوسی، سلول بزرگ بنفش رنگ). ب) دو سمت چین میانی (mc: سلول موکوسی، ce: اپی‌تلیوم ستونی، hc: هموسیت، mf: تارهای ماهیچه‌ای، pc: سلول بزرگ بنفش رنگ، bg: گرانول‌های قهوه‌ای، bs: لکه‌های قهوه‌ای رنگ). پ) سمت داخلی چین میانی (mc: سلول موکوسی، be: اپی‌تلیوم قهوه‌ای). ت) دو سمت چین میانی (bs: لکه‌های قهوه‌ای رنگ).



شکل ۱: چین داخلی لبه روپوش *Saccostrea cucullata*. الف) دو سمت چین داخلی (ep: اپی تلیوم، hc: هموسیت، mf: تارهای ماهیچه‌ای، pc: سلول بزرگ بنفش رنگ، mc: سلول موکوسی، be: اپی تلیوم قهوه-ای، bs: لکه‌های قهوه‌ای رنگ). ب) چین داخلی (mf: تارهای ماهیچه‌ای، ep: اپی تلیوم، hc: هموسیت، pl: پلیسه، pc: سلول بزرگ بنفش رنگ، MF: چین میانی، IF: چین داخلی). پ) دو سمت چین داخلی (ce: اپی تلیوم ستونی، bs: لکه‌های قهوه‌ای رنگ، mc: سلول موکوسی، pc: سلول بزرگ بنفش رنگ). ت) دو سمت چین داخلی (ce: اپی تلیوم ستونی، bs: لکه‌های قهوه‌ای رنگ). ث) پایه سمت بیرونی چین داخلی (mc: سلول موکوسی، mf: تارهای ماهیچه‌ای، hc: هموسیت، bs: لکه‌های قهوه‌ای رنگ).

پراکنش در سطح چین‌ها با یکدیگر تفاوت دارند. در گونه خوراکی صخره‌ای، شکل هر سه چین نامنظم و بسیار باریک بوده، چین خارجی بلندتر از دو چین دیگر است، اما در گونه مرواریدساز مورد بررسی، چین داخلی از دو چین دیگر بلندتر است. در گونه خوراکی صخره‌ای لکه‌هایی به رنگ قهوه‌ای روشن در منطقه زیرین اپی‌تلیوم هر سه چین مشاهده شد که در لبه روپوش گونه مرواریدساز موجود در این مطالعه مشاهده نشد.

در دو سمت چین خارجی گونه *S. cucullata* اپی‌تلیوم چین‌دار وجود دارد که در چین خارجی گونه مرواریدساز *P. radiata* مشاهده نشد (شکل‌های ۳- الف و ۷- الف و ب). سلول‌های بزرگ بنفش رنگی که در چین خارجی گونه مرواریدساز وجود داشت، در چین خارجی گونه *S. cucullata* مشاهده نشد (شکل‌های ۳- ب و ۷- الف و ب) این سلول‌های بنفش رنگ به دلیل شباهت ظاهری، ممکن است سلول‌های موکوسی باشند. اما به طور قطعی نمی‌توان این سلول‌ها را سلول‌های موکوسی نامید و باید با انجام روش‌های مختلف رنگ‌آمیزی تخصصی به ماهیت این سلول‌ها پی برد.

همچنین، در چین داخلی اپی‌تلیوم چین‌دار وجود دارد که این چین‌ها کوچک هستند (شکل ۱۰- ب). در هر دو سمت چین داخلی سلول موکوسی، تارهای ماهیچه‌ای و هموسیت وجود دارد (شکل‌های ۱۰- الف، ب، پ و ت). در سمت داخلی چین، دسته تارهای ماهیچه‌ای طولی و عرضی مشاهده می‌شود و در این منطقه، تراکم دسته تارهای ماهیچه‌ای بیشتر از سمت بیرونی چین است (شکل‌های ۱۰- الف و ب). در منطقه زیرین اپی‌تلیوم این چین، سلول‌های بزرگ بنفش رنگ وجود دارد (شکل‌های ۱۰- الف، ب و پ). همچنین، لکه‌های قهوه‌ای روشن نیز در این منطقه دیده می‌شود که در سمت بیرونی این چین تمرکز بیشتری دارند (شکل‌های ۳- الف، پ، ت و ث).

بحث

بین گونه مرواریدساز *Pinctada radiata* و گونه خوراکی *Saccostrea cucullata* موجود در این مطالعه، تفاوت‌های قابل توجهی وجود دارد. در هر گونه، هر یک از سه چین لبه روپوش، به ویژه چین میانی دارای شکل خاص و متفاوتی است. قابل ذکر است که سلول‌های موجود در گونه مرواریدساز با گونه غیرمرواریدساز مشابه هستند اما از لحاظ نوع

دو گونه، اپی‌تلیوم سمت بیرونی و داخلی چین داخلی و همچنین، سمت داخلی چین میانی را پوششی قهوه‌ای رنگ پوشانده است (شکل‌های ۵- پ، ۶- ب، ۹- الف و ب و ۱۰- الف). به علاوه، در هر دو گونه، تراکم بیشتری از سلول‌های بزرگ بنفش رنگ در سمت داخلی چین میانی مشاهده می‌شود (شکل‌های ۵- الف و پ و ۹- الف و ب).

با توجه به مطالعات مختلفی که در زمینه بافت‌شناسی روپوش دوکفه‌ای‌ها انجام شده است (Beedham, 1958; Hillman and Shuster, 1960; Dix, 1973; Richardson et al., 1981; Jabbour-Zahab et al., 1992; Velayudhan et al., 1994; McElwain and Bullard, 2014)، تفاوت‌هایی در روپوش گونه‌های مختلف وجود دارد.

در گونه‌های موجود در این مطالعه، تفاوت ریختی در شکل لبه روپوش مشاهده شد. ریخت‌شناسی و ساختار لبه روپوش به طور بالقوه ممکن است به شکل، رنگ، اندازه و ضخامت پوسته مرتبط باشد. McElwain و Bullard (۲۰۱۴) بیان کردند که با توجه به مطالعات بافت‌شناسی که بر روی لوب‌های روپوش دوکفه‌ای‌ها صورت گرفته است (Morton, 1987; Morrison, 1993; Eble,)

تمایل چین خارجی در هر دو گونه، به سمت بخش بیرونی کفه بوده، ارتفاع اپی‌تلیوم در سمت بیرونی چین خارجی بلندتر از سمت داخلی آن است (شکل‌های ۳- الف و ۷- الف). اپی‌تلیوم قهوه‌ای رنگ موجود در سمت داخلی چین خارجی در هر دو گونه مشاهده شد (شکل‌های ۳- پ و ۷- پ). همچنین، اپی‌تلیوم پوشاننده شیار پریوستراکال در هر دو گونه، با یکدیگر مشابهت دارد و در سمت چین خارجی کشیده‌تر است (شکل‌های ۴- الف و ب و ۸).

شکل چین میانی در هر دو گونه متفاوت است (شکل‌های ۳- الف و ۷- الف). در *P. radiata* قسمت عمده چین میانی را دسته تارهای ماهیچه‌ای پوشانده و در *S. cucullata* تقریباً فقط یک سمت چین را تارهای ماهیچه‌ای دربرگرفته است (شکل‌های ۵- الف و ۹- الف). نوع اپی‌تلیوم پوشاننده سمت بیرونی چین میانی در هر دو گونه با یکدیگر هم‌خوانی دارد (شکل‌های ۴- الف، ب و پ، ۵- الف و ب، ۸ و ۹- الف و ب). در گونه *S. cucullata* از سمت داخلی چین میانی به سمت چین داخلی، چین‌خوردگی‌های بزرگی وجود دارد، در حالی‌که در گونه *P. radiata* این منطقه را اپی‌تلیوم ساده دربرگرفته است (شکل‌های ۵- الف و ۹- الف، ب و پ). در هر

بخش بیرونی روپوش بیشترین نقش را در شکل‌گیری پوسته ایفا می‌کنند (Lowenstam and Weiner, 1989). سلول‌های موکوسی ممکن است در روان‌سازی روپوش و کلسیم‌دار شدن پوسته نقش داشته باشند (Bevelander and Benzer, 1948; Beedham, 1958; Kapur and Gibson, 1968; Bubel, 1973). در شیار پریوستراکال نیز سلول‌های موکوسی وجود دارد. بنابراین، ممکن است سلول‌های موکوسی در اتصال ذرات سازنده نوار پریوستراکوم و لایه‌های دیگر پوسته نقش موثری داشته باشند.

طبق مطالعات Bullard و McElwain (۲۰۱۴)، در گونه *V. nebulosa* در بعضی از نقاط مختلف لبه روپوش خلفی، دانه‌های ریز قهوه‌ای یا سیاه رنگ وجود دارد که احتمالاً ملانین باشد (McElwain and Bullard, 2014). در مطالعه حاضر، در هر دو گونه در بخش بالایی اپی‌تلیوم سمت داخلی چین خارجی، سمت داخلی چین میانی و دو سمت داخلی و بیرونی چین داخلی، این پوشش قهوه‌ای رنگ وجود داشت.

در لبه روپوش هموسیت نیز وجود دارد. هموسیت‌ها به طور پراکنده در هر سه چین لبه روپوش قرار گرفته‌اند. با توجه به نتایج مطالعه

(2001; Colville and Lim, 2003)، تنوع قابل ملاحظه‌ای در شکل روپوش، شمار پلیسه‌ها و اندازه پلیسه‌ها وجود دارد (McElwain and Bullard, 2014).

لبه روپوش غنی از ساختمان ماهیچه‌ای است و تارهای ماهیچه‌ای در نقاط مختلف چین‌ها گسترش یافته‌اند. حضور تارهای ماهیچه‌ای در چین‌ها قابلیت انقباض را نشان می‌دهد (Ojima, 1952). انقباض ماهیچه‌ای ممکن است در شکل‌گیری پریوستراکوم تاثیر داشته باشد. حرکات انبساط و انقباض لبه روپوش ممکن است در شکل‌گیری پریوستراکوم به صورت نوارهای پوسته نقش داشته باشد (Checa, 2002). با توجه به این که تراکم و تمایل دسته تارهای ماهیچه‌ای در چین خارجی و میانی در سمت بیرونی چین بیشتر است، ممکن است انقباض و انبساط این ماهیچه‌ها در شکل‌گیری و مسیر شکل‌گیری پریوستراکوم تاثیر داشته باشد.

سلول‌های موکوسی تقریباً در اکثر مناطق لبه روپوش قرار دارد که این مطلب توسط Bevelander و Benzer (۱۹۴۸) نیز تایید شده است. در سطح اپی‌تلیوم بیرونی روپوش که در مجاورت پوسته قرار می‌گیرد، سلول موکوسی مشاهده می‌شود. سلول‌های اپی‌تلیالی

دارای تفاوت‌هایی است، به طوری که تنوع قابل توجهی در ریخت‌شناسی و ساختار هر سه چین لبه روپوش در بین گونه‌های مختلف وجود دارد. تفاوت در ساختار و ارتفاع اپی‌تلیوم مناطق مختلف لبه روپوش نشان می‌دهد که هر منطقه از چین‌ها دارای نقش و ترشحات ویژه‌ای است. از آنجایی که ریخت‌شناسی روپوش در گونه‌های مختلف متفاوت است و روپوش نقش اساسی در شکل‌گیری پوسته و خصوصیات آن دارد، می‌توان نتیجه گرفت که هر گونه دارای پوسته متفاوتی از نظر شکل، رنگ، اندازه و ضخامت است. قابل ذکر است که این بافت مهم به بررسی‌های بیشتری نیاز دارد، به ویژه این که مطالعه‌ای بر روی گونه‌های بومی خلیج فارس انجام نشده است.

تشکر و قدردانی

این پژوهش توسط UNDP-GEF/SGP حمایت شد. مراتب تشکر و قدردانی از جناب آقای دکتر محمد جواد شکرخوار و جناب آقای دکتر حمیدرضا اسماعیلی که در انجام بخش عملی این پژوهش، کمک شایانی فرموده‌اند اعلام می‌شود. همچنین، از سرکار خانم دکتر ملیحه‌الزمان منصفی، Dr. Masahiko Awaji، جناب آقای دکتر هدایتی، سرکار خانم دکتر

حاضر، به نظر می‌رسد هموسیت‌ها در نزدیک لبه چین‌ها تمرکز بیشتری دارند. طبق مطالعات مختلف، هموسیت‌ها در تولید بلور کلسیم‌کربنات داخل سلولی در معدنی شدن پوسته نیز نقش دارند (Mount et al., 2004; Li et al., 2005).

تمام اجزای سازنده در هر سه لایه پوسته توسط سلول‌های مختلف اپی‌تلیومی روپوش ترشح می‌شوند (Almeida et al., 1998) و بیشترین تنوع سلولی در چین‌های لبه روپوش اتفاق می‌افتد (Ojima, 1952; Dix, 1972). لایه داخلی پوسته (نقییر) به طور مداوم توسط کل سطح بیرونی روپوش ترشح می‌شود (Hickman et al., 2002). Nakahara و Bevelander (۱۹۷۱) در *P. radiata* سلول‌های ستونی سمت بیرونی چین خارجی مسئول تولید لایه کلسیتی پریسماتیک است. بنابراین، ریخت‌شناسی و ساختار روپوش ممکن است به تفاوت ظاهری و ساختاری در پوسته‌های دوکفه‌ای‌ها مرتبط باشد که این موضوع باید مورد بررسی قرار گرفته، توجه و مطالعه بیشتری برای اثبات آن اختصاص داده شود.

با توجه به نتایج مطالعه حاضر، لبه روپوش در بین گونه‌های مرواریدساز و غیرمرواریدساز

نرگس امراللهی و جناب آقای مهندس امیر
قادرمرزی و مهندس محمد موحدی نیا به دلیل
مساعدت و راهنمایی‌های ارزنده‌شان در بهبود و
افزایش کیفیت مقاله، کمال تشکر را داریم و از
همکاری‌های صمیمانه مسئولین و پرسنل
محترم بیمارستان خلیج فارس استان هرمزگان
و صیادان روستای برکه خلف نیز تقدیر و تشکر
می‌گردد.

منابع

- رضایی مارنانی ح.، سنجایی ب.، رامشی ح.، رعنائی راد ا.، دیانت س. و قنبرزاده ح. ۱۳۷۴. بررسی پراکنش نرم تنان در آب های کم عمق پیرامون برخی از جزایر ایرانی خلیج فارس. موسسه تحقیقات شیلات ایران، ایستگاه تحقیقاتی نرم تنان، بندرلنگه. ۱۶۲ ص.
- تجلی پور م. ۱۳۶۲. نرم تنان مرواریدساز خلیج فارس. موسسه مطالعات و تحقیقات فرهنگی. ۱۹۷ ص.
- حسین زاده صحافی ه.، دقوقی ب. و رامشی ح. ۱۳۷۹. اطلس نرم تنان خلیج فارس. موسسه تحقیقات شیلات ایران، مرکز تحقیقات شیلاتی دریای عمان. ۲۳۲ ص.
- Almeida M.J., Moura G., Pinheiro T., Machado J. and Coimbra J. 1998.** Modifications in *Crassostrea gigas* shell composition exposed to high concentrations of lead. *Aquatic Toxicology*, 40(4): 323–334.
- Beedham G.E. 1958.** Observation on the mantle of the Lamellibranchia. *Microscopic Science*, 46(3): 181–197.
- Bevelander G. and Benzer P. 1948.** Calcification in marine mollusks. *Biological Bulletin*, 94(3): 176–183.
- Bubel A. 1973.** An electron-microscope investigation of the cells lining the outer surface of the mantle in some marine mollusks. *Marine Biology*, 21(3): 245–255.
- Carter R. 2005.** The history and prehistory of pearling in the Persian Gulf. *Journal of the Economic and Social History of the Orient*, 48(2): 139–209.
- Checa A. 2000.** A new model for periostracum and shell formation in Unionidae (Bivalvia, Mollusca). *Tissue and Cell*, 32(5): 405–416.
- Checa A.G. 2002.** Fabricational morphology of oblique ribs in bivalves. *Journal of Morphology*, 254(2): 195–209.
- Colville A.E. and Lim R.P. 2003.** Microscopic structure of the mantle and palps in the freshwater mussels *Velesunio ambiguous* and *Hyridelladepressa* (Bivalvia: Hyriida). *Molluscan Research*, 23(1): 1–20.
- Dix T.G. 1972.** Histochemistry of mantle and pearl sac secretory cells in *Pinctada maxima* (Lamellibranchia). *Australian Journal of Zoology*, 20(4): 359–368.
- Dix T.G. 1973.** Histology of the mantle and pearl sac of the pearl oyster *Pinctada maxima* (Lamellibranchia). *Journal*

- Malacology Australia, 2(4): 365–375.
- Eble A.F. 2001.** Anatomy and histology of *Mercenaria mercenaria*. P: 117–220. In: Kraeuter J.N. and Castagna M. (Eds.). Biology of the Hard Clam. Elsevier, Amsterdam.
- Fougerouse A., Rousseau M. and Lucas J. S. 2008.** Soft tissue anatomy, shell structure and biomineralization. P: 77–102. In: Southgate P.C. and Lucas J.S. (Eds.). The Pearl Oyster. Oxford Elsevier, Amsterdam.
- Gabe M. 1968.** Techniques Histologiques. Masson, Paris. 1113P.
- Garcia-Gasca A., Ochoa-Baez R.I. and Betancourt M. 1994.** Microscopic anatomy of the mantle of the pearl oyster *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1856). Journal of Shellfish Research, 13(1): 85–91.
- Hickman C.P., Roberts L.S. and Larson A. 2002.** Animal Diversity. McGraw-Hill, New York. 447P.
- Hillman R.E. and Shuster J.C.N. 1960.** Observations on the mantle of the northern quahog, *Mercenaria mercenaria* (L.). In Proceedings of the National Shellfisheries Association, 51: 15–22.
- Howard D.W. and Smith C.S. 1983.** Histological techniques for marine bivalve mollusks. Woods Hole, Massachusetts. 102P.
- Jabbour-Zahab R., Chagot D., Blanc F. and Grizel H. 1992.** Mantle histology, histochemistry and ultrastructure of the pearl oyster *Pinctada margaritifera* (L.). Aquatic Living Resources, 5(4): 287–298.
- Kapur S.P. and Gibson M.A. 1967.** A histological study of the development of the mantle-edge and shell in the freshwater gastropod, *Helisoma duryi eudiscus* (Pilsbry). Canadian Journal of Zoology, 45(6): 1169–1181.
- Kapur S.P. and Gibson M.A. 1968.** A histochemical study of the development of the mantle-edge and shell in the freshwater gastropod, *Helisoma duryi eudiscus* (Pilsbry). Canadian Journal of Zoology, 46(3): 481–491.
- Li S., Xie L., Ma Z. and Zhang R. 2005.** cDNA cloning and characterization of a novel calmodulin-like protein from pearl oyster *Pinctada fucata*. FEBS Journal, 272(19): 4899–4910.
- Lowenstam H.A. and Weiner S. 1989.** On Biomineralization. Oxford University Press, New York. 324P.
- McElwain A. and Bullard S.A. 2014.** Histological atlas of freshwater mussels (Bivalvia, Unionidae): *Villosa nebulosa* (Ambleminae: Lampsilini),

- Fusconaia cerina* (Ambleminae: Pleurobemini) and *Strophitus connasaugaensis* (Unioninae: Anodontini). *Malacologia*, 57(1): 99–239.
- Morrison C.M. 1993.** Histology and cell ultrastructure of the mantle and mantle lobes of the eastern oyster, *Crassostrea virginica* (Gmelin). *American Malacological Bulletin*, 10(1): 1–24.
- Morton B. 1987.** The functional morphology of *Neotrigonia margaritacea* (Bivalvia: Trigoniacea), with a discussion of phylogenetic affinities. *Records of the Australian Museum*, 39: 339–354.
- Mount A.S., Wheeler A.P., Paradkar R.P. and Snider D. 2004.** Hemocyte-mediated shell mineralization in the eastern oyster. *Science*, 304(5668): 297–300.
- Nakahara H. and Bevelander G. 1971.** The formation and growth of the prismatic layer of *Pinctada radiata*. *Calcified Tissue Research*, 7(1): 31–45.
- Ojima Y. 1952.** Histological studies of the mantle of pearl oyster (*Pinctada martensii*, Dunker). *Cytologia*, 17(2): 134–143.
- Richardson C.A., Runham N.W. and Crisp D.J. 1981.** A histological and ultrastructural study of the cells of the mantle edge of a marine bivalve, *Cerastoderma edule*. *Tissue and Cell*, 13(4): 715–730.
- Taylor J. and Strack E. 2008.** Pearl production. P: 273–302. In: Southgate P.C. and Lucas J.S. (Eds.). *The Pearl Oyster*. Oxford Elsevier, Amsterdam.
- Velayudhan T.S., Chellam A., Dharmaraj S., Victor A.C.C. and Alagarswami K. 1994.** Histology of the mantle and pearl-sac formation in the Indian pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould). *Indian Journal of Fisheries*, 41(2): 70–75.



Comparative histology of the mantle structure in a pearl oyster, *Pinctada radiata* and an edible oyster *Saccostrea cucullata*

Fatemeh Parvizi¹, Ahmad Noori², Mohammad Sharif Ranjbar^{3*}

Received: July 2016

Accepted: October 2016

Abstract

The mantle of bivalves has an important role in the forming of the shell and the pearl. The purpose of the present study is comprehension of the histological structure of the mantle edge and comparison of this tissue in a pearl oyster, *Pinctada radiata* and an edible oyster, *Saccostrea cucullata*. This study is the first research regarding the comparative histology of mantle edge in pearl-producing and non pearl-producing bivalves of the Persian Gulf. The anterior, posterior and ventral segments of each valve's mantle edge were removed and the samples were stained with Harris hematoxylin and eosin method. The results showed that the mantle edge in each species has three folds with different and specific shapes. The cells of two species' mantle edges such as mucus cells, brown granules, hemocyte and muscle fibers were similar to each other, but their distribution in each fold was different. It concludes that there are various color and morphological structure in the mantle edge of each species.

Key words: *Bivalve, Histology, Mantle Structure, Persian Gulf.*

1- M.Sc. in Aquaculture, Faculty of Marine Sciences, Hormozgan University, Bandar Abbas, Iran.

2- Assistant Professor in Department of Fisheries, Faculty of Marine Sciences, Hormozgan University, Bandar Abbas, Iran.

3- Assistant Professor in Department of Marine Biology, Faculty of Marine Sciences, Hormozgan University, Bandar Abbas, Iran.

*Corresponding Author: sharif.ranjbar@hormozgan.ac.ir