14(1) 261-266, Spring 2022

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Study of superficial skin cells of (*Argyrosomus hololepidotus*) by histological and scanning electron microscopy (SEM) method

Kave Esfandiary [1], Hasan Morovvati [1]*, Ali Kalantari Hesari [2], Mohammad Babaei [3]

[1] *Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran*
[2] *Department of Pathobiology, Faculty of Veterinary Science, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran*
[3] *Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Science, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran*

Key Words

Skin
Histology
SEM
Argyrosomus hololepidotus

Abstract

Introduction: *Argyrosomus hololepidotus* is one of the most valuable fish in Persian Gulf, Oman Sea, and coastal waters of Khuzestan province in the southwest of Iran. The skin, especially in fish, is the first defense line against the external environment and facilitates normal physiological functions in the body. In fish, the epidermal cells of the skin are mainly formed by the division and differentiation of the epidermal epithelial cells. In the present study, for the first time, the surface cell structure of *A. hololepidotus* was studied using by histology and ESM methods.

Materials & Methods: This study was carried on six *A. hololepidotus*. For SEM photography, tissue samples of fish skin were fixed by glutaraldehyde 3 % and washed in PBS and post-fixed with osmium tetroxide for 1 h. The specimens were then dehydrated through a graded ethanol series and embedded in resin after primary and post-fixation. The samples were prepared from 5 µm cuts from the fish dorsum and later they were stained by H&E method.

Results: The result of the light microscopic and SEM analysis showed that the fish epidermis was composed from goblet, epithelial, and chloride cells. The results of SEM showed that the goblet cells contained mucus droplets. Superficial squamous cells had microridge which chloride cells were accommodated in them.

Conclusion: Finally, it can be concluded that the structure of the skin surface cells in *Argyrosomus hololepidotus* is very similar to the skin of fish of the same family (*Sciaenida*e).

* Corresponding Author's email: hmorovvati@ut.ac.ir
Received: 2 January 2021; Reviewed: 3 February 2021; Revised: 7 April 2021; Accepted: 12 May 2021
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.274415.2476

مقاله پژوهشی

مطالعه سلول‌های سطحی پوست میش ماهی (*Argyrosomus hololepidotus*) با استفاده از روش بافت شناسی و میکروسکوپ الکترونی اسکنینگ (*SEM*)

کاوه اسفندیاری[۱]، حسن مروتی[۱]، علی کلانتری‌حصاری[۲]، محمد بابائی[۳]*

[۱] گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
[۲] گروه پاتوبیولوژی، دانشکده پیرادامپزشکی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
[۳] گروه علوم درمانگاهی، دانشکده پیرادامپزشکی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

کلمات کلیدی

پوست
بافت‌شناسی
میکروسکوپ الکترونی
میش ماهی

چکیده

مقدمه: میش ماهی یکی از ارزشمندترین آبزیان خلیج فارس، دریای عمان و سواحل خوزستان محسوب می‌شود. پوست، به‌ویژه در ماهی، اولین سد دفاعی در مقابل محیط خارجی بوده و اعمال فیزیولوژیکی طبیعی داخل بدن را امکان‌پذیر می‌سازد. سلول‌های اپیدرم پوست بدن ماهی عمدتاً از تقسیم و تمایز سلول‌های پوششی اپیدرم به‌وجود می‌آیند. درمطالعه حاضر برای اولین‌بار ساختار سلول‌های‌سطح پوست میش ماهی با استفاده از روش بافت‌شناسی و SEM مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: برای این کار تعداد شش عدد میش ماهی نر و ماده مورد استفاده قرار گرفت. جهت عکس‌برداری با SEM نمونه‌های بافتی پوست ماهی با استفاده از گلوتارآلدهید ۳ درصد پایدار و در بافر فسفات شستشو گردیدند. تثبیت با استفاده از تتراکسید اسمیوم انجام و مرحله شستشو تکرار و سپس در اتانول آبگیری صورت گرفت. برای انجام مطالعات بافت‌شناسی از نواحی مختلف بدن برش‌هایی به ضخامت ۵ میکرومتر تهیه و توسط روش H&E رنگ‌آمیزی شدند.

نتایج: مشاهدات حاصل از مطالعات میکروسکوپ نوری و الکترونی نشان داد که اپیدرم میش ماهی حاوی سلول‌های جامی‌شکل و سلول‌های پوششی و سلول‌های کلراید بود. نتایج حاصل از مطالعات میکروسکوپ الکترونی نشان داد سلول‌های جامی حاوی قطرات موکوس بودند. سلول‌های سطحی سنگفرشی دارای میکروریج بوده و در میان خود سلول‌های کلراید را جای داده بودند.

بحث و نتیجه‌گیری: درنهایت چنین می‌توان نتیجه گرفت ساختار سلول‌های‌سطحی درپوست میش‌ماهی شباهت‌زیادی به پوست‌ماهی‌های هم خانواده خود (شوریده ماهیان) دارد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: hmorovvati@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳ دی ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ۱۵ بهمن ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۱۸ فروردین ۱۴۰۰؛ تاریخ پذیرش: ۲۲ اردیبهشت ۱۴۰۰
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.274415.2476

مقدمه

میش‌ماهی یکی از گونه‌های آبزی ارزشمند خلیج‌فارس، دریای عمان و سواحل خوزستان محسوب می‌شود. پوست اولین سد دفاعی در مقابل محیط خارجی بوده و اعمال فیزیولوژیکی طبیعی داخل بدن را امکان‌پذیر می‌کند (۱). اپیدرم در ماهی برخلاف پستانداران، زنده بوده و از نظر متابولیسمی فعال است و در تمام سطوح (حتی در خارجی‌ترین قسمت لایه سنگفرشی) قادر به تقسیم میتوز می‌باشد (۲). این به این علت است که پستانداران به لایه‌های سخت شده‌ای از پوست نیاز دارند تا از خشک شدن آن جلوگیری کنند، درحالی‌که در محیط آبی ماهیان به چنین محافظتی نیاز ندارند (۳). در ماهیان بالغ این لایه یک اپیتلیوم سنگفرشی مطبق است که تمام سطح بدن، دم و باله‌ها را می‌پوشاند (۴). اپیدرم اساساً از سلول‌های پوششی و سلول‌های جامی تشکیل شده است که سلول‌های دیگری به تعداد کم‌تر در بین آن‌ها قرار دارند. سلول‌های پوششی توسط محققین مختلف به‌نام‌های متفاوتی از قبیل سلول‌های پوششی، سلول‌های اپیدرمی، سلول‌های واجد فیلامنت، سلول‌های سنگفرشی، سلول‌های چندضلعی، کراتوسیت، کراتینوسیت نام‌گذاری شده‌اند (۵). این سلول‌ها که سلول‌های عمومی اپیدرم ماهیان می‌باشند، بنابه نظر محققین نام کلاسیک و صحیح این سلول‌ها، سلول پوششی می‌باشد (۶). این سلول‌ها براساس موقعیت‌شان در لایه‌های مختلف اپیدرم از لحاظ شکل و خصوصیات متفاوت هستند (۷). درصورتی‌که سلول‌های لایه میانی به‌طور معمول چند ضلعی بوده و گاهی اوقات کمی در جهت عمودی کشیده می‌شوند (۵). فعالیت میتوزی به لایه‌های پایین‌تر اپیدرم محدود می‌شود (۵). سلول‌های پوششی از طریق حرکت و جابجایی خود، شکلی از حفاظت را برای پوست و بافت‌های زیر آن ایجاد می‌کنند. در عرض چند ثانیه تا چند دقیقه پس از وقوع جراحت، سلول‌های پوششی شروع به مهاجرت به سمت حفره زخم می‌کنند (۸). در هنگام مهاجرت، تماس‌های بین سلولی حفظ می‌شود. سلول‌های پوششی ماهی، سریع‌ترین مهاجرت را در مطالعات آزمایشگاهی از خود نشان می‌دهند. این سلول‌ها در خلال مراحل اولیه زخم، سریعاً آن را می‌پوشانند و یک سد مکانیکی در برابر عفونت ایجاد می‌کنند میزان سرعت واقعی بسته شدن زخم در ماهی به عواملی نظیر دمای آب، اندازه و شدت زخم و نیز گونه ماهی بستگی دارد (۹). سلول‌های جامی به استثنای چند مورد، تقریباً به‌طور عمومی در پوست اغلب ماهیان یافت می‌شود. این سلول، غده‌ای برون‌ریز و تک‌سلولی است که جزء دستجات ثانویه سلول ترشحی در پوست ماهی محسوب می‌شود و توسط محققین مختلف به نام‌های متفاوتی از قبیل سلول موکوسی، سلول جامی و سلول‌های کلسی فرم نامگذاری شده است (۵). سلول‌های جامی شکل غالباً در لایه‌های میانی تا خارجی‌تر اپیدرم دیده می‌شوند، اگر چه در اپیدرم‌های بسیار نازک ممکن است سلول‌های جامی شکل بالغ بر روی غشاء پایه قرار گرفته باشند (۳). شکل، اندازه و وفور سلول‌های جامی‌شکل در گونه‌های مختلف ماهیان و حتی در نواحی مختلف پوست یک ماهی بسیار متفاوت است است. سلول‌های جامی‌شکل نابالغ رشدکرده حجیم می‌شوند و اندازه آن‌ها افزایش می‌یابد. معمولاً هنگامی‌که ترشحات موکوسی کامل و آماده می‌شود، هسته و اندامک‌های سلولی به سمت قاعده سلول جابجا می‌شوند. غشاء این سلول‌ها پس از رسیدن به سطح اپیدرم، از نقطه رأسی پاره شده و محتویات سلول آزاد می‌شود. غالباً سلول‌های جامی‌شکل فرسوده که ترشحات خود را در سطح اپیدرم آزاد کرده‌اند، در مقاطع بافت شناسی مشاهده می‌شوند (۳). سلول‌های جامی‌شکل در لایه‌های پایین‌تر اپیدرم، از سلول‌های پوششی قاعده‌ای تمایز حاصل می‌کنند و سلول‌های متمایز شده مجدداً تزاید نمی‌یابند (۱۰). سلول‌های جامی‌شکل در برخی از ماهیان به‌صورت دستجاتی در نواحی مختلف بدن تجمع می‌یابند و غدد هولوکرین چند سلولی را تشکیل می‌دهند (۵). در برخی از گونه‌ها مانند آزادماهیان، بخش اعظم ترشحات موکوسی اپیدرم از سلول‌های جامی‌شکل منشأ می‌گیرند (۶). ترشح موکوس به پاکسازی سطح پوست از عوامل بیماری‌زا کمک می‌کند و این کار را از طریق ترشح مداوم و نوسازی موکوس و مواد ضدمیکروبی انجام می‌دهد. موکوس موجب رسوب مواد معلق در آب‌های راکد و آلوده که به سطح آبشش‌ها و پوست متصل شده‌اند می‌شود و پاکسازی اندام‌های مذکور را فراهم می‌کند. موکوس از خراشیدگی پوست ماهیان حفار یا ماهیانی که می‌توانند بر روی خشکی حرکت کنند حفاظت می‌کند (۱۱). موکوس در بعضی از ماهیان دارای خواص کاهنده اصطکاک است که به ماهی کمک می‌کند تا با سرعت بیش‌تر و صرف انرژی کم‌تر به حرکت خود ادامه دهد. هم‌چنین ماده موکوسی اطراف پوست به‌عنوان اولین سد دفاعی بدن ماهی در مقابل محیط خارجی، نقش مهمی در سلامت و بهداشت ماهیان ایفا می‌کند (۵). از آن‌جایی‌که تاکنون مطالعه‌ای در ارتباط با ساختار سلول‌های سطح پوست میش ماهی که از گونه‌های بسیار مهم اقتصادی در ناحیه جنوبی کشور می‌باشد انجام نگرفته است مطالعه حاضر با استفاده از روش بافت‌شناسی و SEM ساختار این عضو از بدن میش ماهی مورد بررسی قرار گرفت.

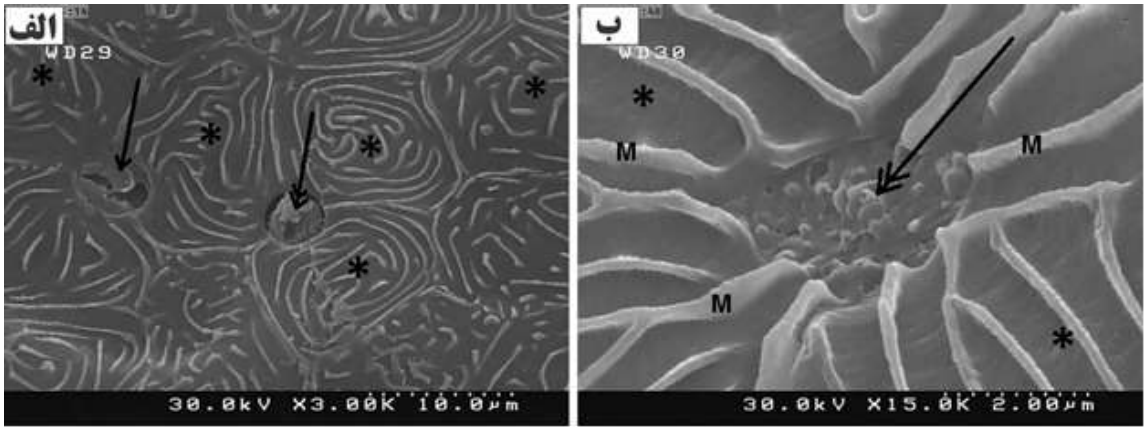
مواد و روش‌ها

در این پژوهش تعداد شش قطعه میش ماهی معمولی سالم و بالغ نر و ماده با میانگین وزنی ۰/۸۱۶±۱۴/۸۳ کیلوگرم و میانگین

طول ۴/۰۸±۱۱۴/۱۶ سانتی‌متر به‌صورت تازه صید شده از سواحل خلیج فارس تهیه گردید. ماهیان بلافاصله پس از صید با ترازو توزین شده، فرم بدن، باله‌ها و رنگ و وضعیت پوست در نواحی مختلف بدن مورد بررسی قرار گرفت و از پوست نواحی مختلف بدن آن‌ها نمونه‌هایی در ابعاد ۱ سانتی‌متر در ۱ سانتی‌متر تهیه گردید. نمونه‌های بافتی برداشته شده پس از ثبوت در فرمالین، به سبد نمونه‌گیری منتقل شده به‌مدت ۲۴ ساعت درون الکل ۵۰ درصد نگه‌داری شدند، سپس در این مرحله با استفاده از دستگاه هیستوکینت، مراحل مختلف پاساژ بافتی شامل مراحل آبگیری، آغشتگی به پارافین و در نهایت قالب‌گیری صورت گرفت(۱۲). سپس با میکروتوم دورانی، برش‌هایی به ضخامت ۶-۵ میکرومتر (۱۳) تهیه گردید و مورد رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین-ائوزین (H&E) قرار گرفتند (۱۴، ۱۵، ۱۶). هم‌چنین جهت عکسبرداری با SEM نمونه‌های بافتی پوست ماهی با استفاده از گلوترآلدهید ۳ درصد پایدار و در بافر فسفات شستشو گردید. پایدارسازی با استفاده از تتراکسید اسمیوم انجام و مرحله شستشو تکرار و سپس در اتانول آبگیری صورت گرفت. نمونه‌ها خشک و سپس با کربن پوشش داده شده و با دستگاه Hitachi S4160 عکس‌برداری و نهایتاً مورد مطالعه قرار گرفت. برای تحلیل آماری داده‌های مربوط به شمارش سلول‌های جامی در قسمت‌های مختلف اپی‌درم بدن از آزمون t مستقل در سطح آلفای ۰/۰۵ در محیط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ استفاده شد.

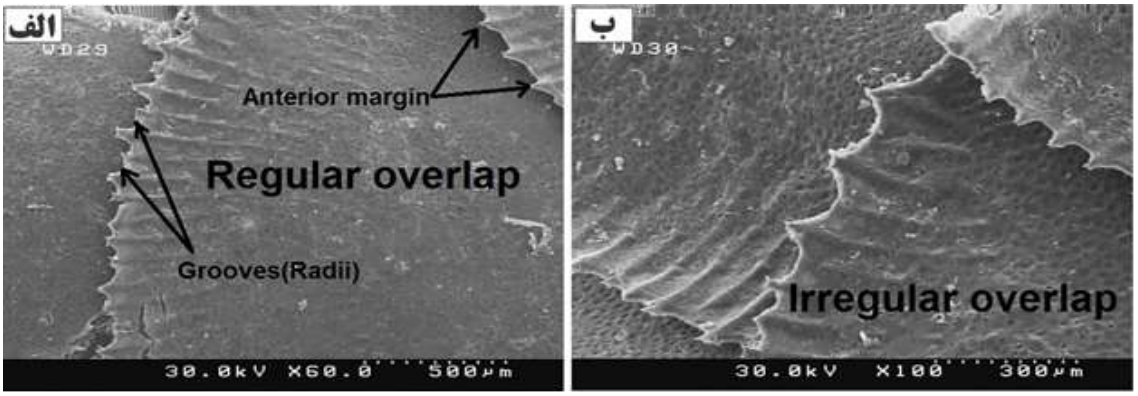
نتایج

تصاویر اسکن شده وضوح میکروریج‌های سطح پوست و تأثیر آن‌ها در چسبنده بودن نسبت به موکوس ترشح شده و هم‌چنین و نحوه ترکیدن رأسی و درنهایت ترشح موکوس از سلول‌های جامی را به‌خوبی نشان می‌دهد. سلول‌های جامی بالغ دارای قطرات متعدد حاوی موکوس در داخل سیتوپلاسم وسیع خود است. قطره‌های بزرگ حاوی موکوس فراوان موجود در سیتوپلاسم وسیع سلول‌های موکوسی جامی شکل پس از وسعت گرفتن، هسته و سایر اندامک‌های سیتوپلاسمی اطراف هسته را به گوشه‌ای از سلول هدایت می‌کنند. این سلول‌ها در حال مهاجرت و حرکت از لایه‌های عمقی به سمت لایه‌های سطحی اپیدرم می‌باشند. سلول جامی خود را به لایه‌های سطحی اپیدرم نزدیک کرده و از ناحیه رأسی خود به طرف اتصالات محکم بین دو سلول سنگفرشی برجسته می‌شوند. به‌نظر می‌رسد پس از کنار زدن دو سلول سنگفرشی سطحی در قسمتی از ناحیه اتصالات محکم بین سلولی، خود را به سطح اپیدرم پوست رسانده، می‌ترکند و ترشحات موکوسی خود را بر روی سطح اپیدرم می‌ریزند (شکل ۱-الف). سلول‌های مذکور ترشحات موکوسی خود را بر روی میکروریج‌های سطحی حاصل از بیرون زدگی‌های متوالی غشاء بیرونی سلول‌های سنگفرشی سطحی اپیدرم می‌ریزند. میکروریج‌های سلول‌های سنگفرشی با ایجاد برآمدگی‌های متوالی بر روی غشاء سلول‌های سنگفرشی سبب چسبندگی موکوس ترشح شده از سلول‌های جامی به پوست بدن میش ماهی می‌شوند تا جاندار بتواند از تمام مزایای موکوس ترشح شده بهره‌مند گردد. ترشحات سلول‌های جامی هولوکرینی بوده و با مرگ سلول همراه است (شکل ۱-ب). در بررسی تعداد سلول‌های جامی مشاهده شد که تعداد این سلول‌های در قسمت‌های سر، شکمی و پشتی با یکدیگر فاقد اختلاف معنی‌دار، اما هر سه قسمت در مقایسه با قسمت دم دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($p<0/05$). نتایج حاصل از شمارش سلول‌های جامی در جدول ۱ نشان داده شده است. میش ماهی دارای فلس کتنوئیدی می‌باشد، بدین معنی که شامل یک لایه استخوانی خارجی دندانه‌دار و یک لایه داخلی است که در آن رشته‌های کلاژنی موازی در ماتریکس آلی قرار دارند. فلس‌ها به دو شکل منظم و نامنظم هم‌پوشانی دارند. در هم‌پوشانی منظم فلس‌ها در امتداد یکدیگر قرار داشته و یکی پس از دیگری یکدیگر را می‌پوشانند. این نظمی که در فلس‌ها است سبب تسهیل در حرکت به سمت جلوی می‌گردد (شکل ۲-الف). درصورتی‌که در هم‌پوشانی غیرمنظم فلس‌ها بی‌قاعده و در جهات مختلف قرار دارند و بر روی یکدیگر قرار می‌گیرند (شکل ۲-ب). حاشیه فلس‌ها دارای شیارها Radii و برآمدگی‌های Anterior margin متناوب می‌باشد. سلول‌های پوششی نیز پس از آن‌که عمرشان تمام می‌شود کم‌کم می‌میرند و به محیط آبی ریزش می‌کنند و توسط سلول‌های جدید که از لایه‌های زیرین اپیدرم به سطح مهاجرت کرده‌اند جایگزین می‌شوند (شکل ۳-الف). مطالعات بافت‌شناسی نشان دادند که اندازه سلول‌های جامی بسیار بزرگ‌تر از سلول‌های پوششی بوده اما در نمای سطح پوست تنها قسمت رأسی سلول‌های جامی که به سطح باز می‌شوند قابل مشاهده است که وسعت کم‌تری نسبت به سلول‌های پوششی دارند. هم‌چنین سلول‌های پوششی از لایه‌های پایین‌تر از خودشان که سلول‌های زایای چندوجهی هستند تمایز می‌یابند. در مقاطع بافتی سلول‌های پوششی رنگ بازوفیل را به خود می‌گیرند، در حالی سلول‌های جامی درشت‌تر بوده و طی مراحل تهیه مقطع محتویات‌شان در الکل حل می‌شوند و به‌صورت حفره‌های خالی قابل مشاهده هستند (شکل ۳-ب).



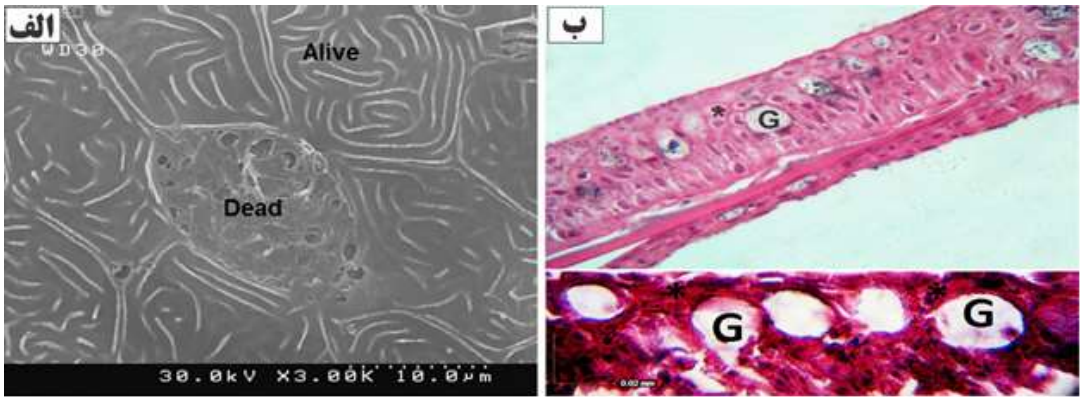
شکل ۱-ب: سلول جامی (پیکان) به سطح پوست رسیده و از قسمت رأسی خود ترکیده است، اما هنوز محتویات خود را به بیرون ترشح نکرده است. سلول‌های پوششی (ستاره) دارای میکروریج‌هایی بوده (**M**) که سبب چسبیدن موکوس به پوست میش ماهی می‌شوند.

شکل ۱-الف: سلول جامی چپ شکل در حال ترکیدن از قسمت رأسی خود است و سلول جامی سمت راست مرحله ترکیدن را پشت سر گذاشته و در حال ترشح موکوس می‌باشد. سلول جامی تمام محتویات خود را به بیرون ترشح کرده است و دیگر یک سلول زنده به حساب نمی‌آید. سلول‌های پوششی (ستاره‌ها) موکوس را به میکروریج-های سطح خود می‌چسبانند.



شکل۲-ب: میکروگراف الکترونی اسکنیگ قسمتی از پوست ناحیه پشتی میش ماهی، هم-پوشانی نامنظم فلس‌ها مشخص است.

شکل۲-الف: میکروگراف الکترونی اسکنیگ قسمتی از پوست ناحیه پشتی میش ماهی، هم‌پوشانی منظم فلس‌ها مشخص است. حاشیه جلویی فلس با شیارها (**Radii**) مشخص است.



شکل۳-ب: شکل اپیدرم ناحیه پشتی پوست بدن میش ماهی. رنگ‌آمیزی **H&E** بزرگ‌نمایی ۴۰× و ۴۰۰×. سلول‌های پوششی (ستاره‌ها)، رنگ بازوفیل می‌گیرند. سلول‌های جامی (**G**) درشت‌تر بوده و در تهیه مقاطع محتویات‌شان در الکل حل می‌شوند.

شکل۳-الف: سلول‌های پوششی مرده (**Dead**) که به محیط آبی می‌ریزند و توسط سلول‌های جدیدتری که از لایه‌های زایا مهاجرت کرده‌اند (**Alive**) جایگزین می‌شوند.

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار تعداد سلول‌های موکوسی جامی شکل در ۱۰۰ میکرومتر از طول اپیدرم

منطقه	میانگین± انحراف معیار (Mean ± SD)
ناحیه سر	۲/۷۳ ± ۰/۲۴[a]
ناحیه شکمی	۳/۰۱ ± ۰/۲۶[a]
ناحیه پشتی	۳ ± ۰/۱۹[a]
ناحیه دم	۱/۴۵ ± ۰/۱۶[b]

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده دارا بودن اختلاف معنی‌دار است (p<۰/۰۵).

بحث

در برخی از گونه‌ها مانند آزادماهیان، بخش اعظم ترشحات موکوسی اپیدرم از سلول‌های جامی‌شکل منشأ می‌گیرند (۶). ترشح موکوس به پاک‌سازی سطح پوست از عوامل بیماری‌زا کمک می‌کند و این کار را از طریق ترشح مداوم و نوسازی موکوس و مواد ضدمیکروبی انجام می‌دهد (۱۷). موکوس موجب رسوب مواد معلق در آب‌های راکد و آلوده که به سطح آبشش‌ها و پوست متصل شده‌اند می‌شود و پاک‌سازی اندام‌های مذکور را فراهم می‌کند. موکوس از خراشیدگی پوست ماهیان حفار یا ماهیانی که می‌توانند بر روی خشکی حرکت کنند حفاظت می‌کند(۱۱).موکوس در بعضی از ماهیان دارای خواص کاهنده اصطکاک است که به ماهی کمک می‌کند تا با سرعت بیش‌تر و صرف انرژی کم‌تر به حرکت خود ادامه دهد.هم‌چنین ماده موکوسی اطراف پوست به‌عنوان اولین سد دفاعی بدن ماهی در مقابل محیط خارجی، نقش مهمی در سلامت و بهداشت ماهیان ایفا می‌کند (۵، ۱۸). اپیدرم حاوی سلول‌های جامی شکل، سلول‌های اپیتلیالی و سلول‌های سطحی سنگفرشی است. ساختار، نوع و تعداد سلول‌های موجود در اپیدرم و ضخامت آن ممکن است علاوه بر گونه، تحت تأثیر اندازه، سن، جنس، میزان بلوغ جنسی، فصل و زمان‌های مختلف سال، نواحی مختلف بدن و شرایط محیطی قرار گیرد (۱۹). سلول‌های سطحی سنگفرشی دارای میکروریج بوده و با اتصالات محکم با یکدیگر در تماسند و سیتوپلاسم سلول‌های اپیتلیالی اپیدرم حاوی فیلامنت است و با دسموزوم‌ها با یکدیگر در تماس می‌باشند.سلول‌های موکوسی جامی شکل در تمام نواحی وجود داشته و تعداد آن‌ها در نواحی مختلف متفاوت است. سلول‌های جامی ترشح کننده موکوس در ضخامت اپیدرم مهاجرت می‌کنند. یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که سلول‌های جامی و سلول‌های پوششی در اپیدرم تمام نواحی میش ماهی وجود داشته و دارای ماهیت موکوسی یکسانی است. در مطالعه حاضر تعداد سلول‌های جامی شمارش شده در قسمت سر، شکم و پشت با یکدیگر فاقد اختلاف معنی‌دار، اما در قسمت دم تعداد این سلول‌ها دارای کاهش معنی‌دار بودند. به‌نظر دانشمندان ترشح موکوس به پاک‌سازی سطح پوست از عوامل بیماری‌زا کمک می‌کند و این کار را از طریق ترشح مداوم و نوسازی موکوس و مواد ضدمیکروبی انجام می‌دهد. موکوس موجب رسوب مواد معلق در آب‌های راکد و آلوده که به سطح آبشش‌ها و پوست متصل شده‌اند می‌شود و پاک‌سازی اندام‌های مذکور را فراهم می‌کند. موکوس از خراشیدگی پوست ماهیان حفار یا ماهیانی که می‌توانند بر روی خشکی حرکت کنند حفاظت می‌کند. میش ماهی همانند ماهیان هم‌خانواده خود (شوریده ماهیان) فاقد سلول‌های گرزی‌شکل می‌باشد. وجود برجستگی‌های ریز یا پاپیلاهای ظریفی که غالباً طرحی شبیه به اثر انگشت را تشکیل می‌دهند از ویژگی سطح خارجی سلول‌های پوششی ماهیان استخوانی عالی است که وظیفه آن‌ها هنوز ناشناخته است (۲۰). ممکن است این ساختارها تا حدودی باعث حفاظت مکانیکی در مقابل ضربه شوند و به نگه‌داری ترشحات موکوسی و ترشحاتی که خود سلول‌های پوششی تولید می‌کنند کمک نمایند و باعث افزایش سطح جذبی سلول‌های پوششی شده و ممکن است عاملی باشند که پوست را قادر می‌سازد تا به تبادل گاز بپردازد (۴). در مطالعه حاضر مشاهده شد که سلول‌های جامی اپیدرم میش ماهی در قسمت‌های میانی اپیدرم سلولی قرار دارند و گاهی اندازه آن‌ها آن‌قدر بزرگ می‌شود، هنگامی‌که از قسمت رأسی‌شان به سطح پوست باز می‌شوند، بدنه آن‌ها هم‌چنان در قسمت‌های میانی اپیدرم سلولی قرار می‌گیرد. سلول‌های پوششی، از طریق اتصالات محکم یا مسدودنواری به‌صورت جانبی به یکدیگر متصل می‌شوند. سلول‌های پوششی غیرشاخی از طریق حرکت و جابجایی خود، شکل دیگری از حفاظت را برای پوست و بافت‌های زیر آن ایجاد می‌کنند. سلول پوششی، عنصری کلیدی در مکانیسم منحصر به‌فرد ترمیم زخم پوستی ماهی به‌حساب می‌آید. بررسی‌های اپیدرم پوست نواحی مختلف بدن ماهی مورد مطالعه بیانگر این امر بود که این ساختار از لحاظ کلی در نواحی مختلف میش ماهی مشابه سایر ماهیان بوده و از بافت پوششی سنگفرشی مطبق شاخی نشده تشکیل شده است. برخی گونه‌های ماهیان فلس ندارند مانند (لوچ‌ها، گربه‌ماهی‌ها، گوبی‌ها) اما در مار ماهی‌ها ممکن است خیلی کاهش یابند. فلس‌ها با منشاء درم ویژگی اصلی بیش‌تر گونه‌ها هستند. فلس‌ها چندین نوع هستند، فلس پلاکوئیدی که در پوست ماهیان الاسموبرانش‌ها یافت می‌شوند و شامل یک خار و یک صفحه پایه‌ای است. این فلس شامل یک حفره پالپی و شامل لایه‌ای از دنتین است که با مینا پوشیده شده است. فلس‌های گانوئیدی در ماهیان پولی‌پتریده و لپی‌سوستیده و ماهیان خاویاری وجود دارد و دارای لایه گانوئیدی خارجی ضخیم (ماده شبیه مینا) هستند و اغلب لوزی شکلند. فلس‌های کاسموئیدی فلس‌هایی هستند که چهار لایه

دارند و جزو اختصاصات ماهیان سارکوپتریجی هستند (۲۱). فلس ماهیان تلئوست شامل یک لایه استخوانی خارجی و یک لایه داخلی است که در آن رشته‌های کلاژنی موازی در ماتریکس آلی قرار دارند. ماهیان تلئوست دارای فلس‌های کتنوئیدی (با خارهای کوچک در لبه خلفی) یا فلس‌های سیکلوئیدی هستند که گرد تا دوکی هستند و از استخوان غیرسلولی درمی و بدون خار تشکیل شده‌اند (۲۲، ۲۳).فلس میش‌ماهی از نوع کتنوئیدی و از دو لایه خارجی استخوانی و داخلی کلاژنی تشکیل شده است. در نهایت چنین می‌توان نتیجه گرفت ساختار سلول‌های سطحی در پوست میش‌ماهی شباهت زیادی به پوست ماهی‌های هم‌خانواده خود (شوریده ماهیان) دارد.

منابع

1. **Mc Kim, J.M. and Lien, G.J., 2001.** Toxic responses of the Skin. in; Schlenk, D. and Benson, W.H., (Eds). Target organ Target Organ Toxicity in Marine and freshwater Teleosts. Taylor & Francis. 151-224.
2. **Mohamed, M., Abdi, R., Ronagh, M.T., Salari Abadi, M.A. and Basir, Z., 2020.** Comparative histomorphometry of dorsal, ventral and lateral skin in macroscopy, microscopy and free scale fish. Iranian Veterinary Journal. 16(2): 47-53.
3. **Stoskopf, M.K., 1993.** Fish Medicine. W.B. Saunders Co, Philadelphia. 31-33.
4. **Elliott, D.G., 2000.** Integumentary system. In: Ostranfer, G.K., (ED). The Laboratory Fish. Academic Press, New York. 95-479.
5. **Mittal, A.K., 1997.** Fish Epidermis. In: sing, B.R., (ED). Advances in Fish Research. Narendra Publishing House, Delhi. 2: 43-62.
6. **Whitear, M., 1986.** The skin of fishes including cycolostoms epidermis and dermis. In: Bereiter-Hahn, J., Maltoltsy, A.G. and Richards, K.S., (Eds). Biology of the Integument. Vertebrates, Berlin. 2: 8-64.
7. **Lopez Doriga, M.V. and Martinez, J.L., 1993**. fine structure of sacciform cell in the epidermis of brown trout, *Salmo trutta*. Journal of zoology. 230(3): 425-432.
8. **Naderi, S., Abdi, R., Navabi, M.B. and Movahedinia, A., 2014.** Distribution Pattern of Main Mucus Secretory Cells in Different Parts of Epiderm in *Epinephelus coioides*. International Journal of Scientific Engineering and Technology. 3(5): 630-633.
9. **Iger, Y. and Abraham, M., 1990.** The process of skin healing in experimentally wounded carp. Journal of Fish Biology. 36(3): 421-437.
10. **Roberts, R.J., 2001.** Fish pathology. 3 ed, Saunders, W.B., Co. pp: 12-144.
11. **Sattari, M., 2002.** Ichtiology (1) (Description and Physiology) Gilan: Naqsh Mehr. (In Persian)
12. **Morovvati, H., Zolgharnein, H., Noori Moghahi, M.H., Abdi, R. and Ghazilou, A., 2012.** Alterations to chloride cells of the secondary lamella and gill branches of spotted scat (*Scatophagus argus* L.) in different salinities. Journal of Veterinary Research. 67(2): 109-117.
13. **Sabery, M., Abdi, R., Morovvati, H., Ronagh, M. and Dehghani, R., 2014.** Study of histopathology in gill of *Liza klunzingeri* Caused by industrial and municipal waste water pollution. Journal of Animal Environment. 6(3): 225-231.
14. **Burton, D. and Fletcher, G.L., 1983.** Seasonal changes in the epidermis of the winter flounder, *Pseudopleuronectes americanus*. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 63(2): 273-282.
15. **Pickering, A.D., 1976.** Seasonal changes in the epidermis of the brown trout *Salmo trutta* (L). Journal Fish Biology. 10(6): 561-566.
16. **Pickering, A.D. and Macey, D.J., 1976.** Structure, histochemistry and the effect of handling on the mucous cells of the epidermis of the char *Salvelinus alpines* (L). Journal Fish Biology. 10(5): 505-512.
17. **Ghanbari, T., Abdi, R. and Savari, A., 2011.** Histomorphology and ultrastructural study of cartilage tissue of dorsal fin in persian sturgeon (*Acipenser persicus*). Journal of Cell & Tissue. 2(3): 203-211.
18. **Basir, Z. and Peyghan, R., 2018.** Study of the effect of pultry by-product replacement instead of fish meal on skin cell profile of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Journal of the Persian Gulf. 9(31): 53-60.
19. **Basir, Z., Morovvati, H., Khaksari Mahabadi, M., Masbah, M. and Abdi, R., 2011.** Skin histomorphometry of Barbus grypus in base of dorsal fin and caudal peduncle sections. Journal of Animal Environment. 3(2): 9-16. (In Persian)
20. **Takashima, F. and Hibiya, T., 1994.** In Atlas of Fish Histology: normal and Pathological Features. 2nd ed., Collage of an agriculture and veterinary medicine, Nihon University. Tokyo. 8-15.
21. **Ghanbari, T., Abdi, R., Bahmani, M., Kazemi, R. and Savari, A., 2016.** Comparative histomorphology of cartilage tissue of vertebral column with dorsal fin in Persian sturgeon (*Acipenser persicus*). Experimental Animal Biology. 5(2): 17-23.
22. **Genten, F., Terwinghe, E. and Danguy, A., 2009.** Atlas of fish histology. Enfield: Science Publishers.
23. **Basir, Z., Morovvati, H., Khaksari Mahabadi, M., Mesbah, M. and Abdi, R., 2012.** Histomorphology and histometric study of the head's skin in (*Barbus grypus*). Journal of Cell & Tissue. 3(1): 73-81.