

## بررسی رشد و نمو پوست در لارو اولیه ماهی قزل آلالی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

غلامحسینیان، ز.، خیاط زاده، ج. و مهدوی شهری، ن.، ۱۳۸۹. بررسی رشد و نمو پوست در لارو اولیه ماهی قزل آلالی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال دوم، شماره هفتم، پاییز ۱۳۸۹، صفحات ۸۱-۷۵.

### چکیده

برای انجام این تحقیق، لاروهای ماهی قزل آلا از روز ۱ تا ۳۰ پس از تخم گشایی (۱-۳۰ dph) از مرکز تکثیر و پرورش جم واقع در کلات نادری مشهد تهیه، در فرمالین ۱۰ درصد بافری فیکس و به آزمایشگاه منتقل شدند. در هر مرحله جنینی ۱۰ قطعه لارو بر اساس روش های استاندارد بافتی مورد پاساژ بافتی و قالب گیری قرار گرفتند. برش های پارافینی بعد از رنگ آمیزی هماتوکسیلین - اتوزین، با میکروسکوپ نوری مطالعه و زمان بندی مراحل رشد و نمو لایه های اپیدرم و درم پوست در ۴ دوره زمانی ۷ روزه گزارش شد. در روزهای اول جنینی سلول های اپیدرمی (تک لایه حاوی تعدادی سلول های کوچک موکوسی) و ناحیه درم (بافت مزانشیم تمایز نیافته) قابل مشاهده بودند. در هفته دوم افزایش ضخامت لایه اپیدرم، تعداد سلول های موکوسی، تشکیل جوانه های حسی و درم با مزانشیم تمایز نیافته مشاهده گردید. تا انتهای هفته چهارم افزایش ضخامت اپیدرم، افزایش حجم و تعداد سلول های موکوسی، متکامل شدن جوانه های حسی و تشکیل درم به صورت بافت همبند تمایز یافته (با ضخامت متفاوت در نواحی مختلف بدن) مراحل پیشرفت رشد و نمو را طی کردند. با شناخت زمان تمایز و رشد و نمو پوست تشخیص و درمان بیماری های مرتبط و بهره وری بیشتر در تکثیر و پرورش این ماهیان ممکن می گردد.

**واژگان کلیدی:** قزل آلالی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، بافت شناسی، پوست،

رشد و نمو.

زهرا غلامحسینیان<sup>۱</sup>  
چینا خیاط زاده<sup>۲</sup>  
ناصر مهدوی شهری<sup>۳</sup>

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، گروه زیست شناسی، دانشجوی کارشناسی ارشد زیست شناسی، مشهد، ایران
۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، دانشکده علوم، استادیار گروه زیست شناسی، مشهد، ایران
۳. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، دانشکده علوم، استاد گروه زیست شناسی، مشهد، ایران

\* نویسنده مسئول مکاتبات

Golestan5659@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۱/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۳/۲۲

### مقدمه

نفوذپذیری ویژه ای به مایعات و نمک ها داشته و به دلیل وجود موکوس سطحی، کاهش اصطحکاک بدن در مقابل آب و محافظت از جراحات و خراش ها را برای ماهی فراهم می کند، شکل بدن را حفظ می کند، هیدرودینامیک را بهبود می بخشد و جایگاهی برای اعمال حسی است که برای بقا ضروری هستند (Le Guellec et al., 2004 ; Whitear, 1986). شناخت هیستولوژیک و مورفولوژیک ساختار پوست ماهی در مراحل مختلف رشد و نمو، احتمالاً در تشخیص و درمان بیماری های پوستی ماهی مفید خواهد بود، لذا از نظر اقتصادی برای پرورش

قزل آلالی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) از مهمترین ماهیان اقتصادی و از خانواده آزاد ماهیان می باشد که پراکنش آن در نقاط مختلف ایران از جمله حوضه دریای خزر، دجله، کارون و زاینده رود بوده، بخش مهمی از شیلات تفریحی و تجاری را به عهده داشته و تاثیر قابل توجهی بر اقتصاد کشور دارد (ستاری و همکاران، ۱۳۸۳). پوست ماهی علاوه بر اینکه به عنوان سدی در مقابل عوامل پاتوژن و پارازیت عمل می کند،

بررسی بافت شناسی در زمان بندی مراحل رشد و نمو پوست جنین اولیه ماهی قزل آلی رنگین کمان قرار گرفت.

### مواد و روش ها

در اردیبهشت ۱۳۸۹ لاروهای ماهی قزل آلا از ۱ تا ۳۰ روز پس از تخم گشایی (۱-۳۰dph) از حوضچه های کوچک سیمانی (دارای آب جاری) از مرکز تکثیر و پرورش ماهی قزل آلی رنگین کمان جم در کلات نادری مشهد تهیه و درون محلول فرمالین ۱۰ درصد بافری فیکس، سپس به مشهد منتقل شدند (Kim et al., 2008). آبیگری نمونه ها (از هر مرحله، ۱۰ قطعه لارو) در درجات صعودی الکل انجام گرفت و از زایلین به عنوان شفاف کننده استفاده شد. پس از قالب گیری، تهیه برش های ۷ میکرونی، آبدهی و شفاف سازی با زایلین، رنگ آمیزی های هماتوکسیلین-ئوزین (H-E) برای شناسایی ویژگیهای عمومی بافتی، لایه بندی و شکل سلول ها انجام گردید (Kim et al., 2004 ; Kristy and Weir Lunam, 2008).

### نتایج

با مشاهده مراحل رشد و نمو پوست در چهار هفته اول لاروی و در قسمت های مختلف بدن، اندکی اختلافات از نظر ضخامت اپیدرم و درم و تعداد لایه های آن در پوست سر نسبت به پوست تنه در لارو این ماهی مشاهده گردید.

در هفته اول پس از تخم گشایی، اپیدرم در ناحیه سر کاملا تمایزیافته و قابل رویت است که از یک لایه در جنین های یک روزه تا چند لایه در جنین های ۷ روزه متغیر می باشد. سلول های بزرگ موکوس با سیتوپلاسم روشن (Goblet cell) به صورت پراکنده در اپیدرم مشاهده می شود. اپیدرم در ناحیه تنه نسبت به سر، ضخامت و تعداد سلول های موکوسی کمتری دارد. این سلولها در روزهای اول بیشتر سنگ فرشی یا مکعبی ساده و سپس مکعبی مطابق می گردند.

درم در زیر اپیدرم ناحیه سر، بصورت لایه بسیار نازکی از بافت مزانشیم تمایز نیافته دیده شد. در اواسط هفته اول در زیر اپیدرم تنه و سر کروماتوفورهای سیاه رنگ (احتمالا ملانوفور) در

دهندگان ماهی اهمیت زیادی دارد (بلوچ، ۱۳۸۴ و شریف پور، ۱۳۸۳).

در بیشتر ماهیان، پوست از سه لایه اپیدرم، درم و هیپودرم تشکیل شده و فاقد لایه خارجی کوتیکول که در مهره داران پیشرفته وجود دارد، می باشد (Arellano et al., 2004). نقش حفاظتی این لایه بوسیله ترشح موکوس از سلول های بافت پوششی جبران می شود (Campinho, 2007). کراتینه شدن تنها در قسمت های خاصی مانند محل خراش ها، اندام های چسبنده، لب ها، لایه های نرم و سطح اپیدرم برخی از گونه ها که می توانند از آب خارج شوند، دیده شده است (Kumar Mittal and Whitear, 1979 ; Whitear, 1977). ماهی یک نوع بافت پوششی مکعبی تا سنگفرشی مطبق بوده که تعداد لایه های سلولی آن از ۲ لایه در نوزادان تا ۱۰ لایه یا بیشتر در ماهیان بالغ متغیر است (ستاری و همکاران، ۱۳۸۳; Whitear et al., 1986). ضخامت اپیدرم، ساختار و نوع سلول های موجود در آن، ممکن است تحت تاثیر اندازه، شرایط محیطی، جنسیت و میزان بلوغ جنسی ماهی قرار بگیرد (پوستی و صدیق مروستی، ۱۳۷۸; Roberts and Bullock, 1980).

ضخامت درم بسته به گونه ماهی، موقعیت آن بر روی بدن و مرحله زندگی متفاوت است. درم در بیشتر ماهیان به دو لایه عمده تقسیم می شود: لایه فوقانی یا لایه اسفنجی (*Stratum Spongiosum*) که شبکه شل و سستی از بافت همبند است و لایه تحتانی یا لایه فشرده (*Stratum Compactum*) که شامل دستجات کلاژنی با زوایای مستقیم است. درم از اپیدرم توسط یک لایه فاقد سلولی به نام غشاء پایه جدا می شود. رگ های خونی و دستجات عصبی که در پری نوریوم محصور شده اند، در لایه هیپودرم قرار می گیرند (ستاری و همکاران، ۱۳۸۳). مطالعات متعددی در رابطه با ساختار پوست، در چند گونه ماهی در مرحله لاروی (Campinho, 2007; Kim et al., 2008; Mukai Ytuzan et al., 2008) و بالغ (Carlos et al., 1994; Hawkes, 1974; Kumar Mittal and Whitear, 2004; Le Guellec et al., 1979) انجام شده است. در مورد زمان بندی مراحل رشد و نمو پوست آزاد ماهیان مخصوصا قزل آلی رنگین کمان، تحقیقی مشاهده نشد. هدف از تحقیق حاضر،

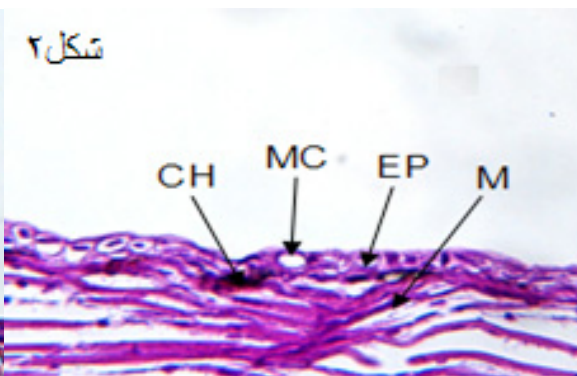
نسبت به هفته دوم افزایش اندکی یافته است. جوانه های حسی متکامل تر شده و درم نیز به صورت بافت همبند در حال تمایز مشاهده گردید. تعداد و نظم کروماتوفورها افزایش یافت. تفاوت ضخامت اپیدرم سر نسبت به تنه از این هفته به بعد چندان مشخص نبود (اشکال ۵ و ۶).

در هفته چهارم پس از تخم گشایی، روند تغییرات تکوینی مشابه قبل به صورت ازدیاد ضخامت و تعداد سلول های اپیدرمی و موکوسی به خصوص در ناحیه سرادامه داشت. جوانه های حسی بزرگتر شده و درم در ناحیه سر و تنه ضخامت و تمایز بیشتری پیدا کرده است (اشکال ۷ و ۸).

یک ردیف منظم، قابل رویت بود. درم ناحیه تنه چندان قابل مشاهده نبوده است (اشکال ۱ و ۲).

هفته دوم پس از تخم گشایی، ضخامت اپیدرم، تعداد لایه ها و اندازه سلول ها افزوده شده و تعداد سلول های ترشحاتی موکوسی افزایش یافته و ترشحات برخی سلول ها به بیرون راه پیدا کرده است. شروع تشکیل جوانه های حسی مشاهده گردید.

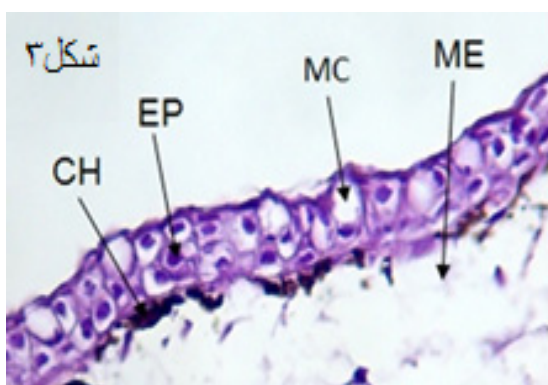
اپیدرم تنه نسبت به ناحیه سر ضخامت کمتری داشت. تعداد سلول های کروماتوفور، افزایش یافته و منظم شده اند. ضخامت و تمایز درم در هفته دوم در ناحیه سر و تنه تغییری نشان نداد (اشکال ۳ و ۴). در هفته سوم پس از تخم گشایی، ضخامت (تعداد لایه ها) اپیدرم و تعداد سلول های موکوسی ناحیه سر و تنه



شکل ۱: برش پوست ناحیه سر در هفته اول پس از تخم گشایی در ماهی قزل آلابی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (H and Ex400)

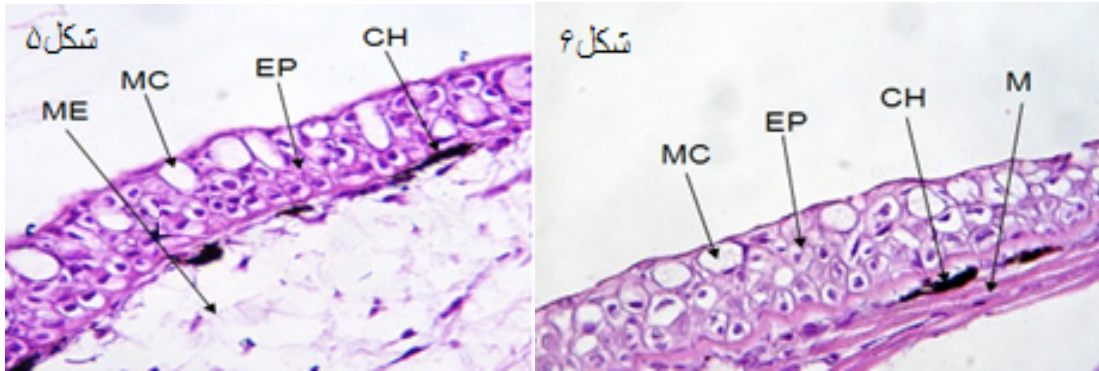
شکل ۲: برش پوست ناحیه تنه در هفته اول پس از تخم گشایی در ماهی قزل آلابی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (H and Ex400)

EP: سلول پوششی اپیدرم ME: مزانشیم SE: جوانه حسی CH: کروماتوفور MC: سلول موکوسی MS: سلول موکوسی در حال ترشح M: عضلات



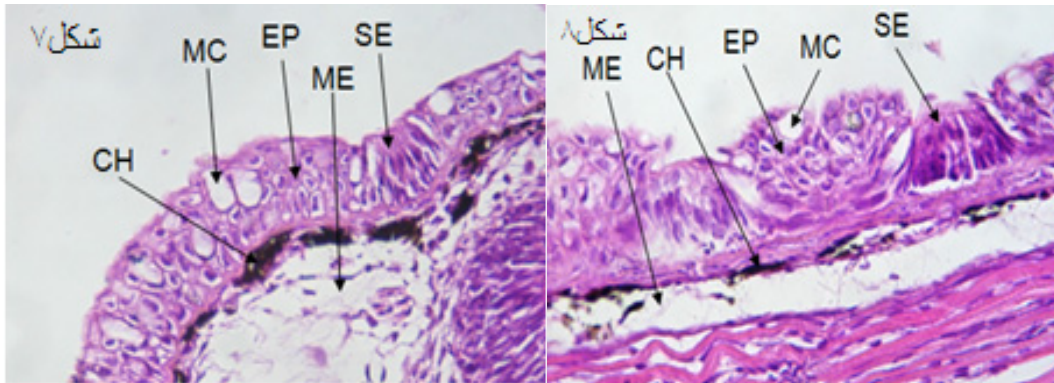
شکل ۳: برش پوست ناحیه سر در هفته دوم پس از تخم گشایی در ماهی قزل آلابی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (H and Ex400)

شکل ۴: برش پوست ناحیه تنه در هفته دوم پس از تخم گشایی در ماهی قزل آلابی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (H and Ex400)



شکل ۵: برش پوست ناحیه سر در هفته سوم پس از تخم گشایی در ماهی قزل آلابی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (H and Ex400)

شکل ۶: برش پوست ناحیه تنه در هفته سوم پس از تخم گشایی در ماهی قزل آلابی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (H and Ex400)



شکل ۷: برش پوست ناحیه سر در هفته چهارم پس از تخم گشایی در ماهی قزل آلابی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (H and Ex400)

شکل ۸: برش پوست ناحیه تنه در هفته چهارم پس از تخم گشایی در ماهی قزل آلابی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (H and Ex400)

آبی تلپالی در ماهی، در بازه زمانی مورد مطالعه این تحقیق، در پوست ناحیه سر و تنه، از همان روزهای اول لاروی قابل رویت بود. ضخامت در ناحیه سر نسبت به تنه بیشتر بوده که با افزایش سن ماهی، افزایش ضخامت و چند لایه ای شدن قابل مشاهده بود.

Yonkos و همکاران در سال ۲۰۰۰ نشان دادند که ضخامت اپیدرم در قسمت های مختلف بدن ماهی کپور قنات (*Pimephales promelas*) با نام علمی (*minnow fathead*) متفاوت بوده است، بطوریکه سطح پشتی ناحیه سر بیشترین ضخامت (۱۰ تا ۱۵ سلول) و سطح شکمی دم کمترین ضخامت (۲ تا ۳ سلول) را دارا بود.

## بحث و نتیجه گیری

اپیدرم پوست مشتق از لایه اکتودرم جنینی بوده که سطح بدن مهره داران، از جمله ماهیان را پوشش می دهد. تفاوت پوست ماهی از پوست سایر مهره داران به طور برجسته در سطح آن می باشد، جاییکه سلول های اپیدرمی زنده در تماس با محیط آب و فاقد ترشح کوتیکول، اما حاوی موکوس هستند (Zaccone, 2001; Zuchelkowski et al., 2005).

طبق نتایج این تحقیق در سطحی ترین لایه پوست لارو اولیه ماهی قزل آلابی رنگین کمان، سلول های سطحی اپیدرم همراه با سلول های ترشح کننده موکوس وجود داشت، اما لایه حفاظتی کوتیکول در این ماهیان مشاهده نشد. سلول های

وجود موکوس برای محافظت پوست ماهی و به عنوان سد محافظ در مقابل انواع پارازیت ها، آلودگی ها و نیز عامل لغزنده سازی سطح بدن برای زندگی شناگر دارای اهمیت فوق العاده ای است (Whitear et al., 1986) و حضور این سلول ها در پوست ماهی از روزهای اول لاروی، اهمیت سازشی حضور موکوس را اثبات می کند.

در تحقیق حاضر، جوانه های حسی از اواسط هفته دوم در نواحی سر و تنه ماهی پدیدار شدند. وجود جوانه های حسی در این ماهیان را از زمان شروع تغذیه آزاد (نزدیک به زمان جذب کیسه زرده)، شاید بتوان به دلیل نقش آنها در شروع تغذیه خارجی و حساسیت پذیری به سیگنال های محیطی توجیه کرد.

در ماهیان استخوانی، ارگان های حسی موجود در پوست برای بقاء ضروری هستند. یکی از این ارگان های حسی، جوانه های چشایی هستند که در امر تغذیه اهمیت بسیار زیادی دارند (Lane and Whitear, 2008; Hjelmeland et al., 1983).

پراکندگی و محل قرار گیری جوانه های حسی در ماهیان مختلف متفاوت است. توزیع و محل قرار گیری جوانه های چشایی در ماهی *Garra rufa* از خانواده کپور ماهیان مورد مطالعه قرار گرفت و مشخص شد که این جوانه ها در قسمت های مختلف بدن از جمله بر روی لب ها، نواحی شکمی و پهلوها، سرپوش آبخشی، باله های مخرجی، لگنی، پستی و سینه ای وجود دارند. همچنین بالاترین میزان جوانه های چشایی در لبها، پیشانی، مخرجی و سینه ای وجود دارد (Cinar et al., 2007). در لارو دو روزه گربه ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) که تغذیه از روتیفر و غذای مصنوعی را آغاز کرده بود، تعدادی جوانه چشایی مشاهده شد (Mukai Ytuzan et al., 2008).

نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر وجود لایه نازک مزانشیم تمایز نیافته در درم از انتهای هفته اول تا هفته سوم لاروی در ناحیه سر و تنه و سپس تمایز بافت همبند درم در این بخش ها را نشان داد. احتمالاً انعطاف پذیری بدن ماهی در ناحیه تنه را برای شنا توجیه می کند، زیرا درم در فرآیند انعطاف پذیری و حرکات بدن نقش ایفا می کند و از این جهت با افزایش سن لارو، تمایز (از بافت مزانشیم به بافت همبند) و ضخامت درم تدریجاً افزایش یافته و در ناحیه تنه سرعت تمایز بیشتر است.

در تحقیقی دیگر تعداد لایه های سلولی در اپیدرم نوعی ماهی استخوانی از راسته پهن ماهی شکلان (*Pleuronectiformes*) از ۲ لایه در نوزادان تا ۱۰ لایه یا بیشتر در ماهیان بالغ متغیر بود (Campinho, 2007). همچنین اپیدرم در گونه ای از کپور ماهیان (*Rhodeus pseudosericeus*) بلافاصله بعد از تخم گشایی شامل یک لایه سلولی منفرد و نازک بود که با افزایش سن ماهی ضخیم تر و چند لایه می شد (Kim et al., 2008). به نظر می رسد، نتایج مشاهده شده در روند رشد و نمو جنینی اپیدرم ماهی قزل آلی رنگین کمان با نتایج تحقیقات گزارش شده از برخی ماهیان مطابق می باشد. از آنجا که ضخامت پوست به عنوان عامل حفاظتی و سد مکانیکی در مقابل آسیب های محیطی ایفای نقش می کند (Whitear et al., 1986; Whitear, 1977)، لذا احتمالاً این روند رشد و نمو از پدیده های مهم رشد و نمو در ماهیان است.

ماهیان دارای لایه حفاظتی کوتیکول هستند و عده ای فاقد این لایه اما حاوی موکوس می باشند (Mittal and Banerjee, 1975). بررسی ها نشان داد که پوست در اغلب مهره داران، از لایه خارجی کوتیکول که سطح اپیدرم را پوشانده است، تشکیل شده است که به عنوان یک لایه حفاظتی عمل می کند، اما در اکثر ماهیان پوست متشکل از سلول های زنده و فاقد لایه حفاظتی کوتیکول می باشد (Olivera et al., 2004).

در ماهیانی که فاقد لایه کوتیکول هستند، عملکرد حفاظتی این لایه بوسیله ترشح موکوس جبران می شود (Carlos et al., 1994). در تحقیقات دیگر مشخص شد که لایه خارجی سطحی (اپیدرم)، در گورخر ماهی (*Danio rerio*) و بسیاری از ماهیان دیگر، تنها از سلول های زنده تشکیل شده است و در لایه اپیدرم سلول های موکوسی به مقدار فراوان یافت می شوند (Le Guellec et al., 2004).

بر اساس نتایج تحقیق اخیر سلول های ترشحی موکوسی در ماهی قزل آلی رنگین کمان از اولین روزهای هفته اول لاروی در هر دو ناحیه سر و تنه بوضوح در بین سلول های اپیدرمی قابل مشاهده بود و با افزایش سن ماهی بر تعداد و قطر این سلولها افزوده گردید، لذا به نظر می رسد ماهی قزل آلی رنگین کمان از نظر وجود لایه موکوسی با بسیاری انواع ماهیان هم سوئی دارد.

کلاژن در قسمت های مختلف بدن با هم متفاوت بوده و در بعضی قسمت ها این رشته ها نسبت به هم و اپیدرم به صورت موازی قرار گرفته اند (Le Guellec *et al.*, 2004).

در تحقیق حاضر، وجود سلول های پیگمانته سیاه رنگ به طور منظم در زیر اپیدرم، در لایه درم تقریباً در انتهای هفته اول تشکیل شد. از آنجایی که این سلول ها حاوی ترکیبات سیاه رنگ می باشند، احتمالاً نشان دهنده حضور رنگدانه های ملانوفور (تولید کننده رنگ تیره) در این ماهی می باشد (Hawkes *et al.*, 1974; Roberts, 1989; Stoskoff, 1993).

به نظر می رسد در روند رشد و نمو بافت پوست، تغییرات مشخصی در ضخامت و تمایز سلول های اپیدرمی و لایه درم زیرین مطابق با ازدیاد سن لارو بوقوع می پیوندد که در جهت سازش پذیری با زندگی آزاد و شناور و نیز مقابله با استرس های محیطی (عفونت، اصطکاک و ...) این دوران، موجود را حفاظت خواهد نمود.

Hawkes Joyce سال ۱۹۷۴ ساختار اپیدرم و درم را در ماهی بالغ قزل آلی کوهو (*Oncorhynchus Kisutch*) با استفاده از میکروسکوپ الکترونی بررسی کرد و بیان کرد که کمپلکس درمی در این ماهی دارای یک ناحیه فوقانی حاوی رشته های کلاژنی سست می باشد که فیبروبلاست ها و سلول های پیگمانته در بین آنها پراکنده شده اند و در سطح پایین تر درم، ناحیه گسترده ای از رشته های کلاژن بطور منظم با زاویه قائم وجود دارند.

در مطالعه ای که بر روی رشد و نمو پوست گورخر ماهی (*Danio rerio*) از ابتدای تفریح تا ۱۸۰ روز پس از تخم گشایی انجام گرفت، مشخص شد که در دوران جنینی سازمان دهی ماتریکس کلاژنی نامنظم بوده و در قسمت های مختلف بدن می تواند متفاوت باشد. در بعضی نواحی بدن، ماتریکس کلاژنی غیر قابل تشخیص است و در بعضی نواحی، ضخامت ناحیه زیر اپیدرمی کمتر از ۱ میکرومتر است. طرز قرار گرفتن رشته های

## منابع

- بلوچ، ا.، ۱۳۸۴. بررسی آسیب شناسی اثرات التیامی سولفات روی به روش حمام، در ضایعه جلدی ماهی کپور. پایان نامه دکترای عمومی دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه فردوسی مشهد. ۷۰ ص.
- پوستی، ا. و صدیق مروستی، ع.، ۱۳۷۸. اطلس بافت شناسی ماهی (اشکال طبیعی و آسیب شناسی). موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، چاپ اول، صفحه ۴۶.
- ستاری، م.، شاهسونی، د. و شفیعی، ش.، ۱۳۸۳. ماهی شناسی ۱. انتشارات نقش مهر، چاپ اول، صفحه ۳۲.
- ستاری، م.، شاهسونی، د. و شفیعی، ش.، ۱۳۸۳. ماهی شناسی ۲. نشر حق شناس، صفحه ۶۱.
- شریف پور، ع.، ۱۳۸۳. مطالعه تجربی بافت شناسی کیفیت روند بهبود زخم در ماهی کپور. مجله علمی شیلات ایران. سال سیزدهم. شماره ۲، صفحه ۲۶-۱.
- Arellano, J. M., Storch, V. and Sarasquet, C., 2004. Ultrastructural and histochemical study on gills and skin of the Senegal sole, *Solea senegalensis*. J. App. Ichthyol. 6: 452-460.
- Campinho Marco, A., 2007. Molecular and histological changes in skin from larval to an adult phenotype during bony fish metamorphosis. cell tissue rese. 327:267-284.
- Carlos, A., Strussmann, F. N. and Takashima, F., 1994. Microscale variation in epidermal thickness, distribution, and size of mucus and Alarm substance cells in the skin of juvenile Fancy Crap. Am. Soc. Ichthyol. Herpetol. 41: 956-961.
- Cinar, K., Senol, N. and Kuru, N., 2007. The distribution of taste buds in garra rufa, Journal of Veterinary Medicine Series C. Anat. Hist. Embryol. 37: 63-66.
- Hawkes Joyce, W., 1974. The structure of fish skin. Springer Berlin / Heidelberg . 0302-766.
- Hjelmeland, K., Christie, M. and Raa, J., 1983. Skin mucus protease from rainbow trout (*salmo gardneri Richardson*) and its biological Significances. J. Fish biolo. 23:13-23.
- Kim, C. H., Park, M. K. and Kang, E. J., 2008. Minute tubercles on the skin surface of larvae in the Korean endemic bitterling, *Rhodeus Pseudosericeus* . J. App. Ichthyol. 24: 269-275.
- Kristy, A. and Weir Lunam, C. A., 2004. A histological study of emu (*Dromaius novaehollandiae*) skin. J. Zool. 264 :259-266.
- Kumar Mittal, A. and Whitear, M., 1979. Keratinization of fish skin with special reference to the catfish *Bagarius bagarius* . Springer Berlin

- Roberts, R. J., 1989.** Fish pathology, Baillier Tindall. W. B. Saunders London. second edition, pp:305-309.
- Stoskoff, M. K., 1993.** Fish medicine, W.B, saunders company. The curtis center. second edition, pp: 76-84.
- Whitear, M., Bareiter, H., Matoltsy, A. G. and Richards, K. S., 1986.** In the biology of integument, Springer-Verlag. 53:8-38.
- Whitear, M., 1977.** Functional comparison between the epidermis fish and of amphibians, Sympos. Zool. Soc. London. 39: 291 – 313.
- Yonkos, L. T., Fisher, D. J., Reimschuessel, R. and Kane, A. S., 2000.** Atlas of fathead minnow normal histology, An online publication of the University of Maryland Aquatic Pathobiology Center (<http://aquaticpath.umd.edu/fhm>).
- Zaccone, G., 2001.** Structure, histochemical and functional aspects of the Epidermis of fishes, Adv. Mar. Biol. 40: 253-348.
- Zuchelkowski, E. M., Pinkstaff, C. A. and Hinton, D. E., 2005.** General histology and cytology mucosubstance histochemistry in control and acid-stressed epidermis of brown bullhead catfish, *Lctalurus nebulosus* (LeSueur). Anat. Rec. 212: 327-335.
- / Heidelberg – ISSN : 0302-766X (Print) 1432-0878.
- Lane, E. B. and Whitear, M., 2008.** Sensory structures at the surface of fish skin. Lateralis System, Zool. J. Lin. Soc. 76 :19 – 28.
- Le Guellec, D., Morvan, G. and Sire, J.Y., 2004.** Skin development in bony fish with particular emphasis on collagen deposition in the dermis of the zebrafish (*Danio rerio*). Int. J. Dev. Biol.48: 217 – 231.
- Mittal, A. K. and Banerjee, T. K., 1975.** Histochemistry and structure of skin of a murrel, *Channa striata*, (Channiformes, Channidae).II. Dermis and subcutis. Can. J. Zool. 53: 844-852.
- Mukai Ytuzan, A. D., Lim, L. S., Wahid, N. and Sitti Raehanah, M. S., 2008.** Development of sensory organs in larvae of African catfish *Clarias gariepinus*, J. fish biol. 73: 1648 – 1661.
- Olivera-Martinez, I., Viallet, J. and Michon, F. J., 2004.** The different steps of skin formation in vertebrate), Int. J. Dev. Biol. 48: 107-115.
- Roberts, R. J. and Bullock, A. M., 1980.** In the laboratory fish; Ostrander, G.K, Academic press, sect B.pp:87-91.