هیستومورفولوژی مقایسه‌ای مری و روده در دو گونه ماهی گوشت‌خوار و فیتوپلانکتون‌خوار خلیج فارس

- **سعید حسن‌زاده:** گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی، خرمشهر، ایران
- **رحیم عبدی*:** گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی، خرمشهر، ایران
- **محمدعلی سالاری‌علی‌آبادی:** گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی، خرمشهر، ایران
- **عبدالعلی موحدی‌نیا:** گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
- **زهرا بصیر:** گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: آبان ١٣٩٦ تاریخ پذیرش: بهمن ١٣٩٦

چکیده

ماهی بیاح (*Liza abu*) و شبه شوریده (*Johnius belangerii*) به‌علت بازار پسندی دارای ارزش اقتصادی بالا در ناحیه خلیج فارس می‌باشند. در مطالعه حاضر تفاوت‌های هیستومورفولوژیکی مری و روده بین ماهی بیاح با رژیم فیتوپلانکتون‌خواری و شبه شوریده با رژیم گوشت‌خواری مورد بررسی قرار گرفت. بدین‌منظور ٢٠ قطعه ماهی از هر گونه با ویژگی‌های زیست‌سنجی مشابه از خور موسی صید شدند. پس از تشریح نمونه‌های بافتی از قسمت‌های ابتدا و انتهایی مری هم‌چنین قطعاتی از قسمت‌های ابتدایی، میانی و انتهای روده برداشت گردید. نمونه‌های بافتی پس از طی مراحل معمول آماده‌سازی شامل فیکس کردن در فرمالین بافر ده درصد، آبگیری با سری افزایشی الکل، شفاف‌سازی با گزیلول، بلوک‌گیری با پارافین، برش با ضخامت ٥ میکرون با میکروتوم، انتقال نمونه‌ها بر روی لام، رنگ‌آمیزی و در نهایت با میکروسکوپ نوری مجهز به لنز داینولیت بررسی شدند. نتایج حاصل از مطالعات میکرومتری نشان داد که مری در هر دو گونه در ناحیه مخاطی دارای چین‌خوردگی‌های متعدد و اپیتلیوم آن از نوع سنگفرشی مطبق همراه با سلول‌های ترشحی بوده است. تعداد این سلول‌ها در ناحیه انتهای نسبت به ناحیه ابتدایی با اختلاف معنی‌دار بیش‌تر بوده ($P\leq ٠/٠٥$) اما در ماهی بیاح در قسمت ابتدایی و در ماهی شبه شوریده در قسمت انتهایی تعداد این سلول‌ها بیش‌تر بوده است. هم‌چنین از ابتدا به سمت انتهای روده بر تعداد سلول‌های موکوسی افزوده شده و طول پرزهای روده در قسمت میانی از سایر بخش‌های روده بیش‌تر بود. هم‌چنین طول پرزها در ماهی بیاح در سه قسمت ابتدایی، میانی و انتهایی روده نسبت به شبه‌شوریده بزرگ‌تر مشاهده‌شد ($P\leq ٠/٠٥$). به‌طورکلی در هیستومورفولوژی مری و روده دو گونه مورد مطالعه تفاوت‌ها و شباهت‌هایی از نظر ساختار مشاهده گردید که می‌تواند متاثر زندگی و چگونگی تغذیه موجود باشد.

کلمات کلیدی: هیستومورفولوژی، مری، روده، بیاح، شبه شوریده

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: abdir@kmsu.ac.ir

مقدمه

فراورده‌های‌دریایی ازجمله ماهی منبع با ارزشی برای تامین مواد غذایی انسان‌ها در سراسر جهان می‌باشد. بررسی و یافتن مناسب‌ترین جیره غذایی برای ماهیان دارای ارزش بالایی برای تولید بهتر می‌باشد. نوع جیره غذایی در جانوران رابطه مستقیمی با دستگاه گوارش و آنزیم‌های گوارشی دارد . بنابراین با بررسی ساختار دستگاه گوارش دو گونه متفاوت فیتوپلانکتون‌خوار و گوشت‌خوار از لحاظ تغذیه می‌توان رژیم غذایی مناسبی را برای سایر ماهیان تهیه کرد (Chan و همکاران، ۲۰۰۴). عادت غذایی ماهی و ریخت‌شناسی دستگاه گوارش ارتباط نزدیکی با جیره آن‌ها دارد. با این وجود بسیاری از ماهی‌ها می‌توانند عادت غذایی خود را با منابع غذایی موجود سازگار کنند (Geyikoglu، ۲۰۰۴). بهره‌وری کامل از غذا بستگی به ظرفیت‌های فیزیولوژیکی ماهی در هضم و تبدیل مواد غذایی مصرف شده دارد. با توجه به این که درحال حاضر نیازهای تغذیه‌ای بیش‌تر ماهیان مناسب برای پرورش هنوز کاملاً مشخص نشده است بنابراین بررسی سیستم گوارشی بین دو نوع ماهی با تغذیه متفاوت و مقایسه آن کمک خواهد کرد تا جیره غذایی مناسبی برای سایر ماهیان که اطلاع چندانی از نوع تغذیه‌اش وجود ندارد تهیه کرد. به‌منظور هضم بهینه مواد غذایی و طراحی جیره غذایی مناسب مطالعه ساختار مورفولوژیک و هیستولوژیک دستگاه گوارش و تغییرات آن ضروری می‌باشد. بنابر تحقیقات مشخص گردید که لوله گوارش ماهیان اختلاف فوق‌العاده‌ای از نظر مورفولوژی و عملکرد نشان می‌دهند. تفاوت‌های بافت‌شناسی‌دستگاه گوارش ابزاری کارآمد برای مطالعه تاثیر رژیم غذایی می‌باشد (Rungruangsak، ۲۰۰۷). فعالیت‌های تغذیه‌ای ماهیان بیش‌تر براساس نوع مواد غذایی مصرفی طبقه‌بندی می‌شود. در ساده‌ترین شکل آن ماهیان اگر از مواد گیاهی تغذیه کنند گیاه‌خوار و اگر از ترکیبات جانوری تغذیه کنند گوشت‌خوارند. شبه شوریده یک ماهی گوشت‌خوار بوده که در آب‌های ساحلی تا عمق ۴۰ متری و به‌طور عمده روی بسترهای گلی و مصب‌ها زیست می‌کند. شکل‌بدن دوکی شکل و استوانه‌ای می‌باشد. ازلحاظ تغذیه‌ای به‌طورکلی بیاح بالغ از مواددیتریت شامل بقایای گیاهی و جانوری تغذیه می‌نماید. این‌ماهی به‌دلیل نوع ماده‌غذایی که شامل مواد گیاهی و فیتوپلانکتون می باشد دارای روده بسیار طولانی نسبت به طول بدن می‌باشد چون مواد غذای گیاهی دارای انرژی کمی بوده و باید مقدار زیادی ماده غذایی وارد روده شود و روده طولانی برای هضم و جذب این ماده کم انرژی مورد نیاز است به‌همین علت طول روده بیاح چندین برابر طول روده شبه شوریده می‌باشد (Carrasson و همکاران، ۲۰۰۶). ازآن‌جایی که مطالعه مقایسه‌ای اندکی درخصوص ساختار بافت‌شناسی گونه‌های فیتوپلانکتون‌خوار و گوشت‌خوار در ناحیه خلیج فارس انجام پذیرفته هست تحقیق اخیر می‌تواند نمونه بسیار مناسبی جهت پاسخگویی در زمینه مطالعات فیزیولوژی و پاتولوژیک گونه‌های حاضر و مرتبط باشد.

مواد و روش‌ها

برای این منظور ۲۰ قطعه ماهی از هر دو گونه مورد نظر از خور موسی صید گردید. ماهی‌ها با پودر گل‌میخک بی‌هوش شده و عملیات زیست‌سنجی روی آن‌ها انجام گرفت (شکل ۱).

شکل ۱: در این تصویر ماهیان شبه شوریده (بالایی) و بیاح (پایینی) مورد استفاده در این مطالعه مشخص شده است

پس از باز کردن محوطه بطنی از قسمت ابتدا و انتهایی مری و هم‌چنین از قسمت‌های ابتدایی، میانی و انتهایی روده قطعاتی به ابعاد ۰/۵ سانتی‌متر جدا و به‌منظور تثبیت به فرمالین بافر ده درصد انتقال یافتند (Xiong و همکاران، ۲۰۱۰). سپس مراحل روتین بافت‌شناسی به‌کمک دستگاه هیستوکینت به‌منظور پاساژ بافتی شامل آبگیری، شفاف‌سازی و پارافینه شدن انجام پذیرفت. بدین‌منظور جهت آبگیری بافت‌ها از توسط سری افزایشی اتانول ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ درصد و جهت شفاف‌سازی به دو سری محلول گزیلول انتقال یافتند. جهت آغشتگی به پارافین پارافینه شدن در داخل پارافین مذاب در دمای ۶۲-۶۰ درجه سانتی‌گرادودر دو ظرف انجام‌گرفت.درنهایت برش‌هایی با ضخامت پنج میکرومتر از غالب‌های پارافینی با استفاده از دستگاه میکروتوم نیمه دیجیتالی مدل لایکا ساخت آلمان تهیه شد و در درون حمام آب گرم با دمای نزدیک به نقطه ذوب پارافین قرار گرفتند

(Banankhojasteh و همکاران، ۲۰۰۹). پس از باز شدن چین‌ها نمونه‌ها توسط لام‌های آغشته به مخلوطی از سفیده تخم مرغ، گلیسیرین و چند قطره تیمول برداشته شده و جهت خشک شدن در آزمایشگاه به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. در نهایت برش‌ها به‌روش‌های هماتوکسیلین- ائوزین و پریودیک اسیدشیف رنگ‌آمیزی شده اسلایدهای بافتی تهیه شده با استفاده از میکروسکوپ نوری مجهز به دوربین Dino Lite و سیستم کامپیوتری مجهز به نرم‌افزار Dino capture فتومیکروگراف‌های لازم تهیه و در مطالعات هیستومتری طول پرزها و ضخامت اپیتلیوم روده اندازه‌گیری شد (Bocina و همکاران، ۲۰۱۷).

نتایج

ماهیان مورد استفاده در این تحقیق دارای خصوصیات زیست‌سنجی مشابه بودند به‌طوری‌که طول کلی ماهیان شبه شوریده به‌طور متوسط ۱/۸±۱۶/۱ سانتی‌متر و عرض بدن ۱/۷±۲/۳ سانتی‌متر بوده است. هم‌چنین ماهیان بیاح دارای طول کلی ۱/۲±۱۵/۵ سانتی‌متر و عرض بدن ۱/۶±۲/۲ سانتی‌متر بودند.

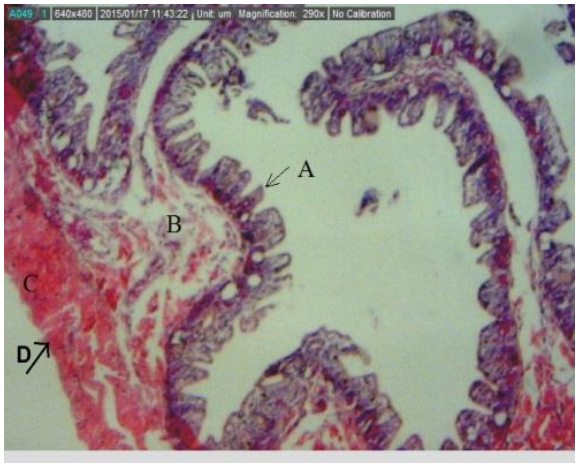
مری: در مطالعات میکروسکوپی مخاط مری در هر دو گونه مشخص گردید که این بافت دارای چین‌خوردگی‌های مخاطی متعدد بوده و اپیتلیوم آن از نوع سنگفرشی مطبق همراه با سلول‌های ترشحی بوده است. در ناحیهٔ مری سطح چین‌ها در نیمهٔ بالایی، اپیتلیوم سنگفرشی مطبق ناگهان تغییر کرده و به بافت پوششی مکعبی و گاهاً استوانه‌ای ساده تبدیل می‌گردید. در زیر اپیتلیوم مری پارین از نوع بافت همبندی سخت و فاقد هرگونه غده‌ای گزارش گردید. دستجات پراکنده‌ای از عضلات صاف ماهیچهٔ مخاطی پارین را از زیر مخاط مجزا کرده و زیر مخاط بسیار نازک بوده که در این ناحیه نیز غدد ترشحی مشاهده نگردید. طبقات عضلانی از نوع مخطط و قطور بوده که در انتهای مری نزدیک به محل تبدیل مری به معده از ضخامت طبقات عضلانی کاسته شده بود. سطح خارجی عضلات توسط لایه‌ای از سروز شامل بافت همبند و یک ردیف سلول‌هایی سنگفرشی مفروش گردید. هم‌چنین در ساختار مری شبه شوریده وجود لایه چربی بین لایه زیر مخاطی و لایه ماهیچه‌ای محرز اما چنین ویژگی در ساختار میکروسکوپی مری بیاح گزارش نگردید (شکل‌های ۲ الی ۷).

مهم‌ترین تفاوت در ساختار بافتی مری گونه‌های فوق در مطالعات میکرومتری و شمارش سلول‌های موکوسی مشخص گردید. به‌طوری‌که در رنگ‌آمیزی اختصاصی پریودیک اسیدشیف سلول‌های موکوسی که وظیفه ترشح مواد موکوئیدی جهت روان‌سازی مسیر حرکت مواد غذایی را در دستگاه گوارش به‌عهده دارند تعداد آن‌ها در انتهای مری نسبت به ابتدای مری با اختلاف معنی‌دار بیش‌تر بوده اما در ماهی بیاح در قسمت ابتدایی و در ماهی شبه شوریده در قسمت انتهایی تعداد این سلول‌ها بیش‌تر بوده است (جدول ۱).

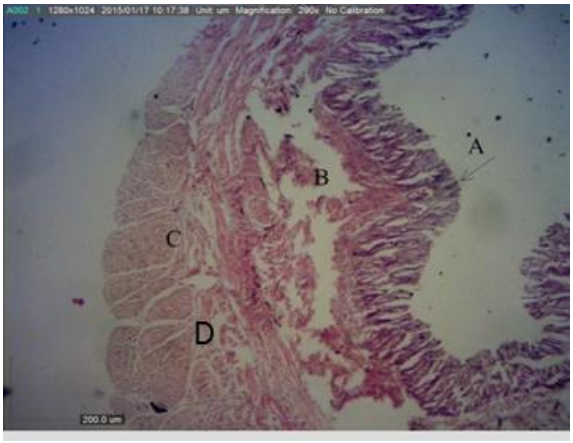
جدول ۱: تعداد سلول‌های موکوسی در مری گونه های شبه شوریده و بیاح بر حسب (Mean± Se)

موقعیت / ماهی	شبه شوریده	بیاح
ابتدای مری	۱۵/۶±۲/۸۸	۱۵/۸±۱/۳۰
انتهای مری	۲۴/۴±۴/۲۱	۲۳/۲۰±۴/۴۳

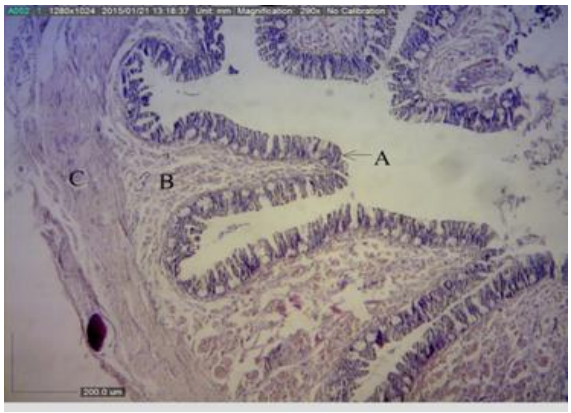
شکل ۲: نمای میکروسکوپی از ابتدای مری ماهی شبه شوریده
اپیتلیوم از نوع سنگفرشی مطبق (A)، زیر مخاط حاوی پارین از نوع بافت همبند سخت (B)، لایه عضلانی از نوع مخطط (C) و لایه سروزی (D) (H&E, x290)



شکل ۳: نمای میکروسکوپی از ابتدای مری ماهی بیاح
اپیتلیوم از نوع سنگفرشی مطبق (A)، زیر مخاط حاوی پارین از نوع بافت همبند سخت (B)، لایه عضلانی از نوع مخطط (C) و لایه سروزی (D) (H&E, x290)



شکل ۴: نمای میکروسکوپی از انتهای مری ماهی شبه شوریده
اپیتلیوم از نوع سنگفرشی مطبق (A)، زیر مخاط حاوی پارین از نوع بافت همبند سخت (B)، لایه عضلانی از نوع مخطط (C) و لایه چربی (D) (H&E, x290)



شکل ۵: نمای میکروسکوپی از انتهای مری ماهی بیاح
اپیتلیوم از نوع سنگفرشی مطبق (A)، زیر مخاط حاوی پارین از نوع بافت همبند سخت (B)، لایه عضلانی از نوع مخطط (C) و لایه چربی (D) (H&E, x290)

شکل ۶: نمای میکروسکوپی از انتهای مری ماهی شبه شوریده
سلول‌های موکوسی که از ناحیه قاعده به سمت بالا بر تعداد و حجم آن‌ها افزوده شده (A) و برخی به‌شدت به رنگ PAS پاسخ مثبت داده‌اند (PAS, x725)

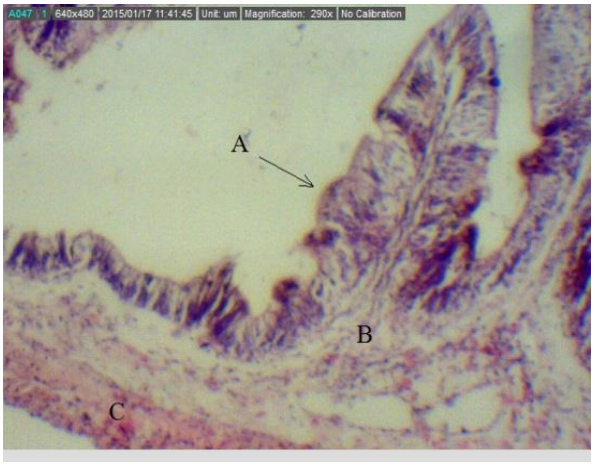
شکل ۷: نمای میکروسکوپی از انتهای مری ماهی شبه شوریده
سلول‌های موکوسی که از ناحیه قاعده به سمت بالا بر تعداد و حجم آن‌ها افزوده شده (A) و برخی به‌شدت به‌رنگ PAS پاسخ مثبت داده‌اند، محل تبدیل اپی‌تلیوم مخاط از بافت پوششی سنگفرشی به استوانه‌ای (B) (PAS, x725)

روده: در مطالعات میکروسکوپی مشاهده گردید که ساختار روده دارای کرک‌های بسیار بلندی، که به سمت فضای داخلی روده کشیده شده بودند. اپیتلیوم مخاط روده از نوع استوانه‌ای ساده همراه با سلول‌های جامی فراوان بود. پارین از بافت همبندی سست حاوی عروق خونی، لنفاوی و اعصاب متعدد تشکیل شده اما فاقد غدد بوده و در زیر آن و حد فاصل پارین با زیر مخاط لایهٔ نازکی از ماهیچهٔ مخاطی به‌صورت رشته‌های عضلانی صاف پراکنده مشاهده گردید. زیر مخاط نیز فاقد غدد و از نوع بافت همبند سخت بوده است. طبقات عضلانی از نوع صاف و در دو لایه شامل لایهٔ داخلی طولی و خارجی حلقوی بود. در بین دو لایهٔ عضلانی بافت همبندی سستی قرار گرفته که علاوه بر عروق خونی و لنفاوی و اعصاب حاوی گانگلیون‌های پاراسمپاتیک به‌صورت شبکه‌های عصبی میانتریک بود. طبقهٔ عضلانی از خارج توسط بافت همبند و یک لایهٔ سلول‌های سنگفرشی به‌عنوان سروز مفروش شده بود (شکل‌های ۸ الی ۱۱).

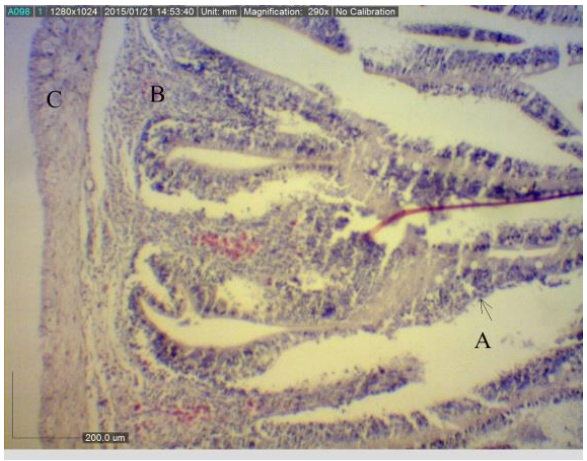
در مطالعات هیستومتری از ابتدا به انتهای روده کرک‌ها بلندتر و باریک‌تر بوده و به‌نظر می‌رسد که برتعداد سلول‌های جامی اپیتلیوم مخاط افزوده شده است (جدول ۲).

جدول ۲: تعداد سلول‌های موکوسی در روده گونه‌های شبه شوریده و بیاح بر حسب (Mean± Se)

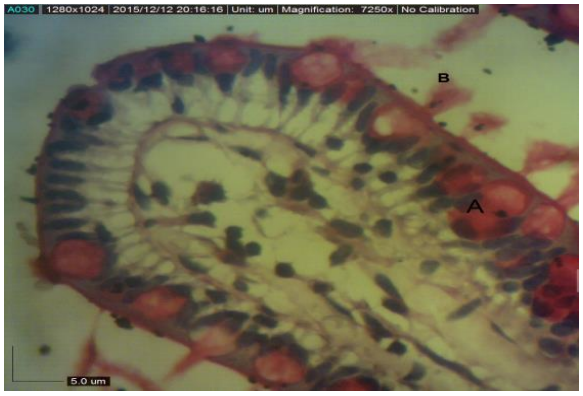
موقعیت / ماهی	شبه شوریده	بیاح
ابتدای روده	۱۱/۲±۴/۳۰	۱۰/۲±۲۰/۱۶
میانی روده	۳±۱۷	۱۷/۲±۶۰/۳۰
انتهای روده	۲±۲۲/۷۳	۲۲/۲±۴۰/۰۷



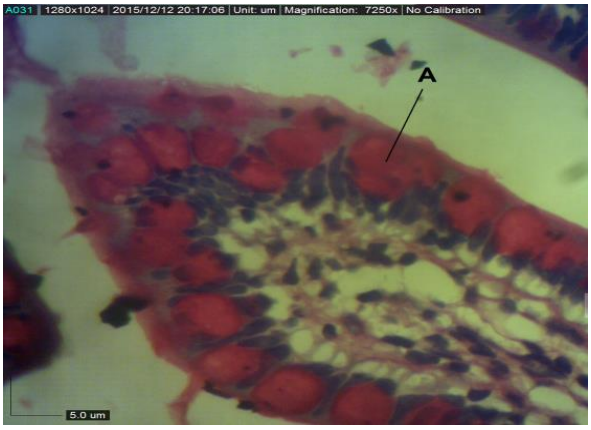
شکل ۸: نمای میکروسکوپی از قسمت میانی روده ماهی شبه‌شوریده
اپیتلیوم ازنوع استوانه‌ای ساده و بلند (A)، زیر مخاط حاوی بافت همبند سخت (B) و لایه عضلانی از نوع صاف(C)(H&E, x290)



شکل ۹: نمای میکروسکوپی از قسمت میانی روده ماهی بیاح
اپیتلیوم ازنوع استوانه‌ای ساده و بلند (A)، زیر مخاط حاوی بافت همبند سخت (B) و لایه عضلانی از نوع صاف (C)(H&E, x290)



شکل ۱۰: نمای میکروسکوپی از قسمت انتهایی روده ماهی شبه‌شوریده
این میکروگراف نمایان‌گر آن است که سلول‌های موکوسی به‌شدت به رنگ‌آمیزی اختصاصی پریودیک اسیدشیف پاسخ مثبت داده‌اند (PAS, x725)



شکل ۱۱: نمای میکروسکوپی از قسمت انتهایی روده ماهی بیاح
این میکروگراف نمایان‌گر آن است که سلول‌های موکوسی به‌شدت به رنگ‌آمیزی اختصاصی پریودیک اسیدشیف پاسخ مثبت داده‌اند (PAS, x725)

طول پرز برای تعیین میزان جذب ماده غذایی در روده نقش بسیار مهمی دارد. هرچه طول پرز بیش‌تر باشد میزان جذب ماده غذایی نیز بیش‌تر خواهد بود. در این بررسی طول پرزهای روده با نرم‌افزار DinoCapture 2.0 اندازه‌گیری شد که نتایج حاصل توسط نرم‌افزار spss در جدول زیر آورده شده است. براساس این نتایج در هر دو ماهی بیاح و شبه شوریده در ابتدا و انتهای روده طول پرزهای روده نسبت به قسمت میانی روده کم‌تر بوده و قسمت میانی روده بیش‌ترین طول پرز را داشت. طول پرز در ماهی بیاح در هر سه بخش از روده (ابتدا، وسط و انتهای روده) نسبت به ماهی شبه شوریده بیش‌تر بوده است (جدول ۳).

جدول ۳: طول پرز اندازه‌گیری شده در روده گونه‌های شبه شوریده و بیاح برحسب (Mean± Se)

موقعیت / ماهی	شبه شوریده	بیاح
ابتدای روده	۳۷۵/۸۵±۴۳/۴۳	۴۴۳/۹۷±۳۳/۸۸
میانی روده	۶۲۱/۱۱±۶۹/۶۹	۸۹۶/۹۳±۱۲/۳۸
انتهای روده	۴۰۵/۴۳±۱۸/۰۲	۴۸۵/۸۲±۴۰/۶۶

بحث

مسیر گوارشی ماهی بیاح و شبه شوریده نسبت به دیگر ماهیان استخوانی هم‌چون ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، سس ماهی چسبنده، تیلاپیا، ماهی سوزنی شکل و ماهی آزاد شباهت زیادی داشت. اما تفاوت‌های جزئی نیز در آن با ماهیان دیگر دیده شد. دیواره لوله گوارشی در ماهی بیاح مشابه شبه شوریده از چهار لایه اصلی تشکیل شده بود که ازسمت مجرای داخلی به خارج شامل لایه مخاطی، زیر

مخاط،لایه‌ماهیچه‌ای و سروز یا ادوانتیس بوده‌که این‌یافته با تحقیقات انجام‌شده بر روی ساختار دستگاه گوارشی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، ماهی آزاد دریای‌خزر، ماهی سردآبی گوبی و بیش‌تر ماهیان آب شیرین مطابقت دارد (Abol Munafi و همکاران، ۲۰۰۶). هم‌چنین در مقایسه طول لوله گوارش در دو گونه مورد مطالعه مشخص گردید که در ماهی بیاح این مقدار بیش‌تر از شبه‌شوریده گزارش گردید. در تحقیقی که بر روی طول دستگاه گوارش بر روی سس ماهی چسبنده که یک ماهی همه‌چیزخوار می‌باشد نسبت به قزل‌آلای رنگین‌کمان با رژیم گوشت‌خواری نتایج مشابهی گزارش گردید (Cinar و Senol، ۲۰۰۴). داخلی‌ترین لایه در دیواره لوله گوارشی در ماهی بیاح و شبه شوریده لایه مخاطی می‌باشد که خارجی‌ترین قسمت این لایه توسط بافت پوششی مفروش شده بود تشکیل می‌داد. بخش‌های ابتدایی این لوله از بافت پوششی سنگفرشی مطبق شاخی نشده و در ادامه به سمت انتها توسط بافت استوانه‌ای ساده ادامه یافته بود. مطابق یافته اخیر در تحقیقی بر روی ماهی سوف و برخی از کوسه‌ها بافت پوششی مری استوانه‌ای مژه‌دار یا مکعبی گزارش گردید (Dale و همکاران، ۲۰۰۹). هم‌چنین برخی محققین علاوه بر سلول‌های پوششی در بافت پوششی مخاط، سلول‌های ترشح‌کننده موکوس و لنفوسیت‌هارا با مطالعات انجام شده بر روی ماهی تیلاپیا نیل (AL Abdulhadi، ۲۰۰۵)، گربه ماهی اروپایی و سس ماهی چسبنده (Fuglem و همکاران، ۲۰۱۰) گزارش کردند. براساس نظریه محققین در بیش‌تر ماهیان، مری به عنوان گذرگاهی کوتاه ماهیچه‌ای و قابل اتساع بوده و در هنگامی‌که آب با فشار از روی آبشش‌ها عبور می‌کند با بستن راه معده نقش یک ماهیچه تنگ‌کننده را بازی می‌کند. از ویژگی قابل ذکر در ساختار مری گونه‌های مورد مطالعه این بود که لایه ماهیچه‌ای ضخیم از نوع مخطط در این ناحیه دیده شد. این لایه ماهیچه‌ای از دو طبقه تشکیل شده به‌طوری‌که طبقه طولی در قسمت داخلی و طبقه حلقوی ضخیم‌تر در قسمت خارجی قرار داشت. وجود عضلات حلقوی در مری ماهیانی که به‌ویژه رژیم گوشت‌خواری دارند برای کمک به مکانیسم انتقال غذا لازم است. براساس مطالعات انجام شده بر روی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان همانند مطالعه اخیر بر روی مری شبه شوریده وجود لایه چربی بین لایه زیر مخاطی و لایه ماهیچه‌ای گزارش گردید (Goto، ۲۰۱۱). هم‌چنین این محققین بر این باورند که در این ماهیان مواد غذایی به‌صورت چربی در زیر لایه مخاطی رسوب‌گذاری می‌شود. اما چنین یافته در مری ماهی سفید همانند ساختار مری ماهی بیاح هیچ‌گونه بافت چربی در بین لایه زیر مخاطی و عضلانی مشاهده نگردید (Wilson و Castro ، ۲۰۱۰). از دیگر سلول‌های مورد مطالعه در مری این دو گونه سلول‌های جامی یا ترشح‌کننده موکوس بود که به‌صورت پراکنده در بین سلول‌های پوششی مشاهده شدند. این سلول‌ها در اندازه‌های متفاوت به‌طوری‌که‌هرچه به سطح بافت پوششی نزدیک‌شده‌براندازه‌آن‌هاافزوده‌می‌شد.آن دسته از سلول‌های موکوسی مری که حاوی موکوپلی ساکاریدهای خنثی و موکوپلی ساکاریدهای اسیدی بودند به‌شدت با پریودیک اسیدشیف (PAS) واکنش مثبت نشان دادند. محققین با تایید وجود این سلول در گونه‌های مختلف آبزی بر این باورند که وجود این سلول‌ها در بافت پوششی مری برای لغزنده کردن آن به‌منظور بلع آسان غذا لازم است (Ng و همکاران، ۲۰۱۴). در ادامه بررسی لوله گوارشی که در ماهی بیاح پس از مری روده قرار داشته اما در شبه شوریده همانند سایر ماهیان گوشت‌خوار مانند قزل‌آلای رنگین‌کمان و مارماهی معمولی معده و زواید پیلوری در آن مشاهده گردید (Hajimoradi و همکاران، ۲۰۰۷). روده در ادامه ساختار گوارشی در گونه‌های مورد مطالعه بوده و ساختار قسمت ابتدایی، میانی و انتهایی روده دارای تفاوت‌هایی در دید میکروسکوپی بودند. به‌طوری‌که قسمت انتهایی روده برخلاف قسمت‌های ابتدایی و میانی دارای چین‌های مخاطی اندک و به‌تدریج کوتاه‌تر می‌شدند. سایر محققین با مطالعه بر گونه‌هایی همانند ماهی گلی و ماهی طلایی قزل آلای رنگین‌کمان و مارماهی گزارشات مشابهی ذکر کردند (Penn و همکاران، ۲۰۱۱). از آن‌جایی‌که چین‌های فوق باعث افزایش قابلیت جذب مواد غذایی می‌شوند به‌همین علت بالا بودن اندازه چین‌های مخاطی‌در ابتدای‌روده نشان از جذب مواد غذایی بیش‌تر دراین قسمت از روده ماهی است (Fuglem و همکاران، ۲۰۱۰). براساس این تحقیق تعداد سلول‌های جامی ترشح‌کننده موکوس در میان سلول‌های استوانه‌ای در قسمت انتهایی روده، هر دو ماهی بیاح و شبه شوریده بیش‌تر از قسمت ابتدایی روده بود به‌طوری‌که مقدار آن در قسمت ابتدایی روده در ماهی شبه شوریده نسبت به بیاح بیش‌تر گزارش گردید. این یافته در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و ماهی گلی نیز گزارش گردید (Suicmez و Ulus، ۲۰۰۵) به‌طوری‌که این محققین بر این باورند که سلول‌های جامی ترشح‌کننده موکوس به‌طور عمومی در روده ماهیان استخوانی دیده شده و نوع ماده موکوسی ترشح شده براساس گونه ماهیان و نیز مسیرهای مختلف دستگاه گوارش متفاوت می‌باشد.وجود مواد مخاطی در روده باعث تنظیم اسمزی، لغزنده‌سازی و دفع مواد زاید کمک می‌کند (Petr و Ellis، ۲۰۰۶). اما برخلاف مطالعات انجام گرفته در روده گربه ماهی اروپایی سلول‌های جامی در بین چین‌های مخاطی به‌ندرت دیده شده و کیفیت مواد مخاطی موجود در روده به‌طور کامل ارتباط مستقیمی با شرایط محیطی و هم‌چنین نوع عملکرد کانال تغذیه‌ای دارد (Ringo و همکاران، ۲۰۰۷). این سلول‌ها نیز همانند سلول‌های جامی موجود در مری به‌دلیل دارا بودن موکوپلی ساکاریدهای خنثی و اسیدی با پریودیک اسیدشیف(PAS) واکنش مثبت نشان می‌دهند. این نتایج با تحقیقات انجام

شده بر روی ماهی شانک و سس ماهی چسبنده کاملاً مطابقت دارد (Sanden و همکاران، ۲۰۰۷).

در مقایسه بین طول روده در ماهی بیاح و شبه شوریده نشان از طویل تر بودن این اندام در ماهی بیاح بود زیرا هم‌چنان که محققین گزارش کردند حجم ماده غذایی مصرفی در ماهیانی مانند بیاح که رژیم گیاه‌خواری مانند فیتوپلانکتون دارند بسیار بالا می‌باشد و ارزش غذایی آن براساس تولید کالری برخلاف حجم مواد نسبتاً پایین است. بنابراین روده این گونه از ماهیان جهت تامین جایگاه مناسب از طول بیش‌تری برخوردار می‌باشد. اما برخلاف ماهی بیاح حجم ماده غذایی مصرفی در ماهیان با رژیم گوشت‌خواری مانند ماهی شبه شوریده به‌دلیل کالری بالای تولیدی پایین بوده و این گونه از ماهیان از روده کوتاه‌تری نسبت به گروه قبلی برخوردار می‌باشند (Wilson و Castro، ۲۰۱۰). هم‌چنین طول پرز در قسمت میانی روده در دو گونه مورد مطالعه نسبت به بخش‌های ابتدا و انتهایی بیش‌تر گزارش گردید اما در مقایسه بین دو گونه مقدار طول پرزها در ماهی بیاح نسبت به شبه شوریده بیش‌تر بود. زیرا محققین بر این باورند که در ابتدای روده به‌دلیل ورود مواد غذایی در حال هضم که هنوز عمل جذب به حداکثر نرسیده و در انتهای روده دستگاه گوارشی آماده دفع مواد غذایی باقی مانده می‌باشد که در این بخش نیز طول پرز کم‌تر از قسمت میانی روده می‌باشد. زیرا پرزهای بلند با افزایش سطح موجب توانایی جذب بیش‌تر مواد غذایی شده و ارتفاع بیش‌تر پرزها در این ناحیه از روده نشان‌دهنده فعالیت حداکثری ازنظر عملکرد می‌باشد (Ng و همکاران، ۲۰۱۴).

منابع

۱. **Abol Munafi, A.B.; Liem, P.T.; Van, M.V.and Ambak, M.A., 2006.** Histological ontogeny of the digestive system of Marble goby (*Oxyeleotris marmoratus*) Larvae. Journal of Sustainability Science and Management. Vol. 1, No. 2, pp: 79-86.

۲. **AL Abdulhadi, H.A., 2005.** Some comparative histological studies on alimentary tract of Tilapia fish (*Tilapla spilurus*) and Sea Bream (*Mylio cuvieri*). Egyptian Journal of Aquatic research. Vol. 31, No. 1, pp: 387-396.

۳. **Banankhojasteh, S.M.; Sheikhzadeh, F.; Mohammadenjad, D. and Azami, A., 2009.** Histochemical and Ultrastructural sstudy of the intestine of Rainbow Trout (*Oncrohynchus mykiss*). World Appliedsciences. Vol. 6, No. 11, pp: 1525-1531.

۴. **Bocina, I.; Santic, Z.; Restovic, I. and Topic, S., 2017.** Histology of the digestive system of the garfish Belone belone (Teleostei: Belonidae). The European Zoological Journal. Vol. 84, No. 1, pp: 41-49.

۵. **Carrasson, M.; Grau, A.; Dopazo, L.R. and Crespo, S., 2006.** A histological, histochemical and ultrastructural study of the digestive tract of dentex (Pisces، Sparidae). Journal of Histology and Histopathology. Vol. 21, pp: 579-593.

۶. **Cinar, K. and Senol, N., 2006.** Histological and histochemical characterization of the Mucosa of the digestive tract in flower fish (Pseudophoxinus antalyae). Journal of Veterinary Medicine. Vol. 35, No. 3, pp: 147-151.

۷. **Chan, A.S.; Horn, M.H.; Dickson, K.A. and Gawlicka, A., 2004.** Digestive enzyme activities in carnivores and herbivores: comparisons among four closely related prickleback Wshes (Teleostei: Stichaeidae) from a California rocky intertidal habitat. Journal of Biology. Vol. 65, pp: 848-858.

۸. **Dale, O.B.; Torud, B.; Kvellestad, A.; Koppang, H.S. and Koppang, E.O., 2009.** From chronic feed-induced intestinal inflammation to adenocarcinoma with metastases in salmonid fish. Journal of Histology and Histopathology. Vol. 14, pp: 147-153.

۹. **Fuglem, B.; Jirillo, E.; Bjerka, S.I.; Kiyono, H.; Nochi, T.; Yuki, Y. and Raida, M., 2010.** Antigen-sampling cells in the salmonid intestinal epithelium. Developmntal Comparative Immunology. Vol. 34, pp: 768-774.

۱۰. **Geyikoglu, F., 2004.** Histological, histochemical and ultrastructural investigations on the esophagus of Juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Turk Journal of Zoology. Vol. 28, pp: 73-82.

۱۱. **Goto, Y. and Kiyono, H., 2011.** Epithelial cell microRNAs in gut immunity. Nat ure Immunology. Vol. 12, pp: 195-197.

۱۲. **Hajimoradi, M.; Mahboubi soufiani, N.A. and Alameh, S.K., 2007.** Effect of starvation on. plasma levels of cholesterol, glucose and protein in raninbow trout, Oncorhynchous mykiss Journal of Marine Sciences and Technology. Vol. 6, pp: 23-30.

۱۳. **Ng, W.; Thes, W. and Bureau, D., 2013.** On-farm feeding and feed management in tilapia aquaculture in Malaysia. Fisheries and Aquaculture Technical Paper. Vol. 583, pp: 407-413.

۱۴. **Penn, M.H.; Bendiksen E.A.; Campbell, P. and Krogdahl, A., 2011.** High level of dietary pea protein concentrate induces enteropathy in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Aquaculture. Vol. 31, pp: 267-273.

۱۵. **Petr, A. and Ellis, A., 2006.** Evidence of par t iculate uptake by t he gu t of Atlant ic salmon (*Salmo sala* r L.). Fish Shelfish Immu nology. Vol. 20, pp: 660-664.

۱۶. **Ringo, E.; Sperstad, S.; Myklebust, R.; Refstie, S. and Krogdahl, A., 2007.** Characterization of the microbiota associated with intestine of Atlantic cod (*Gadus morhua* L). the effect of fish meal, standard soybean meal and a bioprocessedsoybean meal. Aquaculture. Vol 261, pp: 827-841.

۱۷. **Rungruangsak, T., 2007.** Digestive efficiency, growth and qualitiesof muscle and oocyte in atlantic salmon (*Salmo salar* l.) fed on diets with krill meal as an alternativeprotein source. Journal of food biochemistry. Vol. 3, pp: 509-540.

۱۸. **Sanden, M.; Berntssen, M.H.; Krogdahl, A. and Bakke McKellep, A.M., 2005.** An examinat ion of t he intestinal t ract of Atlan tic salmon, *Salmo salar* L., parrfed different varieties of soy and maize. Journal of fish Disease. Vol. 28, pp: 317-330.

۱۹. **Senol, N. and Çinar, K., 2006**. Immunohistochemical localization of cholecystokinin and histamine in gastrointestinal tract in Flower Fish (*Pseudophoxinus antalyae*). Sdu fen edebiyat fakultesi fen dergisi (EDERGI). Vol. 1-2, pp: 26-34.

۲۰. **Suicmez, M. and Ulus, E., 2005.** A study of the anatomy, histology and ultrastructure of the digestive tract of *Orthrias angorae* Steindachner,1897. Journal Folia biology. Vol. 53, pp: 95-100.

۲۱. **Wilson, J.M. and Castro, C., 2010.** Mor phological diver sity of the gastrointestinal tract in fishes. In: Grosell M, Farell AP, Brau nerCJ, editor s. Fish hysiology. The Multifunction al Gut of Fish. Vol. 30, pp: 1-55.

۲۲. **Xiong, D.; Zhang, L.; Yu, H.; Xie, C.; Kong, Y.; Zeng, Y.; Huo, B. and Liu, Z., 2010.** A study of morphology and histology of the alimentary tract of *Glyptosternum maculatum* (Sisoridae, Siluriformes). Acta Zoolgica. Vol. 92, pp: 161-169.