

مطالعه مورفولوژی، هیستولوژی و هیستوشیمی مجرا و ضمام گوارشی ماهی شاه کولی (*Alburnus chalcoides*) بالغ دریای خزر

مسرور ذاکری نسب^{۱*}، شهلا جمیلی^{۲،۱}، علیرضا ولی پور^۳، سید محمدرضا فاطمی^۱، احسان رضائی فرد^۱، ایرج پوستی^۴
و زهرا خوشنود^۵



^۱ تهران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، دانشکده علوم و فنون دریایی، گروه بیولوژی دریا

^۲ تهران، موسسه تحقیقات شیلات ایران

^۳ بندر انزلی، سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده آبی پروری آبهای داخلی

^۴ تهران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، دانشکده علوم دامپزشکی، گروه علوم تشریحی دامپزشکی

^۵ دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول، دانشکده علوم پایه، گروه زیست‌شناسی

تاریخ پذیرش: ۹۶/۹/۱۳

تاریخ دریافت: ۹۶/۵/۲۷

چکیده

نمونه‌برداری از ماهی شاه کولی بالغ (*Alburnus chalcoides*) در مرکز تکنیروپرورش ماهیان استخوانی شهید انصاری رشت به صورت تصادفی انجام شد. ابتدا اندازه‌گیری‌های لازم جهت مطالعه ریخت‌شناسی ماهی شاه کولی انجام شده و سپس لوله گوارش این ماهی جهت بررسی‌های بافتی خارج شد. برای بررسی‌های بافت‌شناسی از رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین-اوتوزین (H&E) و برای بررسی ترکیبات پلی‌ساکارید ختنی از اسید پریدیک شیف (PAS) و برای بررسی ترکیبات پروتئینی از برموفنل بلو (BPB) استفاده شد. در بررسی‌های انجام شده مشاهده شد که لوله گوارش این ماهی شامل مری و روده است. مری کوتاه و دارای چین‌خوردگی‌های مخاطی نسبتاً بلند بوده و در روده نیز این چین‌خوردگی‌های مخاطی دیده شد که فاصله بیشتری از هم داشتند. در خانواده کپور ماهیان معده حقیقی دیده نمی‌شود. در بخش قدامی روده چین‌خوردگی بیشتر و عمیق‌تر بوده اما سلول‌های جامی در بخش خلفی روده بیشتر دیده شد. همچنین سلول‌های جامی در هر دو ناحیه مری و روده دیده شد که به دلیل داشتن ترکیبات پلی‌ساکارید ختنی در رنگ‌آمیزی با PAS واکنش مثبت نشان دادند. ترکیبات پروتئینی در سلول‌های انتروسیت روده و همچنین سلول‌های مخاطی مری به ندرت نسبت به BPB واکنش نشان داده‌اند. واکنش با این دو رنگ در مورد سلول‌های کبدی و هپاتوپانکراس نیز مشاهده شد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد در این ماهی تفاوت‌های خاص گونه‌ای مربوط به روده و مری نسبت به سایر کپور ماهیان دیگر نیز دیده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: مورفولوژی، هیستولوژی، هیستوشیمی، ماهی شاه کولی

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۰۸۴۸۴۰۶۷، پست الکترونیکی: m.zakeri_mzn@yahoo.com

مقدمه

زیرمخاط، لایه ماهیچه‌ای یا عضلانی و لایه سروز می‌باشد (۸). در برخی از گزارشات نشان می‌دهد که در برخی از گونه‌ها ممکن است یکی از این لایه‌ها وجود نداشته باشد و یا در ساختار آنها تفاوت‌های جزئی ساختاری مشاهده شود

تشریح دستگاه گوارش، مخصوصاً مجرای آن در بین ماهیان بسیار متفاوت است (۱۷). ساختمان بافت‌شناسی گوارش ماهی‌ها نیز مانند سایر مهره‌داران از چهار لایه تشکیل شده است (۷). این چهار لایه شامل مخاط،

به‌طور تصادفی تهیه شد. طول کل نمونه‌ها (فاصله نوک پوزه تا انتهای باله دم)، طول چنگالی یا فورک (فاصله نوک پوزه تا فرورفتگی میانه باله دم) و طول استاندارد (فاصله نوک پوزه تا انتهای ساقه دم) به‌وسیله کولیس با دقت ۰,۰۲ و وزن آنها توسط وزنه ۰,۰۰۱ ثبت شد و سپس به‌وسیله اسکالپل تیز و قیچی تشریح ماهی انجام شد که با ایجاد شکافی در طول خط میانی شکم از چند میلی‌متری مخرج تا قسمت زیرین بین سرپوش آبششی لوله گوارش خارج شد (۱۲). طول کل روده نیز اندازه‌گیری شد و نسبت آن به طول کل بدن محاسبه شد (۲۳). روده نمونه‌ها جهت انجام کارهای بافت‌شناسی خارج‌شده و در محلول بوئن تثبیت گردید و بعد از ۷۲ ساعت با الکل ۷۰٪ تعویض شد (۳۵). برای تهیه مقاطع بافتی از نمونه‌ها، مراحل آگیری، شفاف‌سازی و آغشتگی با پارافین به‌وسیله دستگاه اتوتکنیکون انجام شد و سپس از نمونه‌ها قالب پارافینی تهیه شد و برای برش‌گیری از قالبها از دستگاه میکروتوم (Leica RM2255) استفاده شد و برشهای ۶ میکرونی تهیه شده بر روی لام قرارگرفتند (۱۰). لامهای حاصله با همتاکسیلین- اتوزین برای بررسی ساختار بافتی (۴) و پریودیک اسید شیف برای بررسی پلی‌ساکارید خنثی (۳۳) و برموفنل بلو برای بررسی ترکیبات پروتئینی رنگ‌آمیزی شدند و درنهایت برای مطالعه آنها از میکروسکوپ نوری استفاده شد (۵).

نتایج

ریخت‌شناسی: دربررسی‌های انجام‌شده بر روی این ماهی‌ها میانگین وزن کل، طول کل، طول چنگالی و طول استاندارد و طول روده (شکل ۱) اندازه‌گیری شد (جدول ۱). برای مقایسه بین طول لوله گوارش و طول استاندارد مشاهده شد که در تمام نمونه‌ها طول لوله گوارش بعد از باز کردن پیچ‌وخم آن کمی کوتاه‌تر از طول استاندارد است. (نمودار ۱).

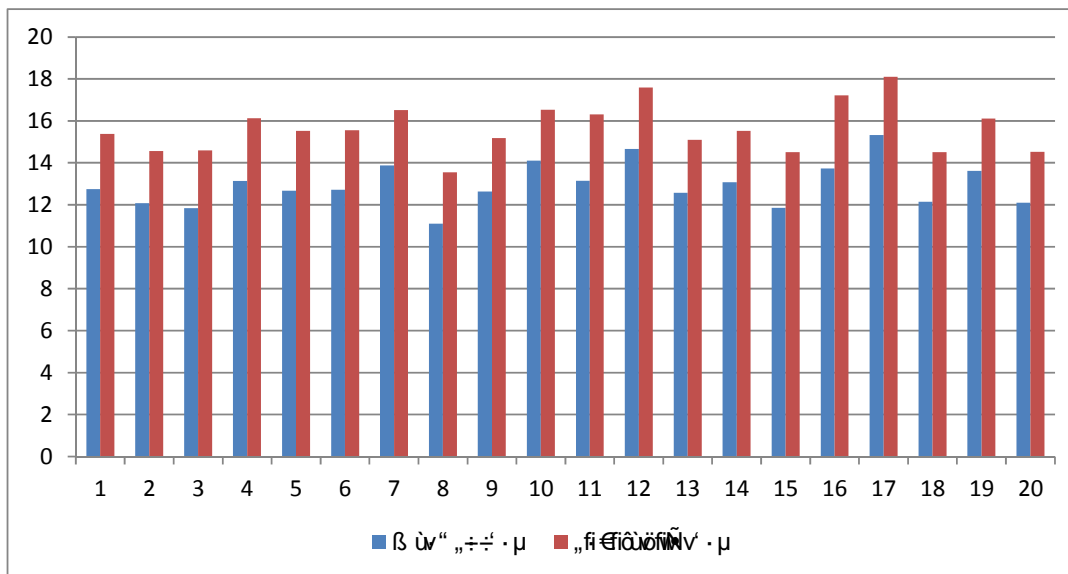
جدول ۱- میانگین وزن کل، طول کل، طول فورک، طول استاندارد و طول روده

(۲). مجرای گوارش به‌دلیل نقش جذب و هضم موادغذایی اهمیت داشته و بر روی رشد و نمو جانور تأثیرگذار است، به همین دلیل با در نظر گرفتن این نقش بررسی صفات هیستولوژیک و هیستوشیمیایی لوله گوارش می‌تواند به درک بهتر فیزیولوژی و ویژگی‌های رفتاری گونه کمک کند (۲). دریای خزر دارای انواع متعدد موجودات آبی و گونه‌های متنوع ماهیان اقتصادی می‌باشد (۱۹). ازجمله ماهی شاه‌کولی جزء ماهیان استخوانی باارزش بانام علمی *Alburnus chalcoides* (۱۵) و نام قدیمی *Chalcalburnus chalcoides* متعلق به خانواده کپور ماهیان (Cyprinidae) (۱۳) را می‌توان نام برد. این‌گونه علاوه بر دریای خزر بخصوص در بخش جنوبی در دریای سیاه، آزوف، آرال و دریاچه وان پراکنش دارد (۱۳). تابه‌حال مطالعاتی بر روی شاه‌کولی انجام‌شده که می‌توان به بررسی عادات غذایی ماهی شاه‌کولی (۱۲)، مقایسه هم‌آوری ماهی شاه‌کولی (۱۵)، تنوع ریختی میان جمعیتی ماهی شاه‌کولی (۱۳)، بررسی وضعیت انعطاف‌پذیری ریختی جمعیت‌های مختلف ماهی شاه‌کولی جنوبی با روش ریخت‌سنجی هندسی (۹)، بررسی سن و رشد ماهی‌های شاه‌کولی در رودخانه کاراسو (۳۸)، اثرات توزیع طعمه بر رفتار جستجوی شاه‌کولیاها برای غذا (۳۷) اشاره کرد اما در خصوص مسئله مهم گوارش و بررسی ویژگی‌های آن تحقیق کاملی صورت نگرفته است. مطالعه شناخت ساختار لوله گوارش ماهی برای درک بهتر شرایط فیزیولوژیکی مفید می‌باشد، و این بررسی‌ها شاخصی مطمئن از شرایط تغذیه‌ای ماهی را ایجاد می‌کند (۲۷). بنابراین در این تحقیق سعی شده تا با بررسی این اندام مهم داخلی اطلاعات مفیدی در خصوص این ماهی ارائه شود.

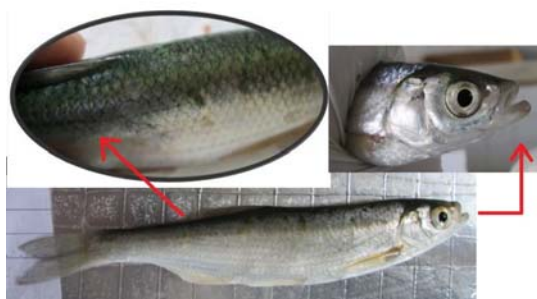
مواد و روشها

تعداد ۲۰ عدد ماهی شاه‌کولی بالغ (۶ نر و ۱۴ ماده) از مرکز تکثیر و پرورش ماهیان استخوانی شهید انصاری رشت

وزن کل (گرم)	طول کل (سانتی‌متر)	طول استاندارد (سانتی‌متر)	طول چنگالی (سانتی‌متر)	طول روده (سانتی‌متر)
۲۲،۵۷	۱۵،۶۵	۱۴،۶۰	۱۳،۵۴	۱۲،۹۵



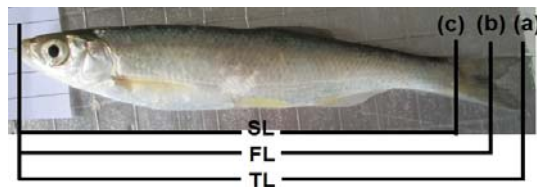
نمودار ۱- مقایسه طول لوله گوارش و اندازه استاندارد نمونه. واحد اندازه‌گیری برای هر دو مورد سانتی‌متر می‌باشد.



شکل ۲- ریخت‌شناسی ماهی شاه‌کولی. دهان این ماهی به شکل فوقانی بوده و رنگ بدن مایل به سبز زیتونی است.

هیستولوژی و هیستوشیمی: یافته‌های بافت‌شناسی نشان داد که لوله گوارش این ماهی نیز مانند دیگر کپورماهیان از چهار لایه اصلی تشکیل شده است که شامل لایه مخاط، زیر مخاط، ماهیچه‌ای و سروز می‌باشد. اما در طول این لوله تفاوتی نیز دیده می‌شود.

مری: این بخش لوله‌ای کوتاه است که در ادامه‌ی حلق قرار گرفته است. خارجی‌ترین لایه مری بسیار نازک بوده و لایه سروز یا ادوانتیس نامیده می‌شود که در اطراف مری دیده شد. لایه بعدی مری، لایه ماهیچه‌ای (عضلانی) است

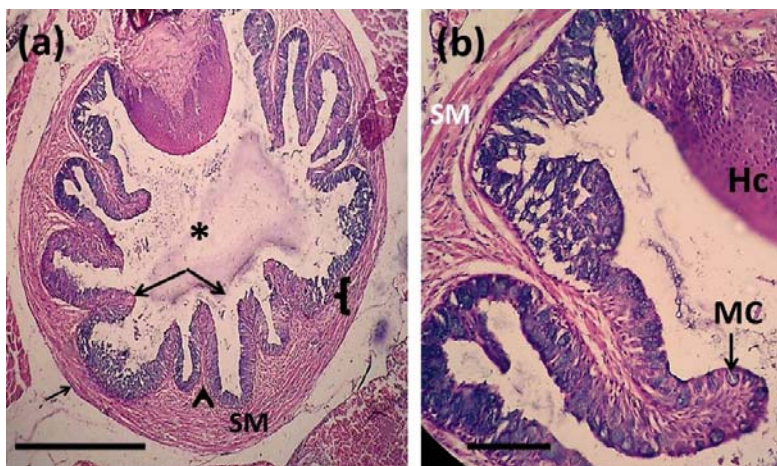


شکل ۳- نحوه اندازه‌گیری ماهی شاه‌کولی. (a) طول کل، (b) طول چنگالی، (c) طول استاندارد

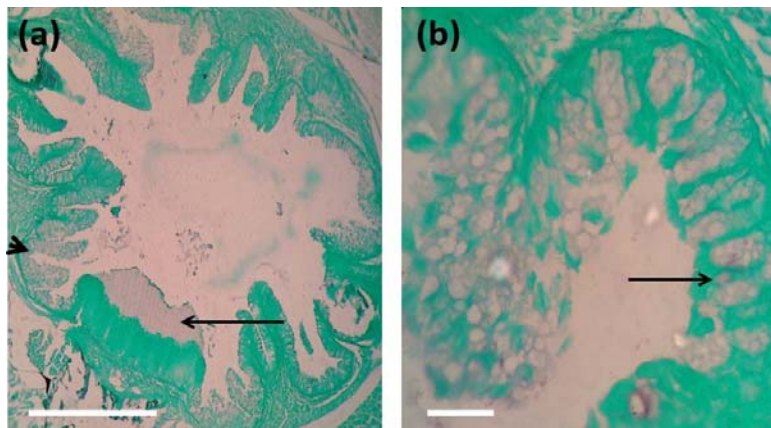
از مشخصات مورفولوژیک ماهی شاه‌کولی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: این ماهی دارای بدن کشیده و باریکی است که رنگ پشت بدن دارای طیف خاکستری، نقره‌ای تا طیف سبز زیتونی می‌باشد. این ماهی در شرایط نامناسب و استرس‌زای محیطی، رنگ بدنش تیره‌تر شده و به رنگ خاکستری یا طوسی پررنگ دیده می‌شود. باله پشتی کمی عقب‌تر از باله شکمی اما به همان موازات قرار گرفته است. دارای چشمانی درشت بوده و لبهای زیرین از لبهای بالایی جلوتر است و دهان به شکل فوقانی (انتهایی) بوده و فاقد سیبلیک است. بدن دارای فلس‌های کوچک، نرم و دایره‌ای شکل است (شکل ۲).

ابتدایی مری سلولهای شاخی (Horny cell) دیده می‌شود. همچنین در بررسی‌های هیستوشیمی از این بخش مشاهده شد که سلولهای گابلت و شاخی به دلیل داشتن ترکیبات پلی‌ساکارید خنثی در این ناحیه به پرپودیک اسید شیف واکنش مثبت نشان داده‌اند (شکل ۴).

که ضخامت زیادی دارد و از دو بخش حلقوی خارجی و طولی داخلی تشکیل شده است. اپیتلیوم پوششی آن مکعبی مطبق است. لایه مخاطی مری لایه داخلی بوده که تعداد زیادی چین‌خوردگی‌های بلند دارد (شکل ۳a). در لایه‌های سلولهای پوششی، سلولهای گابلت یا سلولهای ترشح کننده جامی شکل قرار گرفته‌اند (شکل ۳b). در بخش

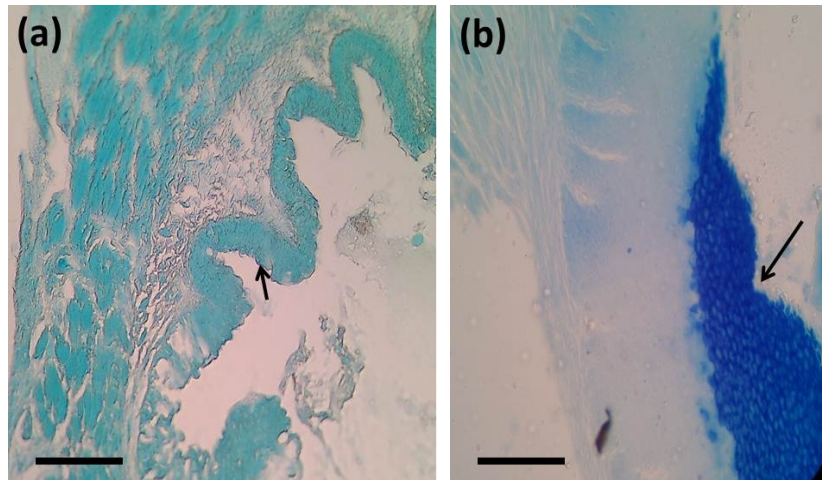


شکل ۳- برش عرضی مری، رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین-ئوزین. (a) لومن (*) و چین‌خوردگی‌های اپیتلیال مخاطی مری (فلش‌های بلند). سرفلش کوتاه لایه زیر مخاط را نشان می‌دهد. لایه عضلانی با پرانتز مشخص شده است. اطراف مری لایه سروز با فلش مشخص شده است. $\times 100$. خط مقیاس = $500 \mu\text{m}$. (b) بزرگنمایی از پرز مری. $\times 400$. خط مقیاس = $100 \mu\text{m}$. پرزهای Mc: سلولهای گابلت Hc: سلولهای شاخی



شکل ۴- برش عرضی مری، رنگ‌آمیزی PAS. (a) واکنش سلولهای شاخی مری به PAS- $\times 100$. خط مقیاس = $500 \mu\text{m}$. (b) واکنش سلولهای جامی به PAS- $\times 1000$. خط مقیاس = $100 \mu\text{m}$. (سلولهای جامی: نقاط صورتی‌رنگ بر روی مخاط مری و فلش کوتاه سیاه شکل a).

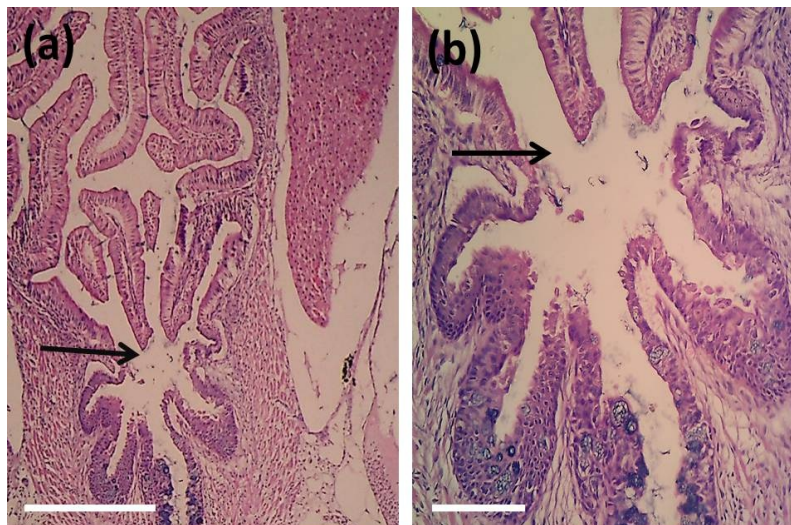
همچنین سلولهای چینهای مخاطی مری به ندرت و سلولهای شاخی راسی در مری با برموفنل بلو رنگ گرفته‌اند (شکل ۵).



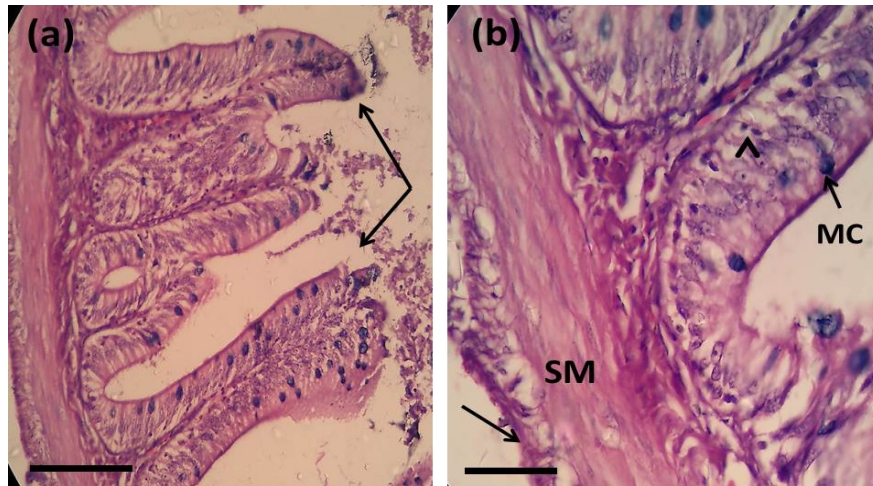
شکل ۵- برش عرضی مری، رنگ‌آمیزی BPB (a) فلش واکنش سلولهای اپیتلیالی با BPB را نشان می‌دهد. (X1000. خط مقیاس = ۱۰۰ میکرومتر). (b) فلش رنگ شدن سلولهای شاخی مری را نشان می‌دهد. (X1000. خط مقیاس = ۱۰۰ میکرومتر).

با سلولهای جاذب یا انتروسیت (شکل ۷b، سر فلش) تشکیل شده که در میان سلولهای اپیتلیالی ساده این لایه، سلولهای جامی شکل دیده می‌شود. سرورز خارجی‌ترین لایه بوده که دارای بافت همبند سنگفرشی ساده است. رشته‌های عصبی بین دو طبقه عضلانی حلقوی و طولی دیده می‌شود.

روده: روده بلافاصله در امتداد مری قرار گرفته است (شکل a و ۶b). روده شاه کولی نیز چهار لایه اصلی گوارشی نامبرده را دارد. لایه مخاطی روده در بخش ابتدایی روده چین‌های بلند (پرز) و طولی دارد که در راس آنها میکروویلی‌ها (حاشیه مسواکی) دیده می‌شود (شکل ۷a) و این زوائد عمیق شبه انگشتی به داخل لومن روده امتداد یافته است. این زوائد از یک لایه اپیتلیوم استوانه ساده



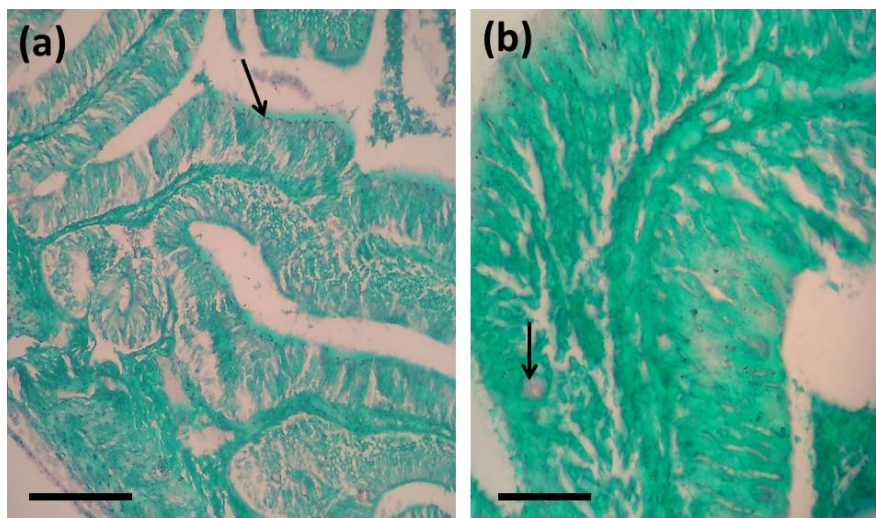
شکل ۶- برش عرضی مری، رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین-ائوزین (a و b) ارتباط مستقیم مری و روده. (a) X100. خط مقیاس = ۵۰۰ میکرومتر. (b) X400. خط مقیاس = ۱۰۰ میکرومتر.



شکل ۷- برش عرضی روده، رنگ آمیزی هماتوکسیلین-ائوزین (a) پرزهای روده، (فلش). (b) بزرگنمایی از سلولهای انتروسیت و سلولهای موکوسی SM: لایه عضلات صاف، MC: سلولهای مخاطی، سر فلش کوچک: سلولهای جاذب یا انتروسیت، فلش بلند: لایه سروزی. خط مقیاس = ۱۰۰ میکرومتر

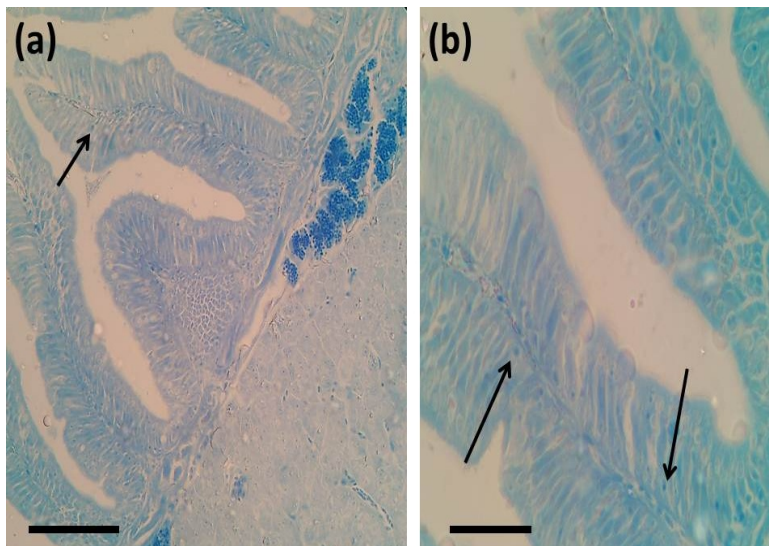
در بخش میانی روده نیز چینها دیده می شود اما به نسبت بخش ابتدایی کمی کوتاه تر است. در بخش انتهایی، روده به نسبت باریکتر بوده و سلولهای اپیتلیال ساده در حال تغییر به مطابق بوده تا به سطح پوست رسیده و این بخش را پوشش داده و در نهایت به مخرج ختم می شود. در این ناحیه سلولهای اپیتلیال ساده و چینهای روده ای نسبت به

و بخش دیگر کوتاه تر بوده اما تعداد سلولهای مخاطی بیشتر است. سلولهای جامی روده نیز در پاسخ به PAS واکنش مثبت نشان دادند (شکل ۸). همچنین سلولهای استوانه ای یا همان انتروسیت بخصوص در بخش راسی با PBP واکنش نشان داده اند (شکل a و ۹b).



شکل ۸- برش عرضی، رنگ آمیزی PAS: (a و b) واکنش سلولهای جامی روده با رنگ آمیزی اسید پرئودیک شیف.

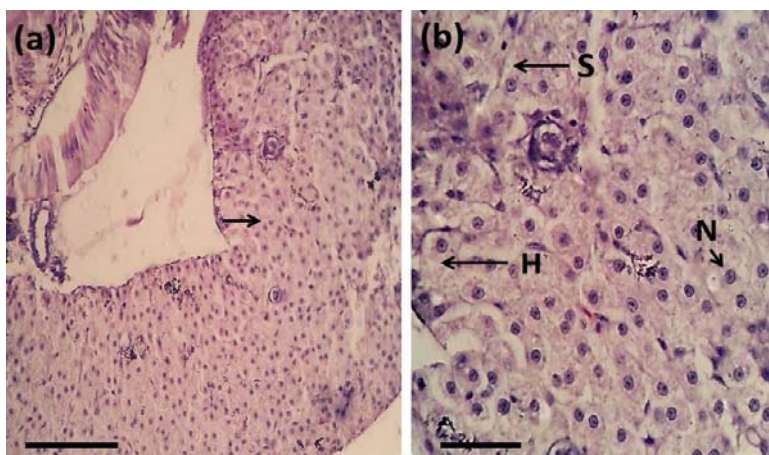
(a) خط مقیاس = ۱۰۰ میکرومتر. (b) خط مقیاس = ۱۰۰۰ میکرومتر



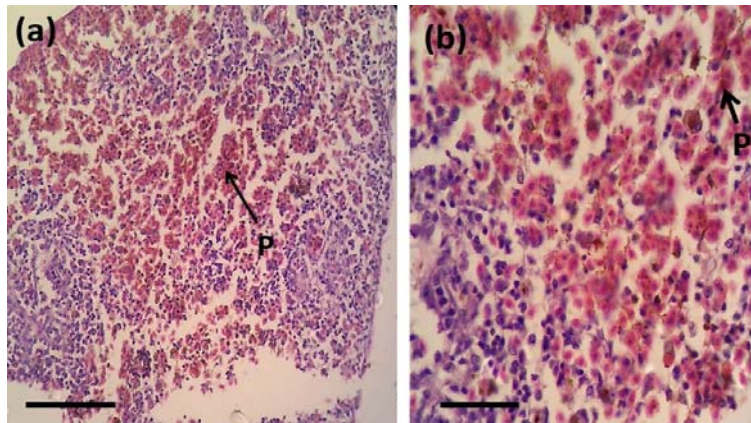
شکل ۹- برشی عرضی، رنگ آمیزی BPB. (a) و (b) واکنش سلولهای استوانه‌ای روده با BPB. (a) $\times 400$. خط مقیاس = ۱۰۰ میکرومتر. (b) $\times 1000$. خط مقیاس = ۱۰۰ میکرومتر

بخش خلفی نیز در امتداد کبد قرار بگیرد (شکل ۱۲). کیسه صفرا سبز رنگ و گرد است و در بخش ابتدایی روده قرار گرفته و اپیتلیوم آن سلولهای ساده دارد و ارتباط بین کبد و روده را ایجاد می‌کند. سلولهای هپاتوپانکراس شدیداً با PAS واکنش نشان داده‌اند و سلولهای کبدی نیز در بعضی نقاط واکنش مثبت را نشان می‌دهند (شکل a و ۱۳b). همچنین هپاتوسیتها و هپاتوپانکراس در لابه‌لای سلولهای کبدی به BPB واکنش نشان داده‌اند (شکل ۱۴).

کبد و هپاتوپانکراس: کبد از غدد ضمیمه دستگاه گوارش است که دارای بافت نسبتاً یکدست است و دارای سلولهای کبدی یا هپاتوسیتها است که این سلولها در برشهای تهیه شده به وضوح دیده شد (شکل ۱۰a). این سلولها دارای هسته‌های درشت و چندوجهی هستند که به خوبی با رنگ آمیزی هماتوکسیلین-ائوزین رنگ گرفته‌اند. در لابه‌لای سلولهای کبدی سینوزوئیدهای کبدی دیده می‌شود. (شکل ۱۰b). بافت هپاتوپانکراس در بعضی مقاطع در بین بافت کبد دیده شد (شکل a و ۱۱b). هپاتوپانکراس می‌تواند در

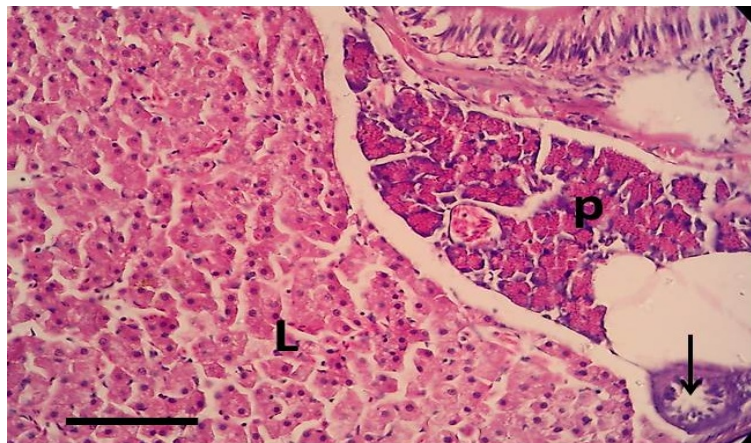


شکل ۱۰- برش عرضی کبد، رنگ آمیزی هماتوکسیلین-ائوزین (a) سلولهای کبدی (فلش). (b) سینوزوئید، سلولهای کبدی و هسته آنها در مرکز H. هپاتوسیت N: هسته S: سینوزوئید. $\times 1000$. خط مقیاس = ۱۰۰ میکرومتر.

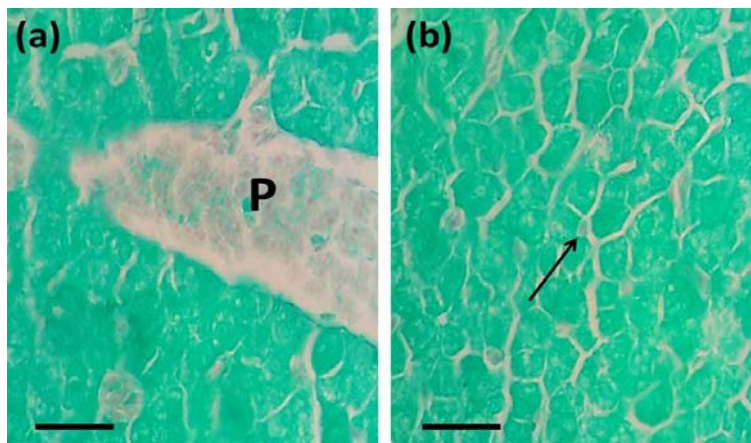


شکل ۱۱- برش عرضی هپاتوپانکراس، رنگ آمیزی هماتوکسیلین-ائوزین (a) پانکراس (هپاتوپانکراس) پراکنده در بین کبد. X۴۰۰. خط مقیاس = ۱۰۰ میکرومتر. (b) بزرگنمایی از هپاتوپانکراس. X۱۰۰۰. خط مقیاس = ۱۰۰ میکرومتر.

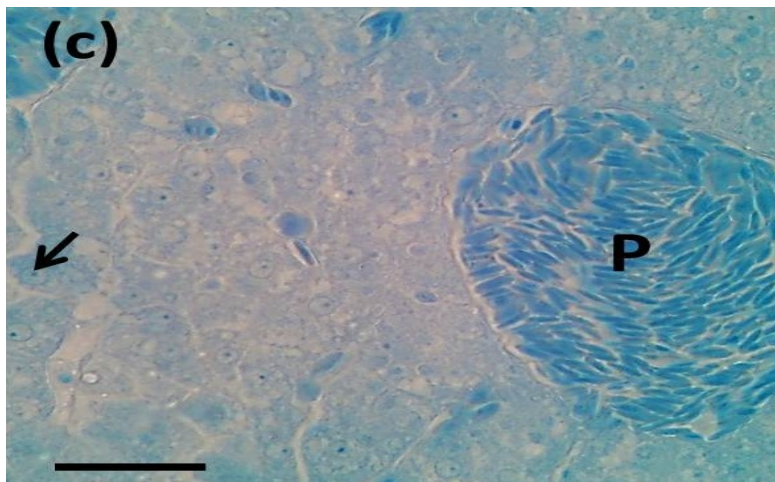
p: هپاتوپانکراس



شکل ۱۲- برش عرضی هپاتوپانکراس (p)، رنگ آمیزی هماتوکسیلین-ائوزین. X۴۰۰. خط مقیاس = ۱۰۰ میکرومتر (فلش): کیسه صفرا را نشان می دهد. p: پانکراس (هپاتوپانکراس) L: کبد



شکل ۱۳- برش طولی، رنگ آمیزی PAS. X۱۰۰۰. خط مقیاس = ۱۰۰ میکرومتر. (a) واکنش مثبت هپاتوپانکراس به پرئودیگ اسید شیف (b) واکنش مثبت سلولهای گابلت به پرئودیگ اسید شیف (فلش)



شکل ۱۴- برش عرضی، رنگ‌آمیزی BPB: واکنش هیاتوپانکراس (P) و هیاتوسیت (فلش) به برموفنل بلو. X۴۰۰. خط مقیاس= ۱۰۰ میکرومتر

بحث

مری شاه کولی یک‌بخشی بوده که این مورد با ماهیان گیاه‌خواری مانند کپور علف‌خوار (۱۶) و ماهیان همه‌چیزخوار مثل سس چسبنده (۳۰) مطابقت دارد اما مری در گوشت‌خواران دارای دو بخش قدامی و خلفی است مانند میس‌ماهی (۲۱) در لایه مخاطی همانند ماهی زرده از خانواده کپورماهیان (۲) چینهای نسبتاً بلند طولی دیده می‌شود. لایه مخاطی که داخلی‌ترین لایه گوارش می‌باشد از اپیتلیوم استوانه‌ای ساده و به‌ندرت مطبق شکل تشکیل شده که این مورد با کپور معمولی (۴) مشابه بوده اما در برخی از ماهیان مثل کوسه ماهیان و ماهی سوف سلولهای مکعبی یا مطبق مژه‌دار دیده شده است (۷). سلولهای شاخی همانند ماهی سفید (۱۰) در مری دیده می‌شود اما در ماهی کپور معمولی این سلولها گزارش نشده است. سلولهای ترشح کننده یا سلولهای جامی شکل در بین سلولهای پوششی مری دیده می‌شوند و مخاط را برای حرکت غذا و بلع آسان‌تر ترشح می‌کنند و چون حاوی پلی‌ساکارید خنثی هستند نسبت به PAS واکنش مثبت نشان می‌دهند که این مورد مشابه با ماهی کپور معمولی (۴) و ماهی زرده (۲) می‌باشد. لایه ماهیچه‌ای در مری نیز همانند کپور معمولی (۴) ضخیم بوده و دارای دو بخش طولی و حلقوی بوده که در برشهای عرضی از نمونه به‌روشنی قابل مشاهده است. همچنین گابلت سلولهای این

پرورش ماهی با توجه به تغذیه و عادات غذایی ماهی و رشد بهتر آنها مسائلی است که اهمیت مطالعات مربوط به بافت‌شناسی دستگاه گوارش را بیشتر می‌کند (۲). تشریح لوله‌گوارشی و عادات تغذیه‌ای آنها اطلاعات اکولوژیکی و بیولوژیکی مفیدی را فراهم می‌کند (۲۵). گوارش ماهی شاه‌کولی شباهتهایی به دیگر ماهیان استخوانی و همچنین بسیاری از دیگر کپور ماهیان را دارد. به‌طورکلی مسیر گوارشی ماهی شاه‌کولی هر چهار لایه اصلی را دارد که این مسئله با ماهیانی از جمله لوچ ماهی *Turcinoemacheilus bahaii* (۱)، هامور معمولی (۳)، *Notopterus notopterus* (۳۱)، *Satanoperca pappaterra* (۳۶)، کپور معمولی (۴)، ماهی زرده با نام علمی *Capoeta damascina* (۲)، ماهی کلمه (۲۳)، *Barbus stigma* (سس چسبنده) (۳۰) و بسیاری از ماهیان دیگر صدق می‌کند. خارجی‌ترین لایه گوارشی لایه سروز است که شامل بافت همبند سست بوده و از یک ردیف سلول پوششی سنگفرشی ساده تشکیل شده که در همه ماهیان و مهره‌داران دیگر وجود دارد که اگر لایه سنگفرشی ساده وجود نداشته باشد لایه سروز، ادوانتیس نامیده می‌شود که این حالت در اطراف حلق، مری و منخرج دیده می‌شود (۶).

بیشتری دارد مانند *Astronotus ocellatus* (ماهی اسکار) (۳۲) و *Stegastes fuscus* (سنجاقک ماهی) (۲۵) که این چینه‌ها قدرت جذب مواد غذایی را بالا می‌برد که در ماهی زرده (۲) نیز گزارش شده است. بنابراین می‌توان گفت به دلیل وجود چینه‌های بیشتر مخاطی در این ماهی‌ها در بخش قدامی روده، بیشترین جذب در این ناحیه اتفاق می‌افتد. در ماهی خاویاری سیبری (*Acipenser baeri*) (۲۸) ارتفاع چینه‌های بخش میانی بلندتر از بخش قدامی و خلفی می‌باشد. در بخش خلفی روده شاه کولی همانند ماهی کپور علف خوار (۱۶) پرزها به صورت مورب دیده شد. سلولهای گابلت نیز در تمام روده پراکنده بوده اما در قسمت خلفی روده بیشتر است و با ترشح مخاط زیادتر به دفع مواد زائد کمک می‌کنند. از نظر میکروسکوپی روده شاه کولی دارای اپیتلیومی با سلولهای ساده استوانه‌ای مانند ماهی اسکار (۳۲) و لوچ ماهی *Turcinoemacheilus bahaii* (۱) و در بخش خلفی نزدیک مخرج همانند ماهی کلمه (۲۳) مطبق می‌باشد. در این سلولها معمولاً هسته در قاعده قرار می‌گیرد (۱۴). در ماهی ازون برون (۲۰)، قره برون (۱۱) و ماهی آزاد دریای خزر (۵) روده دارای اپیتلیوم استوانه‌ای مطبق تا شبه مطبق مژه‌دار است. در لابه‌لای سلولهای روده، سلولهای جامی نیز مشاهده می‌شود که در ماهی لوچ ماهی *Turcinoemacheilus bahaii* (۱) نیز گزارش شده است. سلولهای موکوسی به دلیل داشتن پلی‌ساکارید خنثی با پرپروتیک اسید شیف واکنش مثبت نشان می‌دهند که در گزارشات *Claris batrachus* و *Serrasalmus nattereri* (۳۴)، ماهی کپور نقره ای (۲۲)، قره برون (۱۱)، *Satanoperca pappaterra* (۳۶) و ماهی اسکار (۳۲) نیز مطرح شده است. واکنش ترکیبات پروتئینی مخاط روده به BPB نیز مانند آزاد ماهی (۵) دیده می‌شود. کبد نیز دارای سلولهای چندوجهی نسبتاً گرد است مانند ماهی هامور معمولی، کپور علف خوار، ازون برون که هسته‌های مرکزی در وسط قرار گرفته‌اند که در ماهی کلمه (یعقوبی، ۱۳۹۳) و ماهی سفید (خشنود، ۱۳۹۳) و *Clarias*

بخش واکنش کمی نیز به BPB نشان داده‌اند که در ماهی آزاد (۵) نیز گزارش شده است.

در خانواده کپور ماهیان (Cyprinidae) برخلاف ماهیانی مانند *Serrasalmus nattereri* و *Claris batrachus* (۳۴) و بسیاری از ماهیان گوشتخوار معده حقیقی وجود ندارد و مری بلافاصله به روده متصل می‌شود.

به طولی کلی در خانواده کپور ماهیان می‌توان روده را به دو بخش اصلی تقسیم کرد که این دو بخش شامل بخش جلویی است که از انتهای مری تا اولین پیچ روده بوده که نسبتاً مستقیم و کوتاه است و بخش دیگر قسمت عقبی بوده که از اولین پیچ روده شروع و تا مخرج در نظر گرفته می‌شود که پیچ‌خوردگی بیشتری دارد (۱۶). شاه‌کولی از جمله ماهیان پرخور است و طول روده به دلیل همه‌چیزخوار و بیشتر پلانکتون خوار بودن این ماهی (۱۲) مانند سس چسبیده (۳۰) طول متوسطی دارد و نسبت به ماهیان گیاه‌خوار مانند آمور (۱۶) چندان بلند نیست و نسبت به گوشتخوارانی مثل قزل‌آلای رنگین‌کمان (۲۴) بلندتر است. همچنین کوتاه‌تر بودن طول روده نسبت به بدن در تمام ماهیان تهیه‌شده دیده شد. رژیم غذایی ماهی که می‌تواند گیاه‌خوار، گوشت‌خوار یا همه‌چیزخوار باشد با طول روده رابطه مستقیم دارد که این مسئله در واقع با نوع غذا، شرایط و محیط زندگی ماهی ارتباط دارد (۱۲). روده هر سه بخش قدامی (پرزیمال یا ابتدایی)، میانی (وسط)، دیستال (خلفی یا انتهایی) را مانند بسیاری از ماهیان از جمله *Heteropneustes fossilis* (گره‌ماهی نیش‌دار یا دوده) (۲۶) داراست. پرزهای انگشت مانند ویلی چشمگیرترین بخش روده است که در *Notopterus notopterus* (۳۱)، نیز مشاهده شده است. در بین بخشهای قدامی، میانی و خلفی روده ماهی شاه‌کولی مانند کپور معمولی (۴) تفاوت چشمگیری وجود نداشت. اما از بخش قدامی به خلفی پرزها به مرور کاهش می‌یابد و بخش قدامی روده نسبت به بخش خلفی چینه‌های مخاطی

مشخصات مورفولوژیک بدن ماهی شاه‌کولی در مشاهدات انجام شده با ویژگی‌های بیان شده شریعتی و رجیبی‌نژاد (۱۹ و ۱۲) مطابقت داشت.

از مطالعه لوله گوارش این ماهی می‌توان نتیجه گرفت که این مجرا علی‌رغم کوتاهی نسبی طولش به بدن، به دلیل داشتن چینهای مخاطی بلند و زیاد بخصوص در روده و ترشح زیاد موکوس سلولهای مخاطی جذب گسترده‌ای از مواد غذایی را برای این ماهی پرخور فراهم می‌کند. همچنین با وجود شباهت‌های زیادی که بین گونه‌های مختلف کپور ماهیان می‌باشد اما تفاوت‌های خاص گونه ای نیز وجود دارد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از پرسنل آزمایشگاه مجتمع رازی بخش علوم دامی و بیولوژی دریا و آزمایشگاه بافت‌شناسی دانشکده دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران و همچنین مرکز تکثیر و پرورش ماهیان استخوانی شهید انصاری رشت که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

منابع

- ۱- ابراهیمی درجه، ع، برهانی، م، محبوبی صوفیانی، ن، و اسدالله، س، ۱۳۹۶. بررسی رژیم غذایی و بافت‌شناسی لوله گوارش لوچ‌ماهی *Turcinoemacheilus bahaii* در رودخانه زاینده‌رود، مجله پژوهش‌های جانوری (زیست‌شناسی ایران)، دوره ۳۰، شماره ۱، صفحات ۱-۱۴.
- ۲- اسدی، ط، و قارزی، ا، ۱۳۹۴. مطالعه بافت‌شناسی و هیستوشیمی لوله گوارشی ماهی زرده (*Capoeta damascina*). مجله پژوهش‌های جانوری (زیست‌شناسی ایران)، جلد ۲۸، شماره ۴، صفحات ۳۸۹-۳۹۸.
- ۳- امیری پور، ل، عبدی، ر، موحدی نیا، ع، و صحرائیان، م، ۱۳۹۴. مطالعه ساختار بافتی کبد و روده ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coioides*) طی مراحل رشد و نمو لاروی. مجله اقیانوس‌شناسی، دوره ۶، شماره ۲۳، صفحات ۸۷-۹۲.
- ۴- بانان خجسته، م، ابراهیمی، س، رضانی، مینا، و حق نیا، ح، ۱۳۸۸. مطالعه هیستولوژی، هیستوشیمیایی مری و روده ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*), مجله زیست‌شناسی جانوری، دوره ۱، شماره ۴، صفحات ۱۷-۲۶.
- ۵- بحر کاظمی، م، مجازی امیری، ب، پوستی، ا، و ویلکی، ا، ۱۳۸۵. مطالعه شیمی بافتی لوله گوارش ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*) از زمان تفریح تا مرحله بچه ماهی یک تابستانه (Part). نشریه منابع طبیعی، جلد ۵۹، شماره ۳، صفحات ۶۳۹-۶۴۸.
- ۶- پوستی، ا، ادیب مرادی، م، و فضیلی، ا، ۱۳۹۰. بافت‌شناسی مقایسه‌ای، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ص ۴۲۱.
- ۷- پوستی، ا، و صدیق مروستی، س، ع، ال، ۱۳۸۷. اطلس بافت-شناسی ماهی (اشکال طبیعی و آسیب‌شناسی)، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ص ۲۹۷.

- کولی (Alburnus chalcoides, Guldenstaedt 1772) مهاجر به تالاب انزلی، رودخانه‌های سفیدرود، چمخاله و شیروود، مجله شیلات، سال ۳، شماره ۲، صفحات ۷۳-۸۲.
- ۱۶- زهتاب ور، ا.، طوطیان، ز.، کرامت امیرکلایی، ع.، داودی پور، س.، و شادی مزدقانی، م.، ۱۳۹۰. کالبدشناسی لوله گوارش کپور علف‌خوار (*Ctenopharyngodon idella*). نشریه دامپزشکی، شماره ۹۳، صفحات ۴۵-۵۱.
- ۱۷- ستاری، م.، ۱۳۸۹. ماهی‌شناسی (تشریح و فیزیولوژی). انتشارات حق‌شناس، رشت، ص ۸۶۲.
- ۱۸- سلامت، ن.، و سلیمانی، ز.، ۱۳۹۳. بررسی تغییرات پاتولوژیک بافت کبد ماهی شانک زرد باله (*Acanthopagrus latus*) و بیاب (*Liza abu*) در خور موسی در پاسخ به آلاینده های پتروشیمی، مجله تحقیقات دامپزشکی، شماره ۳ (۶۷)، صفحات ۳۰۱-۳۱۰.
- ۱۹- شریعتی، ا.، ۱۳۸۲. ماهیان دریای خزر و حوزه آبریز آن، انتشارات نقش مهر، تهران، ص ۲۲۴.
- ۲۰- شیبانی، م.، و ادیب مرادی، م.، ۱۳۸۱. مطالعه بافت‌شناسی کبد و لوزالمعده و مجاری آنها در ماهی ازون برون، مجله دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، شماره ۱ (۵۷)، صفحات ۱۹-۲۸.
- ۲۱- عارفی، آ.، شیبانی، م.، مروتی، ح.، طوطیان، ز.، و زهتاب ور، ا.، ۱۳۹۶. مطالعه مورفولوژیک لوله گوارشی و غدد ضمیمه در میش ماهی معمولی (*Argyrosomus hololepidotus*)، نشریه دامپزشکی، شماره ۱۱۵، صفحات ۲۰۶-۲۱۲.
- ۲۲- عرفانی مجید، ن.، پیغان، ر.، و یعقوبی، ز.، ۱۳۹۳. مطالعه ساختار هیستولوژی و میکرومتری بافت لنفوئیدی ضمیمه لوله گوارش (*GALT*) ماهی کپور نقره‌ای بالغ و نابالغ، مجله دامپزشکی ایران، شماره ۲ (۱۰)، صفحات ۴۷-۵۷.
- ۲۳- یعقوبی، م.، مجازی امیری، ب.، نعمت‌اللهی، م.، و یلقی، س.، ۱۳۹۳. بافت‌شناسی تکامل دستگاه گوارش لارو ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) دریای خزر، شیلات (مجله منابع طبیعی ایران)، شماره ۴ (۶۷)، صفحات ۶۲۵-۶۳۹.
- ۲۴- Banan khojasteh, S. M., and Sheikhzadeh, F., Mohammadnejad, D., and Azami, A., 2009. Histological, Histochemical and Ultrastructural Study of the Intestine of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*), Journal World Applied Sciences, Vol 6 (11), PP: 1525- 1531.
- ۲۵- Canan, B. H., and Nascimento, W. S., and Silva, N. B., and Chellappa, S., 2012.
- ۸- مروتی، ح.، عبدی، ر.، و بصیر، ز.، ۱۳۹۰. اطلس بافت‌شناسی ماهی، انتشارات دانشگاه شهید چمران، اهواز، ص ۵۲۷.
- ۹- حسن‌پور، ش.، ایگدری، س.، نصری، م.، و جلالی روشن، س.، ۱۳۹۴. بررسی وضعیت انعطاف پذیری ریختی جمعیت های مختلف ماهی شاه‌کولی جنوبی *Alburnus mossulensis* Heckel, 1843 با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی. مجله شیلات، سال ۹، شماره ۲، صفحات ۶۳-۷۲.
- ۱۰- خوشنود، ز.، جمیلی، ش.، خدا بنده، ص.، ماشینیان مرادی، ع.، و مطلبی، ع.، ۱۳۹۳. بررسی ساختار و فراساختار بافت آبششی و مکان‌یابی سلولهای کلراید آبششی به روش ایمونوهیستوشیمی در بچه ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus (Kamensky, 1901) frisia kutum* (زیست‌شناسی ایران)، جلد ۲۷، شماره ۴، صفحات ۴۹۸-۵۰۸).
- ۱۱- خیاطزاده، ج.، خوش‌نگاه، ث.، فاطمی، ف.، سعادت فر، ز.، و شاهسونی، د.، ۱۳۸۸. بررسی هیستولوژیک و هیستوشیمیایی لوله گوارش (روده و معده) ماهی قره برون (*Acipenser persicus*) در بازه زمانی ۲ هفته پس از تخم‌گشایی (*Hatching*). مجله زیست‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار، شماره ۱ (۴)، صفحات ۲۱-۳۱.
- ۱۲- رجیبی‌نژاد، ر.، و آذری تاکامی، ق.، ۱۳۸۸. بررسی عادات غذایی ماهی شاه‌کولی (*Chalcalburnus chalcoides*, Guldenstadt, 1772) در رودخانه سفید رود، مجله زیست‌شناسی دریا، دوره ۱، شماره ۳، صفحات ۴۵-۶۳.
- ۱۳- رحمانی، ح.، و حسن زاده کیایی، ب.، ۱۳۸۴. تنوع ریختی میان جمعیتی ماهی شاه‌کولی (*Chalcalburnus chalcoides* Guldenstaedt, 1772) در رودخانه‌های هراز و گزافرود، مجله علوم محیطی، شماره ۱۰، صفحات ۲۱-۳۴.
- ۱۴- رضائیان، م.، ۱۳۹۴. بافت‌شناسی و اطلس رنگی دامپزشکی، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ص ۳۵۳.
- ۱۵- رهبر، م.، خارا، ح.، احمدنژاد، م.، خدا دوست، ع.، صمدی، م.، حیات بخش، ر.، و موحد، ر.، ۱۳۸۸. مقایسه هم‌آوری ماهی شاه- Morphohistology of the Digestive Tract of the Damsel Fish *Stegastes fuscus* (Osteichthyes: Pomacentridae), Journal the ScientificWorld. Vol 10, PP: 1-9.
- ۲۶- Deshmukh, M. R., and Chirde, S. G., and Gadhikar, Y. A., 2015. Histological and Histochemical study on the stomach and intestine of catfish *Heteropneustes fossilis*

- (Bloch 1794). Global journal of biology, Agriculture and health sciences, Vol 4 (1), PP: 16-23.
- 27- Gisbert, E., and Piedrahita, R. H., and Conklin, D. E., 2004. Ontogenetic development of the digestive system in California halibut (*Paralichthys californicus*) with notes on feeding practices, *Aquaculture*, 232, PP: 455-470.
- 28- Gisbert, E., and Rodriguez, A., and Castello, F., and Williot, P., 1998. A histological study of the development of the digestive tract of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) during early ontogeny, *Aquaculture*, Vol 167, PP: 195-209.
- 29- Ikegbu, E., and Nlebedum, U. C., and Nnadozie, O., and Agbakwuru, I. O., 2012. Histological structures of the accessory glands of the digestive system in adult farmed African catfish (*Clarias gariepinus* B.), *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, Vol 1 (6), PP: 41-46.
- 30- Kapoor, B. G., 1957. The digestive tube of an omnivorous cyprinoid fish, *Barbus stigma*, VI-3, PP: 48- 53.
- 31- Khadse, T., and Gadhikar, Y. A., 2017. Histological and ultrastructural study of intestine of Asiatic knife fish, *Notopterus notopterus*, *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, Vol 5 (1), PP: 18-22.
- 32- Mortazavi tabrizi, S. A., and Mortazavi, P., and Pousti, I., 2015. Histomorphologic study on oscar fish (*Astronotus ocellatus*) intestine, *International journal of biology, pharmacy and allied sciences*. IJBPAS, Vol 4 (2), PP: 739-750.
- 33- Pearse, A. G. E., 1985. Histochemistry, theoretical and applied, *Analytic technology*, Vol 2, PP: 121- 132.
- 34- Raji, A. R., and Norouzi, E., 2010. Histological and histochemical study on the alimentary canal in Walking catfish (*Claris batrachus*) and piranha (*Serrasalmus nattereri*), *Iranian Journal of Veterinary Research*, Shiraz University, Vol 11 (3), PP: 255- 261.
- 35- Ramezani-Fard, E., and Kamarudin, M. S., and Harmin, S. A., and Saad, C. R., and Abd Satar, M. K., and Daud, S. K., 2011. Ontogenic development of the mouth and digestive tract in larval Malaysian mahseer, *Tor tambroides Bleeker*, *J, Applied Ichthyology*, 27, PP: 920-927.
- 36- Silva, M. R., and Natali, M. R. M., and Hahn, N. S., 2012. Histology of the digestive tract of *Satanoperca pappaterra* (Osteichthyes, Cichlidae), *Acta Scientiarum Biological Sciences*, Vol 34 (3), PP: 319- 326.
- 37- Uiblein, F., 1995. Effects of vertical prey distribution on the food- searching behaviour of Danube bleak *Chalcalburnus chalcoides mento*, *Hydrobiologia*, Vol 300 (1), PP: 329- 333.
- 38- Yildirim, A., Haliloglu, H. I., Erdogan, O., and Turkmen, M., 2007. Some Reproduction Characteristics of *Chalcalburnus mossulensis* (Heckel, 1843) Inhabiting the Karasu River (Erzurum, Turkey), *Turkish Journal of Zoology*, Vol 31, PP: 193-200.

Morphological, histological, and histochemical study of the gastrointestinal duct and appendices of the mature

Alburnus chalcoides of the Caspian Sea

Zakeri Nasab M.¹, Jamili Sh.^{1,2}, Vali Pour A.R.³, Fatemi S.M.R.¹, Ramezani Fard E.¹, Pousty I.⁴ and Khoshnood Z.⁵

¹ Marine Biology Dept., Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, I.R. of Iran

² Iranian Fisheries Research Organization, Tehran, I.R. of Iran

³ Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Anzali, I.R. of Iran

⁴ Veterinary Dept., Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, I.R. of Iran

⁵ Biology Dept., College of Science, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, I.R. of Iran

Abstract

Sampling of adult *Alburnus chalcoides* was conducted randomly in the Bony Fish (Osteichthyes) Center of Shahid Ansari of Rasht. At first, measurements were made to study the morphology of *Alburnus chalcoides* and then the gastrointestinal tract of this fish was extracted for histological examination. For histological studies, Hematoxylin-eosin staining (H & E), and to investigate the polysaccharide neutralization, Periodic acid Schiff (PAS), and finally for evaluation of the proteins compounds Bromophenol blue (BPB) were used. In the studies, it was observed that the gastrointestinal tract of this fish included the esophagus and intestines. Esophagus was short and has relatively long mucosal shapes and in the intestine, there were also these mucosal shapes with more space apart. Cyprinidae have not real stomach. In the anterior part of the intestine, shapes are more and deeper but the Goblet cells are seen in the posterior part of the intestine. Goblet cells are also observed in both the esophagus and intestinal areas which showed a positive reaction with PAS due to neutral polysaccharide compounds. Protein compounds in the enterocyte cells of the intestine as well as mucosal cells of the esophagus rarely respond to BPB. Reactions with these two colors were also observed in liver cells and hepatopancreas. The results show that the characteristics there are specific variations of species related to the esophagus and the intestines.

Key words: Morphological, Histological and Histochemical, *Alburnus chalcoides*