

بررسی ساختار بافتی کلیه ماهی صیبتی (*Sparidentex hasta*)

چکیده

ماهی صیبتی (*Sparidentex hasta*) گونه‌ای بومی در خلیج فارس و خورهای مرتبط بوده که تکثیر و پرورش موفق آن توسط محققین داخلی در حال پیگیری می‌باشد. در این تحقیق ساختار بافتی کلیه ۲۴ عدد ماهی صیبتی مورد بررسی هیستولوژیک قرار گرفت. با خارج ساختن محتویات شکم کلیه‌ها جدا و جهت مطالعه ماکروسکوپی و میکروسکوپی مورد بررسی قرار گرفتند. بررسی ماکروسکوپی کلیه ماهی صیبتی نشان داد که کلیه این ماهی به رنگ قرمز تیره در امتداد ستون فقرات از ناحیه سر تا انتهای بدن کشیده شده است. ماهی صیبتی دارای کلیه مزونفریک است این نوع کلیه عموماً در ماهیان استخوانی دیده می‌شود. از قسمت‌های راس، بدنه و دم آن‌ها نمونه بافتی تهیه شد. سپس به روش معمول بافت‌شناسی، بلوک‌ها تهیه و برش‌ها با روش هماتوکسیلین و انوزین (H&E) رنگ آمیزی شدند. نتایج مطالعات میکروسکوپی کلیه در ماهی صیبتی نشان داد که مانند سایر ماهیان استخوانی، کلیه از نوع مزونفریک بوده و از دو قسمت بافت خون‌ساز و دفعی تشکیل شده است. راس کلیه ماهی صیبتی دارای نقش خون‌ساز می‌باشد، ولی قسمت‌های مختلف نفرون نیز در آن مشاهده شد. بخش دفعی کلیه ماهی، از گلوبول و لوله‌های ادراری تشکیل شده است. لوله‌های ادراری کپسول بومن در امتداد جسمک کلیوی قرار گرفته و شامل قطعه‌ی گردنی، توپول‌های پروکسیمال شامل قطعات I و II، توپول‌های دیستال و توپول‌های جمع‌کننده می‌باشند.

واژگان کلیدی: سیستم دفعی، گلوبول کلیوی، نفرون، بافت خون‌ساز، صیبتی، *Sparidentex hasta*

آسیه میرعالی^۱

عبدالعلی موحدی نیا^{۲*}

رحیم عبدی^۳

امیر پرویز سلاطی^۴

۱. دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، دانشکده علوم دریایی، دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه زیست‌شناسی دریا، خرمشهر، ایران
- ۲، ۳. دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، دانشکده علوم دریایی، استادیار گروه زیست‌شناسی دریا، خرمشهر، ایران
۴. دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، دانشکده منابع طبیعی دریا، استادیار گروه شیلات، خرمشهر، ایران

*مسئول مکاتبات:

amovahedinia@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۲/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۴/۲۹

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی

ارشد می‌باشد.

مقدمه

در موجودات آبی به دلیل زندگی در محیط آبی که ممکن است از فشار اسمزی یا مایعات داخلی متفاوت باشد، تعادل آب و الکترولیت‌ها در مقایسه موجودات خشکی زی دارای اهمیت بیشتری است. ماهی‌ها در محیط‌های آبی از آب تقریباً خالص تا محیط‌های با شوری بسیار بالا یافت می‌شوند (Flik and verbot, 1993). از این رو مکانیسم‌های تنظیم اسمزی در گونه‌های مختلف متناسب با محیط زندگی می‌باشد. نحوه سازش در چنین محیط‌هایی یکی از موضوعات مورد توجه در بررسی زیست‌شناختی آبزیان می‌باشد. این گونه با توجه به شرایط زیستی و قابلیت تحمل شرایط اسارت به عنوان مدل مناسبی برای شرایط بیولوژیک لازم در تنظیم اسمزی ماهیان یوری هالین دریایی انتخاب شد. کسب اطلاعات پایه و توصیف ویژگی‌های زیست‌شناختی در شرایط طبیعی و سازش‌های فیزیولوژیک می‌تواند راهکارهای لازم و مفیدی جهت مدیریت منابع و استفاده در اجرای موفق پرورش این ماهی را ارائه نماید. شوری یکی از مهم‌ترین فاکتورهایی است که موجودات آبی را تحت تأثیر قرار می‌دهد موجودات خشکی‌زی و آبی فشار اسمزی سلول‌هایشان را بوسیله تنظیم جریان یون‌ها و آب از غشاء سلولی با صرف انرژی کنترل کرده و ثابت نگه دارند (Alderdice, 1988). بعضی گونه‌ها زندگی خود را در محیطی می‌گذرانند که شوری آن محیط

می تواند ثابت یا متغیر باشد در حالی که برخی گونه‌ها برای تولیدمثل به محیط دیگری غیر از محل زندگی خود مهاجرت می کنند. تنظیم اسمزی، مکانیسم حفظ هومئوستازی (Hemostasis) مایعات درونی بدن است که مسئول کنترل اسمولالیته یا فشار اسمزی پلاسما می باشد (Varsamos *et al.*, 2005). توانایی ماهی‌ها در مقابله با شوری به ظرفیت آن‌ها در تنظیم اسمزی وابسته است، عملکردی که به تحمل سطوح معین شوری و در نهایت بقای ماهی در محیط‌های مختلف منجر می گردد. اندام‌های شرکت کننده در عملکرد تنظیم اسمزی شامل آبشش، کلیه، روده و بخش راست روده‌ای هستند (فتح پور و وحدتی، ۱۳۸۶).

کلیه بسیاری از ماهیان، اندامی باریک، طویل و به رنگ قرمز تیره است که در امتداد ناحیه‌ی پشتی دیواره‌ی بدن، درست در زیر ستون مهره‌ها کشیده شده است و پس از خارج کردن امعاء و احشا از حفره بدن می توان آن را در پس پرده‌ی صفاق مشاهده نمود. کلیه‌ها به صورت زوج دیده می شوند. اما در بسیاری از ماهیان استخوانی، نزدیک یکدیگر قرار گرفته‌اند. جریان خون مضاعف در شریان‌های کلیه همانند هنگام ورود به کلیه، در آئورت پشتی (در صورت وجود گلومرول) پیش از ورود به لوله‌های کلیوی تخلیه می شود (Hickman and Trump, 1969).

واحدهای ترشحی ادرار یا نفرون در کلیه ماهی‌های استخوانی حقیقی، به قسمت‌های گلومرول، کپسول بومن، مجاری شامل لوله‌های پیچیده نزدیک (پروکسیمال ۱ و ۲) و لوله‌های پیچیده دور (دیستال) است. لوله‌های پیچیده نزدیک در قسمت اول (PI) دارای سلول‌های پوششی مکعبی مژدار هستند و سطح راسی آن‌ها دارای ریزپرزهای (ریز پرز) متراکم است. این ریزپرزها تحت میکروسکوپ نوری با حاشیه مسواکی (Brush border) قابل مشاهده هستند. لوله‌های پیچیده ادراری در قسمت دوم (PII) شامل سلول‌های مکعبی می باشند. در این سلول‌ها نیز ریزپرزها در سمت داخلی لوله‌ها مشخص هستند. سلول‌های پوششی در لوله‌های پیچیده دور دارای میتوکندری‌های فراوان با ریزپرزهای کوتاه و پراکنده هستند ولی حاشیه مسواکی در آن‌ها با میکروسکوپ نوری قابل تشخیص نیست (Charmi *et al.*, 2010).

کلیه دارای نقش در سیستم ایمنی، خونسازی، تشکیل ادرار و تنظیم اسمزی می باشد. نقش اصلی کلیه در ماهیان دریایی دفع یون‌های چند ظرفیتی است که موجودات دوباره آن‌ها را از طریق انتشار روده‌ای جذب می کنند (Beyenbach, 2004). ماهی صیبتی گونه‌ای بومی در خلیج فارس و خورهای مرتبط می باشد (Devlin and Nagahama, 2002) که تکثیر و پرورش موفق آن توسط محققین داخلی به خصوص مرکز تحقیقات شیلات استان خوزستان انجام شده و در حال پیگیری می باشد. در این تحقیق ساختار بافتی کلیه در ماهی صیبتی تحت میکروسکوپ نوری مورد بررسی قرار گرفته و بخش‌های مختلف در آن معرفی شده است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه تعداد ۲۴ عدد ماهی صیبتی یک‌ساله که حاصل تکثیر مصنوعی در ایستگاه تحقیقاتی بندر امام خمینی بود، تهیه و مورد بررسی قرار گرفتند. ماهی‌ها با استفاده از گل میخک (۲۰۰ قسمت در میلیون) بیهوش شده و برای تهیه نمونه بافتی حفره شکمی را باز کرده و کلیه‌ها به صورت کامل از بدن جدا و در فیکساتیو بوئن (۷۵ میلی‌لیتر محلول اشباع اسید پیکریک، ۲۵ میلی‌لیتر فرمالدهید ۳۷ درصد و ۵ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال) تثبیت شد. نمونه‌ها پس از تکمیل تثبیت در محلول بوئن (۴۸ ساعت) تا زمان انجام مطالعات بافتی، در الکل ۷۰ درصد نگهداری شدند. جهت انجام مطالعات بافت‌شناسی از بخش‌های راس کلیه و تنه کلیه (بخش‌های جلویی، میانی و انتهایی کلیه) به طول ۵ میلی‌متر تهیه شد. آبیگری نمونه‌ها در سری‌های افزایشی الکل (به ترتیب ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰درجه) انجام شد. سپس با قرار دادن قطعات بافتی در گزلیل خالص (در دو مرحله متوالی) عمل جایگزینی گزلیل بجای الکل (شفاف سازی) صورت گرفت. نفوذ پارافین به داخل بافت با قرار دادن نمونه‌ها در پارافین ذوب شده (در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد، در دو مرحله متوالی) انجام شد. از قطعات بافتی که با پارافین آغشته شده بودند، توسط قالب‌های آلومینیومی و پارافین ذوب شده (در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد) قالب‌های پارافینه تهیه شد. پس از قالب‌گیری و پیرایش قالب‌های حاوی بافت، برش‌هایی به ضخامت ۵ میکرومتر به وسیله میکروتوم تهیه و به روی لام‌های شیشه‌ای منتقل شد. رنگ‌آمیزی مقاطع میکروسکوپی به روش هماتوکسیلین - آئوزین انجام شد. به این منظور نمونه‌ها پس از حذف پارافین و شفاف‌سازی در گزلیل خالص

(در دو مرحله)، جایگزینی الکل و سپس آب بجای گزلیل با استفاده از سری‌های کاهشی الکل (به ترتیب ۱۰۰، ۹۰، ۸۰، ۷۰ و ۵۰ درجه) و قرار دادن در آب صورت گرفت. سپس جهت رنگ‌آمیزی، اسلایدها در همتوکسیلین (به مدت ۸ دقیقه) قرار داده شد و پس از شست و شو در آب جاری، در رنگ اتوزین (به مدت ۵ دقیقه) قرار گرفت. پس از رنگ‌آمیزی، مراحل آگیری (در سری‌های افزایشی الکل) و شفاف‌سازی (در گزلیل) انجام و لامل با استفاده از چسب کانادا بالزام روی لام‌ها قرار داده شد (موحدی‌نیا و پاپی، ۱۳۹۲). لام‌های رنگ‌آمیزی شده با استفاده از میکروسکوپ نوری (Olympus ساخت ژاپن، مدل CH40RF200) بررسی شد و تصاویر مناسب توسط دوربین نصب شده بر روی میکروسکوپ Dinolite Digital Microscope و سیستم رایانه‌ای متصل به دوربین مجهز به نرم افزار Dino capture تهیه شد.

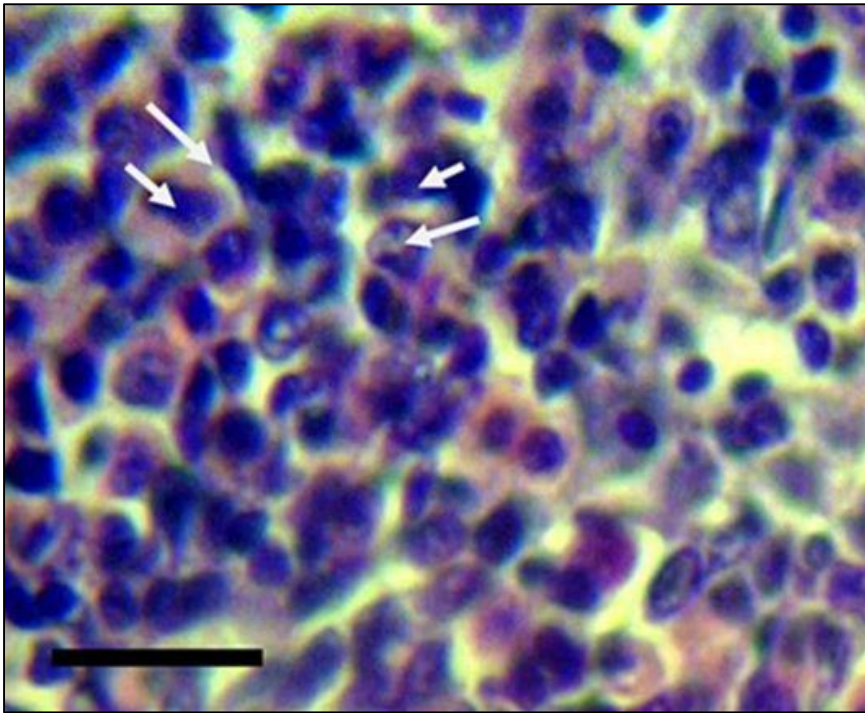
نتایج

بررسی میکروسکوپی کلیه ماهی صبیتی نشان داد که کلیه این ماهی به رنگ قرمز تیره در امتداد ستون فقرات از ناحیه سر تا انتهای بدن کشیده شده است. ماهی صبیتی دارای کلیه مزونفریک است این نوع کلیه عموماً در ماهیان استخوانی دیده می‌شود. از لحاظ مورفولوژی کلیه در ماهی صبیتی از سه قسمت راس و بدنه و دم تشکیل شده است. در ماهی صبیتی راس کلیه‌ها کاملاً مجزا و متقارن است، این ناحیه دارای پهنای کمی می‌باشد. در قسمت میانی کلیه‌ها کاملاً به یکدیگر اتصال دارند. پس از بدنه ناحیه دم قرار گرفته که باریک و کشیده است (شکل ۱).

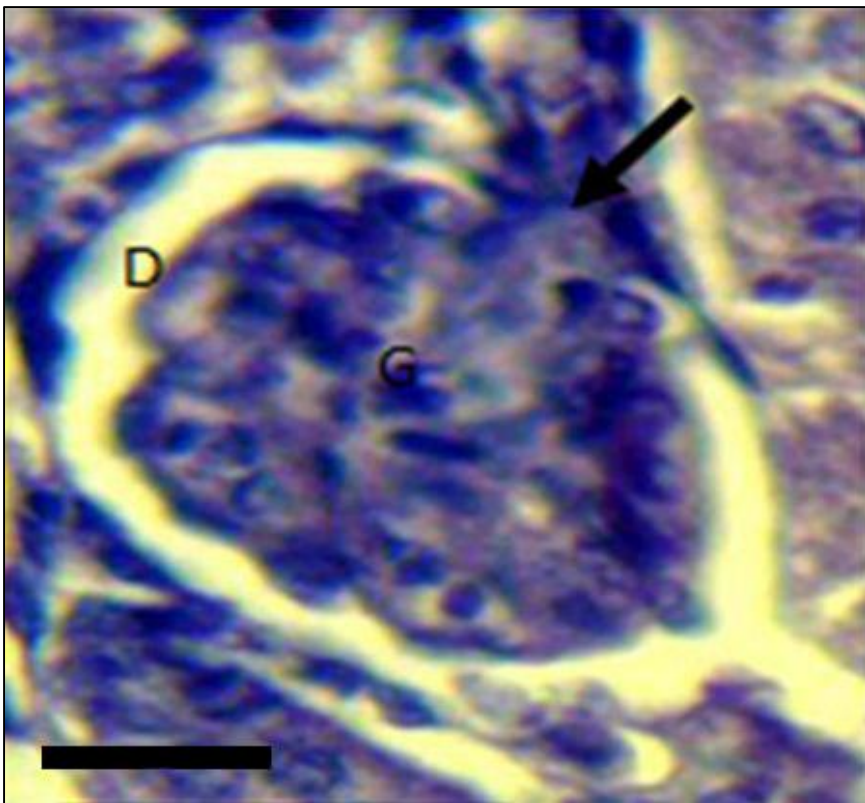


شکل ۱: تصویر میکروسکوپی کلیه ماهی صبیتی (*Sparidentex hasta*) مورد بررسی در بندر امام.

مطالعه میکروسکوپی کلیه در ماهی صبیتی نشان داد که کلیه از دو قسمت بافت خون‌ساز و دفعی تشکیل شده است. دو بخش خلفی و قدامی کلیه در بافت تشکیل دهنده دارای تفاوت می‌باشند. وجود سلول‌های خونی در مقاطع تهیه شده از راس کلیه بیانگر نقش خون‌ساز این بافت در کلیه ماهی صبیتی می‌باشد (شکل ۲). در بررسی بخش دفعی کلیه ماهی صبیتی، هر نفرون شامل بخش‌های جسمک کلیوی (جسمک مالپیگی) و لوله‌های ادراری است. جسمک کلیوی از کپسول بومن و گلومرول تشکیل شده و دارای قطب خونی و ادراری می‌باشد (شکل ۳).

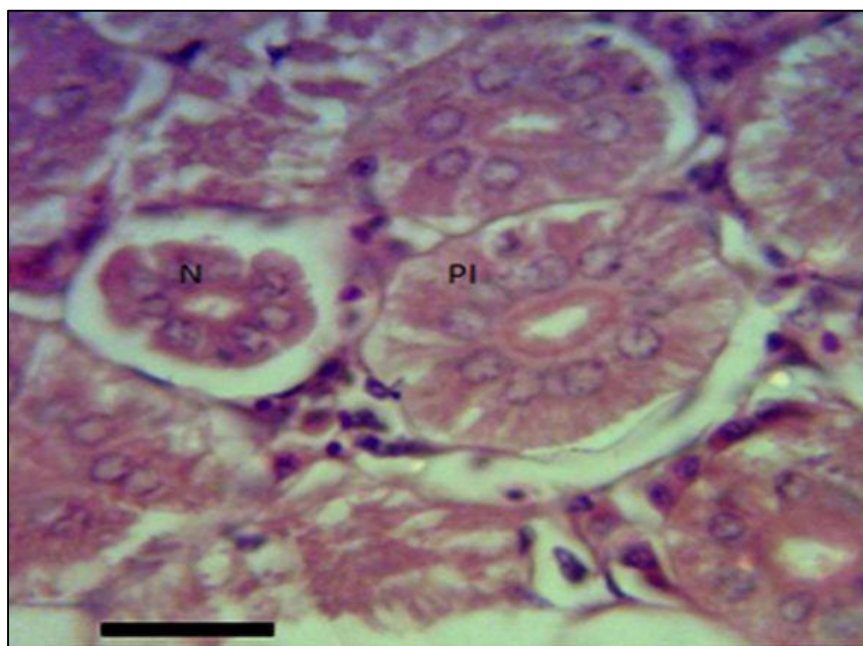


شکل ۲: تصویر میکروسکوپی از بافت خونساز راس کلیه ماهی صیبتی (*Sparidentex hasta*) مورد بررسی در بندر امام. خط مقیاس ۲۰ میکرومتر.



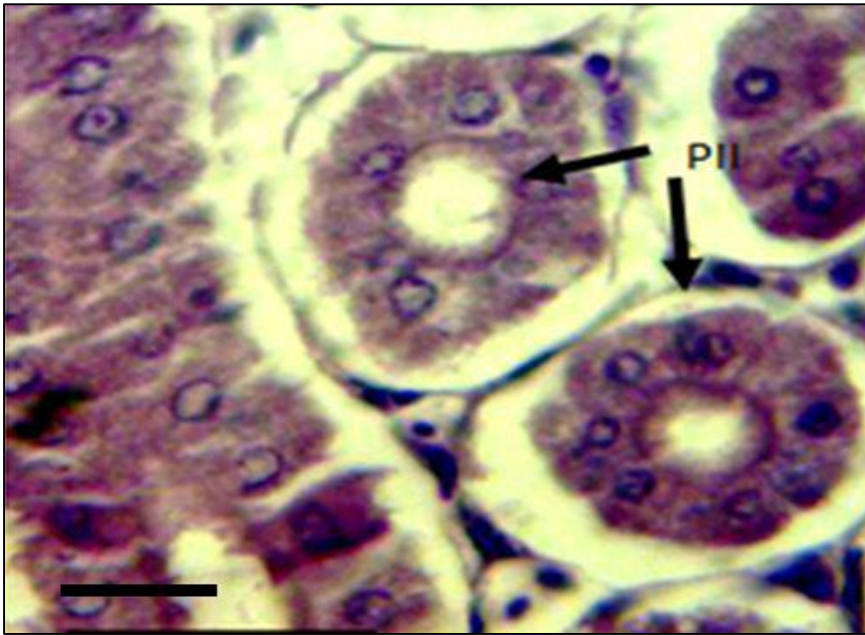
شکل ۳: جسمک کلیوی ماهی صیبتی (*Sparidentex hasta*) مورد بررسی در بندر امام. خط مقیاس ۱۰ میکرومتر.

جسمک کلیوی شامل فضای بومن، اپیتلیوم احشایی کپسول کلیوی و اپیتلیوم جداری کپسول کلیوی می‌باشد، با استفاده از میکروسکوپ نوری می‌توان فضای ادراری، پل عروقی و اندوتلیال ناحیه عروقی و احشایی را تشخیص داد. لوله‌های ادراری در امتداد جسمک کلیوی قرار گرفته و شامل قطعه‌ی گردنی، توبول‌های پروکسیمال شامل قطعات I و II، توبول‌های دیستال و توبول‌های جمع‌کننده می‌باشند. قطعه‌ی گردنی به صورت سلول‌های مکعبی کوتاه و لومن باریک به همراه تعدادی میکروویلی و هسته‌ی تقریباً گرد و قاعده‌ای مشاهده شد. توبول‌های پروکسیمال ابتدایی (PI) دارای سلول‌های مکعبی با هسته‌ی راسی بودند که راس این سلول‌ها دارای حاشیه مسواکی (میکروویلی) با تراکم بالا بود (شکل ۴).



شکل ۴: قطعه گردنی (N) و قطعه ابتدایی توبول پروکسیمال (PI) در ماهی صیبتی (*Sparidentex hasta*) مورد بررسی در بندر امام. خط مقیاس ۲۰ میکرومتر.

قطعه‌ی دوم پروکسیمال (PII) هسته‌های سلول‌ها تاحدودی به سمت میانه‌ی سلول متمایل شده بود و تراکم حاشیه مسواکی در قسمت PII نسبت به PI کاهش یافته بود (شکل ۵). سلول‌های موجود در توبول‌های دیستال مکعبی بوده و دارای هسته‌های تقریباً گرد در وسط سلول بودند (شکل ۶). توبول‌های جمع‌کننده به علت داشتن سلول‌های مکعبی بلند و لومن بزرگتر و هسته‌های بیضوی تا گرد، درشت و مرکزی تشخیص داده می‌شود (شکل ۷).



شکل ۵: قسمت دوم توپول پروکسیمال (PII) ماهی صیبتی (*Sparidentex hasta*) مورد بررسی در بندر امام. خط مقیاس ۱۰ میکرومتر.



شکل ۶: توپول دیستال (D) ماهی صیبتی (*Sparidentex hasta*) مورد بررسی در بندر امام. خط مقیاس ۱۰ میکرومتر.



شکل ۷: لوله‌های جمع‌آوری کننده (CT) ادراری ماهی صبیته (*Sparidentex hasta*) مورد بررسی در بندر امام. خط مقیاس ۲۰ میکرومتر.

بحث و نتیجه‌گیری

کلیه در ماهیان استخوانی تنوع گسترده‌ای را از نظر مورفولوژی دارد، اما سه قسمت راس، بدنه و دم در مطالعات مختلف در کلیه توصیف شده است (Cataldi, 1995; karyushkina *et al.*, 1996; Bahmani *et al.*, 2004; charmi *et al.*, 2009). کلیه ماهی صبیته *S. hasta*، عضوی به رنگ قرمز تیره می‌باشد که به صورت خارج صفاقی در زیر ستون فقرات از ناحیه پشت سر تا انتهای حفره بطنی کشیده شده است. در کلیه ماهی صبیته بخش سر و بدنه از هم کاملاً قابل تفکیک بودند. این نوع کلیه را می‌توان در شانک نقره‌ای (*Pagrus auratus*) و Killifish قابل مشاهده می‌باشد (Charmi *et al.*, 2009). بخش قدامی دو کلیه در ماهی صبیته کاملاً از هم مجزا و با یکدیگر متقارن بودند که در ادامه به سمت خلفی به دو قسمت باریک منتهی می‌شود که پس از آن بدنه کلیه‌ها و در ادامه ناحیه دمی واقع شده که کاملاً به هم متصل می‌باشند، کلیه در ماهی صبیته در تیپ دوم رده‌بندی اوگاوا قرار می‌گیرد. در بررسی‌های انجام شده روی کلیه ماهی زروک (*Scatophagus aragus*) (چناری، ۱۳۸۷)، کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) (عزیزی، ۱۳۷۸) هامور (*E. coioides*) (رومیانی، ۱۳۹۰)، نتایج مشابهی در این زمینه گزارش شده است. مشاهدات ساختار کلیه ماهی صبیته با ساختار کلیه در کپورماهیان دنداندار (*Cyprinodon tiformes*) (Milano *et al.*, 1997) و خانواده فرشته ماهیان (*Pterophyllum*) (Ostrandef, 2000) تفاوت داشت در ماهیان مذکور دو کلیه کاملاً از هم مجزا هستند. در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بخش‌های سر و تنه کلیه یکپارچه بوده و از هم قابل تشخیص نمی‌باشد (Hibiya, 1980). سلول‌های خونی مختلف از جمله گلبول‌های قرمز و سفید در مقاطع بافتی تهیه شده از ناحیه راس کلیه ماهی صبیته قابل مشاهده بود. با بررسی‌های بافتی کلیه ماهی صبیته مشخص شد همانند گونه‌های مختلف ماهیان، نفرون‌ها واحدهای سازنده کلیه می‌باشند. همچنین مشخص شد که هر نفرون در قسمت ابتدایی شامل گلومرول است که توسط کپسول بومن احاطه شده است و جسمک کلیوی را تشکیل می‌دهند یک قطعه‌ی گردنی کوتاه، توپول پروکسیمال شامل (I و II)، توپول دیستال و توپول جمع‌کننده بخش‌های بعدی نفرون را تشکیل می‌دهند که در سرتاسر بافت کلیه قابل مشاهده بود که با مطالعات Tang و همکاران (۲۰۱۰) و Khodabandeh و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت داشت. در بررسی انجام شده بر روی ماهی هامور (*E. coioides*)

(رومیانی، ۱۳۹۰) هر نفرون دارای پنج قسمت ساختاری شامل گلومرول، قطعه‌ی گردنی، توبول پروکسیمال، توبول دیستال و توبول جمع‌کننده گزارش شده است. در بررسی ماهی کپور علفخوار کلیه شامل دو بخش خون‌ساز و دفعی بیان شده است. که فعالیت خون‌سازی مربوط به راس کلیه است و بخش دفعی از واحدهای نفرون که شامل گلومرول، قطعه گردنی، توبول پروکسیمال (I, II) و توبول دیستال و توبول‌های جمع‌کننده ادراری می‌باشد تشکیل شده است (مروتی و همکاران، ۱۳۸۹).

جسمک کلیوی در اکثر گونه‌های ماهیان استخوانی در سراسر بافت کلیه مشاهده شده است (Charmi et al., 2009) در حدود ۳۰ گونه از ماهی‌های دریایی مانند اعضایی از اسبک دریایی (Sea Horse)، سوزن ماهی (Needle Fish)، بادکنک ماهی (Puffer Fish)، وزغ ماهی (Toad Fish)، لوله ماهی (Pipe Fish) و ماهیان قطبی جسمک کلیوی وجود ندارد (Baustian et al., 1997; Bakbiker and Ranki, 1999; Khalil, 1979). عدم وجود گلومرول در برخی از ماهیان دریایی به این دلیل است که، در محیط هایپر اسمتیک (آب دریا) نیاز به کاهش میزان فیلتراسیون کلیوی وجود دارد (Singer, 2002). ساختار جسمک‌های کلیوی ماهی صیبتی متشکل از گلومرول و کپسول بومن است گلومرول از یک کلاف مویرگی تشکیل شده است که در فضای بومن قرار گرفته است. چنین ساختاری درفیل ماهی (*H. huso*) و قره‌برون (*A. persicus*) (Charmi et al., 2010)، خاویار دریای آدریاتیک (*Acipenser naccarii*) (Cataldi et al., 1995) و کپور علفخوار (*Cyprinous idella*) (مروتی و همکاران، ۱۳۸۲) توصیف شده است.

بررسی گلومرول در ماهی صیبتی نشان داد که گلومرول‌ها یکپارچه و فاقد لوب می‌باشند، این نتایج در بررسی ماهی کپور علفخوار (مروتی و همکاران، ۱۳۸۲) و هامور معمولی (رومیانی، ۱۳۹۰) نیز به دست آمده است. بررسی‌هایی که به وسیله Charmi در سال ۲۰۱۰ بر روی کلیه ماهی قره‌برون و فیل ماهی انجام شد نشان داد که در کلیه این دو گونه ماهی خاویاری گلومرول به صورت خوشه‌هایی در فضای بومن وجود دارد. Woo و Wong (۲۰۰۶) بر روی کلیه ماهی (*Sparus sarba*) نشان دادند که گلومرول‌ها در جسمک کلیوی این ماهی‌ها به صورت خوشه‌های ۴-۶ تایی دسته بندی شده‌اند. کپسول بومن در کلیه ماهی صیبتی از دو لایه‌ی سلولی که هر کدام از این دو لایه از سلول‌های پوششی سنگفرشی تشکیل شده‌اند این دو لایه عبارتند از: لایه‌ی داخلی یا احشایی (Visceral epithelium of the renal capsule) که کلاف مویرگی گلومرول را احاطه کرده است این لایه از سلول‌های تغییر یافته‌ای تشکیل شده است که پودوسیت نام دارند و لایه‌ی دوم به لایه احشایی اتصال دارد به موازات لایه احشایی قرار گرفته است فضای بین این دو لایه نیز فضای ادراری نامیده می‌شود نتایج مربوط به این قسمت با بررسی انجام شده بر روی ماهی هامور معمولی (رومیانی، ۱۳۹۰)، دو گونه ماهی خاویاری فیل ماهی و قره‌برون (Charmi et al., 2010) و (*Geotrypetes seraphini*) (Mobjerg, 2004) مطابقت داشت. در بررسی قطعه گردنی متصل به کپسول بومن بوده و پل ارتباطی بین این بخش و توبول پروکسیمال اولیه است این قسمت از کلیه ماهی صیبتی از سلول‌های پوششی مکعبی کوتاه با هسته‌های گرد و تقریباً قاعده‌ای قابل تشخیص است. در این قسمت حاشیه مسواکی مشاهده نشد مشابه این نتایج در بررسی روی ماهی هامور معمولی (رومیانی و همکاران، ۱۳۹۰) و کپور علفخوار (مروتی و همکاران، ۱۳۸۲) گزارش شده است. بررسی قطعه‌ی گردنی در *Pleuronectes platessa* بیان کرد که این ناحیه کوتاه بوده و کمتر از ۳ درصد از طول سیستم توبولی نفرون را تشکیل می‌دهد (Ottosen, 1987).

در بررسی توبول پروکسیمال در ماهی صیبتی مشخص شد که دارای دو نوع توبول پروکسیمال اولیه و ثانویه می‌باشد بافت پوششی قطعه‌ی پروکسیمال اولیه از یک لایه سلول مکعبی با هسته‌های گرد و قاعده‌ای تشکیل می‌شود. قطعه پروکسیمال ثانویه نیز دارای سلول‌های مکعبی بود اما هسته‌ی آن‌ها تاحدودی به سمت مرکز سلول متمایل شده است. حاشیه‌ی مسواکی در داخل لومن دارای میکروویلی‌های بلندی بود، اما در بخش ثانویه‌ی توبول پروکسیمال مقداری افزایش در اندازه ارتفاع سلول‌ها مشاهده شد و هسته‌های آن‌ها به سمت مرکز سلول متمایل شده و حاشیه‌ی مسواکی نیز کاهش می‌یابد. در سایر ماهیان از جمله هامور معمولی (و برخی گونه‌های خاویاری از جمله خاویار آتلانتیک آمریکایی (*A. oxyrhynchus*) و فیل ماهی و قره‌برون نیز بخش اول و دوم پروکسیمال در نفرون کلیوی همانند آنچه در ماهی صیبتی بیان شده است وجود دارد (Charmi et al., 1998; Krayushkina et al., 1999; Cataldi et al., 2009; Khodabandeh et al., 2010).

سلول‌های توبول دیستال در ماهی صبیتی مکعبی و فاقد حاشیه‌ی مسواکی بودند. هسته‌ی آن‌ها نیز تقریباً گرد و در وسط سلول مشاهده شد در بررسی توبول دیستال در کلیه دیگر ماهی‌ها مانند هامور معمولی (رومیانی و همکاران، ۱۳۹۰) و ماهیان خاویاری قره‌برون و فیل ماهی (Charmi et al., 2010; Khodabandeh et al., 2009) و همین‌طور در ماهی کپور معمولی (عزیزی، ۱۳۸۷) و ماهی زروک (چناری، ۱۳۸۷) نتایجی مشابه گزارش شد.

کلیه ماهی صبیتی دارای توبول‌های جمع‌کننده ادراری فاقد میکروویلی بوده و سلول‌های مکعبی بلند بوده که هسته این سلول‌ها بیضوی تا گرد بوده و در ناحیه میانی سلول قرار گرفته‌اند این نتایج مشابه با رومیانی (۱۳۹۰) و Charmi (۲۰۱۰) و مروتی (۱۳۸۲) بود.

منابع

- چناری، ف.، ۱۳۸۷. مطالعه تغییرات بافتی در کلیه ماهی زروک *Scatophagus argus* در پاسخ به شوری‌های مختلف. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته بیولوژی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ۷۳ ص.
- رومیانی، ا.، ۱۳۹۰. مکان یابی آنزیم $Na^+/K^+-ATPase$ و مطالعه تغییرات فیزیولوژیک در سلول‌های غنی از میتوکندری توبول‌های کلیوی بچه هامور معمولی *Epinephelus coioides* طی روند سازگاری با شوری‌های مختلف. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته بافت‌شناسی آبزیان، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ۹۷ ص.
- عزیزی، ش.، ۱۳۸۷. تأثیر درجات مختلف شوری بر تغییرات بافتی آبشش و کلیه‌ی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد شیلات، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ۱۱۴ ص.
- مروتی، ح.، عرفانی‌مجد، ن.، پیغان، ر. و مبارکی، غ. ع.، ۱۳۸۲. مطالعه بافت‌شناسی بخش دفعی کلیه ماهی کپور علفخوار. مجله دامپزشکی ایران، دوره ۶ صفحات ۷۶-۶۹.
- موحدی‌نیا، ع. و پاپی، ه.، ۱۳۹۲. بررسی تغییرات هیستومتریکی بافت‌های کلیه بچه ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coioides*) در پاسخ به شوری‌های مختلف محیطی. فیزیولوژی و بیوتکنولوژی آبزیان، سال اول (۱): ۶۳-۷۱.
- نیلسن، ن. ا.، ۱۳۸۶. فیزیولوژی جانوری سازش و محیط (جلد دوم). ترجمه اکبر وحدتی، حسین فتح‌پور، انتشارات دانشگاه اصفهان، ۱۰۸۳ ص.

Alderdice, D. F., 1988. Osmotic and ionic regulation in the teleost eggs and larvae. In: Fish Physiology. The Physiology of developing fish. Eggs and larvae, vol.11, part A. Hoar, W.S. and Randall, D.J. (Eds.) Academic press, London, P: 163-251.

Bahmani, M., Kazemi, R., Hallajian, Sharifpour, E. and Amiri, B. A., 2004. Histological investigation of gill, gonad, kidney, liver and digestive system of Persian sturgeon, (*Acipenser persicus*). Final Report IFRO (Iranian Fisheries Research Organization) Ifro Publication, p: 1-67.

Bakbiker, M. M. and Rankin, J. C., 1997. Factors regulating the functioning of the invitro perfused aglomerular kidney of the angler fish (*Lophius piscatorius*). Comparative Physiology and Biochemistry, 62: 989-994.

Baustian, M. D. and Beyenbach, K. W., 1979. Natriuretic peptides and the acclimation of aglomerular toadfish to hypo-osmotic media. Comparative Physiology and Biochemistry, 169: 507-514.

Beyenbach, K. W., 2004. Kidney sans glomeruli. American Journal of Physiology, 285: 811-827.

Cataldi, E., Ciccotti, E., Dimarco, P., Disantano, O., Bronzi, P. and Cataudella, S., 1995. Acclimation trials of juvenile Italian Sturgeon to different salinities: morpho-physiological descriptors. Fish Biology, 47: 609-618.

Cataldi, E., Garibaldi, L., Crosetti, D., Leoni C. and Cataudella, S., 1999. Variations in renal morphology during adaptation to salinities in tilapia. Environmental Biology of Fishes, 31: 101-106.

Charmi, A., Bahmani, M., Sajjadi, M. M. and Kazemi, R., 2009. Morpho-histological study of kidney in juvenile farmed Beluga, *Huso huso*. Biological Sciences, 12: 11-18.

Charmi, A., Parto, P., Bahmani, M. and Kazemi, R., 2010. Morphological and Histological Study of Kidney in Juvenile Great Sturgeon (*Huso huso*) and Persian Sturgeon (*Asipenser persicus*). Agricultural and Environmental Sciences, 7: 505-511.

- Devlin, R. H. and Nagahama, Y., 2002.** Sex determination and sex differentiation in fish overview of genetic, physiological and environmental influences. *Aquaculture*, 208: 191-364.
- Flik, G. and Verboost, P. M., 1993.** Calcium transport in fish gills and intestine. *Experimental Biology*, 184: 17-29.
- Hibiya T., 1980.** An atlas of histology normal and pathological features, College of agriculture and veterinary medicine, Nihon University, Tokyo, Japan, *Kodansh Ltd.* P:139-166
- Hickman, C. P. and Trump, J. B. F., 1969.** The kidney. In: Hoar W. S., Randall D. J. (eds.). *Fish Physiology*, Vol. 1. New York: Academic Press, P: 91 -239.
- Khalil, R. M., 1979.** Histological studies on the kidneys of the red sea Syngnathiformes fishes. *Society of Zoology Egyptian Bulletin*, 29: 28-36.
- Khodabandeh, S., Khoshnood, Z. and Mosafer, S., 2009.** Immunolocalization of Na⁺/K⁺-ATPase-rich cells in the gill and urinary system of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*), fry. *Aquaculture Research*, 40: 329 -336.
- Khodabandeh, S., Khoshnood, Z. and Mosafer, S., 2009.** Immunolocalization of Na⁺/K⁺-ATPase-rich cells in the gill and urinary system of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*), fish fry. *Aquaculture Research*, 40: 329 -336
- Krayushkina, L. S., 1998.** Characteristics of osmotic and ionic regulation in marine diadromous sturgeons *Acipenser brevirostrum* and *Acipenser oxyrhynchus* (Acipenseridae). *Ichthyology*, 38: 660 -668.
- Krayushkina, L. S., Panov, A. A., Gerasomov, A. A. and Potts, W. T. W., 1996.** Changes in sodium, calcium and magnesium ion concentrations in sturgeon (*Huso huso*) urine and in kidney morphology. *Comparative Physiology and Biochemistry*, 165: 527-533.
- Milano, E. G., Basari, F. and Chimenti, C., 1997.** Adrenocortical and adrenomedullary homolog in 8 species of adult and development teleosts: morphology, histology and immunohistochemistry. *General and Comparative Endocrinology*, 108: 483 -496.
- Mobjerg, M., Jespersen, A. and Wikinson, M., 2004.** Morphology of the kidney in the West African caecilian, *Geotrypetes seraphini* (Amphibia, Gymnophiona, Caeciliidae). *Journal of Morphology*, 262: 583 -607.
- Ostrandef, G. K., 2000.** The laboratory, (1st ed.). Diego Academic press, 33 P.
- Ottosen, P. D., 1987.** Ultrastructure and Segmentation of Microdissected Kidney Tubules in the Marine Flounder, (*Pleuronectes platessa*). *Cell and Tissue Research*, 190: 27-45.
- Singer, T. D., Clements, K. M., Semple, J. W., Schulte, P. M., Bystriansky, J. S., Finstad, B., Fleming, I. A. and McKinley, R. S., 2002.** Seawater tolerance and gene expression in two strains of Atlantic salmon smolts. *Journal of Fishereis and Aquatic Sciences*, 59:125-135.
- Tang, C. H., Wu, W. Y., Tsai, S. C., Yoshinaga, T. and Lee, T. H., 2010.** Elevated Na⁺/K⁺-ATPase responses and its potential role in triggering ion reabsorption in kidneys for homeostasis of marine euryhaline milkfish (*Chanos chanos*) when acclimated to hypotonic fresh water. *Comparative Physiology and Biochemistry*, 180: 813 -824.
- Varsamos, S., Nebel, C. and Charmantier, G., 2005.** Ontogeny of osmoregulation in post- embryonic fish. *Comparative Physiology and Biochemistry*, 141: 401 -429.
- Wong, M. K. S. and Woo, N. Y. S., 2006.** Changes in renal morphometrics in silver sea bream (*Sparus sarba*) on exposure to different salinities. *Fish Biology*, 69: 770-782.