مقایسه بافت شناسی لوله های کلیوی مولدین ماهی سفید *Rutilus frisii kutum* در دو محیط لب شور (دریای خزر) و آب شیرین (رودخانه خشکرود)

زهرا قهرمان زاده[۱]، علی بانی[۲*]، جاوید ایمانپور نمین[۱] و علی حلاجیان[۳]

[۱] صومعه سرا، دانشگاه گیلان، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات

[۲] رشت، دانشگاه گیلان، دانشکده علوم، گروه زیست شناسی

[۳] رشت، انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، بخش فیزیولوژی و بیوشیمی

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱/۲۲

چکیده

ساختار، اندازه و تعداد لوله های کلیوی مولدین ماهی سفید *Rutilus frisii kutum* در دو محیط لب شور (دریای خزر) و آب شیرین (رودخانه خشکرود) بررسی شد. تعداد ۱۰ عدد ماهی سفید از سواحل بندر انزلی با شوری ppt ۸/۴۹ ، درجه حرارت ۱۲/۴ درجه سانتی گراد و به همین تعداد نیز از رودخانه خشکرود با شوری ppt ۰/۱۸، درجه حرارت ۱۸ درجه سانتی گراد جهت بررسی صید شدند. از سه قسمت کلیه (قدامی، میانی و خلفی) نمونه‌های بافت برداشته شد. ویژگی کلیه ماهی سفید شامل شبکه گلومرولی، لوله‌های دیستال، پروکسیمال و جمع کننده در دو محیط مقایسه شدند. تعداد لوله‌های کلیوی ماهی سفید اختلاف معنی‌داری بین دو محیط نداشتند ($P>0.05$). میانگین اندازه لوله‌های دیستال، جمع کننده و شبکه گلومرولی در آب شیرین به طور معنی‌داری بزرگتر از آب لب شور بود ($P<0.05$). میانگین اندازه لوله‌های پروکسیمال در آب دریا نسبت به آب شیرین بیشتر بود اگر چه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0.05$).

واژه های کلیدی: ماهی سفید، لوله های کلیوی، شوری، دیستال، پروکسیمال

[*] نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۳۳۶۵۷۱۰ ، پست الکترونیکی: bani@guilan.ac.ir

مقدمه

شوری از فاکتورهای حیاتی است که زندگی، بقاء، متابولیسم و پراکنش ماهیان را در جریان روندهای رشد و نمو تحت تاثیر قرار می‌دهد (۱). ماندگاری یک گونه ماهی در شرایط خاص محیطی به میزان توانایی تطابق بدنی آن با شوری محیطی در مراحل مختلف زندگی وابسته است (۲۲). جانداران برای بقای سلول های بدن، به تنظیم ترکیب اسمزی مایعات خارج سلولی(خون، لنف و مایعات بین سلولی) نیازمندند. تنظیم اسمزی کنترل غلظت الکترولیت‌ها و مواد آلی حل شده در مایعات بدن و حفظ و نگهداری تعادل آب و نمک ها می باشد (۱۷). ماهیان استخوانی به خوبی قادر به حفظ فشار اسمزی و یونی بین مایعات بدن و محیط خارجی خود می‌باشند. آبشش، کلیه و روده مهمترین اندام‌های تنظیم کننده وضعیت اسمزی می باشند که باعث شیب اسمزی و یونی می‌شوند (۱۴). آبشش‌ها نقش مهمی در تنظیم اسمزی ماهیان دارند. سلول های کلراید آبشش، مکان اصلی جذب یون در ماهیان آب شیرین و ترشح یون در ماهیان دریایی می باشد (۱۲ و ۱۵) . علاوه بر آبشش، کلیه اندام مهم دیگر تنظیم کننده اسمزی می باشد که نقش فعالی در خروج یون های دو ظرفیتی و حذف آب اضافی به ترتیب در محیط های Hyperosmotic و Hypoosmotic دارد.

Archive of SID
www.SID.ir

عضو کلیه در ماهیان استخوانی دارای تنوع وسیعی از نظر مورفولوژی می باشد که منعکس کننده تفاوت نیاز و ظرفیت آنها در دفع آب و نگهداری نمک در محیط‌های مختلف می‌باشد (۲۶). تغییر در مورفولوژی کلیه یکی از استراتژی‌های تنظیم اسمزی در ماهیان یوری هالین می باشد. عملکرد، مورفولوژی، اندازه و تعداد لوله های کلیوی، وابسته به شوری محیط می باشد که با تغییر شوری تغییر می کند. کلیه نقش مهمی در تنظیم اسمزی ماهیان استخوانی دریازی و آب شیرین زی بازی می کند، اگرچه نقش کلیه در شرایط آب شیرین و آب شور کاملاً متفاوت می باشد (۳) . ماهیان استخوانی آب شیرین نسبت به محیط Hyperosmotic می باشند که در نتیجه آن با نفوذ آب به درون و خروج نمک از بدن مواجه هستند. در این شرایط NaCl از طریق جذب فعال از آبشش ها جایگزین می‌شود (۱۲) و آب اضافی از کلیه دفع می شود (۲۰) . به منظور حفظ تعادل آب و نمک، بیشتر ماهیان استخوانی، نفرون های کلیوی دارند که شامل شبکه گلومرولی، لوله های پروکسیمال، لوله های دیستال و مجاری جمع کننده می‌باشند. شبکه گلومرولی و لوله‌های دیستال مسئول دفع آب می باشند (۵). بر خلاف ماهیان استخوانی آب شیرین، ماهیان دریایی با انتشار آب و جذب نمک مواجه هستند. در این شرایط نقش شبکه های گلومرولی و لوله های دیستال که دفع آب می باشد کمرنگ می شود. میزان فیلتراسیون گلومرولی (Glumerular filtration (GFR) (rate در ماهیان استخوانی آب شیرین بالا می باشد و تنها نسبت کمی از آب فیلتر شده در لوله های کلیوی جذب می شود (۷). برعکس میزان فیلتراسیون گلومرولی در ماهیان استخوانی دریایی بسیار پایین تر می باشد(۸). با توجه به نقش فعال کلیه در تولید ادرار رقیق در آب شیرین تعداد و اندازه لوله های کلیوی نسبت به آب دریا متفاوت می باشد (۴).

ماهی سفید *Rutilus frisii kutum* متعلق به خانواده کپور ماهیان (Cyprinidea) و بومی دریای خزر می باشد، این گونه یوری هالین بوده و در فصل تولید مثل، جهت تخمریزی وارد رودخانه‌های حاشیه دریای خزر(چلوند، لمیر، شفارود، شلمانرود، سفیدرود، خشکرود، شیرود و بابلسر) می‌شود. این ماهی قادر به تحمل دامنه وسیعی از شوری می باشد، از اینرو مدل مناسبی جهت بررسی سیستم تنظیم اسمزی و اندام‌های تنظیم کننده اسمزی می باشد. هدف از این مطالعه بررسی و مقایسه ساختار، اندازه و تعداد لوله‌های کلیوی مولدین ماهی سفید *Rutilus frisii kutum* در دو محیط آب لب شور دریای خزر و آب شیرین (رودخانه خشکرود) می باشد.

مواد و روشها

تعداد ۱۰ عدد ماهی سفید با طول کل ۵/۷۶ ± ۴۶/۵۵ cm (متوسط طول ± SD) در آذر ماه سال ۱۳۸۸ با استفاده از تور پره ساحلی در انزلی، گیلان با خصوصیات جغرافیایی E ″17.40 ′34 °049 ,N ″48.06 ′27 °037، با شوری ۸/۹ppt و درجه حرارت °C ۱۲/۴ صید شد. علاوه بر این در فروردین ۱۳۸۹ نیز تعداد ۱۰ عدد ماهی سفید آماده تخمریزی با طول کل ۴/۵۲ ± ۳۹/۵ cm در رودخانه خشکرود در گیلان با خصوصیات جغرافیایی °03 037 E ″26.65 ′26 °050 ,N ″13.44 ′، با شوری ppt ۰/۱۸ و درجه حرارت °C ۱۸ با فاصله حدود ۵۰۰ متر از مصب رودخانه صید شد.

بافت شناسی کلیه: بلافاصله پس از صید ماهیان و خالی نمودن امعاء و احشاء، از سه قسمت کلیه (قدامی، میانی و خلفی) آن ها به طور جداگانه نمونه بافت گرفته شد. نمونه های بافت‌ها در فرمالین ۴٪ فیکس شدند و جهت انجام عملیات بافت شناسی به آزمایشگاه انتقال داده شدند. پس از آبگیری و پارافینه کردن نمونه های بافت و قالبگیری، برش های عرضی از بافت کلیه با ضخامت شش میکرون از بافت ها تهیه شد. سپس با روش هماتوکسیلین–ائوزین رنگ آمیزی شدند. به این ترتیب دو اسلاید بافت شناسی برای مطاله میکروسکوپی از هر بافت تهیه شد. در هر

Archive of SID

www.SID.ir

اسلاید ۱۰ میدان بافتی از قسمت های مختلف و با بزرگنمایی های متفاوت عکس برداری شد. بررسی و اندازه‌گیری های سلول‌های مورد نظر با نرم افزار Biocom انجام پذیرفت. برای بررسی فراوانی لوله های دیستال، پروکسیمال، جمع کننده و شبکه گلومرولی در دو محیط آب شیرین و آب شور سلول های مورد نظر در هر مقطع بافتی به صورت چشمی در هر ۱۰ مقطع از هر اسلاید بافت شناسی شمارش شدند و میانگین آن ها محاسبه شد. برای اندازه‌گیری سلول های کلیوی چندین سلول را به صورت تصادفی در هر مقطع بافت شناسی انتخاب نموده و به کمک نرم افزار Biocom مساحت آن ها با واحد میکرومتر مربع بدست آمد.

تجزیه و تحلیل آماری داده ها: آنالیز داده‌های مربوط به اندازه لوله‌های کلیوی با استفاده از آزمون One-way ANOVA انجام شد. از آزمون chi-square برای مقایسه تعداد سلول های مورد نظر در دو محیط دریا و آب شیرین استفاده شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS 13 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و به صورت میانگین ± انحراف معیار نشان داده شدند.

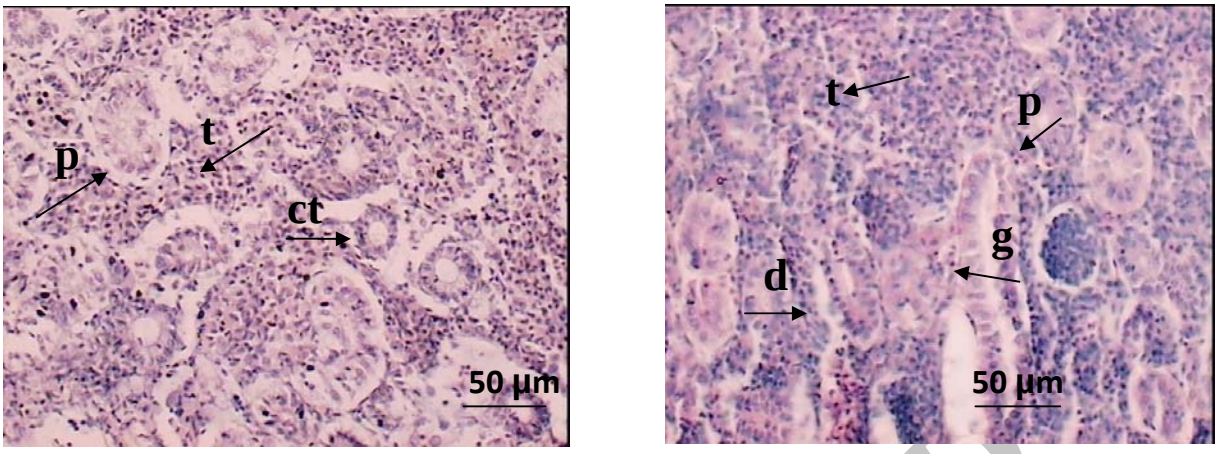
نتایج

ساختار کلیه: کلیه ماهی سفید *Rutilus frisii kutum* اندامی باریک، طویل و به رنگ قرمز تیره بو د که در ناحیه پشتی دیواره بدن، درست در زیر ستون مهره‌ها کشیده شده است. کلیه این ماهی از قسمت قدامی، میانی و خلفی تشکیل شده است. کلیه قدامی محل تجمع بافت خونساز می باشد که تا کلیه میانی و خلفی کشیده شده بود (شکل ۱) اما توزیع آن در این قسمت‌ها کمتر است. لوله های کلیوی در تمام قسمت های کلیه دیده شد اما تراکم آن ها در قسمت خلفی بیشتر بود.

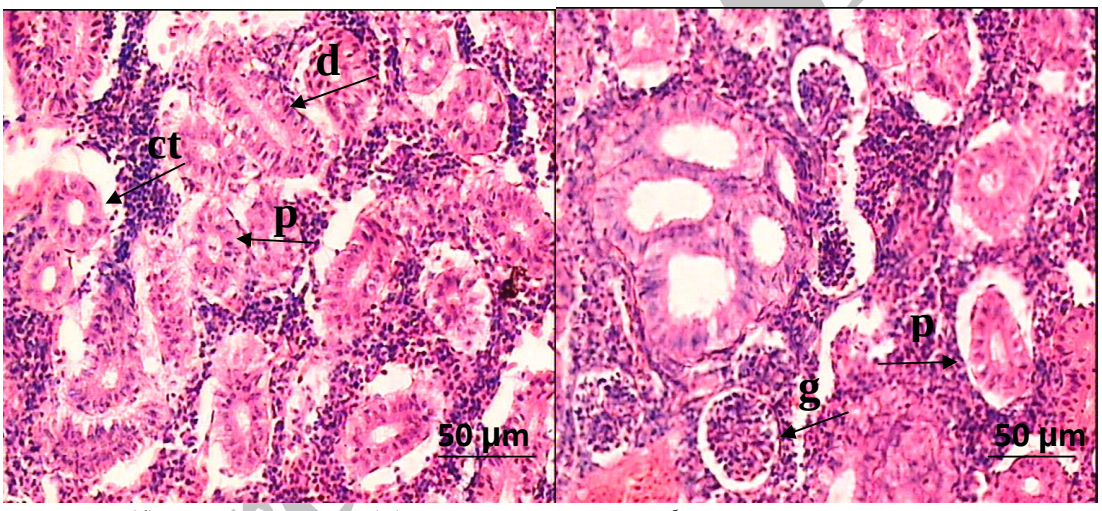
لوله خمیده دیستال: ارتفاع لوله های دیستال کلیه ماهی سفید در هر دو محیط دریا و آب شیرین زیاد نبود و از اپیتلیوم ساده تشکیل شده بود. برخی از لوله های دیستال دارای شکل کشیده و طویل بودند اما سایر آن ها شکل کروی داشتند. هسته سلول های پوششی به شکل بیضی یا کروی بود (شکل ۱ و ۲). اختلاف معنی داری بین اندازه لوله های دیستال در دو محیط دریا و رودخانه مشاهده شد ($F=12.22, df=1, P<0.001$). میانگین اندازه لوله های دیستال در مولدین صید شده در دریا (۵۲۰۶/۳۲± ۲۸/ ۴۰۴۷۴میکرومتر مربع) کوچکتر از مولدین صید شده در رودخانه (۳۳۴۰/۱۹ ± ۶۲۰۹۲/۶۸ میکرومتر مربع) بود (نمودار۱). اختلاف معنی‌داری در تعداد لوله های دیستال بین دو محیط مشاهده نشد ($P>0.05$). میانگین تعداد لوله-های دیستال در دریا و رودخانه به ترتیب ۲/۱۲ و ۳/۱۱ در هر مقطع بافت شناسی (با بزرگنمایی ۲۰x) بود. در بخش های مختلف کلیه (قدامی، میانی و خلفی) مولدین ماهی سفید دریایی و آب شیرین اختلاف معنی‌داری بین اندازه و تعداد لوله‌های دیستال مشاهده نشد ($P>0.05$).

لوله جمع کننده: لوله‌های جمع کننده مولدین ماهی سفید در دریا و آب شیرین دارای اشکال منظمی بودند. لوله‌های جمع کننده از سلول‌های اپیتلیال ستونی بلند تشکیل شده که از سلول های پوششی سایر لوله های کلیوی متمایز بودند. هسته سلول های لوله‌های جمع کننده عمدتاً کروی و در قسمت مرکزی سلول قرار داشتند (شکل ۱ و۲). اندازه لوله های جمع کننده کلیه متأثر از شوری محیط بود. به طوریکه میانگین اندازه آن در آب شیرین بزرگتر از آب دریا بود ($F=25.51, df=1, P< 0.001$). در آب دریا میانگین اندازه لوله های جمع کننده ۱۲۷۸/۰۶± ۱۵۵۹۰/۱۹۴ میکرومتر مربع و در آب شیرین ۱۳۴۷/۲۰ ±۲۴۹۷۰/۷۲ میکرومتر مربع بود (نمودار ۱).

www.SID.ir



شکل۱- برش عرضی بافت کلیه ماهی سفید صید شده در دریا: لوله جمع کننده ادراری(ct) ، لوله خمیده نزدیک یا پروکسیمال (p)، شبکه گلومرولی (g)، لوله خمیده دور یا دیستال (d) ، بافت خونساز (t) (H&E, 20x)

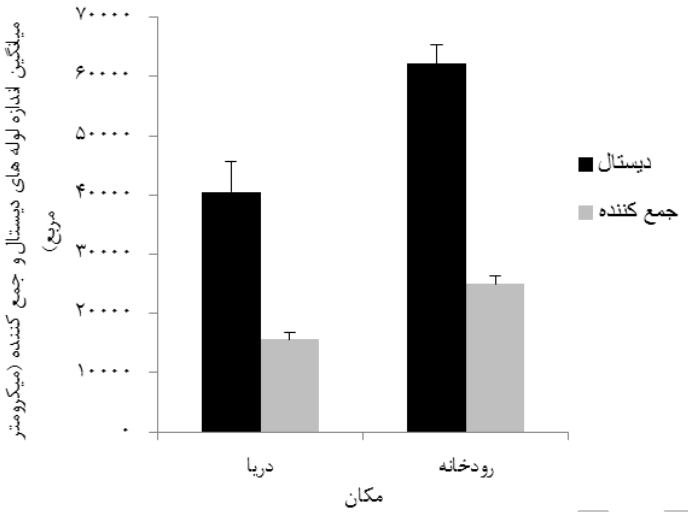


شکل۲- برش عرضی بافت کلیه ماهی سفید صید شده درآب شیرین: لوله جمع کننده ادراری(ct)، لوله خمیده دور یا دیستال (d)، D - لوله خمیده نزدیک یا پروکسیمال (p)، شبکه گلومرولی (g)، (H&E, 20x)

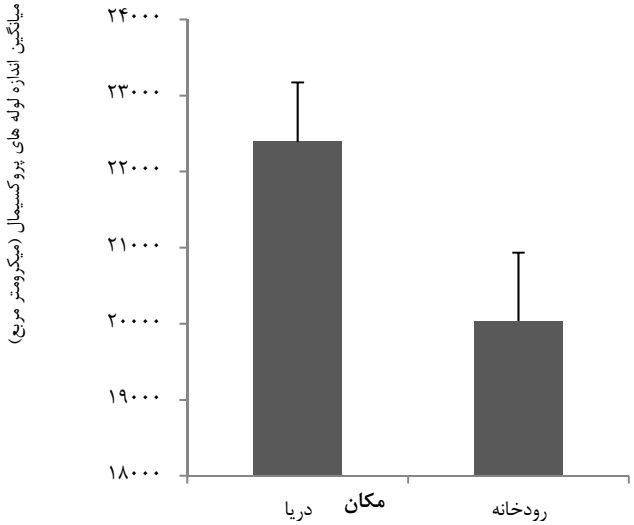
لوله های جمع کننده در سه قسمت کلیه (قدامی، میانی و خلفی) از نظر تعداد اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. در دریا میانگین تعداد لوله‌های سه قسمت کلیه۱/۱۴ و در رودخانه ۱/۳۳ در هر مقطع بافت شناسی (با بزرگنمایی X ۲۰) بود.

لوله خمیده پروکسیمال: در هر دو محیط، حفره داخلی لوله های پروکسیمال کلیه مولدین ماهی سفید دارای پرزهای توسعه یافته بود. هسته سلول های لوله های پروکسیمال عمدتاً کروی و در قسمت پایینی سلول قرار داشت (شکل ۱ و ۲). اختلاف معنی‌داری در اندازه لوله های پروکسیمال مشاهده نشد (F=1.0, df=1, P>0.05). ولی لوله‌های پروکسیمال کلیه مولدین قبل از مهاجرت به رودخانه و در دریا دارای اندازه بزرگتری نسبت به رودخانه بود، در آب دریا میانگین اندازه لوله پروکسیمال ۷۸۱/۶۶± ۲۲۳۸۸/۵۵ و در رودخانه ۸۹۹/۴۴ ± ۲۰۰۳۳/۵۴ میکرومتر مربع بود (نمودار۲).

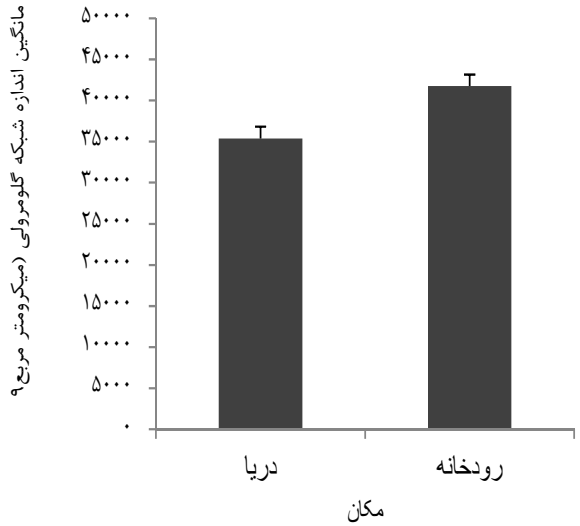
www.SID.ir



نمودار ۱- میانگین اندازه لوله های دیستال و جمع کننده کلیه مولدین ماهی سفید در دو محیط دریا و آب شیرین (n=10 تعداد ماهی در هر منطقه)



نمودار ۲- میانگین اندازه لوله پروکسیمال کلیه مولدین ماهی سفید در دو محیط دریا و آب شیرین (n=10)



نمودار ۳ - میانگین اندازه شبکه گلومرولی کلیه مولدین ماهی سفید در دو محیط دریا و آب (n=10)

www.SID.ir

میانگین تعداد لوله های پروکسیمال ماهی سفید در دریا و آب شیرین دارای اختلاف معنی‌داری نبود (P>0.05)، به طوری که میانگین تعداد این لوله‌ها در دریا و رودخانه در هر مقطع بافت شناسی (با بزرگنمایی ۲۰X) به ترتیب ۱۴/۳۲ و ۱۳/۳۳ بود. اندازه و تعداد لوله های پروکسیمال در بخش های مختلف کلیه مولدین ماهی سفید در دو محیط دریا اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P>0.05).

شبکه گلومرومرولی: کلیه مولدین ماهی سفید در آب شیرین دارای شبکه گلومرولی بزرگتری نسبت به آب دریا بودند (F=7.30, df=1, P<0.05). میانگین اندازه شبکه گلومرولی (شکل های ۱ و۲) در آب شیرین ۱۴۱۸/۳۷ ± ۴۱۷۶۰/۴۵ و در دریا ۱۴۱۸/۳۷ ± ۳۵۳۸۳/۱۷ میکرومترمربع بود (نمودار۳). تعداد شبکه گلومرولی در دریا ۱/۹۳ و در آب شیرین ۲/۳۳ بود که تقریباً مشابه یکدیگر بود (P>0.05). اگرچه میانگین اندازه فضای بومن در دو محیط دارای اختلاف معنی‌داری نبود، با این وجود میانگین فضای بومن در رودخانه (۴۶/۶۴میکرومتر مربع) کمی بزرگتر از دریا (۴۱/۲۴ میکرومتر مربع) بود.

بحث

لوله‌های کلیوی مولدین ماهی سفید بعد از مهاجرت از دریای خزر به رودخانه در فصل تولید مثل تغییراتی را با توجه به تغییر شوری محیط نشان دادند. تغییر در مورفولوژی کلیه یکی از استراتژی‌های تنظیم اسمزی در ماهیان یوری هالین می باشد. بنابراین مطالعه و بررسی نشان داد که عملکرد و مورفولوژی لوله‌های کلیه وابسته به شوری محیط می باشد و با تغییر شوری تغییر می کند.

اولین مرحله تنظیم اسمزی فیلتراسیون پلاسما به وسیله شبکه گلومرولی می باشد (۲). در آب شیرین (رودخانه خشکرود) نسبت به آب دریای خزر اندازه شبکه گلومرولی مولدین ماهی سفید ۱۱٪ افزایش نشان داد. ساختار شبکه گلومرولی در گونه های *O. mykiss* (۷)، *Mugil cephalus* (۱۹)، *Etroplus maculates* (۲۳)، Silver sea bream (۲۴)، *Huso huso* (۱۶) بررسی شده است. نتایج حاصل از این مطالعات نشان داد که در ماهیان آب شیرین تعداد و اندازه شبکه گلومرولی بزرگتر از ماهیان آب دریا بود. در آب شیرین قطر شبکه گلومرولی مولدین ماهی سفید بیشتر بود که این افزایش با بالا رفتن سطح فیلترسیون در محیط هیپواسمتیک مرتبط است. از نظر عملکردی مشاهده تغییرات شبکه گلومرولی در محیط هیپواسمتیک ممکن است وابسته به افزایش میزان فیلتراسیون گلومرولی و در نتیجه تولید ادرار زیاد و رقیق باشد. یکی از اختلافات اساسی بین کلیه ماهیان استخوانی آب شیرین و دریایی، نقش فیلتراسیون گلومرولی در تشکیل ادرار است. در آب شیرین میزان فیلتراسیون گلومرولی به منظور تولید ادرار رقیق و هیپواسمتیک بالا می باشد و مقدار ناچیزی از آب فیلتر شده، در لوله های کلیوی جذب می شود (۷). به دلیل باز جذب بالای آب و ترشح لوله‌ای یون های کلسیم، منیزیم، سولفات و فسفات (۲۱) ادرار در ماهیان استخوانی دریایی در مقایسه با ماهیان آب شیرین کاهش می‌یابد و ادرار تولید شده دارای غلظت بالایی می شود. در ماهیان استخوانی یوری هالین تغییر اندازه شبکه گلومرولی فیلتر کننده، مهمترین مکانیسم برای تغییر میزان فیلتراسیون گلومرولی کلیه ماهی می‌باشد (۲۴) و تغییر فیلتراسیون گلومرولی مولدین ماهی سفید پس از مهاجرت به آب شیرین به دلیل تغییر اندازه شبکه گلومرولی می باشد (۸).

لوله های دیستال کلیه مولدین ماهی سفید در دو محیط دریا و رودخانه متفاوت بود و بعد از مهاجرت مولدین ماهی سفید به رودخانه جهت تخمریزی اندازه لوله های دیستال افزایش یافت. همچنین مولدین ماهی سفید در آب شیرین لوله های جمع کننده بزرگتر و متراکم تری نسبت به آب دریای خزر داشتند. کوچکتر بودن لوله های جمع کننده در آب دریا می تواند در ارتباط با تشکیل ادرار در محیط Hyperosmotic باشد (۲۴). لوله های جمع کننده کلیه مولدین ماهی سفید در آب شیرین افزایش اندازه

Archive of SID
www.SID.ir

داشتند که موجب تسریع در جریان فیلتراسیون گلومرولی برای سازگاری هیپواسمتیک می شود. در مطالعه‌ای که توسط ونگ و وو (۲۴) انجام شد تعداد، اندازه و ضخامت لوله های جمع کننده بعد از انتقال سیم دریایی از آب شور با شوری های مختلف (۶، ۱۲، ۳۳ و ۵۰ ppt) به آب شیرین افزایش یافت.

در آب شیرین، اولین و اصلی ترین فعالیت کلیه دفع آب اضافی از بدن و در عین حال باز جذب یون های فیلتر شده است (۵). لوله های دیستال و جمع کننده در ماهیان یوری هالین استخوانی، محل بازجذب فعال یون های Na^+ و Cl^- هستند که فرآیند جذب این دو یون به فعالیت آنزیم Na^+,K^+-ATPase وابسته است (۱۸). در ماهیان استخوانی آب شیرین نزدیک به ۹۵٪ از یون های Na^+ و Cl^- فیلتر شده در بخش دیستال و جمع کننده لوله های کلیوی، بازجذب می‌شود که نتیجه آن تولید ادرار رقیق است (۳) . در مطالعه حاضر اندازه لوله‌های دیستال مولدین ماهی سفید در آب شیرین بزرگتر از آب دریا بود که دلیل آن می تواند افزایش بازجذب یون‌ها و تولید ادرار رقیق در محیط هیپواسموتیک باشد. اندازه لوله‌های پروکسیمال کلیه در آب شیرین نسبت به آب دریای خزر تا اندازه ای کوچکتر بود. کریایوشکینا و همکارانش در سال (۱۹۹۶) نشان دادند که قطر لوله‌های پروکسیمال کلیه فیل ماهی با افزایش شوری محیط، افزایش می یابد. بزرگتر بودن جزیی لوله‌های پروکسیمال کلیه ماهی سفید در دریا به این دلیل بوده که لوله‌های پروکسیمال ماهیان دریایی و یوری هالین ترشح یون های مختلف را بر عهده دارند (۹ و ۱۱). ترشح یون های دو ظرفیتی و همچنین یون های Na^+ و Cl^- در طول لوله‌های پروکسیمال انجام می شود. لوله پروکسیمال محل اصلی ترشح یون‌های دو ظرفیتی در آب شور است (۴). با این حال شواهدی مبنی بر ترشح لوله های پروکسیمال در آب شیرین وجود دارد (۶ و۰). نتایج حاصل از این مطالعه پیشنهاد می‌کند که کاهش احتمالی فیلتراسیون گلومرولی به دلیل کاهش اندازه شبکه گلومرولی در ماهی سفید به وسیله تغییرات لوله‌های کلیوی جبران می شود (۱۶).

در مطالعه حاضر بعد از قرار گرفتن ماهی سفید در محیط هیپواسمتیک تعداد لوله های کلیوی تغییر نکرد اما تغییر در اندازه آن ها مشاهده شد. در مطالعه‌ای که توسط ونگ و وو (۲۰۰۶) روی سیم دریایی انجام شد، در آب شیرین و شوری ppt ۶ اختلاف معنی‌داری بین تعداد شبکه گلومرولی و لوله‌های جمع کننده وجود نداشت در صورتی که اندازه آن‌ها در شوری ppt ۶ بیشتر بود. این در حالی است که در شوری‌های بالاتر ۱۲، ۳۳ و ۵۰ ppt تعداد شبکه گلومرولی و لوله جمع کننده نیز به طور معنی‌داری بیشتر از آب شیرین بود. در مطالعه حاضر به دلیل پایین بودن نسبی اختلاف شوری آب لب شور دریای خزر و آب شیرین (۸/۳ ppt) سازگاری ماهی سفید به آب شیرین، بیشتر از طریق تغییر در اندازه لوله‌های کلیوی صورت گرفته است(۲۴). به هر حال برگشت پذیری تغییرات حاصل شده در کلیه ماهی سفید پس از برگشت به آب شور، موضوعی است که در آزمایشی قابل بررسی است. لوله‌های کلیوی در ماهی سفید بعد از مهاجرت به آب شیرین جهت سازگاری با محیط جدید تغییر می کند. این تغییرات در واقع مکانیزم تحمل ماهی سفید در مواجه با شرایط هیپواسمتیک است (۲۴).

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از آقایان مهندس رضوان ا.. کاظمی مسئول بخش فیزیولوژی انستیتو بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، مهندس سهراب دژندیان، آقای نوردی، قنبریان، خانم مهندس یلدا هوشیار و سایر همکاران که در این تحقیق ما را یاری نمودند تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

www.SID.ir
Archive of SID

۱. مسافر خورجستان، ی.، خدابنده، ص.، خوشنود، ز.، ۱۳۸۷. مکان یابی و بررسی اثر شوری بر نحوه پراکنش سلول‌های غنی از میتوکندری در توبول ها کلیوی بچه تاس ماهی ایرانی Acipenser persicus. فصلنامه پزشکی یاخته. شماره ۴.

2. Baldisserotto, B., Mancera, J.M. and Kapoor, B.G. 2007. Fish osmoregulation. Published by science publishers.
3. Beyenbach, K. W., and Baustian, M. D., 2003. Comparative physiology of the proximal tubule, in Structure and function of the kidney. American Journal of Physiology. 53: 48-71.
4. Beyenbach, K. W., 2003. Kidney sans glomeruli. American Journal of Physiology. 286: 811-827.
5. Beyenbach, K. W., 2004. Kidneys sans glomeruli. American Journal of Physiology, Renal Physiology. 286: 811–827.
6. Braun, E. J., and Dantzler, W. H., 1997. Vertebrate renal system. Comparative Physiology, W. H. Dantzler (ed.). Oxford University Press, New York, pp. 481–576.
7. Brown, J. A., Rankin, J. C., and Yokota, S. D., 1993. Glomerular haemodynamics of filtration in single nephrons of non mammalian vertebrates. In New Insights in Vertebrate Kidney Function, J. A., Brown, R. J., Balment and J. C., Rankin (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, PP: 1–44.
8. Charmi, A., Bahmani, M., Sajjadi, M. M., and Kazemi, R., 2009. Morpho-Histological Study of Kidney in Farmed Juvenile Beluga, *Huso huso* (Linnaeus, 1758). Pakistan Journal of Biological Sciences. 12: 11-18
9. Cliff, W. H., and Beyenbach, K. W., 1992. Secretory renal proximal tubles in seawater and freshwater adapted killifish. American Journal of Physiology. 262: 108–116.
10. Dantzler, W. H., 2003. Regulation of renal proximal and distal tubule transport: sodium chloride and organic anions. Comparative Biochemistry and Physiology. 136: 453–478.
11. Evans, D. H., 1993. Osmotic and ionic regulation. In The Physiology of Fishes, D.H. Evans (ed.). CRC Press, Boca Raton, PP: 315–341.
12. Evans, D. H., Piermarini, P. M., and Choe, K. P., 2005. The multifunctional fish gill: dominant site of gas exchange, osmoregulation, acid-base regulation, and excretion of nitrogenous waste. Physiology Reviews. 85: 97–177.
13. Giari, L., Manera, M., Simoni, E., and Dezfuli, B. S., 2006. Changes to chloride and rodlet cells in gills, kidney and intestine of *Dicentrarchus labrax* (L) exposed to reduced salinities. Journal of Fish Biology. 69: 590-600.
14. Hirai, N., Tagawa, M., Kaneko, T., Seikai, T., and Tanaka, M., 1999. Distributional Changes in Branchial Chloride Cells during Freshwater Adaptation in Japanese Sea Bass *Lateolabrax japonicas.* Zoological science. 16: 43–49.
15. Katoh, F., Hyodo, S., and Kaneko, T., 2003. Vacuolar type proton pump in the basolateral plasma membrane energizes ion uptake in branchial mitochondria-rich cells of killifish Fundulus heteroclitus, adapted to a low ion environment., Journal of.Experimental Biolology. 206, 793–803.
16. Krayushkina, L. S., Panov, A. A., Gerasomov, A. A., and Potts, W. T. W., 1996. Changes in sodium, calcium and magnesium ion concentration in sturgeon (*Huso huso*) urine and kidney morphologu, Journal of Comparative Biology. 165: 527-533.
17. Jurd, R. D., 2000. Instant Notes in Animal Biology. Bios Scientific Publishers. 140-145.
18. Marshall, W. S., 1995. Transport processes in isolated teleost epithelia: opercular epithelium and urinary bladder. In*:* Cellular and Molecular Approaches to Fish Ionic Regulation, C.M. Wood and T.J. Shuttleworth (eds.). Academic Press, New York, PP: 1–23.
19. Morales, E. M., Meseguer, J., Lozano, M. T., and Agulleiro, B., 1990. Ultrastructure of nephron of grey mullets (Mugil cephalus L. and Liza saliens Risso 19980). Anatomistcher Anzeiger Jena. 170: 49-61.
20. Nishimura, H., and Fan. Z., 2003. Regulation of water movement across vertebrate renal tubules. Comparative Biochemistry and Physiology. 136: 479–498.
21. Pelis, R. M., and Renfro, J. L., 2004. Role of tubular secretion and carbonic anhydrase in vertebrate renal sulfate excretion. American Journal of Physiology. 287: 491–501.
22. Varsamos, S., Nebel, C., and Charmantier, G., 2005. Ontogeny of osmoregulation in postembryonic fish. Comparative Biochemistry and Physiology. 141: 401-429.
23. Virabhadrachari, V., 1961. Structure changes in the gills, intestine and kidney of Etroplus maculatus (teleostei) adapted to different salinities. Quarterly Journal of Microscopical Science. 102: 361-369.
24. Wong, M. K. S., and Woo, N. Y. S., 2006. Rapid changes in renal morphometrics in silver sea bream Sparus sarba on exposure to different salinities. Journal of Fish Biology. 69: 770-782.

Archive of SID

www.SID.ir

Comparative investigation of kidney tubules of Kutum, *Rutilus frisii kutum* in brackish water (Caspian Sea) and fresh water (Khoshkrood River)

Ghahremanzadeh Z.[1], Bani A.[2], Imanpoor Namin J.[1] and Hallajian A.[3]

[1]**Fisheries Dept., Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, I.R. of Iran**

[2]**Biology Dept., Faculty of Science, University of Guilan, Rasht, I.R. of Iran**

[3]**Physiology and Biochemistry Dept., International Sturgeon Research Institute, Rasht, I.R. of Iran**

Abstract

Structure, size and number of tubules were investigated in kidney of Kutum, *Rutilus frisii kutum* captured from brackish water (Caspian Sea) and fresh water (Khoshkrood River). 10 mature Kutum were collected from Anzali coast with 8.49 ppt salinity and 12.4°C temperature. The same number of specimens ware also collected from freshwater with 0.18 ppt salinity and 18°C temperature. Anterior, middle and posterior parts of the kidney from each sample were dissected for histological examination. Glomerular distal, proximal and collecting tubules of kidney were compared in two aquatic habitats. There were no differences in number of kidney tubules. The mean size of glomerular and collecting tubules were significantly larger in fresh water samples than sea water saples ($P<0.05$). The mean Size of proximal tubules was marginally larger in seawater compared to freshwater, although such difference was not significant.

Key words: *Rutilus frisii kutum*, kidney tubules, salinity, proximal, distal

Archive of SID

www.SID.ir