بررسی تغییرات الکترولیت‌ها و اوره خون با توجه به فصل تولیدمثل و اندازه بدن در گربه کوسه لکه‌دار (*Chiloscyllium punctatum*) خلیج فارس

رحمان علیمی[1*] ، احمد سواری[1]، عبدالعلی موحدی نیا[1] ، محمد ذاکری[2] و نگین سلامات[1]

۱. گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران
۲. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران

چکیده

ماهیان غضروفی با استفاده از اوره خون، اسمولاریته مایعات درونی خود را تنظیم می کند. با وجود مطالعات درباره نحوه تنظیم مقادیر اسمولیت های خونی، بررسی تاثیر فصل تولید مثل و اندازه بدن بر غلظت این مواد ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق تعداد ۳۶ عدد گربه کوسه لکه‌دار شامل ۱۷ عدد در فصل پاییز (زمان قبل از تولید مثل) و ۱۹ عدد در فصل بهار (زمان تولید مثل) از خور موسی در شمال غربی خلیج فارس با استفاده از تور گوشگیر صید شدند. پس از صید کوسه‌ها ابتدا از ماهیان خون‌گیری به عمل آمده و سپس مورد توزین، بیومتری و شماره گذاری قرار گرفتند. جهت اندازه‌گیری غلظت الکترولیت‌ها و اوره سرم به ترتیب از دستگاه الکترولیت آنالایزر و اتوآنالایزر استفاده گردید. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که غلظت اسمولیت‌های خونی کوسه‌ها در بین دو جنس نر و ماده اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ($P>0/05$)، اما بین غلظت این مواد در فصل پاییز با فصل بهار اختلاف معنی-داری مشاهده گردید ($P<0/05$). از طرف دیگر، با دسته بندی کوسه‌ها به گروه‌های مختلف طولی مشخص شد که غلظت این اسمولیت‌ها در بین کوسه‌های کوچکتر نسبت به کوسه بزرگتر افزایش معنی‌داری وجود داشت ($P<0/05$). نتیجه قابل توجه این پژوهش، کاهش نسبی غلظت الکترولیت‌ها و اوره خون در ارتباط با افزایش اندازه بدن می‌باشد.

واژگان کلیدی: الکترولیت‌ها، اوره، تولیدمثل، خلیج فارس، گربه کوسه لکه‌دار، *Chiloscyllium punctatum*

* نویسنده مسوول، پست الکترونیک: ra.al2010@yahoo.com

۱. مقدمه

بیشتر گونه‌های ماهیان الاسموبرانش، ماهیانی دریازی می‌باشند. تعداد کمی از این گونه‌ها ساکن در آب خور و تعداد کمتری مهاجر بین محیط‌های آب شیرین و دریا هستند (Anderson et al., 2007). گونه‌های الاسموبرانش ساکن محیط دریایی، اسمولاریته مایعات بدنی خود را تقریباً نسبت به آب دریا هیپراسموتیک نگه می‌دارند. این اسمولاریته بالا از طریق ترکیب اسمولیت‌های آلی و غیر آلی و همچنین تنظیم حجم مایع بدنی بدست می‌آید. در این میان، سدیم (Na^+) و کلراید (Cl^-) دو الکترولیت عمده هستند. در آب دریا، غلظت‌های پلاسمایی این دو یون در ماهی الاسموبرانش نسبت به محیط اطراف پایین‌تر و به طور نمونه حدود ۲۵۰ $mmol\ l^{-1}$ (مقادیر نمونه برای آب در حدود ۵۰۰ $mmol\ l^{-1}$) می‌باشند. ولی اسمولاریته پلاسما از طریق حفظ ترکیبات نیتروژنی، هیپراسموتیک است. در این حالت، اوره ماده تشکیل دهنده عمده این ترکیبات بوده و با غلظت حدود ۳۵۰$mmol\ l^{-1}$ در مایعات برون سلولی وجود دارد. استراتژی تنظیم اسمزی به وسیله اوره در جانوران غیر معمول است. به طوری که، حفظ این چنین غلظت بالای اوره در خون به دلیل تخریب پروتئین‌ها به وسیله آن، معمولاً دارای اثرات سمی خواهد بود که از طریق عملکرد متیل آمین‌ها مانند تری‌متیل آمین اکسید (TMAO)، دومین ترکیب بزرگ اسمولیت‌های نیتروژنی خنثی می‌شود (Good, 2005).

بدیهی است، هنگامی که شوری محیطی افزایش یا کاهش می‌یابد، الاسموبرانش‌های دریایی اسمولاریته پلاسمای خود را به طور هماهنگ بالا یا پایین می‌برند، به طوری که استراتژی تنظیم اسمزی ایزو یا هیپر آن‌ها حفظ می شود. در واقع اساس این استراتژی بر تنظیم مستقل سدیم، کلراید و اوره است. بنابراین، افزایش یا کاهش اسمولاریته پلاسما تا حد زیادی به توانایی الاسموبرانش‌ها در حفظ یا دفع مواد حل شونده اصلی بستگی دارد، و این توانایی بر حدود دامنه تحمل مختص هر گونه نسبت به تغییرات شوری محیطی تاثیرگذار می‌باشد. این ظرفیت تنظیم اسمزی در کوسه بمبک معمولی (*Carcharhinus leucas*) و سفره ماهی اقیانوس اطلس (*Dasyatis Sabina*) باعث می‌شود که هر دو محیط‌های آب شیرین و دریایی را تحمل می‌کنند (Thorson et al., 1973; Piermarini and Evans, 1998; Pillans and Franklin, 2004). به طوری که، این اختلاف در غلظت اسمولیت‌ها برای ماهیان غضروفی دریایی باعث شیب‌هایی برای انتشارهای زیر از عرض سطوح نیمه تراوای بدن می‌شود:

- انتشار زیاد اوره به بیرون بدن
- انتشار یون‌ها و به طور برجسته Na^+ و Cl^- به داخل بدن
- انتشار کم آب به درون بدن

غلظت‌های اضافی این اسمولیت‌ها به وسیله آبشش‌ها، روده، غده رکتال، و کلیه تنظیم می‌شوند. به دلیل عملکرد این اندام‌ها ماهیان غضروفی قادر هستند به طور انتخابی غلظت‌های اضافی اسمولیت‌های اصلی در مایعات بدنی را نسبت به آب تغییر دهند. در این روش، غلظت‌های درونی اسمولیت‌های بدن می‌توانند در مقادیر متفاوت با مقادیر موجود در محیط بیرونی باشند. با این وجود، جانوران در هر دو محیط آب دریا و آب شیرین با اتلاف دائمی اوره مواجه می‌شوند (Good, 2005). در ماهیان غضروفی دریایی و یوری-هالین در دریا، غلظت یون‌های Na^+ و Cl^- پلاسما به طور معنی‌داری پایین‌تر از محیط است که منجر به شیب زیاد برای نفوذ انتشاری این دو یون به درون بدن می شود (Pillans et al., 2008).

کوسه‌های جنس *Chiloscyllium*، مانند گربه کوسه لکه‌دار از جمله کوسه‌هایی می‌باشند که از سواحل و خوریات خلیج فارس صید می‌شوند (Musick et al., 2004). از آنجایی که این گونه، تخم‌گذار و دارای لقاح داخلی می‌باشد و نیز توانایی تولید مثل در آکواریوم را دارند (Compagno, 2002). بنابراین، جهت مطالعه تاثیر فصل تولید مثل و اندازه بدن بر میزان اسمولیت-های خون ماهیان غضروفی، از گربه کوسه لکه‌دار

(*Chiloscyllium punctatum*) استفاده شده است. زیرا به نظر می‌رسد، کوسه ماهیان به منظور محافظت، رشد و نمو تخم‌ها در برابر شرایط اسمزی ویژه خودشان، به طور طبیعی غلظت اسمولیت‌های خونی را تغییر می‌دهند.

۲. مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق، ابتدا تعداد ۱۷ کوسه در فصل پاییز و ۱۹ عدد در فصل بهار از خور درویش در شمال غربی خلیج فارس با استفاده از تور گوشگیر صید شدند. جهت ارزیابی سطوح اسمولیت‌های خون، پس از خارج کردن کوسه ماهی از آب، مقداری خون از رگ ساقه‌ی دمی توسط سرنگ ۲/۵ سی سی گرفته می‌شد. پس از خون‌گیری، خون به داخل لوله های آزمایش شیشه ای منتقل و زمان داده شد تا خون لخته شود، پس از ته نشین شدن خون در انتهای لوله آزمایش، مایع بالایی (سرم) به وسیله میکروپیپت از لوله آزمایش جداسازی شد. در انتها، نمونه‌های خون تا پایان خون‌گیری تا قبل از مرحله‌ی سانتریفیوژ نمودن، روی یخ نگهداری می‌شد. در پایان، خون به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۶۰۰۰ rpm توسط دستگاه Hettich مدل D-7200 (ساخت ایتالیا) سانتریفیوژ و سرم به وسیله سمپلر یا پیپت پستور خارج و در میکروتیوپ‌های دارای برچسب مشخصات ماهی و فصل نمونه برداری، منتقل گردید. تعیین جنسیت کوسه‌ها با استفاده از مشاهده کلاسپر در جنس نر و عدم مشاهده آن در جنس ماده صورت گرفت اندازه-گیری غلظت یون‌های سدیم و کلر و پتاسیم سرم به روش شعله سنجی و با استفاده از دستگاه الکترولیت آنالایزر مدل EX-D و به صورت تمام اتوماتیک انجام گردید. اندازه‌گیری غلظت اوره سرم با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر مدل Global به صورت تمام اتوماتیک انجام گرفت.

تمام داده‌های آماری سطوح الکترولیت‌ها و اوره خون کوسه‌ها به صورت میانگین ± خطای استاندارد (Mean ± Standard error of mean) بیان شده است. اختلاف بین این داده‌ها در فصل‌ها و در گروه‌های مختلف با آنالیز واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) در نرم افزار SPSS 19.0 تحت سیستم عامل Windows 7 انجام و در صورت وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها، پس آزمون Duncan برای مقایسه دو به دوی داده‌ها استفاده شد و اختلاف در سطح اطمینان بالای ۹۵٪ ($P<۰/۰۵$) بررسی می‌گردید. رسم نمودارها در محیط برنامه Microsoft Office Excell 2010 با استفاده از داده‌های مستخرج از برنامه‌ی SPSS رسم شد (Movahedinia et al., 2009).

۳. نتایج

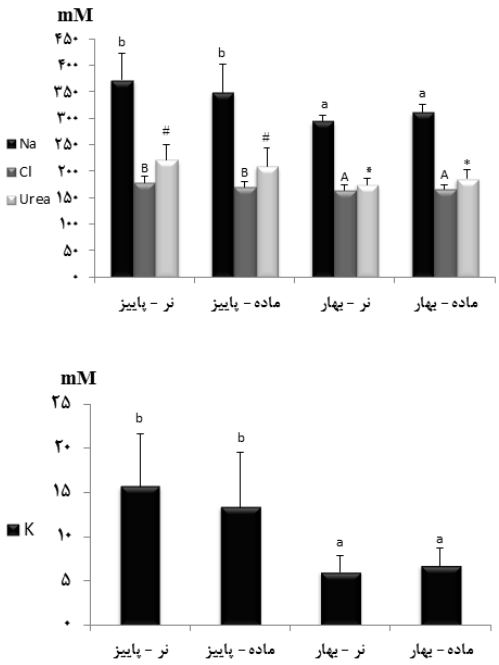
تغییرات غلظت یون‌های سدیم، کلر و پتاسیم خون گربه کوسه لکه‌دار در دو فصل پاییز و بهار مورد سنجش قرار گرفتند. میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده در نمونه‌های هر فصل و به تفکیک جنسیت در شکل ۳-۱ آمده است.

بر اساس نتایج، در فصل پاییز غلظت‌های سدیم خون کوسه‌ها در بین جنس نر با میانگین ۴۹/۶ mM ± ۳۷۲/۶ و جنس ماده با میانگین ۵۲/۲ mM ± ۳۴۹/۱ اختلاف معنی‌داری نداشت ($P>۰/۰۵$). همچنین، در فصل بهار در بین جنس نر با میانگین ۱۱/۶ mM ± ۲۹۵/۰ و جنس ماده با میانگین ۱۲/۸ mM ± ۳۱۲/۵ اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ($P>۰/۰۵$). ولی غلظت این یون در بین فصل پاییز و بهار به ترتیب با میانگین‌های ۵۰/۷ mM ± ۳۶۱/۵ و ۱۴/۷ mM ± ۳۰۲/۳ کاهش معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$).

بین غلظت یون کلر در خون ماهیان در فصل پاییز بین جنس نر (۱۰/۹ mM ± ۱۷۹/۳) و جنس ماده (۹/۲ mM ± ۱۷۱/۱) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P>۰/۰۵$). همچنین، میزان آن در فصل بهار در بین جنس نر (۹/۵ mM ± ۱۶۵/۰) و جنس ماده (۷/۲ mM ± ۱۶۶/۶) تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ($P>۰/۰۵$). ولی در فصل بهار با میانگین ۸/۴ mM ± ۱۶۵/۷ کاهش معنی‌داری نسبت به فصل پاییز با

میانگین mM ۱۰/۷ ± ۱۷۵/۴ وجود داشت (P<۰/۰۵).

در مورد غلظت یون پتاسیم در خون ماهیان در فصل پاییز در بین جنس نر با میانگین mM ۶/۰ ± ۱۵/۶ و جنس ماده با میانگین mM ۶/۳ ± ۱۳/۳ اختلاف معنی‌داری دیده نشد (P>۰/۰۵). همچنین، در فصل بهار در بین جنس نر با میانگین mM ۱/۹ ± ۶/۰ و جنس ماده با میانگین mM ۲/۱ ± ۶/۷ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵). ولی مشابه یون‌های سدیم و کلر در بین فصل پاییز و بهار به ترتیب با میانگین‌های mM ۶/۱ ± ۱۴/۵ و mM ۲/۰ ± ۶/۳ اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵).



شکل۱. غلظت الکترولیت‌های خونی در گربه کوسه لکه‌دار (*C. punctatum*) به تفکیک جنس و فصل. حروف انگلیسی و علایم متفاوت، اختلاف معنی دار بین گروه‌ها را نشان می‌دهد (P<۰/۰۵).

بر اساس نتایج حاصل از اندازه گیری غلظت اوره در خون کوسه ماهیان در فصل پاییز در بین جنس نر با میانگین mM ۲۹/۱ ± ۲۲۲/۱ و جنس ماده با میانگین mM ۳۵/۴ ± ۲۰۹/۰ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵). همچنین، در فصل بهار در بین جنس نر با میانگین mM ۱۱/۱ ± ۱۷۴/۹ و جنس ماده با میانگین mM ۱۶/۸ ± ۱۸۵/۸ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). ولی به طور مشابه با سایر الکترولیت‌ها در بین فصل بهار (mM ۱۴/۴ ± ۱۷۹/۵) کاهش معنی‌داری نسبت به فصل پاییز (mM ۳۱/۹ ± ۲۱۵/۹) را مشاهده گردید (P<۰/۰۵).

جهت بررسی میزان الکترولیت‌ها و اوره خون بر اساس اندازه بدن دو جدول به تفکیک فصل پاییز و بهار تعیین گردید. در فصل پاییز کوسه‌های مورد نظر در چهار گروه طولی و در فصل بهار به سه گروه طولی تقسیم شدند. به طوری که مشخص گردید، در فصل پاییز با افزایش طول بدن میزان الکترولیت‌ها و اوره خون کاهش معنی‌داری را نشان داد. این کاهش معنی دار الکترولیت‌ها و اوره خون با افزایش طول بدن در بین کوسه‌های فصل بهار نیز دیده شد.

بر اساس نتایج به دست آمده از گروه‌بندی کوسه‌ها در فصل پاییز (جدول ۳-۱)، بیشترین غلظت یون سدیم خون در گروه ۱ با میانگین mM ۱۱/۰ ± ۴۷۷/۲ و کمترین آن در گروه ۴ با میانگین mM ۸/۶ ± ۲۹۱/۶ بود و اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵). در مورد غلظت یون کلر خون در گروه ۱ (mM ۲/۶ ± ۱۹۶/۵) دارای بیشترین مقدار و گروه ۴ (mM ۷/۵ ± ۱۵۶/۸) دارای کمترین مقدار محاسبه شد و اختلاف معنی‌داری در بین هر ۴ گروه دیده شد (P<۰/۰۵). این حالت برای غلظت یون پتاسیم خون نیز صادق بود به طوری که بیشترین مقدار در گروه ۱ با میانگین mM ۱/۶ ± ۲۳/۹ و کمترین آن در گروه ۴ با میانگین mM ۱/۲ ± ۵/۰۵ به دست آمد که اختلاف معنی‌داری نیز مشاهده گردید (P<۰/۰۵). همچنین، برای غلظت اوره خون در گروه ۱ (mM ۴/۹ ± ۳۳۶/۵) بیشترین مقدار و کمترین غلظت در گروه ۴ (mM ۸/۱ ± ۲۲۰/۷) بود. به طوری که اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵).

با این وجود، گروه‌بندی کوسه‌ها در فصل بهار (جدول ۳-۲) نیز دارای نتایجی مشابه با فصل پاییز بود به طوری که غلظت یون سدیم خون در گروه ۱ با

میانگین mM ۱۱/۰ ± ۴۷۷/۲ و در گروه ۳ با میانگین mM ۸/۶ ± ۲۹۱/۶ به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار بود و اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵). غلظت یون کلر خون نیز در گروه ۱ (mM ۲/۶ ± ۱۹۶/۵) دارای بیشترین مقدار و گروه ۳ (mM ۷/۵ ± ۱۵۶/۸) دارای کمترین مقدار بود و اختلاف معنی‌داری بین هر ۳ گروه مشاهده شد (P<۰/۰۵). این حالت برای غلظت یون پتاسیم خون نیز صادق بود، به طوری که بیشترین مقدار در گروه ۱ با میانگین mM ۱/۶ ± ۲۳/۹ و کمترین آن در گروه ۳ با میانگین mM ۱/۲ ± ۵/۰۵ به دست آمد و اختلاف معنی‌داری نیز مشاهده گردید (P<۰/۰۵). همچنین، غلظت اوره خون در گروه ۱ (mM ۴/۹ ± ۳۳۶/۵) بیشترین مقدار و در گروه ۳ کمترین مقدار (mM ۸/۱ ± ۲۲۰/۷) را داشت، به طوری که اختلاف معنی‌داری بین این گروه‌ها دیده شد (P<۰/۰۵).

جدول ۱. روند تغییرات غلظت‌های الکترولیت‌ها و اوره با افزایش طول بدن گربه کوسه لکه‌دار (*C. punctatum*) در فصل پاییز.

گروه	تعداد	طول بدن (mm)	Na (mM)	Cl (mM)	K (mM)	Urea (mM)
۱	۷	۳۰۸/۱ ± ۲۶/۰ a	۴۰۴/۵ ± ۱۷/۷ c	۱۸۵/۴ ± ۴/۷ d	۲۰/۶ ± ۱/۲ c	۲۴۵/۹ ± ۱۰/۹ c
۲	۴	۳۹۵/۷ ±۲۵/۳ b	۳۷۴/۵ ± ۱۲/۵ c	۱۷۶/۰ ± ۳/۱ c	۱۴/۵ ± ۱/۹ b	۲۱۵/۰ ± ۲۰/۶ b
۳	۳	۴۸۶/۰ ±۳۵/۱ c	۳۲۷/۶ ± ۲۰/۱ b	۱۶۷/۶ ± ۱/۵ b	۹/۲ ± ۲/۷ a	۱۹۱/۷ ± ۱۱/۲ ab
۴	۳	۶۰۴/۳ ±۳۲/۱ d	۲۷۸/۰ ± ۲/۶ a	۱۵۹/۳ ± ۲/۰ a	۵/۸ ± ۱/۰ a	۱۷۱/۴ ± ۶/۹ a
جمع	۱۷	۴۱۲/۴ ±۱۱۵/۷	۳۶۱/۵ ± ۵۰/۷	۱۷۵/۴ ± ۱۰/۷	۱۴/۵ ± ۶/۱	۲۱۵/۹ ± ۳۱/۹

حروف انگلیسی متفاوت، اختلاف معنی دار بین گروه‌ها را نشان می‌دهد (P<۰/۰۵).

جدول ۲. روند تغییرات غلظت‌های الکترولیت‌ها و اوره با افزایش طول بدن گربه کوسه لکه‌دار (*C. punctatum*) در فصل بهار.

گروه	تعداد	طول بدن (mm)	Na (mM)	Cl (mM)	K (mM)	Urea (mM)
۱	۵	۵۸۴/۰ ± ۴۱/۲ a	۳۱۷/۲ ± ۱۲/۳ a	۱۷۵/۸ ± ۲/۲ a	۸/۵ ± ۰/۴ a	۱۹۳/۲ ± ۷/۱ a
۲	۸	۶۷۸/۰ ±۳۲/۳ b	۳۰۳/۶ ± ۹/۳ b	۱۶۶/۷ ± ۴/۸ b	۶/۶ ± ۱/۶ b	۱۸۲/۶ ± ۱۲/۴ b
۳	۶	۷۷۱/۶ ±۳۴/۰ c	۲۸۸/۳ ± ۹/۱ b	۱۵۶/۰ ± ۱/۷ c	۴/۱ ± ۰/۳ c	۱۶۴/۰ ± ۲/۶ b
جمع	۱۹	۶۸۲/۸ ±۸۰/۳	۳۰۲/۳ ± ۱۴/۷	۱۶۵/۷ ± ۸/۴	۶/۳ ± ۲/۰	۱۷۹/۵ ± ۱۴/۴

حروف انگلیسی متفاوت، اختلاف معنی دار بین گروه‌ها را نشان می‌دهد (P<۰/۰۵).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این پژوهش مشخص شد که کوسه-های کوچکتر در مقایسه با کوسه‌های بزرگتر دارای غلظت‌های یونی و اوره بالاتری در خون خود می-باشند. کوسه‌های کوچکتر در مقایسه با کوسه‌های بزرگتر به دلیل نسبت بالاتری از انتشار یون‌ها به درون بدن دارای میزان الکترولیت‌های خون بیشتری نیز هستند. به نظر می‌رسد که الاسموبرانش‌ها توانایی تنظیم اسمزی را حداقل از زمان تولد دارند. به طوری که Steele و همکاران در سال ۲۰۰۴، گزارش کردند که احتمالاً برخی از گونه‌ها این توانایی را از ابتدا، در یک شیوه مشابه بالغین گسترش می‌دهند. این محققان نشان دادند که جنین‌های سفره‌ماهی بزرگ*Raja binoculata*، غلظت‌های بالایی از اوره را به طور مستقل از مادران خود حفظ می‌کنند. همچنین، گزارش دادند که جنین‌های هر دو گونه *R.binoculata* و *Squalus acanthias* دارای آنزیم‌های چرخه اورنیتین-اوره با فعالیت‌های مستقل از کنترل مادرانه‌اند. علاوه بر این، جنین کوسه‌های بچه‌زای شکاری *Mustelus sp* و سفره ماهی عقابی *Myliobatis sp*، که در سرتاسر دوران بارداری در مایع رحمی غنی از اوره قرار داشتند، غلظت اوره در خون آنان در مایع رحمی نسبت به خون مادر بیشتر بود. با این وجود، Jones و Price در سال ۱۹۷۴، جنین‌های در حال رشد *S. acanthias* را بعد از گذشت حدود یک چهارم دوران بارداری، در معرض آب شور قرار دادند و نشان دادند که جنین‌های *S. acanthias* توانایی تنظیم اوره و کلراید پلاسما را با تغییرات در شوری دارند. در نتیجه، Steele و همکاران در سال ۲۰۰۴، نشان دادند که جنین‌های *Raja erinacea* دارای مقادیر قابل توجهی از آنزیم چرخه اوره هستند و همچنین توانایی سنتز و حفظ اوره، و نیز دیگر اسمولیت‌ها را جهت تنظیم اسمزی همراه با تغییرات شوری محیطی دارند. این مکانیسم‌های تنظیم اسمزی در *R. erinacea* ۴ ماه زودتر از زمانی که کپسول تخم باز می‌شود و جنین بیرون می‌آید و در معرض محیط بیرونی قرار گیرد، وجود داشتند.

Pillans و Franklin در سال ۲۰۰۴ و Pillans و همکاران در سال ۲۰۰۸، نشان دادند که کوسه‌های بمبک معمولی جوان دارای تنظیم اسمزی انعطاف پذیری نسبت به سازش به تغییرات در شوری‌های محیطی هستند. Pillans و Franklin در سال ۲۰۰۴، پیشنهاد کردند که این توانایی تنظیم اسمزی از زمان تولد، مفهومی اکولوژیکی دارد. از این رو جوان‌های یوری‌هالین احتمالاً قادرند به طور بهینه از یک محل سکونت آب شیرین یا دریایی بر مبنای تراکم کمتر شکارچی و یا دسترسی به غذای بیشتر استفاده کنند. این نشان می‌دهد که فراوانی بالای غلظت‌های الکترولیت‌ها و اوره در خون فقط ناشی از شوری محیطی نیست و یک مفهوم اکوفیزیولوژیکی است که کوسه‌های کوچکتر را قادر می‌سازد نسبت به محیط خود فعالانه عکس العمل نشان دهند (Hammerschlag, 2006).

بر اساس نتایج بدست آمده مشخص شد که غلظت-های الکترولیت‌ها و اوره خون در فصل بهار (تولیدمثل) در مقایسه با فصل پاییز اختلاف معنی‌داری وجود دارد و غلظت الکترولیت‌ها و متعاقباً غلظت اوره خون در فصل بهار کاهش یافت. البته به نظر می‌رسد که کاهش ایجاد شده در نتیجه این باشد که در این فصل کوسه‌های بزرگتری صید شدند و احتمالاً نوع فصل نقش بسیار کمتری داشته باشد. البته، Thorson و همکاران در سال ۱۹۷۳، نشان دادند که مقادیر اوره سرم جنین‌های رحمی کوسه‌های بمبک معمولی یوری‌هالین همانند مادران خود هستند و در نتیجه، هنگامی که آن‌ها از آب شیرین به آب شور و بالعکس مهاجرت می‌کنند، این مقادیر نیز تغییر می‌کنند. این به طور دقیق مشخص نیست که این مقادیر اوره تابعی از اوره خون مادر است، و یا اینکه کوسه از دوران جنینی شروع به تولید اوره و تنظیم اسمولاریته پلاسمای خود می‌کنند. به هر حال، کوسه‌های بمبک معمولی نوزاد و جوان

می‌تواند هم در آب شیرین و هم در آب شور زندگی کنند، و جوان‌ها گرفته شده در محیط‌های آب شیرین دارای پارامترهای سرمی (مانند اوره) مشابه کوسه‌های بمبک معمولی بالغ در همان محیط گزارش شدند (Pillans and Franklin, 2004)، ولی در آب دریا کوسه‌های جوان در مقایسه با کوسه‌های بالغ به دلیل انتشار به درون بیشتری از الکترولیت‌ها به نسبت دارای غظت‌های بالاتری از الکترولیت‌ها در خون می‌باشند. به همین دلیل جهت کاهش نسبت یون‌های وارد شده به بدن، اوره نسبتاً بیشتری در خون دارند تا اسمولاریته خون خود را تنظیم کنند. به طوری که سهم اوره در اسمولاریته کل پلاسما در الاسموبرانش نسبتاً یوری هالین *S. canicula* سازگار شده به آب دریای ۵۰٪ فقط ۱۶٪ می‌باشد در حالی که، سهم اوره در هر دو گونه کاملاً یوری هالین *C. leucas* و *D. sabina* در آب شیرین ما بین ۲۵ تا ۳۱ ٪ اسمولاریته کل پلاسما است. بنابراین، این واضح است که در الاسموبرانش‌های کاملاً یوری هالین توانایی حفظ اوره در آب رقیق بیشتر است (Hazon et al., 2003).

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که افزایش اوره خون متناسب با افزایش سدیم بدن صورت می‌گیرد. در نتیجه، احتمالاً افزایش اوره خون همراه با فرایندهای باز جذب اوره صورت می‌گیرد. البته افزایش اوره خون فقط به دلیل افزایش باز جذب کلیوی نیست. افزایش سنتز اوره در کبد نیز می‌تواند نقش موثری در حفظ و یا افزایش غلظت اوره داشته باشد. در کوسه لیمویی نسبتاً یوری هالین (*Negaprion brevirostris*) به دنبال انتقال به آب دریای ۵۰ ٪ مقادیر پلاسمایی اوره کاهش می‌یافت. علت این کاهش غلظت اوره پلاسما کاملاً مربوط به افزایش اتلاف آن در کلیه‌ها و همچنین عدم تغییر در بیوسنتز اوره ذکر شد (Hazon et al., 2003). به طور مشابهی برای کوسه های نسبتاً یوری هالین *R. erinacea* و *S. canicula* ، با انتقال به آب دریای ۵۰ ٪ غلظت اوره پلاسما کاهش یافت. در این گونه‌ها علت کاهش اوره پلاسما به دلیل ترکیبی از افزایش تصفیه پلاسما و کاهش در تولید گزارش شده بود (Pillans and Franklin, 2004). بنابراین، مدارک موجود نشان می‌دهند که کاهش اوره پلاسما در ماهیان غضروفی سازگار شده به کاهش شوری محیطی اصولاً نتیجه افزایش جریان اوره و سپس افزایش تصفیه کلیوی اوره می‌باشد. علاوه بر این، احتمال کاهش بیوسنتز اوره در کبد نیز وجود دارد که به نظر می‌رسد مختص گونه‌ای باشد. Hazon و همکاران در سال ۲۰۰۳، گزارش دادند که در ماهیان الاسموبرانش همبستگی مستقیمی میان بازجذب Na^+ و اوره وجود دارد. ماهیان غضروفی ادراری تولید می‌کنند که نسبت به پلاسمای خون هایپواسموتیک است. غیر یکنواختی سلول‌های اپیتلیال لوله‌ای ممکن است یک سازش برای حفظ اوره باشد که بوسیله بازجذب تقریبا ۹۹ – ۷۰ ٪ اوره فیلتر شده در کلیه ماهیان غضروفی صورت می‌گیرد. همچنین، این فرضیه وجود داشت که یک فرایند انتقالی میانی (Carrier-mediated process) در بازجذب اوره در کلیه ماهیان غضروفی نقش دارد. به خصوص اوره همراه با ۳۵٪ آنالوگ اوره به نام تیواوره (Thiourea) در نفرون ماهی الاسموبرانش بازجذب می‌شود. این واقعیت که اوره بر خلاف شیب زیاد غلظت جذب می‌شود منجر به این پیشنهاد که مکانیسم بازجذب اوره به صورت فعال است و احتمالاً با حرکت سدیم مرتبط است. به طوری که در *Negaprion brevirostris* مشاهده گردید، الاسموبرانش‌های دریایی سازگار شده به کاهش شوری مقادیر اوره پلاسما خود را کاهش دادند. این می‌تواند به دلیل افزایش تصفیه کلیوی اوره، یا به طوری که در *R. erinacea* و *S. canicula* و ماهی پهن آب شیرین *Himantura signifer* دیده شد ترکیبی از افزایش تصفیه کلیوی و کاهش بیوسنتز اوره باشد (Tam et al., 2003). این حالت احتمالاً در ماهیان آب شیرین در زمان سازگاری به افزایش شوری از اهمیت حیاتی برخوردار است. برای اینکه آن‌ها ممکن

است دارای کاهش ظرفیت برای بازجذب اوره کلیوی هستند. در حالی که شوری‌های محیطی بدون شک تاثیر عمده‌ای در تنظیم مایعات بدنی ماهیان الاسموبرانش اعمال می‌کند، عادت غذایی نیز بر این فرایندهای حیاتی تاثیر می‌گذارد. به طوری که Haywood در سال ۱۹۷۳، نشان داد که *Poroderma africanum* به ندرت تغذیه شده نمی‌تواند به اندازه کافی در سازش با درجات مختلف شوری آزمایشگاهی اسمولاریته خود را تنظیم کند. و در صورتی که کوسه‌های خوب تغذیه شده می‌توانستند اسمولاریته خود را تنظیم کنند. کاهش در تغذیه منجر به کاهش متابولیسم تولید اوره و کاهش اسمولاریته سرم می‌شود. در نتیجه باعث درجات متفاوتی از تنظیم هایپواسموتیک شده است.

Armour و همکاران در سال ۱۹۹۳، دریافتند که در آب طبیعی دریا (۱۰۰٪) کوسه *S. canicula* تغذیه شده با عادت غذایی کم پروتئین در مقایسه با ماهی تغذیه شده با عادت غذایی پر پروتئین به طور معنی-داری دارای کاهش تولید اوره خون بود. غلظت پلاسمایی اوره مورد نیاز در تنظیم ایزواسموتیکی در محیط از طریق کاهش قابل توجه در تصفیه کلیوی اوره به دست آمده بود. سگ ماهی تغذیه شده با عادت غذایی کم پروتئین در آب دریای ۱۳۰٪ ، جهت تنظیم اسمزی موثر قادر به افزایش مناسب غلظت اوره پلاسما نبود، در صورتی که، سگ ماهی تغذیه شده با عادت غذایی پر پروتئین این توانایی را داشت. همچنین این محققان نشان دادند که در آب دریای ۱۳۰٪، سگ ماهی تغذیه شده با هر دو عادت های غذایی پر و کم پروتئین غلظت های یون های سدیم و کلراید خون خود را بالا حفظ کرده بود. غلظت های بالای Na^+ و Cl^- پلاسما، به علاوه وجود حجم زیادی از آب شور در روده اشاره می‌کند که این کوسه ها احتمالاً آب نوشیده‌اند.

بر اساس نتایج این پژوهش مشخص شد که کوسه-های کوچکتر در مقایسه با کوسه‌های بزرگتر دارای غلظت‌های یونی و اوره بالاتری در خون خود می-باشند. کوسه‌های کوچکتر در مقایسه با کوسه‌های بزرگتر به دلیل نسبت بالاتری از انتشار یون‌ها به درون بدن دارای میزان الکترولیت‌های خون بیشتری نیز هستند. همچنین، مشخص شد که غلظت‌های الکترولیت‌ها و اوره خون در فصل بهار (تولیدمثل) در مقایسه با فصل پاییز اختلاف معنی‌داری وجود دارد و غلظت الکترولیت‌ها و متعاقباً غلظت اوره خون در فصل بهار کاهش یافت. البته به نظر می‌رسد که کاهش ایجاد شده در نتیجه این باشد که در این فصل کوسه‌های بزرگتری صید شدند و احتمال تاثیر نوع فصل بسیار کمتر نقش داشته باشد.

منابع

Anderson, W.G., Taylor, J.R., Good, J.P., Hazon, N. and Grosell, M., 2007. Body fluid volume regulation in elasmobranch fish. Comp. Biochem. Phys. A. 148: 3-13.

Armour, K., O'Toole, L. and Hazon, N., 1993. The effect of dietary protein restriction on the secretory dynamics of 1α-hydroxycorticosterone and urea in the dogfish, *Scyliorhinus canicula*: a possible role for 1α-hydroxycorticosterone in sodium retention. J. Endocrinol. 138: 275-282.

Compagno, L., 1984. FAO species catalogue. v. 4:(2) Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date, pt. 2: Carcharhiniformes.

Good, J. P., 2005. The rectal gland and euryhalinity in elasmobranch fish. PhD Thesis, University of St Andrews, St Andrews, Scotland.

Hammerschlag, N., 2006. Osmoregulation in elasmobranchs: a review for fish biologists, behaviourists and ecologists. Mar. Freshwater. Behav. Physiol. 39: 209-228.

Haywood, G., 1973. Hypo-osmotic regulation coupled with reduced metabolic urea in the dogfish *Poroderma africanum*: an analysis of serum osmolarity, chloride, and urea. Mar. Biol. 23: 121-127.

Hazon, N., Wells, A., Pillans, R. D., Good, J. P., Gary Anderson, W. and Franklin, C. E., 2003. Urea based osmoregulation and endocrine control in elasmobranch fish with special reference to euryhalinity. Comp. Biochem. Physiol. B. 136: 685-700.

Jones, R. T. and Price Jr, K. S., 1974. Osmotic responses of spiny dogfish (*Squalus acanthias* L.) Embryos to temperature and salinity stress. Comp. Biochem. Physiol. A . 47: 971-979.

Movahedinia, A. A., Savari, A., Morovvati, H., kochanian, P., Marammazi, J. G. and Nafisi, M. 2009. The Effects of Changes in Salinity on Gill Mitochondria Rich Cells of Juvenile Yellofin Seabream, *Acanthopagrus latus*. J. Biol. Sci. 9: 710-720.

Musick, J. A., Harbin, M. M. and Compagno, L. J., 2004. Historical zoogeography of Selachii. CRC. Mar. Biol. Ser. 124: 261-352.

Piermarini, P. M. and Evans, D. H., 1998. Osmoregulation of the Atlantic stingray (*Dasyatis sabina*) from the freshwater Lake Jesup of the St. Johns River, Florida. Physiol. and Biochem. Zool. 71: 553-560.

Pillans, R., Good, J., Anderson, W., Hazon, N. and Franklin, C., 2008. Rectal gland morphology of freshwater and seawater acclimated bull sharks *Carcharhinus leucas*. J. Fish. Biol. 72: 1559-1571.

Pillans, R. D. and Franklin, C.E., 2004. Plasma osmolyte concentrations and rectal gland mass of bull sharks (*Carcharhinus leucas*), captured along a salinity gradient. Comp. Biochem. Physiol. A. 138: 363-371.

Steele, S., Yancey, P. and Wright, P., 2004. Dogmas and controversies in the handling of nitrogenous wastes: Osmoregulation during early embryonic development in the marine little skate *Raja erinacea*; response to changes in external salinity. J. Exp. Biol. 207: 2021-2031.

Tam, W. L., Wong, W. P., et al. (2003). The osmotic response of the Asian freshwater stingray (*Himantura signifer*) to increased salinity: a comparison with the marine (*Taeniura lymma*) and Amazonian freshwater (*Potamotrygon motoro*) stingrays. J. Exp. Biol. 206: 2931–2940.

Thorson, T. B., Cowan, C. M. and Watson, D. E., 1973. Body fluid solutes of juveniles and adults of the euryhaline bull shark *Carcharhinus leucas* from freshwater and saline environments. Physiol. Zool. 46: 29-42.

Changes of electrolytes and blood urea according to the season and the size of the body in the Brown banded Bamboo sharks (*Chiloscyllium punctatum*) of Persian Gulf

Abstract

Cartilaginous fishes were used urea to regulate osmolarity of internal fluids. Despite studies on the regulation of blood osmolytes values, the effect of body size and reproduction on concentration of these materials seems necessary. In this investigation, 36 individual of Brown banded Bamboo sharks (*Chiloscyllium punctatum*) in both autumn (before reproduction) and spring (period of reproduction) seasons were caught from Dervish's Creek located at the northern of Persian Gulf. After catching sharks, the blood samples were taken from fish and then weighing, biometry and the numbering of sharks. The electrolyte analyzers and auto analyzer was used to measurement respectively of serum electrolytes and urea concentrations. The results showed that there was no significant difference in the concentration of blood osmolytes between males and females (P>0/05), but there was a significant difference between the sharks caught in autumn with sharks caught in spring (P<0/05). On the other hand, with classifying the sharks into different groups becames that the levels of osmolytes were higher in the blood of smaller sharks than larger one (P<0/05). So that, Striking result of this study, the relative reduction in blood electrolytes and urea concentrations are associated with increased body size.

Keywords: Electrolytes, Uera, shark, *Chiloscyllium punctatum*, Persian Gulf