

بررسی ترتیب سلولی بافت شبکیه چشم ماهی ازون برون (*Acipenser stellatus*)



سحر خورشیدی سدهی^۱ و نادر شعبانی پور^{۲،*}

^۱ رشت، دانشگاه گیلان، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی

^۲ رشت، دانشگاه گیلان، پژوهشکده حوضه آبی دریای خزر، گروه علوم دریایی

تاریخ پذیرش: ۹۶/۲/۲۶

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۳

چکیده

ماهیان خاویاری با ارزش اقتصادی بالا به یکی از قدیمی‌ترین گروه‌های ماهیان غضروفی استخوانی تعلق دارند. به منظور مطالعه و مقایسه ساختمان شبکیه چشم و اهمیت آن در ماهیان، با فرض بر اینکه ازون برون یک ماهی کف‌زی، فاقد تیزی بینی و دید رنگی مناسب است انتخاب گردید. سپس به مطالعه انطباق بین ترتیب سلولی شبکیه چشم این جانور با نحوه تغذیه و زیستگاه جانور، همچنین کسب اطلاعاتی در رابطه با نحوه رنگ بینی و تیزی بینی جانور پرداخته شده است. برای این منظور مقاطع بافتی از نمونه‌های چشم بر اساس روش پارافینه تهیه و توسط هماتوکسیلین و اتوزین رنگ‌آمیزی شدند. مشاهده مقاطع بافتی با میکروسکوپ نوری و الکترونی نشان داد که گیرنده‌های نوری در شبکیه ازون برون همگی مخروطی بوده و فاقد سلول‌های استوانه‌ای است. سلول‌های مخروطی شامل سلول‌های منفرد بودند. شمارش سلول‌های مخروطی نیز مشخص نمود که تراکم این سلول‌ها در ربع پشتی گیجگاهی بیشتر از سایر ربع‌های شبکیه است. تنوع پایین و تعداد کم سلول‌های مخروطی نیز احتمال دید ضعیف و وابستگی کمتر به دید رنگی در این ماهی را تأیید می‌کند.

واژه‌های کلیدی: شبکیه، سلول‌های مخروطی، رنگ بینی، تیزی بینی، *Acipenser stellatus*.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۳۳۶۹۸۱۹، پست الکترونیکی: shabani@guilan.ac.ir

مقدمه

مهره‌داران یافت می‌شوند. تراکم سلول‌های گیرنده نور سهم مهمی در تیزی بینی ایفا می‌کند. برای مثال تراکم سلول‌های مخروطی در ماهیان استخوانی بسیار فعال مثل ماهی گوپی (*guppy*) و ماهیان بادکنکی (*Tetrodontidae*) به بالاتر از ۵۰ هزار در هر میلی‌متر مربع میرسد (۶). همچنین در ماهیان استخوانی، سلول‌های مخروطی با فعالیت‌های روزانه در ارتباط هستند و بیشتر در ماهیان سطح‌زی که فعالیت روزانه بیشتری دارند یافت می‌شوند و بیشتر مسئول دید رنگی هستند (۱۴).

در ماهیان استخوانی سلول‌های مخروطی به صورت الگوهای موزائیک آرایش پیدا کرده‌اند که این آرایش در میان گونه‌ها بر اساس مکان و آنژوژنی می‌تواند متفاوت

تنوع زیستگاه‌ها مثل دریاچه، رودخانه و محیط‌های دریایی باعث بوجود آمدن تنوع سلول‌های شبکیه در ماهیان شده است (۵). به همین دلیل محققین بر این باور هستند که بهترین راه پیش‌بینی الگوی مورفولوژیکی شبکیه بررسی ویژگی‌های رفتاری و اکولوژیکی ماهی است و از تنوع و گوناگونی سلول‌های شبکیه‌ای می‌توان محیط زندگی و عادات ماهی را تا حدی درک کرد (۱ و ۱۶). ساختمان شبکیه یک ماهی در طول دوران تکاملی، تحت تأثیر نور محیط شکل می‌گیرد. در این میان ضخامت شبکیه و تنوع سلول‌های شبکیه‌ای بویژه گیرنده‌های نوری بیشترین تأثیر را از محیط می‌گیرند (۲۴ و ۱۳). سلول‌های مخروطی نوع اصلی و بنیادی گیرنده‌های نوری هستند که در سراسر

باشد (۵). الگوی موزائیک مربعی در بسیاری از ماهیان استخوانی روز فعال و الگوی موزائیک ردیفی در ماهیان ساکن مناطق کم‌نور مشاهده می‌شود (۸، ۱۵ و ۱۷). در ماهیانی با زیستگاه‌های دارای شدت نور کم، سازمان‌یافتگی موزائیک سلول‌های مخروطی کمتر می‌شود. پراکنش سلول‌های مخروطی در همه نواحی شبکیه یکسان نیست (۱۸). به‌طور مثال در ماهیان کفزی معمولاً تراکم سلول‌های مخروطی در ناحیه پشتی (برای دید بستر دریا) و در ماهیان مهاجر در ستون آب تراکم آنها در ناحیه شکمی می‌باشد (دید فوقانی) (۱۹).

دریای خزر زیستگاه طبیعی پنج گونه از تاسماهیان مهاجر (رود کوچک) از جمله ازون برون بانام علمی *Acipenser stellatus* می‌باشد. این ماهی در دریای سیاه و آزوف نیز مشاهده می‌شود اما زیستگاه اصلی آن دریای خزر است و در تمامی قسمت‌های ساحلی این دریا پراکنده است. نوزادان و بچه ماهیان ازون برون از پرتاران (کرم نرئیس)، گاماروس و لارو شیرونومید تغذیه می‌کنند و نمونه‌های بزرگتر و بالغین از خرچنگ، نرم‌تنان و ماهیانی مانند گاو ماهی و شگ ماهی تغذیه می‌کنند. به هنگام مهاجرت وارد رودخانه‌هایی چون کورا، بابل رود، سرخ‌رود، گرگان رود و تجن می‌شوند. بلوغ جنسی دیر هنگام است و حداقل زمان وقوع آن در ۶ سالگی است. طول این ماهی تا ۱۷۰ سانتیمتر و وزن آن بین ۳۰ تا ۳۳ کیلوگرم است. اما ماهیانی با طول ۱۹۶ سانتیمتر و ۶۰ کیلوگرم نیز گزارش شده است (۴). تحقیق حاضر باهدف بررسی و تعیین ساختار شبکیه چشم ازون برون انجام می‌شود و به ارتباط یافته‌های بدست آمده با اکولوژی و بیولوژی این ماهی می‌پردازد.

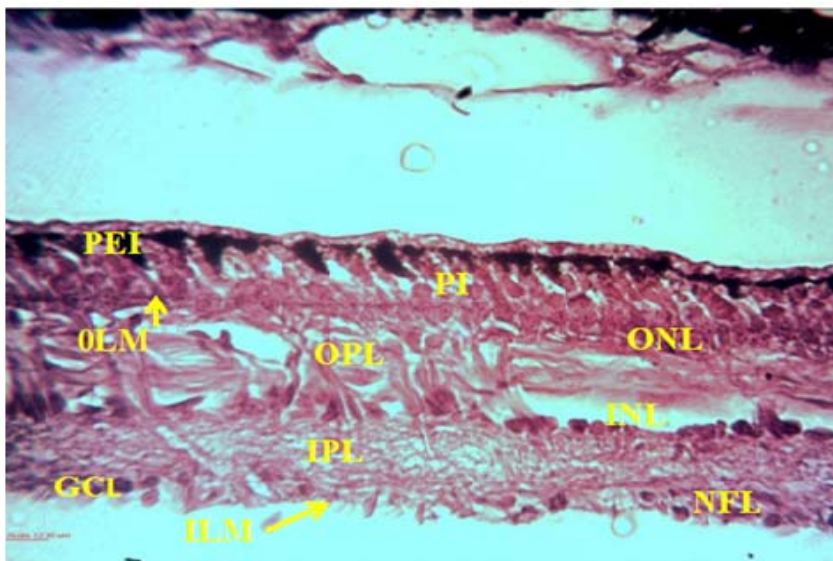
مواد و روشها

۱۲ عدد چشم ماهی ازون برون با متوسط وزن و طول ۲۰ کیلوگرم و ۱۵۸ سانتیمتر از مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید بهشتی سنگر در طی فصول فروردین و

اردیبهشت دریافت گردید. سپس نمونه‌ها در محلول بوئن قرار گرفته و به آزمایشگاه تحقیقاتی زیست دریا در دانشکده علوم پایه دانشگاه گیلان انتقال داده شد. نمونه‌ها در محلول بوئن به مدت ۲۴ ساعت تثبیت شدند. در ادامه پس از خارج نمودن نمونه‌ها از بوئن، قرنیه و عدسی آن برداشته شد و شبکیه در متانول ۷۰ درصد به‌عنوان فیکساتور دوم قرار گرفت و پس از تثبیت شدن به چهار قسمت بانام گذاری پشتی - گیجگاهی، پشتی - بینی، شکمی - گیجگاهی و شکمی - بینی تقسیم شد و سپس مراحل آگیری به ترتیب توسط متانول ۹۰ و ۱۰۰ درصد انجام گردید. پس از آگیری، مراحل شفاف‌سازی در دو مرحله توسط گزین انجام شد و نمونه‌ها جهت پارافین‌گیری در دو مرحله به انکوباتور با دمای ۶۰-۵۸ درجه منتقل شدند. پس از پارافین‌گیری، نمونه‌ها در جهت موردنظر در داخل پارافین، قالب‌گیری شدند. در نهایت برش‌گیری از بافت شبکیه با ضخامت ۵ میکرون توسط میکروتوم چرخان انجام شد و برش‌های طولی برای شناسایی انواع سلول‌های مخروطی، بررسی لایه‌های مختلف شبکیه و ارتباطات سلولی و برش‌های عرضی برای تشخیص نوع الگوی سلول‌های مخروطی تهیه گردید. پس از چسباندن نوارهای پارافینی توسط چسب آلبومن بر روی لام، لام‌ها به روش رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین - ائوزین رنگ‌آمیزی و بوسیله چسب انتیلین چسبانده شدند. نمونه‌های بافت بوسیله دوربین TSVIEW بر روی میکروسکوپ نوری عکسبرداری و توسط نرم افزار آن مورد ارزیابی قرار گرفت. برای بررسی جزئیات لام‌های رنگ‌آمیزی شده، از میان نوارهای پارافینی موجود همان لام، تعدادی برش انتخاب شد، بافتها در حمام آب ۴۵ درجه گسترده شدند و بر روی لام‌هایی به ابعاد ۱×۱ سانتی‌متر مربع قرارداد شدند. بعد از خشک شدن، نمونه‌ها با چند قطره گزین پارافین زدایی شده، با الکل ۹۰ درصد شستشو داده شدند. پس از پوشش نمونه‌ها با طلا، از نمونه‌ها توسط میکروسکوپ الکترونی نگاره

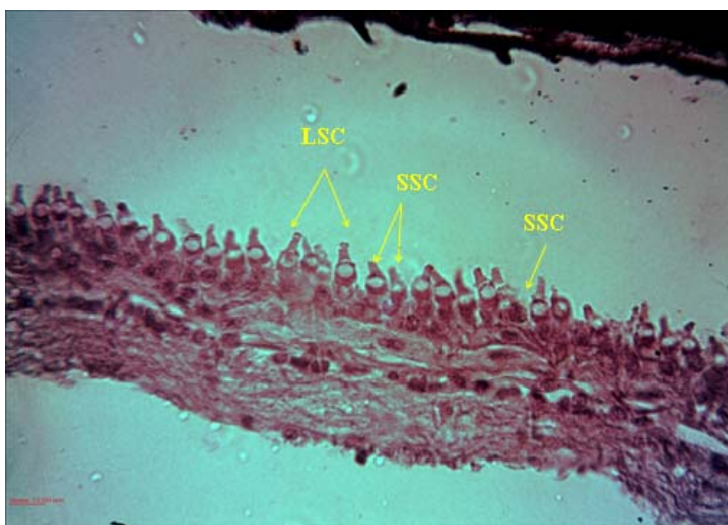
مدل Philips-XL30 در دانشکده فنی دانشگاه گیلان
 تصویربرداری شد.
 باتوجه به مشاهدات انجام‌شده توسط میکروسکوپ نوری
 همانند دیگر مهره‌داران ۱۰ لایه در شبکیه چشم‌ماهی ازون
 برون تشخیص داده شد (شکل ۱).

نتایج

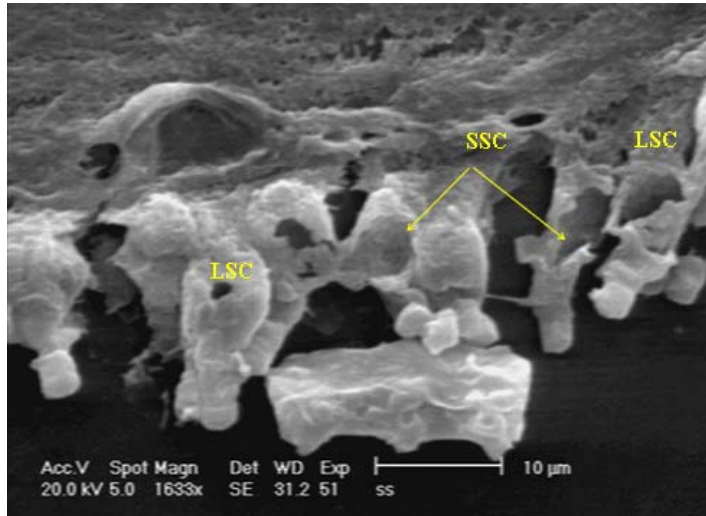


شکل ۱- تصویر میکروسکوپ نوری از لایه‌بندی شبکیه ازون برون (A) لایه پوششی رنگدانه ای (PEL) Pigment epithelial layer، لایه فتورسپتور (PL) Photoreceptor layer، لایه محدود کننده خارجی (OLM) Outer limiting membrane، لایه هسته دار خارجی (ONL) Outer nuclear layer، لایه مشبک خارجی (OPL) Outer plexiform layer، لایه هسته دار داخلی (INL) Inner nuclear layer، لایه مشبک داخلی (IPL) Inner plexiform layer، لایه سلول‌های گانگلیونی (GCL) Ganglion cell layer، لایه رشته‌های عصبی (NFL) Nerve fibre layer، غشاء محدود کننده داخلی (ILM) Inner limiting membrane.

این ماهی در لایه گیرنده نوری خود فاقد سلول‌های
 استوانه‌ای و دارای دو نوع سلول‌های مخروطی می‌باشد که
 شامل سلول‌های مخروطی منفرد بزرگ (LSC) و منفرد
 کوچک (SSC) است (شکل ۲ و ۳).



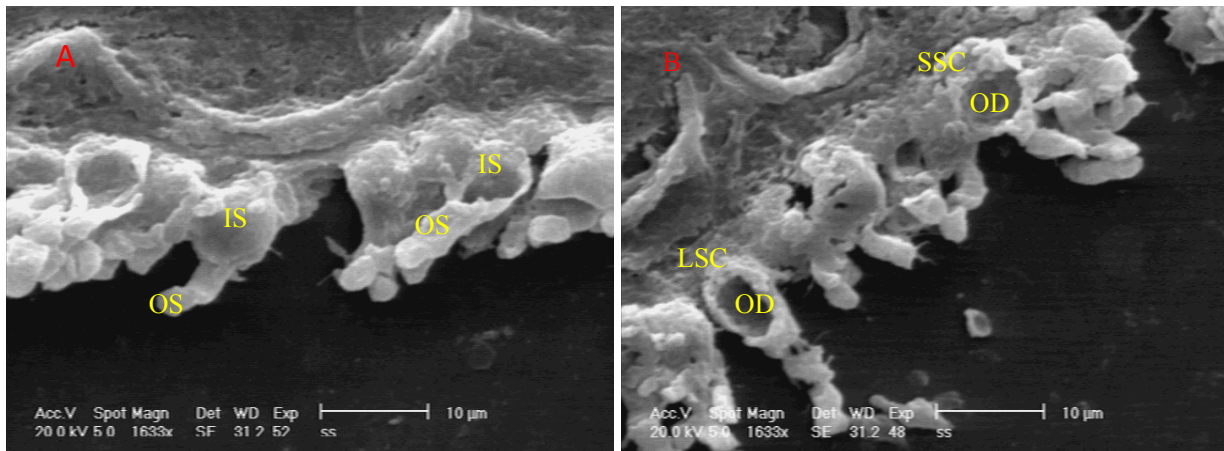
شکل ۲- تصویر میکروسکوپ نوری از سلول‌های مخروطی بزرگ Long single Cone Cells (LSC) و سلول‌های مخروطی کوچک (SSC) Short single Cone Cells.



شکل ۳- تصویر میکروسکوپ الکترونی از سلول‌های مخروطی بزرگ (LSC) و کوچک (SSC).

و ۴). قطر متوسط بخش داخلی سلول‌های مخروطی منفرد بزرگ و کوچک در پهن‌ترین محل به ترتیب برابر است با $۸/۳۳$ و $۵/۷۸$ و قطر بخش خارجی آنها به ترتیب $۴/۲۲$ و $۲/۵۱$ میکرومتر در پایه است.

همانطور که در تصاویر مشخص است این سلول‌ها دارای یک بخش داخلی با مقطع گرد می‌باشد که به یک بخش خارجی مخروطی شکل منتهی می‌شوند. در بخش داخلی این سلول‌های قطرات روغنی بی‌رنگ مشاهده شد (شکل ۳



شکل ۴- تصویر میکروسکوپ الکترونی از برش کروئال سلول‌های مخروطی ازون برون. شکل A) بخش خارجی سلول‌های مخروطی (OS) Outer Segment و بخش داخلی (IS) Inner Segment. شکل B) سلول‌های مخروطی حاوی قطره روغنی (Oil Droplet (OD).

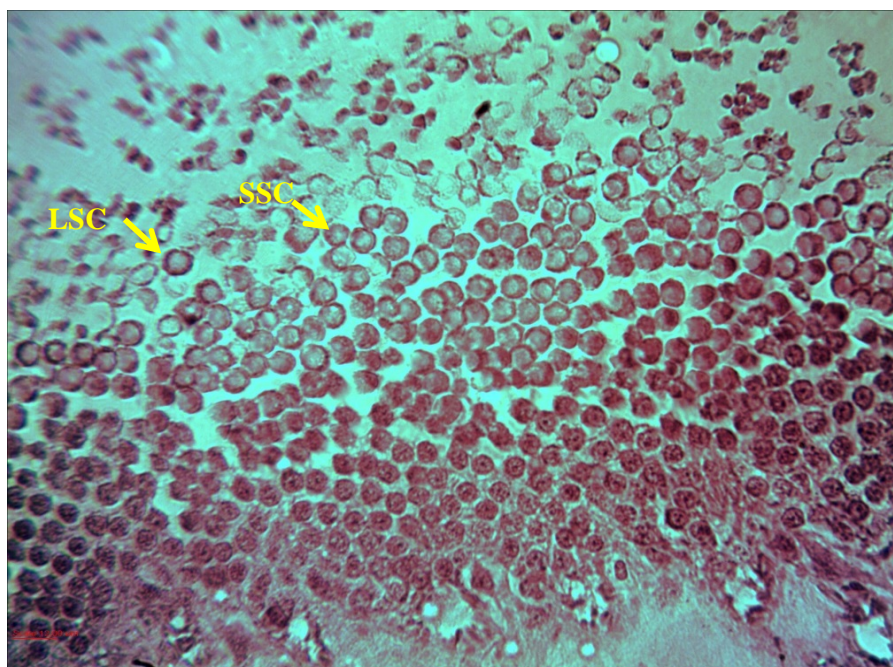
سلول‌های مخروطی در مناطق مختلف شبکه نشان داد که متوسط قطر سلول‌های مخروطی در ربع‌های مختلف شبکه یکسان نیست. و در ربع‌های پشتی شبکه این سلول‌ها دارای ضخامت بیشتری نسبت به ربع‌های شکمی است (جدول ۱). در تمامی بخش‌های شبکه سلول‌های

نتایج حاصل از شمارش سلول‌های مخروطی در برش مورب از شبکه چشم ازون برون با استفاده از نرم‌افزار TSVIEW در ۴ ربع پشتی گیجگاهی، پشتی‌بینی، شکمی-بینی، شکمی گیجگاهی مشخص کرده است که میانگین تراکم سلول‌های مخروطی در ربع پشتی گیجگاهی بیشتر از سایر ربع‌های شبکه است. همچنین بررسی قطر انواع

مخروطی منفرد بزرگ بیشتر از سلول‌های مخروطی منفرد کوچک مشاهده شده است. لازم به ذکر است که از لحاظ نوع آرایش سلول‌های مخروطی، در ازون برون آرایش موزائیکی مشخصی مشاهده نشد است (آرایش نامنظم) (شکل ۵).

جدول ۱- متوسط قطر و تراکم سلول‌های مخروطی در ربع‌های مختلف شبکه چشم ازون برون.

ربع شکمی بزرگ	ربع شکمی بزرگ	ربع شکمی کوچک	ربع شکمی کوچک	موقعیت شاخص‌ها
۵/۳۴ μm	۴/۲۶ μm	۵/۸۸ μm	۶/۲۶ μm	متوسط قطر سلول‌های مخروطی منفرد کوچک
۶/۶۱ μm	۶/۳۰ μm	۷/۸۷ μm	۸/۰۴۶ μm	متوسط قطر سلول‌های مخروطی منفرد بزرگ
۳۹۸۰۰	۳۸۷۰۰	۴۲۰۰۰	۴۷۶۰۰	تعداد سلول‌های مخروطی در 1mm^2



شکل ۵- برش مورب شبکه ازون برون، تصویر میکروسکوپ نوری از آرایش نامنظم سلول‌های مخروطی، سلول‌های مخروطی منفرد کوچک (SSC)، سلول‌های مخروطی منفرد بزرگ (LSC).

بحث و نتیجه‌گیری

بامطالعه شبکه چشم ازون برون مشخص شد که شبکه این ماهی تماماً از سلول‌های مخروطی تشکیل شده و فاقد سلول‌های استوانه‌ای است. سلول‌های مخروطی شبکه شامل سلول‌های مخروطی منفرد کوچک (SSC) و سلول-

های مخروطی منفرد بزرگ (LSC) همراه با قطره روغنی بی‌رنگ در بخش داخلی می‌باشد. با توجه به اینکه ازون برون برخلاف سایر ماهیان خاویاری که معمولاً بطور ثابت بستر زی هستند، اغلب در روز به لایه‌های میانی یا بالایی آب که نور بیشتری در آنجا وجود دارد شنا می‌کند، لذا داشتن سلول‌های مخروطی برای این جانور مفیدتر خواهد

قطرات روغنی در بیشتر مواقع به دید غیررنگی این ماهی کمک می‌کنند تا تمایز بیشتری بین نقاط تصویر ایجاد کند. نتایج حاصل از شمارش سلول‌های گیرنده نور در نواحی فرضی چهارگانه شبکه ازون برون نشان داد که تعداد سلول‌های مخروطی در ربع پشتی گیجگاهی شبکه بیشتر از سایر قسمت‌های شبکه است که با مسیر اصلی برای شناسایی طعمه (بیشتر جانوران کفزی) مطابقت دارد. این موضوع حاکی از آن است که این ماهی برای تغذیه بیشتر به قسمت جلو و پایین نگاه می‌کند. بنابراین تراکم بالای سلول‌های مخروطی در این بخش نشان‌دهنده اهمیت بیشتر این بخش از شبکه و تمرکز بینایی در محدوده بستر است. همچنین مشخص شد که متوسط قطر سلول‌های مخروطی در ناحیه پشتی گیجگاهی از سایر بخش‌های شبکه بیشتر است. از آنجاکه ماهی به کمک این بخش به سمت نواحی پایین‌تر آب که شدت نور کمتری دارد نگاه می‌کند از این طریق با افزایش سطح سلول باعث به دام انداختن فوتون‌هایی نوری بیشتری می‌گردد و قابلیت دید ماهی در نور اندک را افزایش می‌دهد. در مطالعه حاضر با توجه به بررسی‌های صورت گرفته آرایش مشخصی در سلول‌های مخروطی شبکه این ماهی مشاهده نشد. الگوی سلول‌های مخروطی با افزایش عمق و قرارگرفتن جانور در محیط‌های کم‌نور، نظم خود را از دست می‌دهد (۲۰). از آنجاکه این جانور در محیط‌های پرنور زندگی نمی‌کند و فقط ساعاتی از روز در بخش‌های میانی و بالایی آب با نور کمتر مشاهده می‌شود و سپس به عمق و بستر دریا که فاقد نور است می‌رود لذا این مشاهدات قابل توجیه است. همچنین بخاطر ویژگیها و استراتژیهای ضعیف رفتاری، وابستگی این ماهی به سیستم بینایی پایین است. در نتیجه توسعه الگوهای مخروطی همانند اکثر ماهیان آبهای کم‌عمق در آن صورت نگرفته است. با توجه به این که سلول‌های مخروطی در تیزیابی و رنگ بینی نقش مهمی دارند (۲۰)، بنابراین تراکم کم و تنوع پایین این سلول‌ها در شبکه احتمال دید ضعیف و وابستگی کمتر به دید رنگی را در این ماهی تأیید

بود (۲۳). با توجه به پژوهش‌های انجام‌شده وجود سلول‌های مخروطی کوتاه در شبکه ماهی بیانگر قابلیت تشخیص طول‌موج‌های کوتاه طیف نور (آبی و سبز) (۱۷)، افزایش تمایز و تشخیص شکار (۲۱)، ایجاد حساسیت به نور UV است (۹). بنابراین سلول‌های مخروطی کوچک در شبکه این ماهی زمانی که این ماهی در عمق‌های کم قرار می‌گیرد برای تشخیص طول‌موج‌های کوتاه کاربرد پیدا می‌کند و همچنین می‌تواند تا حدی در افزایش تمایز و تشخیص شکار به این ماهی کمک کند. چشم اکثر خزندگان و پرندگان روز فعال شامل فیلترهایی رنگ است که در شبکه وجود دارد. این فیلترها در واقع همان ریزقطرات روغنی هستند (۲۴). ریزقطره روغنی از زمان ماهیان اولیه مانند ماهیان خاویاری بوجود آمده و در طی تکامل باقی‌مانده است. ریزقطره‌های روغنی در سه نوع رنگی، شفاف و بیرنگ دیده می‌شوند و همچنین موقعیت و تراکم آنها در بخش‌های مختلف شبکه متفاوت است (۱۲). شایان ذکر است که نظریه‌های مختلفی در مورد نقش ریزقطره روغنی وجود دارد که این نظریه‌ها شامل، جذب اشعه ماورای بنفش و دید سه رنگی در پرندگان، افزایش کنتراست (۱۱)، جذب طول‌موج‌های کمتر از ۳۵۰ nm و انتقال طول‌موج‌های UV ۷۵۰-۳۵۰ nm (شامل نزدیک و کل طیف مرئی) در چشم ماهیان خاویاری (۲۲) و جلوگیری از آسیب‌دیدگی بخش خارجی سلول‌های مخروطی از اشعه ماورای بنفش (۱۱) می‌باشد. از آنجاکه این ماهی در محیط‌های کم‌عمق و رودخانه‌ها نیز حضور پیدا می‌کند بنابراین قطرات روغنی از آسیب‌دیدگی بخش خارجی سلول‌های مخروطی از اشعه ماورای بنفش جلوگیری می‌کند و همچنین باعث جذب طول‌موج‌های کمتر از ۳۵۰ nm و انتقال طول‌موج‌های ۷۵۰-۳۵۰ nm (شامل UV نزدیک و کل طیف مرئی) در چشم این ماهی می‌شود. با توجه به اینکه دریای خزر دارای کدورت بالایی است و فاقد محیطی رنگی است، سلول‌های مخروطی با

همچنین هنگامی که در کف قرار می‌گیرد بعلت نور کم اعماق و نداشتن سلول‌های استوانه‌ای سازگار با نور کم این ماهی نمی‌بیند. بنابراین نیاز به استفاده ویژه از حواس (گیرنده‌های الکتریکی و سبیلک‌های توسعه‌یافته) جهت انجام فعالیت‌های زیستی و رفتارهای اکولوژیکی نظیر فرار از شکارچی، یافتن غذا و جفت را دارند. با این حال اگرچه به نظر نمی‌رسد که چشم عامل عمده در رفتار تغذیه‌ای این ماهی باشد، اما تا حدی می‌تواند برای اولین تغذیه از لارو موجودات مفید باشد و به ماهی در تشخیص تغییرات در شدت نور بالای سرش و تشخیص طعمه در ستون آب کمک کند. همچنین نمی‌توان اهمیت و نقش بینایی را در سایر رفتارهای ماهی نیز نادیده گرفت.

تشکر و قدردانی

از همکاری بی‌دریغ مسئولان و کارشناسان محترم مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید بهشتی سنگر خصوصاً جناب آقای خادمی کمال تشکر و قدردانی رادارم.

می‌کند. همچنین نتایج حاصل از مطالعه مغز ماهی ازون برون و قره برون گویای آن است که منطقه تکمیلی (مخچه، مغز پیشین) و بصل النخاع آنها توسعه‌یافته‌تر از لوب بویایی و بینایی است که شاید به دلیل وجود سبیلک و آمپول لورنزی در این ماهیان باشد (۳). و نیز نتایج مطالعات شبکه‌ی چشم چندین گونه از ماهیان خاویاری مانند تاسماهی چینی (*Acipenser sinensi*)، تاسماهی سفید (*Acipenser transmontanus*)، تاسماهی رنگ پریده (*Scaphirhynchus albus*)، فیل ماهی (*Huso huso*) و استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) نشان‌دهنده بینایی ضعیف این ماهیان است (۱، ۲، ۱۰، ۷ و ۱۶). این یافته‌ها در راستای نتایج بدست آمده در این مطالعه است و دلیلی بر اهمیت کمتر بینایی در این ماهی می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که در ازون برون نیز همانند سایر ماهیان خاویاری دید در تغذیه نقشی کلیدی را بازی نمی‌کند. به عبارت دیگر اگرچه این جانور در محیط‌های میانی و بالایی آب دید دارد، اما بعلت داشتن سلول‌های مخروطی بزرگ، چشم این ماهی توانایی تشکیل تصویر واضح و روشن را ندارد و

منابع

- ۱- ابدالی، ح.، ایگداری، س.، و زرگریان، پ.، ۱۳۹۳. بررسی روند تکوین ساختار چشم در تاسماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) در مراحل اولیه تکوین، دومین کنفرانس ملی ماهی‌شناسی ایران، تهران، چکیده مقالات دومین کنفرانس ملی ماهی‌شناسی ایران، صفحه ۲۷۵.
- ۲- خورشیدی، س.، و شعبانی پور، ن.، ۱۳۹۵. بررسی ترتیب سلولی بافت شبکه‌ی چشم فیل ماهی (*Huso huso*). مجله زیست‌شناسی ایران، شماره ۳، صفحات ۳۸۸-۳۷۸.
- ۳- بانی، ع.، زادباقر، ف.، و جدیدی، ن.، ۱۳۸۷. بررسی مورفولوژی مغز ازون برون (*Acipenser stellatus*) و قره‌برون (*Acipenser persicus*) مجله زیست‌شناسی ایران، شماره ۲، صفحات ۳۵۰-۳۴۱.
- ۴- حلاجیان، ع.، ۱۳۹۳. ساختار بافت‌شناسی گناد ازون برون، صیدشده با ترال در دریای خزر مجله نشریه توسعه آبی پروری، شماره ۴، صفحات ۲۷-۱۹.
- 5- Ahlbeat, I. B., 1976. Ontogeny of double cone in the retina of perch fry (*Perca-furiatilis*, Teleostii), Acta Zoologica, 54, PP: 241-54.
- 6- Ali, M. A., and Anctil, M., 1976. Retina of fishes: An atlas, Springer Verlag, 284 p.
- 7- Arnold, J., Sillman, A. J., Allicia, K., Dahlia, A. D., and Loew, R. E., 2005. Photoreceptors and visual pigments in the retina of the fully anadromous green sturgeon (*Acipenser medirostrus*) and the potamodromous pallid sturgeon (*Scaphirhynchus albus*), Journal of Comparative Physiology, 191, PP:799-811.
- 8- Boehlert, G. W., 1975. Intraspecific evidenc for the function of single and double cones in the teleost retina, Science, 202, PP: 309-311.
- 9- Bowmaker, J. K., 1990. visual pigments of fishes, In: R.H. Douglas & M.B.A. Djamgoz (ed.) The visual system of fish, Chapman and Hall, London, PP: 81-107.

- 10- Bowmaker, J. K., Heath, L. A., Wilkie, S. E., and Hunt, D. M., 1997. Visual pigments and oil droplets from six classes of photoreceptor in the retinas of birds, *Journal Vision Reserch*, 37, PP: 183-2194.
- 11- Cheung, D. W., Wai, M. S., and Yew, D. T., 2013. the diversity of cones in the retina of vertebrates: a review, *OA Anatomy*, PP :1-6.
- 12- Cgai, Y., Xie, C., Wei, Q., Chen, X., and Liu, J., 2006. The Ontogeny of the Retina of Chinese Sturgeon (*Acipenser sinensis*), *Journal of Ichthyology*, 201, PP: 0175-8659.
- 13- Collin, S. P., and Shand, J., 2003. Retinal sampling and the visual field in fishes, in: Collin, S.P., Marshall, N.J., *Sensory Processing in aquatic environments*, Springer, New York, PP: 139-196.
- 14- Douglas, R. H., 2002. the function of photo mechanical movements in the retina of the rainbow trout (*Salmo gairdneri*), *Jour Exp Biol Canbridge*, 96, PP: 389-403.
- 15- Engstrom, K., 1963. Cone type arrangement in the retina of some cyprinid, *Acta zoological*, 44, PP: 179-243.
- 16- Evans, B., Browman, H., 2004. Variation in the developmental of the fish retina, *Journal Neurobiology*, 21, PP: 1037-1052.
- 17- Lucelia, D., 1999. Morphology of the retina in the freshwater fish metynnis roosevelti Eigenmann (Characidae, serrasalminae) and the effects of monochromatic red light Revta bras, *Journal of Zoology*, 16, PP:151-173.
- 18- Lyall, A. H., 1957. Cone arrangement in the teleost retina, *Quarterly journal Microscopical Science*, 98, PP: 185-201.
- 19- Lyall, A. H., 1957a. The Growth of the trout retina, *Quarterly journal Microscopical Science*, 98, 101p.
- 20- Nag, T. C., and Bhattacharjee, J., 2002. Retinal cytoarchitecture in some mountain-stream teleosts of India, *Environmental Biology of Fishes*, 63, PP: 435-449.
- 21- Reckel, F., Melzer, R.R., Horppila, J., and Smola, U., 2003. Photoreceptors in the retina of the smelt *Osmerus eperlanus* (L.). *Acta zoological*, 84, PP: 160-182.
- 22- Sillman, A. J., Spanfelner, M. D., and Loew, E. R., 1990. The photoreceptors and visual pigments in the retina of the white sturgeon, *Acipenser transmontanus*, *Canadian Journal of Zoology*, 68, PP: 1544-1551.
- 23- Von Der EMDE, G., MOGDANS, J. and Kapoor, B., 2012. *The senses of fish: Adaptions for the Reception of Natural Stimuli*, Springer Science, 36, 178p.
- 24- Walls, G. L., 1942. *The Vertebrate eye and its adaptive radiation*, Cranbrook Institute of Science. Bloomfield Hills, Mich., Cranbrook Institute of Science, 555-588.

The study of eye retinal cell arrangement in *Acipenser stellatus*

Khorshidi Sedhi S.¹ and Shabanipour N.^{1,2}

¹ Biology Dept., Faculty of Science, University of Guilan, Rasht, I.R. of Iran

² Marine Science Dept., Caspian Sea Basin Research Centre, University of Guilan, Rasht, I.R. of Iran

Abstract

Sturgeon fish are of great commercial value belong to one of the most ancient groups of the osteichthyes. With the aim of studying and comparing retina structure and its importance in fishes, *Acipenser stellatus*, has been selected as a benthic lacking sufficient color vision and visual acuity. It is assumed that fish eye can be well adapted to the environment and feeding behavior. For this purpose histological sections of eye were prepared using paraffin method and stained by hematoxyline - eosin. Observation by light microscope and SEM showed that *Acipenser stellatus* retinal photoreceptors were all comprised of cone cells and without rod cells were not present. The number of cone cells in dorso – temporal quadrant was more compared to others. Single and double cones were found. Low Diversity and few number of cone cells proved weak vision ability and low dependence on color vision in this fish.

Key words: retina, cone cells, color vision, accuracy, *Acipenser stellatus*.