

بررسی ترتیب سلولی بافت شبکیه چشم فیل ماهی (*Huso huso*)

نادر شعبانی پور* و سحر خورشیدی سدهی

رشت، دانشگاه گیلان، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی

تاریخ دریافت: ۹۴/۶/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۲۸

چکیده

فیل ماهی با ارزش‌ترین ماهیان اقتصادی دریای خزر است. بینایی یکی از مهم‌ترین حس‌ها، بخصوص در ماهیانی مانند *H. huso* است. با فرض اینکه فیل ماهی جانور کف‌زی، فاقد دید رنگی و تیزبینی کافی است ساختار شبکیه آن مورد مطالعه قرار گرفت. چنین مطالعه‌ای نه تنها اهمیت بینایی برای گونه ماهی را مشخص می‌نماید بلکه امکان ایجاد ارتباط قابل تأمین بین تغذیه، محیط زندگی و رفتارهای اختصاصی جانور و بینایی فراهم می‌آورد. برای این منظور چشم‌های ماهی جدا و عدسی و قرنیه برداشته شد. شبکیه به مدت ۲۴ ساعت در فیکساتور بوئن و ۲۴ ساعت در متانول ۷۰٪ قرار گرفت و به ترتیب آبگیری، شفاف‌سازی و در پارافین بلوک‌سازی شد. سپس مقاطع طولی و عرضی با ضخامت ۵ میکرون توسط دستگاه میکروتوم تهیه و با هماتوکسیلین و اتوزین رنگ‌آمیزی شد. تعدادی برش از بهترین نوار بافتی انتخاب‌شده، پس از انتقال به حمام آب ۴۵ درجه سانتیگراد روی لامل‌ها قرار گرفته، شفاف‌سازی، آبگیری و با EM عکس‌برداری شدند. مشاهده بافت‌ها با میکروسکوپ نوری و الکترونی نشان داد که گیرنده‌های نوری در شبکیه فیل ماهی شامل سلول‌های مخروطی و استوانه‌ای است. سلول‌های مخروطی شامل سلول‌های منفرد، دوگانه و دوتایی بودند. به دلیل تنوع سلول‌های مخروطی به نظر می‌رسد که فیل ماهی دارای دید رنگی باشد. شمارش سلول‌های مخروطی نیز مشخص نمود تراکم این سلول‌ها در ربع پشتی-گیجگاهی بیشتر از سایر ربع‌های شبکیه است. لذا ناحیه پشتی-گیجگاهی با تراکم بیشتر سلول‌های مخروطی، تا حد اندکی در تغذیه فیل ماهی نقش دارد. همچنین این ماهی دارای بینایی ضعیفی است.

واژه‌های کلیدی: شبکیه، سلول‌های مخروطی و استوانه‌ای، *Huso huso*

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۳۳۶۹۸۱۹، پست الکترونیکی: n.shabanipour@yahoo.com

مقدمه

نشان داده است. این تنوع منعکس‌کننده سازگاری بین محیط زیست، عادات غذایی و سبک زندگی جانور است (۵، ۱۴، ۱۵). بالاترین تنوع چشم، در ماهیان استخوانی دیده می‌شود بطوریکه چشم گروهی از این ماهیان، برای دیدن در محیط‌های عمیق‌تر و کم‌نورتر اقیانوس‌ها و گروه دیگر برای دیدن در هوا سازگاری یافته است (۱۲، ۱۶). در این ماهیان سلول‌های مخروطی بصورت الگوهای موزائیک آرایش پیدا کرده‌اند که این آرایش در میان گونه‌ها براساس مکان و آنتورنی می‌تواند متفاوت باشد (۷). الگوی موزائیک مربعی در بسیاری از ماهیان استخوانی روز فعال-

چشم در ماهیان، اندامی برای شناسایی محرک‌های نوری، انتقال و به خاطر سپاری تصاویر محیطی به مغز است که یک دامنه وسیعی از سازگاری را با محیط مرئی، نوع زندگی و زیستگاه نشان می‌دهد (۱). بنابراین بینایی یک سیستم حسی مهم برای بسیاری از گونه‌های ماهی تلقی می‌شود و نقش مهمی در تغذیه، تشخیص دشمن، جفت‌یابی، واکنش‌های تدافعی از جمله تغییر رنگ برای هماهنگی با محیط و استتار دارد (۱۹). مطالعات زیادی بر روی ساختار چشم ماهیان انجام شده است که این مطالعات تنوع زیادی را بخصوص در شبکیه حساس به نور چشم،

زندگی می‌کنند. فیل‌ماهی با نام علمی *Huso huso* از لحاظ اقتصادی با ارزش‌ترین گونه دریای خزر است و از سایر ماهیان خاویاری به علت داشتن دهانی بزرگ و هلالی شکل و سیلک‌های بلند و فشرده متمایز می‌شود. این ماهی دارای بیشینه طول، وزن و سن به ترتیب ۶ متر، ۱۵۰۰ کیلوگرم و ۷۵ سال است. رژیم غذایی گوشتخواری دارد و در حوضه دریای سیاه، آروف و خزر زندگی کرده و جهت تولیدمثل به رودخانه‌هایی مثل ولگا، سفیدرود و گرگان رود مهاجرت می‌کند. رود اصلی برای تخم‌ریزی فیل‌ماهی رود ولگا است که ۹۰٪ گله آنها در آنجا تولید می‌شوند. فیل‌ماهی در خلال دوره زندگی در آب‌های دریایی، اساساً در ناحیه پلاژیک زیست می‌کند. انتشار عمودی این ماهی در آنجا بستگی به وجود موجودات غذایی آن دارد. عمقی که فیل‌ماهیان در آن باقی می‌مانند، مشخصاً بستگی به اندازه و سن ماهی دارد. ماهیان جوان، تنها در خلال سال اول زندگی در مکان کم‌عمق که به خوبی گرم می‌شوند، باقی می‌مانند. فیل‌ماهی، هم در خلال زندگی در دریا و هم مهاجرت تخم‌ریزی، به‌طور متعارف به عمیق‌ترین قسمت‌های بستر رودخانه می‌رود. این ماهی در مراحل اولیه رشد از سخت‌پوستان کفزی سپس از ماسیده‌های نکتوبنتیک و نهایتاً از شگ‌ماهیان، کفال‌ماهیان، گاو‌ماهیان و کلمه تغذیه می‌کند (۲). برای صید این جانور از دام استفاده می‌شود. رنگ دام مهم است تا ماهی با کمترین توجه در دام افتاده، به این خاطر نحوه دید ماهی از نظر رنگ بینی و تیزبینی مهم است و یکی از راه‌های تشخیص این معیارها ترتیب سلولی‌های شبکیه چشم این ماهی است. همچنین هدف مطالعه حاضر تعیین ساختار شبکیه چشم فیل‌ماهی و ارتباط این یافته‌ها با اکولوژی و بیولوژی این ماهی است.

مواد و روش کار

چشم‌های فیل‌ماهی از مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید بهشتی سنگر در طی فصول فروردین و اردیبهشت دریافت شدند لازم به ذکر است که وزن، طول

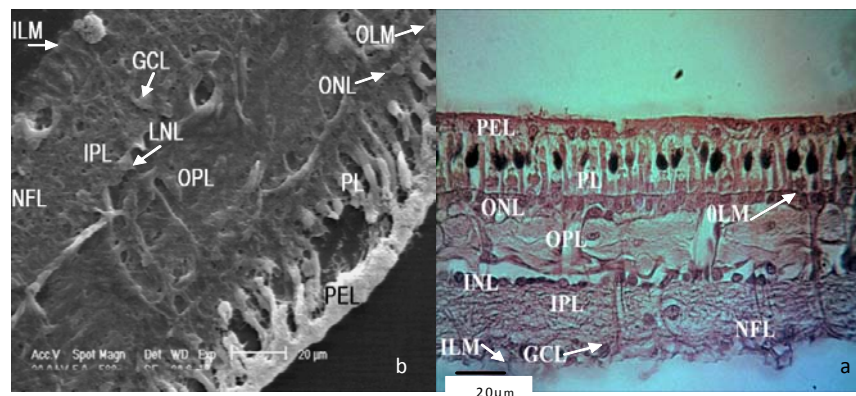
اند، الگوی موزائیک ردیفی در ماهیان ساکن مناطق با نور کم مشاهده می‌شود (۶). در ماهیانی با زیستگاه‌های دارای شدت نور کم، سازمان‌یافتگی موزائیک سلول‌های مخروطی کمتر می‌شود و با افزایش عمق نظم خود را از دست می‌دهد (۱۰). تفاوت در اندازه چشم، محل آن بر روی سر، نسبت بین سلول‌های استوانه‌ای و مخروطی، تعداد سلول‌های گانگلیونی، میزان توسعه سلول‌های پوششی رنگدانه‌ای همگی به محیط زندگی جانور بستگی دارد (۹، ۱۷). چشم ماهیانی سطح‌زی که در محیط پرنورتر زندگی می‌کنند دارای شبکیه‌ای است که غالب سلول‌های گیرنده نوری آن از نوع سلول‌های مخروطی بوده و در مقابل چشم ماهیانی مانند ماهیان خاویاری که در مناطق عمیق‌تر یا محیط‌های کم‌نور زندگی می‌کنند شامل شبکیه‌ای با سلول‌های استوانه‌ای فراوانتر است (۲۱). Locket در سال ۱۹۷۰ بیان کرده که در برخی از ماهیان عمق‌زی، تعداد سلول‌های استوانه‌ای در یک میلیمتر مربع از شبکیه، تا ۲۰ میلیون سلول نیز می‌رسد. همچنین اندازه و جایگاه چشم در سر با توجه به محیط زندگی جانور متفاوت است (۱۳). بنابراین به دلیل تفاوت زندگی ماهیان در زیستگاه‌های مختلف، سازش بینایی در ماهیان در مقایسه با مهره‌داران خشکی‌زی تنوع بیشتری را نشان می‌دهد (۴). مکان‌نگاری سلول‌ها در شبکیه ماهیان با اکولوژی و استراتژی تغذیه‌ای آنها ارتباط دارد (۳، ۱۱، ۸). *Osmerus eperlans* یک ماهی پلانکتون‌خوار در ناحیه شکمی-گیجگاهی شبکیه دارای سلول‌های مخروطی زیادی است. تراکم بیشتر سلول‌های مخروطی در ناحیه شکمی-گیجگاهی می‌تواند به تشخیص زئوپلانکتون‌های کوچک کمک کند و میزان شکار کردن در این ماهی را افزایش دهد. همچنین می‌تواند در دید این ماهی به سمت بالا و نگاه به جلو نقش مهمی داشته باشد (۲۰). ماهیان خاویاری (*Acipenseridae*) از جمله ماهیانی هستند که از ۲۵۰ میلیون سال قبل می‌زیستند. از مجموع ۲۵ گونه ماهیان خاویاری موجود در نیمکره شمالی، فقط شش گونه در حوضه دریای خزر

پارافینی توسط چسب آلبومن بر روی لام، لام‌ها به روش رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین-ائوزین رنگ‌آمیزی بوسیله چسب انتیلین لامل‌ها چسبانده شد. نمونه‌های بافت‌شناسی تهیه‌شده بوسیله میکروسکوپ نوری مطالعه و توسط نرم‌افزار TSView عکسبرداری و شمارش سلولی انجام شد. پس از عکسبرداری از نمونه‌های رنگ‌آمیزی شده با هماتوکسیلین و ائوزین و بررسی آنها از بهترین نوار بافتی تعدادی برش انتخاب شد، سپس حمام آب با دمای ۴۵ درجه سانتیگراد آماده شد و برش‌های بافتی روی سطح آب در حمام بافت گسترده شد، لامل‌هایی که از قبل در ابعاد ۱*۱ سانتیمتر آماده شده بود، در زیر برش بافتی گسترده شده در حمام بافت، قرار داده و به آرامی بالا آورده تا نمونه‌هایی بافتی در روی لامل‌ها قرارگیرد. بعد از خشک شدن لامل‌ها در دمای آزمایشگاه، نمونه‌ها توسط گزین شفاف‌سازی و الکل ۹۰٪ آبگیری شده، سپس توسط میکروسکوپ الکترونی عکسبرداری شدند.

نتایج

با توجه به مشاهدات انجام‌شده توسط میکروسکوپ نوری و الکترونی، ۱۰ لایه در شبکه چشم فیل‌ماهی تشخیص داده شد (شکل ۱).

متوسط و تعداد فیل‌ماهیانی که از آنها نمونه چشم تهیه شد به ترتیب ۷۵ کیلوگرم، ۲/۵ متر و ۸ عدد (۱۶ جفت چشم) می‌باشد. نمونه‌ها در محلول بوئن قرار گرفته و به آزمایشگاه تحقیقاتی زیست‌دریا در دانشکده علوم پایه دانشگاه گیلان انتقال یافتند. 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 شبکه در متانول ۷۰٪ به‌عنوان فیکساتور دوم قرار گرفت و پس از تثبیت شدن به چهار بخش پشتی-گیجگاهی، پشتی-بینی، شکمی-گیجگاهی و شکمی-بینی تقسیم شد و سپس مراحل آبگیری به ترتیب توسط متانول ۹۰ و ۱۰۰٪ انجام شد. پس از آبگیری 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 شبکه با ضخامت ۵ میکرون توسط میکروتوم چرخان انجام شد و برش‌های طولی برای شناسایی انواع سلول‌های مخروطی، بررسی لایه‌های مختلف شبکه و ارتباطات سلولی و برش‌های عرضی برای تشخیص نوع الگوی سلول‌های مخروطی تهیه گردید. پس از چسباندن نوارهای

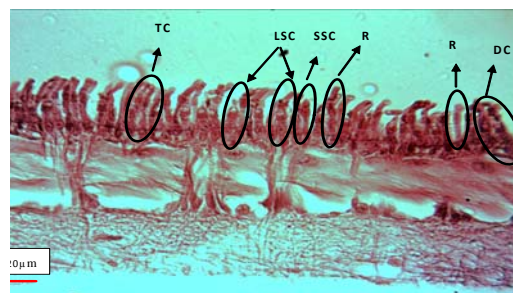
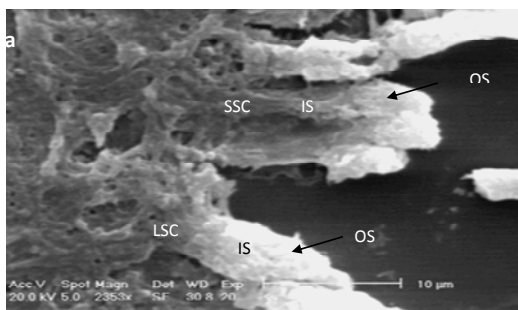


شکل ۱- تصویر میکروسکوپ نوری و الکترونی از لایه بندی شبکه، لایه پوششی رنگدانه‌ای (PEL)، لایه فتورسپتور (PL)، لایه محدود کننده خارجی (OLM)، لایه هسته دار خارجی (ONL)، لایه مشبک خارجی (OPL)، لایه هسته دار داخلی (INL)، لایه مشبک داخلی (IPL)، لایه سلول گانگلیونی (GCL)، لایه رشته‌های عصبی (NFL)، غشاء محدود کننده داخلی (ILM).

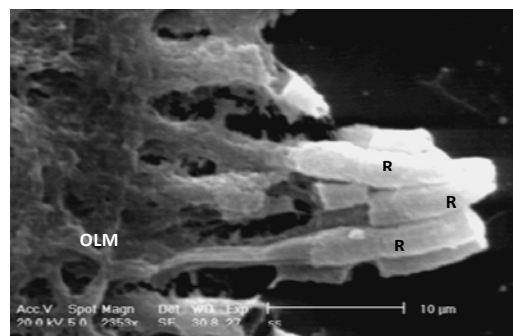
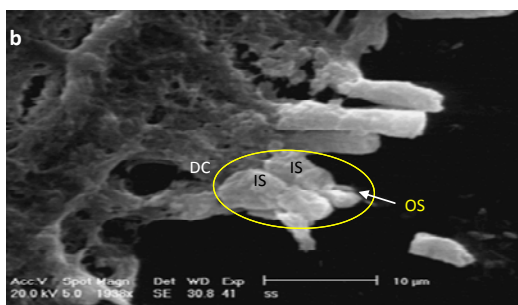
این ماهی در لایه گیرنده نوری خود علاوه بر سلول‌های استوانه‌ای دارای تنوع مطلوبی از سلول‌های مخروطی

ترتیب ۶/۳۷، ۴/۴۷ و ۱۰ میکرومتر در پایه است. لازم به ذکر است که قطر متوسط بخش داخلی و خارجی سلول مخروطی دوگانه نیز به ترتیب برابر ۶/۶۷ و ۵/۴۰ میکرومتر می‌باشد.

حجیم می‌باشد که در لابه‌لای سلول‌های استوانه‌ای قرار گرفته است و شامل سلول‌های مخروطی منفرد بزرگ (LSC)، منفرد کوچک (SSC)، دوگانه (TC) و دوتایی (DC) می‌گردد (شکل ۲، ۳).



شکل ۲- تصویر میکروسکوپ نوری از برش طولی سلول‌های مخروطی منفرد بزرگ (LSC) و کوچک (SSC)، سلول دوتایی (DC)، سلول دوگانه (TC) و سلول‌های استوانه‌ای (R).



شکل ۳- تصویر میکروسکوپ الکترونی از برش طولی سلول‌های استوانه‌ای (R)، غشاء محدودکننده خارجی (OLM).

شکل ۴a, b- تصویر میکروسکوپ الکترونی از برش طولی سلول‌های مخروطی (a). سلول‌های مخروطی منفرد بزرگ (LSC)، منفرد کوچک (SSC)، بخش داخلی (IS) و بخش خارجی سلول‌های مخروطی (OS)، سلول مخروطی دوتایی (DC).

این سلول‌ها دارای یک بخش داخلی با مقطع نسبتاً گرد می‌باشد که به یک بخش خارجی مخروطی شکل بزرگ منتهی می‌شوند (شکل ۴a, b). با استفاده از نرم‌افزار TSVIEW قطر متوسط بخش داخلی سلول‌های مخروطی منفرد بزرگ، کوچک و دوتایی در پهن‌ترین محل به ترتیب برابر است با ۷/۱۱، ۵/۰۶، ۱۳ و قطر بخش خارجی آنها به

نتایج حاصل از شمارش سلول‌های مخروطی در برش مورب از شبکه چشم فیل ماهی با استفاده از نرم‌افزار TSVIEW در ۴ ربع پشتی- گیجگاهی، پشتی- بینی، شکمی- بینی، شکمی- گیجگاهی مشخص کرده است که میانگین تراکم سلول‌های مخروطی در ربع پشتی- گیجگاهی بیشتر از سایر ربع‌های شبکه است (جدول ۱).

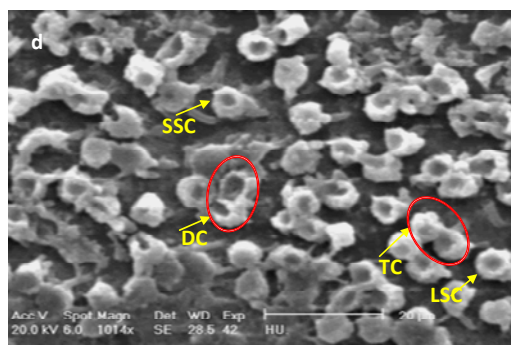
جدول ۱- تراکم سلول‌های مخروطی در ربع‌های مختلف شبکه چشم فیل ماهی

موقعیت	ربع پشتی گیجگاهی	ربع پشتی بینی	ربع شکمی بینی	ربع شکمی گیجگاهی
تعداد سلول‌های مخروطی در 1 mm ²	۳۴۲۰۰	۲۱۰۰۰	۱۷۴۰۰	۱۹۸۰۰

هستند، برای این ماهی مانند سایر ماهیان خاویاری که بیشتر وقت خود را در محیط‌های کم‌نور می‌گذرانند به دلیل افزایش حساسیت این ماهیان با طول‌موج‌های متفاوت، با ارزش خواهد بود (۲۲). در مطالعه حاضر، برش مورب شبکه‌ی فیل‌ماهی شامل سلول‌های مخروطی منفرد کوچک، بزرگ، دوگانه و دوتایی است که بدون هیچ‌گونه نظم، ترتیب یافته‌اند. لذا الگوی مخروطی نامنظمی که در شبکه‌ی این ماهی مشاهده شد به دلیل کفزی بودن این ماهی و سازگاری آن با محیط کم‌نور است. همچنین توانایی جانور در یافتن غذا روی بستر محیط‌های آبی به کمک اندام‌های حسی، نشان‌دهنده این است که این ماهی در یافتن غذا کاملاً به حس بینایی خود وابسته نیست و در محیط‌های کدر، تاریک و عمیق قادر است با موفقیت به غذا دست یابد. در مشاهدات بافتی صورت گرفته از شبکه‌ی چشم این ماهی، تنوع مطلوبی از سلول‌های مخروطی (با تراکم کم) مشاهده شد. با توجه به اکوسیستم زندگی این موجود که در بستر دریای خزر است و وجود کدورت بالای این ناحیه از دریای خزر می‌توان نتیجه گرفت که در محیط فاقد نور این سلول‌ها سبب افزایش وضوح (کنتراست) و در محیط‌های کم‌عمق و رودخانه‌ها باعث دید رنگی می‌شود. همچنین مشخص شده است که تاسماهیان سفید و آدریاتیک نیز در مرحله بلوغ دارای مکانیسم دریافت نوری لازم برای دید رنگی و یا بهبود تشخیص دیداری بین دامنه وسیعی از طیف رنگی هستند (۱). که این یافته‌ها نیز در راستای نتایج بدست آمده در این مطالعه است. همچنین Arnold و همکاران در سال ۲۰۰۰ بیان کردند که شبکه‌ی تاس ماهیان به‌طور حتم قادر به تشخیص تفاوت در شدت نور است که ممکن است در جهت‌یابی و تشخیص شکارچی مهم باشد. نتایج حاصل از شمارش سلول‌های گیرنده نور در نواحی چهارگانه شبکه‌ی فیل‌ماهی نشان داد که تعداد سلول‌های مخروطی در ربع پشتی - گیجگاهی شبکه‌ی بیشتر از سایر قسمت‌های شبکه‌ی است که با مسیر اصلی برای شناسایی طعمه که بیشتر جانوران کفزی بویژه

همچنین نسبت سلول‌های استوانه‌ای شبکه‌ی به سلول‌های مخروطی بیشتر بوده و این نسبت در ربع‌های مختلف شبکه‌ی عبارتند از:

در ربع پشتی - گیجگاهی ۵/۶ برابر، در ربع پشتی - بینی ۴/۳۸ برابر، در ربع شکمی - بینی ۳/۵۶ برابر و در ربع شکمی - گیجگاهی ۴ برابر است. همانطور که ملاحظه می‌شود نسبت (R/C) در ربع شکمی - بینی از سایر ربع‌ها کمتر است. از لحاظ نوع آرایش سلول‌های مخروطی، در فیل‌ماهی آرایش موزائیکی مشخصی مشاهده نشد (آرایش نامنظم) (شکل ۵)



شکل ۵- برش مورب شبکه‌ی فیل‌ماهی، تصویر میکروسکوپ الکترونی از آرایش نامنظم سلول‌های مخروطی، سلول‌های مخروطی منفرد کوچک (SSC)، سلول‌های مخروطی منفرد بزرگ (LSC)، سلول‌های مخروطی دوگانه (TC) و سلول‌های مخروطی دوتایی (DC).

بحث و نتیجه‌گیری

بامطالعه شبکه‌ی چشم فیل‌ماهی مشخص شد که شبکه‌ی این ماهی مانند اکثر ماهیان خاویاری دو قسمتی است (دارای سلول‌های استوانه‌ای و مخروطی). اصلی‌ترین اهمیت داشتن شبکه‌ی دو قسمتی این است که دامنه شدت‌های نوری که سیستم بینایی جانور می‌تواند در آن عمل کند گسترش می‌یابد (۲۳). داشتن شبکه‌ی ای با سلول‌های استوانه‌ای فراوان نشان‌دهنده سازگاری فیل‌ماهی با محیط زندگی‌اش است. وجود سلول‌های استوانه‌ای بزرگ و بلند و دسته‌بندی شده بسیار حساسی که در شبکه‌ی فراوان

از تیزبینی کافی برخوردار نباشد. لذا بینایی ممکن است در رفتار غذایی این ماهی نقش داشته باشد اما دلیل اصلی رفتار غذایی نیست.

تشکر و قدردانی

از همکاری بی‌دریغ مسئولان و کارشناسان محترم مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید بهشتی کمال تشکر و قدردانی را دارم.

گاو ماهی می‌باشد 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 دلیلی بر قوی‌تر بودن میدان دید این ماهی در محدوده بستر نسبت به ستون آب می‌باشد. از آنجاکه در کل، تعداد سلول‌های استوانه‌ای شبکیه فراوانتر از سلول‌های مخروطی است و با توجه به اینکه سلول‌های مخروطی در تیزبینی نقش مهمی دارند (۱۸). با تراکم کم این سلول‌ها در شبکیه می‌توان نتیجه گرفت که این ماهی

منابع

- ۱- اسحق زاده، ح، رفیعی، غ، کاظمی، ر، مجازی امیری، ب، و ایگدری، س، ۱۳۹۲. بررسی روند تکوین ساختار چشم فیل ماهی (*Huso huso*)، فصلنامه علمی-پژوهشی محیط زیست جانوری، شماره ۲، صفحات ۴۳-۵۰.
- ۲- کیوان، الف، ۱۳۸۲. ماهیان خاویاری ایران (سیستماتیک، بیولوژی، تکثیر مصنوعی، ارزیابی و ترمیم ذخایر، بهره برداری و تولید خاویار)، انتشارات نقش مهر، صفحه ۶۵.
- 3- Ahlbert, I.B., 1976. Ontogeny of double cone in the retina of perch fry (*Perca Furietilis*, Teleostei), *Acta Zoologica*, 54, PP: 241-54.
- 4- Ahlbert, I.B., 1979. Organization of the cone cell in the retina of salmon (*Salmo salar*) and trout (*Salmo trutta trutta*) In relation to their feeding habits, *Acta Zool*, 57, PP: 13-35.
- 5- Ali, M.A., and Anctil, M., 2012. *Retinas of fishes an atlas*, Springer Science and -Business Media.
- 6- Andrew, B., and Peter, L., 2001. David, R., Packing arrangement of the three cone classes - in primate retina, *Vision Research*, 41, PP: 1291-1306.
- 7- Boehlert, G.W., 1978. Intraspecific evidenc for the function of single and double -cones in the teleost retina, *Science* 202, PP: 309-311.
- 8- Carton, A.G., and Vaughan, M.R., 2010. Behavioural and anatomical measures -of visual acuity in first-feeding Yellowtail Kingfish (*Seriola lalandi*) larvae, -*Environmental biology of fishes*, 89, PP: 3-10.
- 9- Chai, Y., Xie, C., Wei, Q., Chen, X., and Liu, J., 2006. The ontogeny of the retina of Chinese sturgeon (*Acipenser sinensis*), *Journal of Applied Ichthyology*, 22, PP: 196-20.
- 10- Engstrom, K., 1961. Cone type and Cone arrangement in the retina of some gadids, *Acta zoological*. 42, PP: 227-43.
- 11- Ebbesson, L.O., Ebbesson, S.O., Nilsen, T.O., Stefansson, S.O., and Holmqvist, B., 2007. Exposure to continuous light disrupts retinal innervation of the preoptic nucleus during parr-smolt transformation in Atlantic salmon, *Aquaculture*, 273, PP: 345-349.
- 12- Engstrom, K., 1963b. Cone type arrangement in the retina of some cyprinid, *Acta zool*, 44, PP: 179-243.
- 13- Fishelson, L., Ayalon, G., Zverdling, A., and Holzman, R., 2004. Comparative morphology of the eye (with particular attention to the retina) in various species of cardinal fish (Apogonidae, Teleostei), *The Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology*. 277, PP: 249-261.
- 14- Lev Fishelson et al., 2004. Comarative Morphology of the Eye (With Paraticular - Attention to the Retina) in Various Species of Cardinal Fish (Apogonidae, Teleostei). *The Anatomical Record Part A277A*, PP: 249-261.
- 15- Losey, G.S., McFarland, W.N., Loew, E.R., 2003. Visual biology of Hawaiian coral reef fishes. I. Ocular transmission and visual pigment, *Copeia*, No.3, PP: 433-454.
- 16- McFarland, W.N., 1986. Light in the sea- correlations with behaviors of fishes and invertebrates, *Am.Zool*, PP: 26-389.
- 17- Nag, T.C., 1994. The Retina of the teleost *Nemacheilus rupicola* (MCCL), *Proc. ZOOL. Soc., Calcutta*. 74(1), PP: 75-79.
- 18- Nag, T.C., and Bhattacharjee, J., 2002. Retinal cytoarchitecture in some mountain- stream teleosts of India, *Environ Biol Fish*, 63, PP: 435-449.

- 19- Protasov, V.R., 1970, Vision and near orientation of fish, IPST publication - (translated from Russian), PP: 175-177.
- 20- Reckel, F., Melzer, R.R., Horppila, J., and Smola, U., 2003. Photoreceptors in the retina of the smelt *Osmerus eperlanus* (L.).
- 21- Sillman, A.J., O' Leary, C.J., Tarantino, C.D., and Loew, E.R., 1999. The photoreceptors and visual pigments of two species of Acipenseriformes, the shovelnose sturgeon - *Scaphirhynchus platorynchus*) and the paddlefish (*Polyodon spathula*), Journal of Comparative Physiology A. 184, PP: 37-47.
- 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- 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.

The survey of cellular sequence of the retina structure of the Beluga Sturgeon eye (*Huso huso*).

Shabani pour N. and Khorshidi sedehi S.

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

Abstract

Huso huso is one of the most important commercially valuable sturgeons of Caspian Sea. Vision is an important sense particularly for fishes like *H.huso*. It is assumed that *H. huso* as a benthic fish may have weak color vision and accuracy and therefore retina structure was studied. Such study not only shows importance of vision to fish species but also obtained information about considerable relationship between feeding, environment and animal behaviour with vision. Eyes were dissected out and cornea and lens were removed. Retina alone was first fixed in Bouin's solution for 24 hours and secondly in 70% methanol for another 24 hours. Tissue was dehydrated, cleared and made into blocks of paraffin. 5 μ thick sections in transverse and sagittal planes were taken and stained by hematoxylin and eosin. Some sections of the best tissue band were selected and transferred to 45 $^{\circ}$ C water. Then they were cleared and dehydrated and photographed with an electron microscope. Histological and SEM observations showed that *H.huso* retinal photoreceptors were comprised of both rod and cone cells. Single, twin and double cones were found. Presence of different types of cones renders the colour vision in *H.huso*. The number of cone cells in the dorso-temporal quadrant was more compared to others. So the dorso-temporal region with higher cone density plays a role in benthic feeding of fish. Also *H.huso* possesses weak visual sense.

Key words: retina, cone cells, rod cells, *Huso huso*.