بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده علوم پایه

گروه زیست شناسی

(زیست شناسی دریا - جانوران دریا)

بررسی ترتیب سلولی شبکیه چشم گاو ماهی عمق زی دریای خزر *Neogobius bathybius* از سواحل استان گیلان

از

ارسلان محلی

استاد راهنما

دکتر نادر شعبانی‌پور

مهرماه 1392

تقدیم به

مادر و پدر عزیزم

و تمامی کسانی که دوستشان دارم

تشکر:

خداوند منان را سپاس گذارم که مرا در تهیه این دفتر از زندگی ام یاری نمود. از **مادر و پدر گرانقدرم** که همواره مشوقم بودند و در تمامی مراحل زندگی یاریم کردند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از استاد با کمالات و شایسته؛ **جناب آقای دکتر نادر شعبانی پور** که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و زحمت راهنمایی این رساله را بر عهده گرفتند؛ بسیار سپاسگزارم.

و از اساتید فرزانه و دلسوز؛ **جناب آقایان دکتر بهروز حیدری و دکتر محمد حاصلی** که زحمت داوری این رساله را متقبل شدند؛ کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از تمامی کارشناسان محترم علی الخصوص **سرکار خانم مهندس شایگان و سرکار خانم مهندس هادوی**، و **اساتید بزرگوار گروه زیست شناسی دانشکده علوم پایه دانشگاه گیلان** که در تمامی مراحل این پروژه یاریم کردند، سپاس گزارم.

از **پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی شهرستان بندرانزلی** علی الخصوص **جناب آقای دکتر شهرام عبداللهی و جناب آقای مهندس کیوان عباسی** که در تعیین گونه نمونه ها، یاریم کردند، سپاس گزارم.

از کارکنان محترم **پره میادی شهید مطهری شهرستان بندر انزلی**، که در تهیه نمونه ها، یاریم کردند، سپاس گزارم.

از تمامی دوستان خوبم در آزمایشگاه تحقیقاتی زیست شناسی دریا به ویژه **خانم مرضیه زحمتکش و آقای حامد فرزانه** بسیار سپاسگزارم.

از دو برادر و یاور همیشگی ام **جناب آقای پدرام توپ سکن و جناب آقای دکتر حمیدرضا حورمند** کمال تشکر و قدردانی را دارم و از خدای متعال برای این دو عزیز آرزوی بهترین ها را دارم.

در انتها از تمامی عزیزانی که به هر نحو در انجام این پایان نامه به بنده کمک نموده اند و نامی از آن ها به میان نیاورده متشکرم.

ارسلان محلی، مهرماه سال ۹۲

فهرست مطالب

عنوان صفحه

چکیده فارسی.....ح

چکیده انگلیسی.....خ

فصل اول: مقدمه و کلیات

مقدمه 1

1-1- نور در محیط زیر آب 1

2-1- دریای خزر و ویژگی های آن 5

3-1- ساختمان چشم در ماهیان 6

1-3-1- صلبیه 7

2-3-1- قرنیه 7

3-3-1- مردمک 7

4-3-1- عنبیه 8

5-3-1- عدسی 8

6-3-1- مشیمیه 9

7-3-1- شبکیه 9

1-7-3-1- انواع سلولهای شبکیه 12

1-1-7-3-1- سلول‌های اپی تلیال رنگدانه ای 12

2-1-7-3-1- گیرنده های نوری 13

1-2-1-7-3-1- تنوع مورفولوژی سلولهای مخروطی در ماهیان 15

1-2-1-7-3-1- آرایش سلولهای مخروطی 18

3-1-7-3-1- سلولهای افقی 21

4-1-7-3-1- سلولهای دوقطبی 21

5-1-7-3-1- سلولهای آماکرین 22

1-3-7-1-6- سلولهای عقده ای 22
1-4- تنوع شبکیه در ماهیان 23
1-5- پاسخ های حرکتی شبکیه 25
1-5-1- مکانیسم پاسخ حرکتی شبکیه 25
1-5-2- ضرورت و اهمیت پاسخ حرکتی شبکیه در ماهیان 26
1-5-3- دلایل انجام حرکات پاسخ حرکتی شبکیه 27
1-6- هدف از مطالعه انجام شده 28

فصل دوم: مواد و روش ها

2-1- تهیه نمونه ها 29
2-2- جداسازی و آماده سازی بافت شبکیه 30
2-3- مراحل تهیه مقاطع بافتی 31
2-3-1- آبگیری، شفاف سازی و پارافین گیری بافت ها 31
2-3-2- قالب گیری بافت ها 32
2-3-3- مقطع برداری قالب های پارافینی و تهیه گستره بافتی 32
2-3-4- رنگ آمیزی هماتوکسیلین– ائوزین و تهیه لام های دائمی 33
2-4- عکس برداری نمونه ها با استفاده از میکروسکوپ الکترونی نگاره 33
2-4-1- آماده سازی نمونه ها 33
2-4-2- پارافین زدایی و آبگیری از نمونه ها بافتی 34
2-4-3- عکس برداری توسط میکروسکوپ الکترونی 34
2-5- محاسبه تراکم سلولهای مخروطی 34

فصل سوم: نتایج

3-1- ساختمان شبکیه چشم گاوماهی عمق زی دریای خزر 35
3-1-1- لایه های شبکیه 35

3-1-2- لایه گیرنده های نوری 35
3-1-3- سایر لایه های شبکیه 35
3-2- بررسی مورفولوژی شبکیه چشم گاوماهی عمق زی در تصاویر میکروسکوپ نوری و الکترونی نگاره 36
3-2-1- مورفولوژی شبکیه چشم گاوماهی عمق زی در برش کورونال (طولی) 36
3-2-2- مورفولوژی شبکیه چشم گاوماهی عمق زی در برش مورب (Tangential) 39
3-3- الگوی سلولهای مخروطی در شبکیه چشم گاوماهی عمق زی 41
3-4- بررسی تراکم سلولهای مخروطی در شبکیه چشم گاوماهی عمق زی 42
3-5- بررسی پاسخ حرکتی شبکیه در چشم گاوماهی عمق زی..... 44

فصل چهارم: بحث

4-1- انواع سلول های دریافت کننده نور 46
4-2- تنوع سلول های مخروطی در ماهیان 47
4-3- الگوی سلول های مخروطی 49
4-4- تراکم سلول های گیرنده نور و تیزبینی 51
4-5- پاسخ حرکتی شبکیه و سازش نوری 55
4-6- نتیجه گیری نهایی 57

پیشنهادات 58
منابع 59
پیوست 67

فهرست اشکال

شکل (1-1) طیف الکترومغناطیس..... 2
شکل (1-2) جدول میزان جذب طیف های مختلف نور مرئی در اعماق 2

شکل (1-3) انواع روش های دریافت نور ورودی به آب توسط ماهی 4
شکل (1-4) منحنی دمایی خزر جنوبی 5
شکل (1-5) طرح عمومی چشم مهره داران 6
شکل (1-6) لایه های مختلف شبکیه 11
شکل (1-7) سلولهای اپی تلیال رنگدانه ای 12
شکل (1-8) تصویر شماتیک سلولهای استوانه ای و مخروطی 13
شکل (1-9) تصویر شماتیک انواع سلولهای مخروطی 18
شکل (1-10) تصویر شماتیک انواع الگوی سلولهای مخروطی 20
شکل (1-11) انواع سلول‌های شبکیه و ارتباط آنها با یکدیگر 23
شکل (1-12) مکانیسم پاسخ حرکتی شبکیه 26
شکل (2-1) گاو ماهی عمق زی دریای خزر (نمونه جمع آوری شده) 29
شکل (2-2) صیادان پره ساحلی در حال کار (بندرانزلی) 30
شکل (2-3) شبکیه و تقسیم بندی آن 30
شکل (2-4) مقطع برداری بافت ها توسط میکروتوم 32
شکل (3-1) ترتیب لایه بندی شبکیه چشم گاوماهی عمق زی در برش کورونال 37
شکل (3-2) تصاویر گیرنده های نوری شبکیه چشم گاوماهی عمق زی در برش کورونال 38
شکل (3-3) ترتیب لایه بندی شبکیه چشم گاوماهی عمق زی در برش مورب 39
شکل (3-4) تصاویر گیرنده های نوری شبکیه چشم گاوماهی عمق زی در برش مورب 40
شکل (3-5) برش مورب شبکیه چشم گاوماهی عمق زی، تشخیص نوع آرایش سلولهای مخروطی 41
شکل (3-6) تصویر شماتیک از چگونگی تراکم سلولهای مخروطی در نواحی مختلف شبکیه چشم گاوماهی عمق زی 43
شکل (3-7) تصاویر پاسخ حرکتی شبکیه در چشم گاوماهی عمق زی 44

فهرست جداول

جدول (1) تراکم سلولهای مخروطی در نواحی مختلف شبکیه چشم گاوماهی عمق زی 42

چکیده

بررسی ترتیب سلولی شبکیه چشم گاو ماهی عمق زی دریای خزر (*Neogobius bathybius*) ازسواحل استان گیلان

ارسلان محلی

بینایی در اغلب ماهیان حس بسیار مهمی است و نقش اساسی در تغذیه، تشخیص دشمن، جفت یابی، واکنش های تدافعی از جمله تغییر رنگ برای همانگی با محیط و استتار، مهاجرت عمودی و رفتار ماهی نسبت به قلاب و دام های ماهیگیری دارد. قابلیت های چشم به میزان زیادی توسط ساختار و عملکرد شبکیه تعیین می شود. گاو ماهی عمق زی (*Neogobius bathybius*) از خانواده گاو ماهیان (Gobiidae) و بستر زی بوده که در دریای خزر در اعماق 50-60 متری زندگی می کند. پس از تلف شدن ماهی بلافاصله چشم ها جدا شده و در محلول تثبیت کننده بوئن به مدت 24 ساعت قرار گرفتند. پس از جدا کردن صلبیه چشم راست، شبکیه به 4 ربع پشتی-گیجگاهی، شکمی-گیجگاهی، شکمی-بینی و پشتی-بینی تقسیم گردید و پس از مراحل آبگیری، شفاف سازی و قالب گیری با پارافین مقاطع با ضخامت 5 میکرون به روش هماتوکسیلین و ائوزین رنگ آمیزی شدند. قطعات بافتی مناسب از نوار بافتی جدا و جهت پارافین زدایی و شفاف سازی نمونه ها به ترتیب از گزیلول و متانول استفاده شد. در ادامه، قطعات بافتی مورد نظر بر روی پایه میکروسکوپ الکترونی قرار گرفته، بوسیله روکش طلا پوشانده شدند و توسط میکروسکوپ الکترونی نگاره عکسبرداری انجام شد. شبکیه گاو ماهی عمق زی، دارای سلول های استوانه ای و سلول های مخروطی از نوع منفرد و دوگانه می باشد، که بدون هیچ نظمی و بصورت پراکنده قرار گرفته اند. نسبت R/C شبکیه در حدود 3/5 تا 4 است. بنابراین این ماهی دید رنگی مطلوبی ندارد. بیشترین تراکم سلول های مخروطی در بخش پشتی-گیجگاهی شبکیه چشم این ماهی است، که سبب بینایی مطلوب در ناحیه جلویی- شکمی میدان دید می شود. با توجه به مشاهدات سیستم پاسخ حرکتی شبکیه در این ماهی پاسخ مناسبی به تغییرات نور محیطی می دهد. بنابراین قابلیت بینایی مطلوب را در هر دو حالت نور کم (اعماق زیاد) و نور زیاد (مهاجرت جهت تخم ریزی به اعماق کم) دارا می باشد. در گاو ماهی عمق زی مانند ماهیان ساکن در اعماق، که دسترسی محدودی به نور دارند، حس بینایی اهمیت کمتری نسبت به ماهیان سطح زی دارد.

کلید واژه: گاو ماهی عمق زی، شبیکه، سلول مخروطی، دریای خزر

فصل اول

مقدمه

مقدمه:

سیستم بینایی ماهیان همانند سایر مهره داران دارای ساختار پایه ای مشابه بوده و محیط زیست و عادات غذایی بر ساختار آن تاثیر قابل ملاحظه ای داشته است [Evans, 1998]. سیستم بینایی ماهیان با توجه به نوع زندگی و محدودیت های محیط نوری سازش می یابد.

بینایی در اغلب ماهیان حس بسیار مهمی است که به وسیله آن جهت یابی می کنند. همچنین بینایی نقش مهمی در تغذیه، تشخیص دشمن، جفت یابی، واکنش های تدافعی از جمله تغییر رنگ برای هماهنگی با محیط و استتار، مهاجرت عمودی و رفتار ماهی نسبت به قلاب ها و دام های ماهیگیری دارد [Protasov, 1970].

چشم موجودات آبزی در طول تکامل ویژگی های خاصی کسب کرده است. بررسی ساختمان و عملکرد چشم در ماهیان مختلف بر اساس اکولوژی و نحوه زندگی، تفاوت های زیادی را در سیستم بینایی آنها نشان می دهد. بطور مثال: ماهیان ساکن در مناطق مزوپلاژیک، دارای چشم های لوله ای (Tubular eye)، عدسی بزرگ و تنها گیرنده استوانه ای می باشند [Dawkins, 1994].

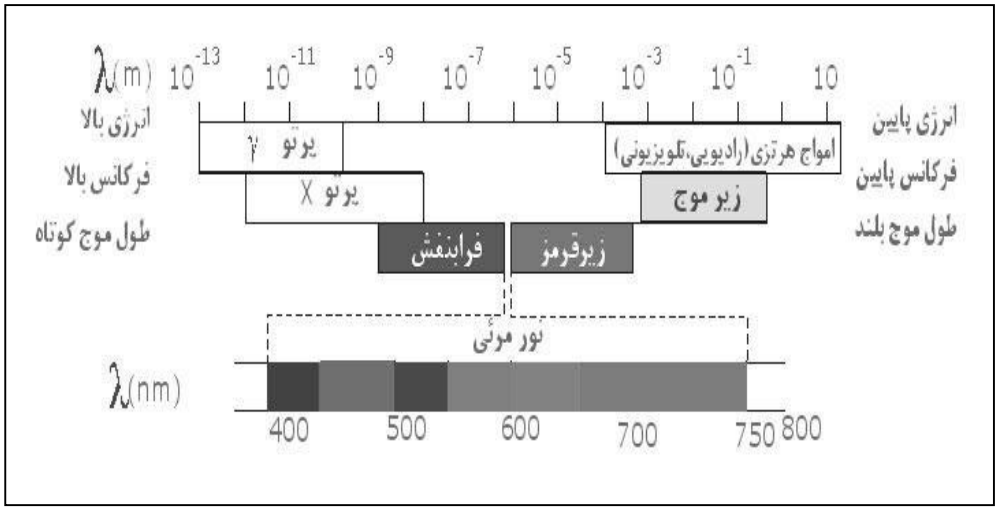
ماهیان سطح زی در روشنایی به جستجوی غذا می پردازند و در محیط مرئی تیز بینی بالایی دارند. بعضی گونه ها ساکن نواحی کم عمق (صخره مرجانی) حتی توانایی شناسایی تشعشعات UV (فرابنفش) طیف الکترومغناطیسی را دارند [Kunz, 1987].

قابلیت های چشم به میزان زیادی توسط ساختار و عملکرد شبکیه آن به عنوان مهمترین بخش چشم تعیین می شود. مقایسه بافت شناسی شبکیه چشم ماهیان مختلف نشان دهنده سازش آنها در شدت های نوری مختلف است و می توان از روی الگوی ساختمانی شبکیه به محیط و نحوه زندگی و تا حدودی فیزیولوژی عمومی یک ماهی پی برد [Evans, 1993].

1-1- نور در محیط زیر آب:

نور صورتی از انرژی تابشی است که از خورشید ساطع می شود. بخشی از این انرژی نورانی امواج مرئی (400-700 nm) هستند که در طیف الکترومغناطیسی زیر مشخص شده است (شکل 1-1).

بر طبق نمودار زیر امواج با طول موج کوتاه دارای فرکانس بالا، انرژی زیاد و قدرت نفوذ زیاد در آب می باشند و امواج با طول موج بلند، دارای فرکانس، انرژی و قدرت نفوذ کمتری در آب می باشند.



شکل 1-1- طیف الکترومغناطیس (برگرفته از اینترنت)

بر طبق شرایط اتمسفر حدود 50-20% نور ورودی خورشید به جو زمین به سوی فضا منعکس و یا در اتمسفر جذب می شود. هنگامی که نوری به سطح اکوسیستم آبی می رسد می تواند منعکس، جذب یا از آب عبور کند. بدین ترتیب پدیده انعکاس نور و تغییر ماهیت نور در هنگام نفوذ در آب، شدت نور رسیده به چشم ماهی را کاهش می دهد [Lythgoe, 1979]. هنگامی که نور خورشید وارد آب می شود، آب همانند یک منشور طبیعی نور ورودی را به طیف های سازنده آن بر اساس طول موج آنها تفکیک می کند. به این علت است که اقیانوس ها معمولا به رنگ آبی _ سبز مشاهده می شوند چون طول موج آبی (انرژی زیاد) از سطح اقیانوس ها منعکس شده و به چشم بیننده می رسد. رنگ هایی که طول موج بلند و انرژی کمی دارند مثل: قرمز، زرد و تا حدی سبز در سطح آب جذب می شوند و معمولا به اعماق نمی رسند (شکل 1-2).

TABLE 19-1 ABSORPTION OF LIGHT BY OCEAN WATER

Color *(wavelength)*	Depth Absorbed *(meters)*
Red	5–10
Orange	10–15
Yellow	15–25
Green	30–50
Blue	60–100
Violet	10–30

شکل 1-2- جدول میزان جذب طیف ها مختلف نوری مرئی در اعماق (Medwin,2005)

شرایط فیزیکوشیمیایی اکوسیستم های آبی در میزان نور در دسترس آنها تأثیر بسیار زیادی دارد بطوری که می توان بر این اساس گروههای مختلفی را از اکوسیستم های آبی معرفی نمود:

1) آبهای باز اقیانوسی و دریاچه هایی با سطح تولیدات اولیه پائین که در این اکوسیستم ها نور می تواند تا اعماق زیادی از آب نفوذ کند. UV و امواج با طول موج کوتاه به سرعت توسط مولکول های سطحی آب جذب شده بنابراین بیشترین میزان نور عبوری در این اکوسیستم ها در محدوده 400-500 nm است. این پدیده سبب می شود آب در این نواحی به رنگ آبی نمایان شود [Clarke, 1962].
2) آبهای نواحی ساحلی میزان بالایی از املاح و مواد آلی معلق (مثل: اجرام پلانکتونی) دارند. میزان نفوذ نور در این آبها به شدت کاهش یافته و محدوده نور عبوری در این آبها به 500-600 nm می رسد که این امر سبب می شود این آبها به رنگ سبز – زرد نمایان شوند [Levine, 1980].

بخش عمده ای از آبهای ساحلی، دریاچه های الیگوتروف و یوتروف، حوضچه های آبی و رودخانه ها در این دسته قرار دارند. بخش کوچکی از این دسته آبها که عمدتا جزء آبهای شیرین محسوب می شوند و شامل مقادیر بالای گل و لای و گیاهان جدا شده از بستر می باشند به رنگ قهوه ای تا قرمز نمایان می شوند. در این آبها نفوذ نور کمتر از 3 متر است و طیف نور عبوری بیشتر از 600nm است [Nicole, 1989].

3) گروه دیگری از اکوسیستم های آبی به « آبهای مشکی» یا « آبهای مادون قرمز» مشهور هستند. در این آبها میزان آلودگی بالا است و بخاطر املاح معلق زیاد رنگ تیره دارند. مانند رودخانه « Rio Negro » در نواحی استوایی آمریکای جنوبی [Muntz, 1973].
4) گروه دیگری از اکوسیستم های آبی بعلت شرایط اسیدی بالا بسیار شفاف به نظر می آیند، مانند: برخی اکوسیستم های آبی در شمال انگلستان، که معمولا به « آبهای سفید» معروف اند. بنابراین با توجه به مطالب فوق می توان دریافت که میزان نور ورودی به آب می تواند به عوامل مختلفی از جمله عرض جغرافیایی، پوشش ابر، میزان کدورت آب و ... مرتبط باشد.

به نظر می رسد طیف نوری دریافت شده توسط ماهی شبیه انسان باشد. بنابراین فعالیت امواج نوری در محدوده 400-760 نانومتر توسط چشمان ماهی قابل دریافت و ادراک می باشد. طیف نوری قابل درک در ماهیان مختلف متفاوت

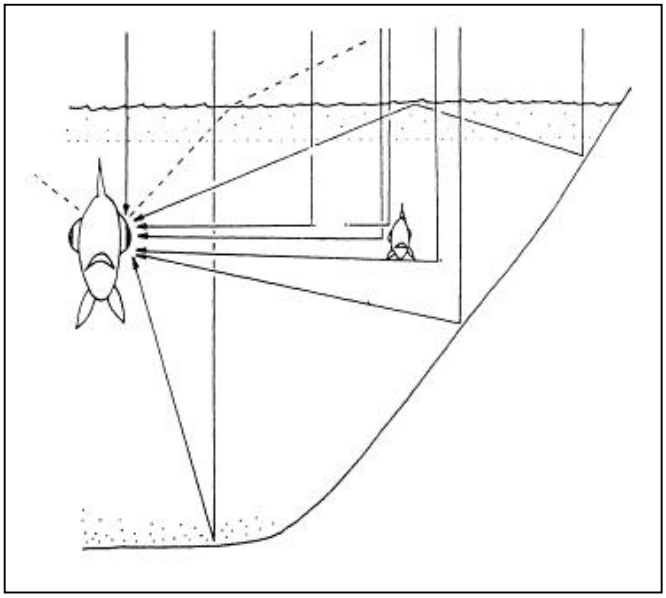
است. ماهیانی که در لایه های فوقانی آب به سر می برند، جایی که نور کامل ترین حالت و بیشترین شدت را دارد، وسیع ترین دامنه دریافت نور را داشته که به دامنه دریافتی انسان نزدیکتر است [Blaxter, 1970].

نور به صورت مستقیم یا غیر مستقیم نقش مهمی در زندگی ماهی دارد. در بسیاری از ماهیان چشم ها نقش مهمی در هنگام شنا، حرکت به سمت افراد هم گونه، تشکیل گله و یافتن طعمه دارند.

از آنجایی که هر کدام از این فعالیت های رفتاری در مقادیر نوری خاصی انجام می شود، بنابریان شدت های نوری مختلف در ماهیان به عنوان محرک تغذیه ای یا دفاعی از اهمیت خاصی برخوردار است [Protasov, 1970].

بر طبق تصویر زیر (شکل 3-1) نوری که وارد آب می شود از طرق زیر ممکن است به چشم یک ماهی برسد:

1) مستقیما از قسمت فوقانی سر و نواحی سطحی آب به چشم ماهی برسد.
2) به علت قدرت نفوذ بالا (طول موج کوتاه) پس از برخورد با بستر منعکس شده و به چشم ماهی برسد.
3) بخشی از نور ورودی به وسیله اجرام پلانکتونی و غیره جذب و بخش دیگری از آن به چشم ماهی برسد.
4) پس از برخورد با بدن یک موجود آبزی منعکس شده و به چشم ماهی برسد.
5) پس از برخورد با بستر منعکس شده و به سطح آب برسد و مجددا انعکاس یافته و به چشم ماهی برسد.



شکل 3-1- انواع روش های دریافت نور ورودی به آب توسط ماهی [Pitcher,1993]

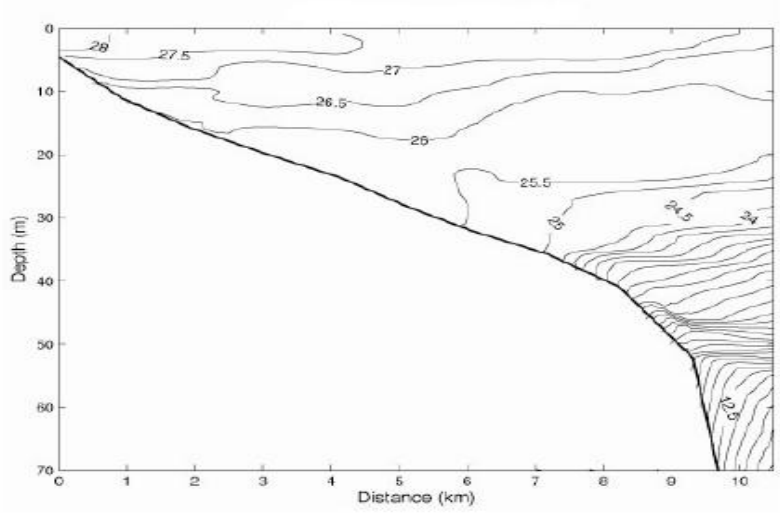
1-2- دریای خزر و ویژگی های آن:

دریاچه خزر بزرگترین دریاچه جهان است و به این علت حتی به آن نام « دریای خزر» نیز داده اند. این دریا در عرض جغرافیایی 41 درجه شمالی و طول جغرافیایی 50 درجه شرقی واقع شده است. مساحت این دریا حدود 436 هزار کیلومتر مربع بوده و شامل 3 بخش اصلی خزر شمالی، خزر جنوبی و خزر میانی می باشد [Clark,2006].

شیب بستر دریای خزر به سمت خزر جنوبی می باشد لذا عمیق ترین ناحیه این دریا در خزر جنوبی با عمق حدودا 1025 متر گزارش شده است. از لحاظ تنوع زیستی، اکوسیستم دریای خزر دارای 78 گونه، 49 زیر گونه و 17 خانواده از ماهیان را در خود جای داده است که در این بین گاوماهیان با 32 گونه از 10 جنس متنوع ترین ماهیان از لحاظ تنوع گونه پس از کپور ماهیان می باشند (شریعتی،1383).

از مهمترین عوامل تاثیر گذار بر بینایی ماهیان، نوع اکوسیستمی است که در آن زندگی می کنند. همچنین در یک اکوسیستم آبی شاخص دمایی از جمله میزان نفوذ نور در آب، شوری (املاح)، نوع بستر و جنس آن و میزان ورودی های آبی به آن اکوسیستم نقش مهمی را در بینایی ماهیان ایفا می کند.

دریای خزر در محدوده خزر جنوبی دارای بستری غالبا شنی می باشد، همچنین در این ناحیه شوری آب حدود ppt 12 است. یکی از مهم ترین شاخصه های میزان نفوذ نور به اعماق، بررسی منحنی روند دمایی از سطح به عمق می باشد (شکل 4-1). بر این اساس در خزر جنوبی از حدود اعماق 60 متر به بعد وضعیت مطلوبی در دریافت نور رویت نشده است [Zaker, 2007].



شکل 1-4- منحنی دمایی خزر جنوبی Physical Study of the Southern Coastal Waters of the Caspian Sea (Zaker, 2007)

یکی دیگر از عوامل موثر در بینایی ماهیان، شاخصه کدورت آب می باشد. معمولا میزان کدورت بر اساس میزان املاح ورودی رودخانه ها به دریای خزر تعیین می شود. این ورودی های درطی فصول مختلف متفاوت است ولی به صورت نسبی در خزر جنوبی بعلت تعداد زیاد رودخانه های ورودی و بستر شنی دارای قابلیت تحرک بالا، میزان کدورت نسبتا زیاد است.

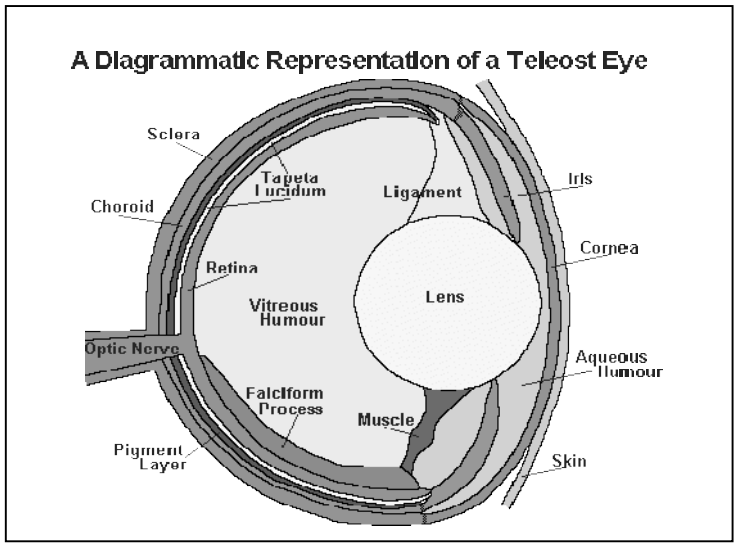
هر چند میزان کدورت در خزر شمالی با توجه به عمق کمتر آب و ورودی ولگا که حجم اصلی آب خزر را تأمین می کند، بیشتر از خزر جنوبی نیز گزارش شده است. همچنین بر طبق بررسی های صورت گرفته، بیشترین میزان کدورت آب در دهانه رودخانه ها مشاهده شده [Leonov,2000]. بنابراین ماهیان کف زی دریای خزر (مثل گاوماهیان) برای رفع نیاز های خود، از حس بینایی با شرایط متفاوت نسبت به ماهیان سطح زی بهره می برند.

1-3- ساختمان چشم در ماهیان:

ساختار چشم ماهیان همانند طرح عمومی چشم مهره داران است. چشم ماهیان در سراسر طول عمر رشد می کند. بنابراین سازش های مورفولوژیک سیستم بینایی ماهی می بایست برای برآورده کردن نیازهای حال و آینده بینایی هم سو باشند.

ویژگی های چشم یک ماهی و بینایی آن مربوط به نحوه زندگی ماهی و محیطی است که در آن به سر می برد. گونه های مختلف ماهی به زندگی در محیط های نوری متفاوت سازش یافته اند. انواع ماهیان روز فعال، شب فعال، عمق زی و سطح زی وجود دارند. بنابراین طبیعی است که ساختمان و عملکرد چشم آنها نیز متفاوت باشد [Protasov, 1970].

چشم مهره داران از بخش های زیر تشکیل یافته است:



شکل 1-5 - طرح عمومی چشم مهره داران (برگرفته از اینترنت)

1-3-1- صلبیه[1]:

صلبیه خارجی ترین بخش کره چشم محسوب می شود. این بخش از کره چشم از جنس بافت پیوندی رشته ای با میزان بالا کلاژن است که در عین مقاومت انعطاف پذیر نیز می باشد. صلبیه در واقع اسکلت چشم محسوب شده و اندازه چشم را تعیین می کند. نقش اصلی این بخش از چشم حفاظت از عناصر بینایی می باشد [Trier, 2006]. این بخش از چشم در ماهیان دهان گرد (هاگ فیش، لامپری) بصورت رشته ای، در ماهیان غضروفی (کوسه ماهی و سفره ماهی) بصورت صفحات غضروفی و در ماهیان استخوانی بصورت سخت و فشرده می باشد [Dawkine, 1991].

1-3-2- قرنیه[2]:

در بخش جلویی چشم، صلبیه شفاف و نازک شده و قرنیه را ایجاد می کند. در ماهیان آبزی بر خلاف مهره داران خشکی زی قرنیه تحدب کمی داشته و تقریبا صاف است. البته در نمونه های دوزیست مثل ماهی گل خورک قرنیه تحدب بیشتری نسبت به ماهیان کاملا آبزی دارد و می تواند در تشکیل تصویر و شکست نور نقش ایفا کند. ضریب شکست قرنیه (1/37) تقریبا همانند ضریب شکست آب (1/33) است. بنابراین در ماهی ها و بطور کلی مهره داران آبزی برخلاف مهره داران خشکی زی قرنیه نقشی در شکست نور و تشکیل تصویر ندارد. همچنین ماهیان به ندرت قدرت تمرکز بر اشیاء را دارند [Walls, 1942].

1-3-3- مردمک[3] :

مردمک مدخل ورودی نور به فضای داخلی چشم می باشد. در بیشتر ماهیان بر خلاف مهره داران خشکی زی مردمک ثابت است اما در الاسموبرانش ها بعلت عضلات قوی عنبیه مردمک تحرک جزئی دارد [Helfman, 2009].

شکل مردمک نیز در ماهیان مختلف متفاوت می باشد. مردمک می تواند به اشکال کروی، بیضوی، خطی و ... در ماهیان مشاهده شود. بر اساس گزارشات Cherman and Tucker در سال 1973، در ماهی حوض تحت اثر تغییرات شدت نور تحرکی در مردمک این ماهی مشاهد شده است.

1- Sclera
2- Cornea
3- Pupil

در جبران کمبود حرکت مردمک در ماهیان استخوانی، ساختاری متشکل از رنگریزه ها در بیرونی ترین لایه شبکیه چشم ماهیان یافت می شود که در پاسخ به تغییرات شدت نور عمل می کند، این ساختار پاسخ تحرکی شبکیه[1] نام دارد [Pither,1993].

در پستاندران و سایر مهره داران خشکی زی تغییرات قطر مردمک شاخصه مناسبی برای واکنش به نور می باشد. بر اساس گزارشات Groot and Gebhard در سال 1952 مشخص شده که قطر مردمک مار ماهی حتی تا 45% نیز در نورهای شدید می تواند کاهش یابد.

1-3-4- عنبیه[2]:

عنبیه چشم ماهیان، شامل یک بافت غشایی تیره رنگ است که دارای سوراخ کوچکی در وسط (مردمک) می باشد. خاستگاه عنبیه بافت تیره رنگ مشیمیه بوده ، برخلاف عنبیه چشم انسان که با توجه به میزان نور وارد شده، تحرک داشته و قطر مردمک را تغییر می دهد، در اکثر ماهیان ثابت است. عنبیه در ماهیان دارای تغییر قطر مردمک، دارای تحرک جزئی می باشد [Walls, 1942].

1-3-5- عدسی[3]:

عدسی در ماهیان سطح شفافی دارد و در مقایسه با سایر مهره داران خشکی زی عموما عدسی ماهیان متراکم تر، کروی تر است. با توجه به اینکه تفاوت اندکی بین شاخص انکسار قرنیه و آب پیرامونی در ماهیان وجود دارد، بنابراین عدسی محل اصلی شکست نور در چشم ماهیان است [Nilsson, 2002].

در ماهیان برای افزایش قدرت تطابق، بر خلاف پستانداران عدسی بوسیله ماهیچه های خارجی متصل به آن جلو و عقب می رود در حالی که در پستانداران عمل تطابق بوسیله تغییر قطر عدسی توسط ماهیچه های مژگانی عنبیه رخ می دهد [Pitcher, 1993]. بر طبق گزارشات Banks در سال 1959 ماهی سالمون اقیانوس آرام دارای عنبیه ضعیفی است بنابراین تغییر مکان عدسی در واکنش به نور در این ماهیان بسیار ضعیف است. Sivak and Howland (1973) از طریق مشاهدات

1- Retinomotor Response
2- Iris
3- Lens

خود توانستند ثابت کنند که بیشتر جابه جایی های عدسی برای عمل تطابق در اکثر ماهیان استخوانی تنها در طی زمان 30 میلی ثانیه صورت می گیرد.

در ماهیان استخوانی همچون: ماهی حوض و اردک ماهی تطابق از طریق حرکت عدسی بوسیله تنها یک عضله متصل با آن صورت می گیرد که در ماهی Bass یک مجموعه 4 عضله ای یا بیشتر به عدسی متصل اند و سرعت تطابق را بالا می برند [Schwassman and Meyer, 1981].

در ماهی چهار چشم سطح زی[1]، عدسی چشم از قسمت فوقانی چشم (در سطح آب) به قسمت تحتانی چشم (در زیر آب) به ضخامتش افزوده شده که این افزایش ضخامت ناشی از تفاوت ضریب انکسار هوا و آب می باشد [Froese, 2007].

1-3-6- مشیمیه[2] :

لایه ای از عروق خونی است که میلیون ها سلول شبکیه ای را تغذیه می کنند. این لایه بین شبکیه و صلبیه قرار دارد. رشد مشیمیه در گونه های مختلف متفاوت است. مثلا در کپور ماهیان مویرگهای مشیمیه به خوبی رشد کرده و بعنوان یک غده مشیمیه ای شناخته می شود اما در مارماهی مشیمیه دارای مویرگ های خونی کمی بوده و ساختاری شبیه غده مشیمیه ای در آن قابل تشخیص نیست [Takashima and Takashi, 1994].

برخی ماهیان علی الخصوص ماهیان ساکن در مناطق با نور کم دارای لایه ای به نام Tapetum lucidum در پشت مشیمیه چشم می باشند. که این لایه میزان نور در دسترس را در شرایط کم نوری افزایش می دهد [Nilsson, 2002].

1-3-7- شبکیه:

شبکیه بخش حساس به نور چشم است که داخلی ترین لایه و مهمترین بخش چشم می باشد. طرح کلی شبکیه چشم ماهیان مشابه دیگر مهره داران است، اما به علت تعدد گونه های ماهیان ساکن اکوسیستم های مختلف، تنوع ساختاری زیادی را نشان می دهد و بیانگر استراتژی سازشی آنها در محیط های نوری مختلف است [Fernald, 2000].

1- *Anableps anableps*
2- Choroid

بیشتر ماهیان دارای شبکیه دو بخشی[1] مشابه چشم انسان می باشند. به این معنا که شبکیه دارای هر دو نوع سلول استوانه ای (Rod) و مخروطی (Cone) است. سلولها استوانه ای حساسیت بالای بینایی را ایجاد کرده و در شرایط نور کم مورد استفاده قرار می گیرند. سلول ها مخروطی در شرایط نور شدید تر به کار رفته و وضوح تصویر و شرایط دید رنگی را برای ماهی مهیا می کنند، که این شرایط بوسیله میزان جذب طول موج های مختلف توسط انواعی از سلول های مخروطی می باشد.

نسبت تعداد سلول های استوانه ای به مخروطی (R/C) وابسته به شرایط اکوسیستمی است که ماهی در آن به سر می برد. بطور مثال ماهی های روز فعال ساکن آبهای شفاف به میزان زیادی گیرنده مخروطی در انواع مختلف نیاز داشته، بنابراین نسبت R/C کمتری نسبت به ماهیان ساکن مناطق با نور کم دارند [Helfman, 2009].

لایه های شبکیه بین زجاجیه[2] و لایه مشیمیه[3] قرار دارند. بنابراین شبکیه دارای دو بخش می باشد:

یک بخش داخلی رو به زجاجیه و یک بخش خارجی رو به صلبیه[4].

1- Duplex
2- Vitreal
3- Choroid
4- Sclera