وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات شیلات ایران- مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی کشور

عنوان:

مقایسه تأثیر شدت و دوره نوری رنگ نور قرمز بر عملکرد رشد لارو ماهی آزاد دریای خزر *Salmo trutto caspius*

مجری:
علی فرزانفر

شماره ثبت
۸۸/۸٤۸

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مـؤسسه تحـقیقـات شیـلات ایـران- مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی کشور

عنوان پروژه/ طرح: مقایسه تـأثیر شـدت و دوره نـوری رنـگ نـور قرمـز بـر عملکـرد رشـد لارو مـاهی آزاد دریـای خزر *Salmo trutto caspius*

- **شماره مصوب:**۸۶۰۶۵-۱۲-۱۲-۲
- **نام و نام‌خانوادگی نگارنده/ نگارنده‌گان:** علی فرزانفر
- **نام و نام‌خانوادگی مجری مسئول(اختصاص به پروژه‌ها و طرحهای ملی و مشترک دارد):**- -
- **نام و نام‌خانوادگی مجری/ مجریان:** علی فرزانفر
- **نام و نام‌خانوادگی همکاران:** محمدرضا رضایی‌خواه نرگسی- غلامرضـا لـشتوآقایی- معـصومه بیـاتی- بهـروز بهرامیـان- منـصور ذبیحـی- متـین شـکوری- حمیدرضـا علیـزاده ثابـت- مـصطفی رضـوانی- علـی پاشازانوسـی- نورالـه خداپرست- ابوالفتح رضوانی- عین‌علی داجلری – محمد مظلومی
- **نام‌ونام‌خانوادگی مشاور(ان)** -
- **محل اجرا:** استان مازندران
- **تاریخ شروع:**۸۶/۷/۱
- **مدت اجرا:**۱ سال و ۱ ماه
- **ناشر: مؤسسه تحقیقات شیلات ایران**
- **شمارگان(تیتراژ):۱۵ نسخه**
- **تاریخ انتشار:سال۱۳۸۸**

حق چاپ برای مؤلف محفوظ است- نقل مطالب تصاویر،جداول،منحنی‌ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است.

MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE

AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENTION ORGANIZATION

IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION- Cold Waters Fishes Research Center

Title:

Study on effects of red light intensities and periods on growth performance of Caspian trout (*Salmo trutta caspius)* larvae

Executor :

Ali Farzanfar

Registration Number

2009.848

Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENTION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION – Cold Waters Fishes Research Center

---

Title : Study on effects of red light intensities and periods on growth performance of Caspian trout (*Salmo trutta caspius)* larvae
Apprpved Number: 2-12-12-86065
Author: Ali Farzanfar
Executor *:* Ali Farzanfar
Collaborator *:* M.R.Rezaei Khah nargesi, Gh.Lashtoo aghaei , M.Bayati, B.Bahramian,M .Zabihi,M.Shakoori, H.R.Alizadeh Sabet, M.Rezvani, A.Pash Zanoosi, N.Khodaparast, A.F . Rezvani, A.A Dajlari, M.Mazloomi
Location of Execution : Mzandaran province
Date of Beginning : 2008
Period of Execution : 1 Year & 1 month
Publisher : *Iranian Fisheries Research Organization*
Circulation : *15*
Date of publishing : *2009*
All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference

پروژه : مقایسه تأثیر شدت و دوره نوری رنگ نور قرمز بر عملکرد رشد لارو ماهی آزاد دریای خزر *Salmo trutto caspius*

کد مصوب: ۸۶۰۶۵ – ۱۲- ۱۲ - ۲

با مسئولیت اجرایی :علی فرزانفر [۱]

توسط داوران منتخب بخش اصلاح‌نژاد و تکثیر و پرورش آبزیان مورد ارزیابی در تاریخ ۸۸/۶/۳۱ با نمره ۱۷/۹ و رتبه خوب مورد تأیید قرار گرفت.

معاون تحقیقاتی موسسه تحقیقات شیلات ایران

---

[۱]- آقای علی فرزانفر متولد سال ۱۳۴۹ در شهرستان تهران بوده و دارای مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد در رشته شیلات می‌باشد و در زمان اجرای پروژه: مقایسه تأثیر شدت و دوره نوری رنگ نور قرمز بر عملکرد رشد لارو ماهی آزاد دریای خزر *Salmo trutto caspius*

در ستاد ☐ پژوهشکده ☐ مرکز ■ ایستگاه ☐

با سمت مسئول گروه تکثیر و پرورش مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی مشغول فعالیت بوده است.

به نام خدا

عنوان	«فهرست مندرجات »	صفحه

چکیده ۱
۱- مقدمه ۳
۱-۱- کلیات ۳
۱-۲- تاریخچه پرورش آزادماهیان ۴
۱-۳- رده بندی آزاد ماهیان ۵
۱-۴- زیست شناسی بینایی آزادماهیان ۷
۱-۵- مفاهیم نور و امواج الکترومغناطیس ۱۲
۱-۶- گستره طول موجی نور ۱۳
۱-۷- ماهیتهای متفاوت نور ۱۳
۱-۸- تاریخچه استفاده ازپرتوهای نوری درپرورش طیور و ماهی ۱۵
۱-۹- هدف اجرای پژوهش و فرضیات ۱۸
۲- مواد و روشها ۱۹
۲-۱- زمان و مکان انجام پروژه ۱۹
۲-۲- موقعیت کلی محل اجرای طرح ۱۹
۲-۳- طراحی و آماده سازی مکان تحقیق ۱۹
۲-۴- تأمین لارو و معرفی آن به تراف ها ۲۱
۲-۵- روش محاسبه شاخص های بیولوژیک ۲۷
۲-۶- روش تجزیه داده ها ۲۸
۳- نتایج ۲۹
۳-۱- نتایج حاصل از زیست سنجی ۲۹
۳-۲- نتایج حاصل از عملکرد رشد لاروها تحت تأثیر دوره های مختلف نوری ۳۱
۳-۳- نتایج مقایسه‌ای ۳۵
۳-۴- نتایج مربوط به نتایج ضریب همبستگی ۳۶
۴- بحث ۳۸
پیشنهادها ۴۴
منابع ۴۶
چکیده انگلیسی ۴۸

چکیده

این پژوهش با هدف ارزیابی تاثیر شدت و تابش نور قرمز بر برخی فاکتورهای رشد و بازماندگی ماهی آزاد دریای خزر در مرکز تحقیقات ماهیان سرد آبی انجام گردید.

بمنظور اجرای مراحل مختلف این تحقیق تعداد ۱۷۵۵ قطعه لارو ماهی آزاد دریای خزر با وزن متوسط (۱,۱±۰,۲) از مرکز تکثیر آزاد ماهیان کلاردشت ، انتخاب شد و بر اساس روشهای استاندارد به محل اجرای مطالعه منتقل گردید. پس از طی مراحل قرنطینه و آداپتاسیون، لاروها به تعداد ۶۵ قطعه در هر تکرار تقسیم شد. برای انجام این تحقیق ۹ تیمار و ۳ تکرار در نظر گرفته شد.ماهی ها (بغیر از ترافهای شاهد) در ترافهایی که کاملا توسط پوششی ضخیم پلاستیکی پوشانده شده بودند ،از نور محیط مجافظت شده و از بالای هر تراف در فاصله ۴۰ سانتی متری یک لامپ۴۰یا ۵۰ واتی کم مصرف جیوه ای (با توان نوری Lumens ۸۸۰ و ۵۵۰) نصب گردید. بکمک یک تایمتر خودکار دوره های تابش نوری (۱۲-۱۲ ،۱۰-۱۴ و ۱۴-۱۰ ساعت روشن و خاموش و ۲۴ ساعت روشن بترتیب برای لامپهای ۴۰ و ۵۰ واتی بترتیب جهت تیمارهای ۱ الی ۸ تنظیم گردید. تیمار ۹ بر اساس وضعیت طبیعی نور تابش محیط بعنوان تیمار شاهد منظور گردید. پس از تنظیم رژیمهای نوری و انجام مراحل آداپتاسیون، تغذیه لاروها بمدت۳۶ روز تحت شرایط نوری ذکر شده ادامه یافت و در هر شش روز یکبار، بیومتری انجام گرفت. پس از پایان تحقیق کلیه فاکتورهای درنظر گرفته شده با استفاده از نرم افزار SPSS بوسیله آزمون آنالیز واریانس یکطرفه و میانگین چند دامنه دانکن و طرح آماری بلوک های تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت.

در کلیه تیمارها تحت تأثیر نور قرمز ، اغلب فاکتورهای اندازه گیری شده بعنوان شاخص رشد (وزن نهایی، میزان افزایش وزن، ضریب تبدیل غذا به گوشت و ضریب رشد ویژه) ، نسبت به نمونه های شاهد مقادیر بهتری دارد. زیرا بدلیل وجود قطرات چربی در سلولهای مخروطی شبکیه چشم لاروها قدرت اکتساب غذا بهبود یافته و این قطرات موجب فیلتر شدن طول موجهای پایین تر شده و به اشعه های با طول موج بالاتر اجازه عبور می دهد. لذا این لاروها بدلیل افزایش توان دید، از مواد غذایی راحتتر و بیشتر تغذیه می نمایند و همواره برای دستیابی به غذا استرس کمتری را متوجه متحمل میگردند. ازاینرو مشخص می گردد که این طیف نوری می تواند جایگزین بهتری از تابش طبیعی نور محیط باشد.

نرخ ضریب رشد ویژه و میزان افزایش وزن لاروها تحت تابش دوازده ساعته نورقرمز با شدت ۵۵۰ لومنس، نسبت به سایر شرایط فراهم آمده در مطالعه (سایر تیمارها) ، افزایش معنی داری نشان داده، اما در رابطه با ضریب تبدیل غذایی کاهش معنی داری دارد. بعلاوه با مد نظر قرار دادن نتایج حاصل از این تحقیق مشخص می گردد که میزان و نرخ تغییرات حاصله در شاخص های رشد مذکور در لارو این ماهی با تغییرات منظم شدت و دوره تابش نوری قرمز، ارتباط هارمونیک و قابل پیش بینی خاصی را نشان نمی دهد. علت بروز تغییرات حاصله اخیر ، بنظر می رسد که عمدتا" متأثر از تأثیرات فیزیولوژیک برخی غدد درونریز و نوروترانسمیتر های مغزی باشد.

کلمات کلیدی:

ماهی آزاد دریای خزر *Salmo trutta caspius*، لارو، نورقرمز، شدت نوری ، دوره نوری، رشد

۱- مقدمه

۱-۱- کلیات

با توجه به هزینه بسیار زیادی که در کشورمان صرف تولید بچه ماهیان آزاد میگردد، رشد بطئی و میزان بالای مرگ و میر در دوره انکوباسیون و لاروی، امری بسیار نامطلوب تلقی می گردد. نرخ بالای تلفات، در طی این دوره می تواند تأثیرات سوء فراوانی در میزان کمی و کیفی تولید و همچنین افزایش قیمت تمام شده بچه ماهی آزاد داشته باشد. ایران در مقایسه با بسیاری از کشورها، بچه ماهی آزاد بسیار کمی تولید می نماید. بطوریکه در کشورمان میزان تولید و رها سازی از ۸۰۰/۰۰۰ قطعه ماهی آزاد در سال ۱۳۷۳ به ۴۶۴/۰۰۰ قطعه در سال ۱۳۸۶ (سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۸۳و ۱۳۸۷) رسیده است. بهر حال با توجه به میزان بچه ماهی رها سازی شده در ایران و نسبت پایین درصد صید این ماهی در مقایسه با سایر کشورها نظیر آمریکا و کانادا (Pennel & Barton, 1996)، مشخص می گردد که میزان بقاء بچه ماهیان رها سازی شده و شانس ورود به دریا و همچنین رسیدن به مرحله بلوغ در آنها بسیار کم می باشد. ماهی آزاد دریای خزر بر اساس اعلام IUCN در سال ۱۹۹۹،در فهرست گونه های در معرض انقراض قرار گرفته است (Kiabi & *et al*., 1999).

طولانی بودن دوران لاروی یکی از مهمترین عوامل تأثیر گذار در بازماندگی پایین (۲۹,۶ ٪ تا وزن یک گرمی) (گزارش عملکرد مرکز تکثیر و پرورش آزاد ماهیان شهید باهنرکلاردشت، ۱۳۷۸) و روند رو به کاهش تکثیر این گونه کمیاب محسوب میگردد. میزان بالای مرگ و میر از دوره لاروی تا مرحله رها سازی بچه ماهیان آزاد، امری بسیار نامطلوب تلقی می گردد. نرخ بالای تلفات، در طی این دوره می تواند تأثیرات سوء فراوانی در میزان کمی و کیفی تولید و همچنین افزایش قیمت تمام شده بچه ماهی آزاد داشته باشد.

ازاینرو صرف نظر از عامل درجه حرارت آب که شاید بتوان از آن بعنوان مهمترین عامل در افزایش نرخ رشد یاد کرد (فرزانفر، ۱۳۸۰ ۱۳۸۴)، تأثیر نور نیز میتواند عامل بسیار با اهمیتی در این ارتباط تلقی گردد. بعلاوه همواره دمای آب عاملی غیرقابل کنترل بوده و بدلیل آنکه مرکز اصلی تکثیر این ماهی (مرکز کلاردشت)- و سایر ماهیان سرد آبی - در منطقه سرد سیری واقع شده و دارای متوسط دمای ۸ درجه سانتی گراد میباشد. بعلاوه با توجه به اثبات تاثیر نور قرمز بر میزان عملکرد رشد ماهیان مختلف، از جمله ماهی قزل آلا،از اینرو با انجام کنترلی ساده و کم هزینه در خصوص مدیریت در نور سالن تکثیر، احتمالا" میتوان به میزان و سرعت رشد

مطلوب تری دست یافت و با کوتاهتر شدن دوره انکوباسیون وهمچنین افزایش نرخ بازماندگی به میزان قابل توجهی در هزینه های مربوطه صرفه جویی کرد.

۲-۱- تاریخچه پرورش آزاد ماهیان

ماهی آزاد[۱]، قزل‌آلا[۲] و ماهی آزادچار[۳] متعلق به جنس انکورینچوس[۴] و سالولینوس[۵] می‌باشند که بومی آبهای سرد مناطق نیمکره شمالی هستند و در آبهای شیرین تخمریزی می‌نمایند.

نخستین مطلب نگاشته شده در خصوص آزادماهیان متعلق به آقای "پلینی"[۶] در کتاب "تاریخ طبیعی" مربوط به قرن اول پس از میلاد می‌باشد که در آنجا کلمه "سالمو" [۷] به معنی "ماهی آزاد" قید شده است. بعلاوه، در سال ۱۵۲۷ میلادی توسط آقای "هکتور بوس"[۸] استاد دانشگاه آبردین[۹] اطلاعات عمومی در خصوص تاریخچه زندگی، مهاجرت‌های مربوط به تخمریزی، رفتارهای تخمریزی و کلیاتی درباره لارو و نوزاد این ماهیان منتشر شده است (Pennel & Barton,1996). تاریخچه پرورش آبزیان[۱۰]متعلق به چهار هزار سال پیش در منطقه شرق آسیاست که با پرورش کپور ماهیان در کشور چین آغاز شد. پرورش آزاد ماهیان که شاخه‌ای از صنعت پرورش آبزیـان است، از دهـه ۱۸۶۰ در اروپا بطور وسیع پایه گذاری شد (Heen and *et al*., 1993).

در قرن ۱۴ میلادی آقای "ابی"، اذعان داشت که او تخمهای بارور شده‌ای از ماهی آزاد داشته که با قرار دادن آنها در داخل جعبه‌ای چوبی در زیر سنگریزه‌های بستر رودخانه موفق به دستیابی بچه‌ماهی از آنها شده است (Pennel & Barton, 1996). از دهه ۱۸۶۰، صنعت پرورش آزاد ماهیان از دانمارک به نروژ گسترش یافت. از دهه ۱۹۷۰، پرورش آزاد ماهیان در اغلب نقاط اروپا متداول شد. در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰، پرورش ماهی قزل‌آلا با استفاده از آب دریا انجام پذیرفت. در سال ۱۹۶۵ اقدام به پرورش ماهی آزاد در قسمت محصور شده‌ای از دریا گردید. در سال ۱۹۶۹، سیستم‌های شناور پرورش ماهی (Cage culture) در نروژ پایه‌گذاری شد و بتدریج تا به امروز صنعت پرورش آزادماهیان به شکل کنونی در اغلب نقاط جهان گسترش پیدا کرده است (Heen and *et al*., 1993).

1-Salmon 2-Trout 3-Charr 4-Oncorhynchus 5-Salvelinus 6-Pliny 7-Salmo 8-Boece
9-University of Aberdeen 10- Aquacultre History

۳-۱- رده‌بندی آزادماهیان

این ماهیان از راسته آزادماهی شکلان[۱] و مشتمل بر شش خانواده که عبارتند از: آزادماهیان[۲]، سفیدماهیان[۳]، بلندباله ماهیان[۴] ، نازک فلس ماهیان[۵]، اردک ماهیان[۶] و سگ ماهیان[۷] که در این مجموعه تنها خانواده نخست، بطور مختصر تشریح می گردد.

از جنس‌های معروف این خانواده می‌توان به جنس سالمو[۸]، هاچو[۹]، اونکورهینچوس[۱۰]، سالموتیموس[۱۱]، سالولینوس[۱۲] و استنودوس[۱۳]، اشاره نمود.

ماهیان این خانواده فاقد مجرای تخم‌بر بوده و پس از رسیدگی، تخمها در حفره شکمی افتاده و پس از عبور از مجرای تناسلی به خارج هدایت می‌شوند. از اینرو با کشیدن ملایم دست در زیر شکم ماهی مولد، تخمها براحتی خارج می‌شوند. ماهیان این خانواده در آبهای سرد با اکسیژن فراوان زندگی و در پاییز و زمسان تخمریزی می‌نمایند.

در میان خانواده‌های راسته آزادماهی شکلان بجز خانواده‌های اردک ماهیان و سگ ماهیان، مابقی دارای یک باله چربی کوچک هستند که در حد واسط بین باله پشتی و دمی آنها قرار دارد و فاقد شعاعهای استخوانی سخت و نرم می باشند(وثوقی و مستجیر،۱۳۷۱).

آزادماهیان در اغلب نقاط جهان پراکنش گسترده‌ای دارند. این ماهیان در زمره ماهیان سرد آبی محسوب می گردند و اغلب متعلق به مناطق سردسیری یا معتدله جهان می‌باشند.

در بین خانواده آزاد ماهیان، قزل‌آلای رنگین کمان، قزل‌آلای خال قرمز، ماهی آزاد دریای خزر و میزان محدودی ماهی آزاد زیبا و ماهی آزاد کتا، در آبهای ایران یافت می‌شوند

1- Salmoniforms 2- Salmonidae 3- Coregonidae 4- Thymalidae 5- Osmeridae 6- Esocidae 7- Umberidae 8 – Salmo 9- Hucho 10- Oncorhynchus 11- Salmothymus 12- Salvelinus 13- Stenodus

۱-۳-۱-ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*)

شکل(۱): ماهی آزاد دریای خزر(*Salmo trutta caspius*)
(اقتباس از اطلس ماهیان حوزه جنوبی دریای خزر)

رنگ بدن این ماهی نقره‌ای است و در پهلوها لکه‌های ستاره‌ای شکل دیده می‌شود. باله پشتی و مخرجی این ماهی دارای لکه‌های رنگی می‌باشند(شکل) . طول متوسط این ماهی حدود ۷۷ سانتی‌متر و وزن آن حدود ۴۸۰۰ گرم است. محل زندگی آن کرانه‌های دریای خزر می‌باشد و جهت تخمریزی در اواخر پاییز و اوایل زمستان، وارد رودخانه‌های منتهی به دریای خزر می‌شود. تعداد کلی تخمکهای این ماهی بطور متوسط ۷۰۵۶ عدد و قطر آنها بطور متوسط بالغ بر ۵/۱ میلی‌متر می‌گردد (وثوقی و مستجیر، ۱۳۷۱). بیشترین فراوانی این گونه مربوط به قسمت‌های غربی حوزه جنوب دریای خزر و آبهای سرد می‌باشد. ماهی آزاد بیشتر عمر خود را در دریا سپری می کند. پس از ورود به دریا تا ۳ الی ۵ سالگی در دریا تغذیه و رشد کرده و پس از رسیدن به سن بلوغ به حکم غریزه به رودخانه مادری مهاجرت می کند. ماهی آزاد دریای خزر پس از تخم ریزی همانند ماهی آزاد کورا نمی میرد و ماهی آزاد نر و ماده محل تخمریزی را ترک نموده و راهی دریا می شوند. نوزادان ماهی آزاد دریای خزر بدون اینکه والدینشان را دیده باشند و آموزش دیده باشند ، تمامی حرکات تغذیه ای ، مهاجرتی و تولید مثلی والدینشان را تکرار می کنند. این زیرگونه شکارچی و دارای رژیم گوشتخواری می باشد. تغذیه بچه ماهیان در طبیعت ابتدا از زئوپلانکتون ها و سپس از لارو حشرات مانند Plecoptera، Ephemeroptera، Gammaridae، Chironomidae و کرمها انجام می گیرد. ماهی آزاد بالغ از کیلکا، آترینا و نوزاد شگ ماهی وسایر بچه ماهیان تغذیه می کند.

ماهیهای بالغ جهت تولید مثل در دو فصل بهار و پاییز به برخی رودخانه‌های استانهای گیلان(شفارود و گرگانرود) و مازندران (سردآبرود، چشمه کیله، چالوس) مهاجرت می‌نمایند(نادری جلودار و عبدلی،۱۳۸۳).

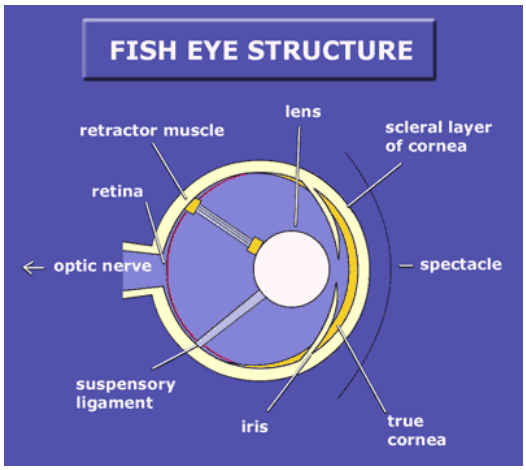
٤-١- زیست شناسی بینایی آزادماهیان

چشم در آزاد ماهیان، همانند سایر ماهیها دارای یک عدسی مدور و فاقد پلک است. البته از لحاظ ساختار داخلی شباهت بسیاری به سایر جانوران دارد. چشم در ماهیان، بسیار ظریف و حساس بوده و تا حد قابل ملاحظه‌ای در معرض انواع آسیب‌های احتمالی یا بیماریهای گوناگون است. معمولاً در فاصله‌ای در حدود یک‌متر، چشم قابلیت تمرکز را دارد، اما هنگامیکه عدسی بطرف عقب چشم قرار می‌گیرد، ماهی می‌تواند فاصله‌ای بالغ بر ۱۲ متر را نیز بخوبی ببیند. چشم ماهیها تطابق زیادی برای دیدن در شرایط کم نوری در آب را دارد و در مقایسه با انسان قابلیت بینایی بالاتری را در شرایط مشابه دارد. در چشم آزاد ماهیان نیز همانند سایر ماهیها، دو نوع سلول تخصصی استوانه‌ای و مخروطی وجود دارد. سلولهای استوانه‌ای قابلیت تشخیص در روشنایی و تاریکی را به جانور می‌دهند و سلولهای مخروطی نسبت به رنگ‌ها حساسیت دارند (Willoughby, 1999).

چشم‌های ماهی با زاویه ۳۰-۲۰ درجه در جلوی سر قرار گرفته‌اند. بنابر این، اجسام واقع در این زاویه در جلوی چشم، دیده نمی‌شوند. ماهیها همچنین قادرند خارج از آب را ببینند ولی مشروط به آن که اجسام خارج از آب، در زاویه بین دو چشم یعنی ۹۸-۹۷ درجه قرار داشته باشند (وثوقی و مستجیر، ۱۳۷۱; Bone and *et al.*, 1995).

ساختار چشم ماهیان همانند سایر مهره داران می باشد. نور ساطع شده از اشیاء در ابتدا ، باید از قرنیه شفاف گذر کند. از آنجایی که شرایط اپتیکی آب خیلی شبیه به مایعات داخلی چشم ماهیان می باشد، لذا برای ایجاد تصویری واضح در چشم ماهی ، نیازی به شکست نور هنگام ورود به چشم نمی باشد. بنابراین قرنیه ی ماهی در مقایسه با قرنیه ی مهره داران خشکی زی خیلی ضخامت کمتری دارد. عنبیه چشم بوسیله افزایش یا کاهش قطر مردمک مقدار نور ورودی به چشم را تنظیم می کند. ماهیان غضروفی می توانند عنبیه چشم خود را تنظیم کرده و شکل مردمک را تغییر دهند ، اما این توانایی در ماهیان استخوانی وجود ندارد. عدسی چشم ماهیان ، که بیشتر کروی شکل می باشند، مانند عدسی محدب مهره داران خشکی زی ، نور دریافت شده از اشیاء را در شبکیه چشم متمرکز می نماید. عدسی چشم ماهیان غضرفی تا اندازه ای پهن می باشد.این در حالی است که عدسی چشم مارماهی دهان گرد(لامپری) و ماهیان استخوانی گرد و کروی است. ماهی اشیاء را در فواصل دور بوسیله حرکت عدسی به جلو و عقب ، می بیند ، اما در مهره داران خشکی زی تمرکز تصاویر روی شبکیه چشم بر اثر تغییر انحناء و خمیدگی عدسی انجام می گیرد(Bone and *et al.*, 1995).

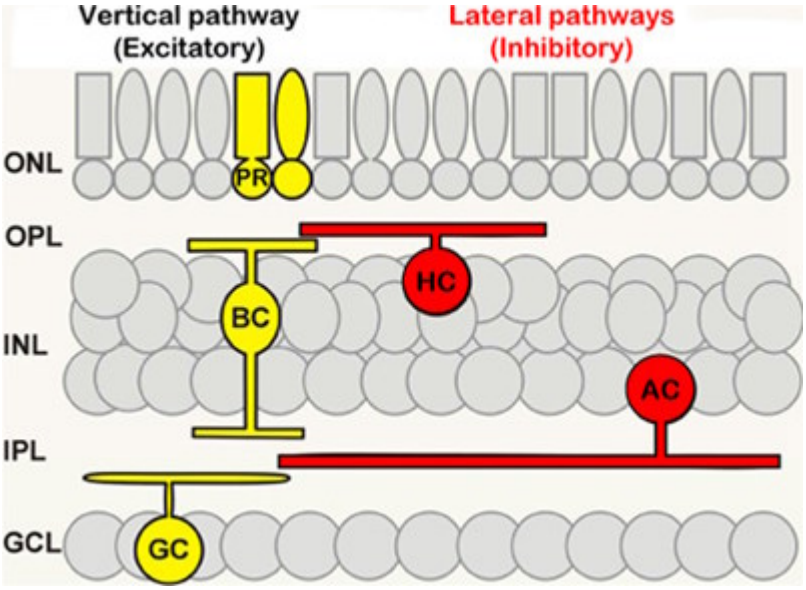
لایه بیرونی چشم (صلبیه یا Sclera) وظیفه حفظ ساختار ظریف بخش داخلی را بر عهده دارد. صلبیه ماهیان فاقد آرواره ، فیبری و سخت می باشد. در ماهیان غضرفی صلبیه از صفحات غضرفی و در ماهیان استخوانی از ساختار استخوانی تشکیل شده است(Bone and *et al*., 1995).



شکل (۲): ساختار داخلی چشم ماهی (اقتباس از وب سایت: www.schools.net.au)

لایه مشیمیه یا لایه عروقی در بین دو لایه صلبیه (لایه ی حفاظتی) و لایه شبکیه (لایه دارای گیرنده های نوری) قرار گرفته است. این لایه حاوی تامپتوم لوسیدیوم (لایه ی انعکاسی) – ساختار تشکیل شده از کریستال های انعکاسی گوانین –می باشد که حساسیت بینایی را در شرایط نوری پایین ، افزایش می دهد.

دریافت نور ساطع شده از اشیاء توسط گیرنده های موجود در شبکیه انجام می گیرد. شبکیه دارای ساختار پیچیده ای است که از هفت لایه تشکیل شده است. این لایه ها از بیرون به داخل عبارتند از : اپتلیوم رنگدانه ای (رنگدانه سطحی) که حاوی رنگدانه های نقره ای و سیاه می باشد؛ لایه گیرنده های نوری که دارای سلول های استوانه ای و مخروطی می باشد؛ لایه دوقطبی، این لایه از سلول هایی تشکیل شده است که با سلول های گیرنده نور سیناپس حاصل می کنند؛ لایه غده ای، سلول های این لایه با سلول های دو قطبی اتصال برقرار می کنند؛ لایه رشته های عصبی؛ این لایه حاوی سلول هایی است که با لایه غده ای سیناپس دارند و رشته های عصبی را از طریق عصب بینایی به مغز می فرستند.



شکل(۳): ساختار شبکه چشم و نحوه حضور لایه ها و اعصاب مختلف (Erika & *et al*., 2006)

PR: گیرنده های نوری

BC: سلولهای دو قطبی شبکیه

HC: سلولهای افقی شبکیه

OPL:لایه خارجی

GC: سیناپس سلولهای دوقطبی و سلولهای گانگلیونی

AC: سلولهای آماکراینی

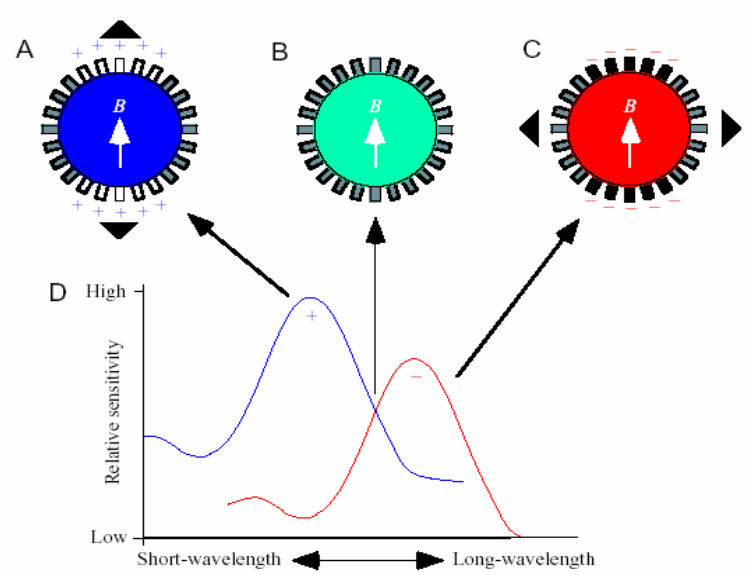
IPL: لایه داخلی

لایه ی شبکیه ی چشم در مقایسه با سایر بافت های بدن نیاز اکسیژنی بیشتری دارد. در بیشتر ماهیان استخوانی بالاترین سطح اکسیژنی در غده ی کوروئید(Choroid gland) وجود دارد. این غده ی U شکل ، عصب بینایی را در بخش خروجی چشم می پوشاند. جریان خون از طریق" رت میرابل"به غده ی کوروئید می رسد. مکانیسم جریان متقابل در رت میرابل سطح بالای از اکسیژن را در این غده فراهم کرده و اکسیژن مورد نیاز شبکیه را تامین می نماید. غده ی کوروئید خون اکسیژن دار را از ساختار آبشش مانند در سطح داخلی سرپوش آبششی ماهیان دریافت می کند. برداشت شبه آبشش در ماهی قزل آلا باعث کاهش اکسیژن در شبکیه و تنزل تصاعدی رنگدانه های بینایی شده است (Erika & *et al*., 2006).

مانند سایر مهره داران ، شبکیه ی چشم ماهیان دارای دو نوع سلول حساس به نور ؛ یعنی سلول های مخروطی و استوانه ای می باشد.سلول های استوانه ای به نور کم خیلی حساس می باشد. ماهیانی که در سپیده دم و غروب

در هوای گرگ و میش فعالیت می کنند ، در شبکیه ی چشم ، سلول های استوانه ای غالبیت دارند. ماهیان قسمت های عمیق دریا و بسیاری از گونه های شب گرد ، تنها دارای سلول های استوانه ای هستند. در نور شدید، رنگدانه ی ملانین در لایه ی سطحی، از سلول های استوانه ای چشم ماهیان استخوانی محافظت می کند. در نور با شدت کمتر، حرکات فتوشیمیایی رنگدانه ی ملانین ، موقعیت نسبی لایه های سطحی و گیرنده های نوری را تغییر می دهد و سلول های استوانه ای را در معرض نور موجود قرار می دهد. بعضی از ماهیان غضرورفی و بیشتر ماهیان استخوانی داری سلول های مخروطی می باشند. سلول های مخروطی در ماهیان روزگرد بالاترین تعداد را داراست. چهار نوع سلول مخروطی در چشم ماهیان دیده شده است ، که هر کدام از آنها بیشترین جذب نوری خود را در بخش های مختلفی از طیف الکترومغناطیسی نشان می دهند(Mark *et al*., 1999):

- . سلول های مخروطی قرمز به نورهایی با طول موج ۶۰۰ نانومتر (نور قرمز) پاسخ می دهند
- سلول های مخروطی سبز بیشترین حساسیت را به نورهایی با طول موج در حدود ۵۳۰ نانومتر(نور سبز) نشان می دهند
- سلول های مخروطی آبی بهترین طول موجی که به آن پاسخ می دهند در حدود ۴۶۰ نانومتر می باشد
- سلول های مخروطی ماوراء بنفش بیشتری فعالیت خود را در طول موج ۳۸۰ نانومتر در محدوده طیف نوری ماوراء بنفش نشان می دهند. بنابراین، ماهیان دارای این نوع سلول های مخروطی می توانند نورهای ماوراء بنفش را ببینند.



شکل (٤): میزان حساسیت پذیری انواع گیرنده های نوری در سلولهای مخروطی چشم(Mark & *et al*., 1999)

نوع سلول های مخروطی با کیفیت نور محیط در ارتباط می باشد. برای مثال، ماهیان آب های کم عمق معمولا سلول های مخروطی قرمز ، آبی و سبز را دارا می باشند. دلیل وجود این سلول ها در این ماهیان اینست که ماهی بتواند محدوده وسیعی از طیف نوری که وارد سطح آب می گردد، را دریافت کند. هرچه عمق آب افزایش یابد از میزان نفوذ نور ماوراء بنفش کم می شود، از این رو ، عجیب نیست که ماهیانی که سلول های مخروطی ماوراء بنفش دارند، در سطح آب زندگی می کنند.

در مقایسه با انسان ها و سایر جانوران خشکی زی ، ماهیها دید کوتاه دارند. چشم آنها فاصله کانونی کوتاه‌تری داشته و اشیاء را در فاصله یک متری به وضوح می بینند. با وجود این ، حداکثر فاصله ا ی که آنها قادر به دیدن آن هستند ، بیشتر از ۱۵ متر نیست. کروی تر بودن عدسی چشم ماهیان در مقایسه با جانوران خشکی زی دلیل اصلی این پدیده است. میدان دید افقی ماهیان بالغ ۱۶۰-۱۷۰ درجه (در ماهی قزل الا) می باشد که در مقایسه با دید افقی انسان(۱۵۴ درجه) بیشتر است. میدان دید عمودی در ماهیان ۱۵۰ و در انسان ۱۲۰درجه می باشد. البته شایان ذکر است که این نوع دید ، دید تک چشمی می باشد. میدان دید دو چشمی در قزل آلا تنها ۲۰ -۳۰درجه می باشد که درمقایسه با انسان (۱۲۰ درجه) میدان دید دو چشمی محدود تری دارند.حداکثر تیز بینی در ماهیان در شدت نور ۳۵ لوکس حاصل می شود ولی انسان ها در شدت نور ۳۰۰ لوکس بهترین شرایط تیز بینی را دارا می باشند. اکثر ماهیان با زاویه ی ۹۷/۶ درجه نسبت به بیرون دید دارند(Mark. *et al*., 1999).

شروع رشد لارو ماهیان به طور اساسی تحت تأثیر شیوه تغذیه لارو از حالت درونی (کیسه زرده) به حالت تغذیه فعال است و وقوع این اتفاق تحت تأثیر شکار و دیدن آن به وسیله لاروهاست. از اینرو انجام اقداماتی در جهت افزایش میزان دید و بینایی ماهیان از طی دوره لاروی می تواند در بقاء و سلامت آتی ماهیان نقش بسزایی ایفا نماید (حسینی نجد گرامی و ایرانی، ۱۳۸۵).

۵-۱- مفاهیم نور و امواج الکترومغناطیس

نور دارای تعریف دقیقی نیست، جسم شناخته شده یا مدل مشخص که شبیه آن باشد وجود ندارد. ولی لازم نیست فهم هر چیز بر شباهت مبتنی باشد. نظریه الکترومغناطیسی و نظریه کوانتومی با هم ایجاد یک نظریه نامتناقض و بدون ابهام می‌کنند که تمام پدیده‌های نوری را توجیه می‌کنند.

نظریه ماکسول درباره انتشار نور بحث می‌کند در حالیکه نظریه کوانتومی بر هم کنش نور و ماده یا جذب و نشر آن را شرح می‌دهد ازآمیختن این دو نظریه ،نظریه جامعی که الکترودینامیک کوانتومی نام دارد،شکل می‌گیرد. چون نظریه‌های الکترو مغناطیسی و کوانتومی علاوه بر پدیده‌های مربوط به تابش بسیاری از پدیده‌های دیگر را نیز تشریح می‌کنند منصفانه می‌توان فرض کرد که مشاهدات تجربی امروز را لااقل در قالب ریاضی جوابگو است.

نور چهار مشخصه اصلی دارد که عبارت است از منبع (جوادی ، ۱۳۸۷) :

الف- طول موج : فاصله بین دو نقطه یکسان موج می باشد که مشخص کننده رنگ موج است. با تعیین رنگ، انرژی و طول موج می توان یک موج را نسبت به سایر موج ها سنجید. به عنوان مثال طول موج های کوتاه در طیف مرئی در ناحیه بین آبی و فوق بنفش قرار می گیرد در حالیکه رنگ قرمز دارای طول موج های بلندتری می باشد. فاصله بین این قله های موج آن چنان کوچک است که واحد آن را نانومتر (ده به توان منفی نه) یا میکرون (ده به توان منفی شش) قرار داده اند .تشعشع الکترومغناطیسی طیف طولانی از طول موج های بلند رادیویی تا طول موج های کوتاه اشعه ایکس را شامل می شود

.ب- فرکانس : فرکانس موج تعداد موج های عبور کرده از یک نقطه در یک فاصله زمانی مشخص می باشد . واحد آن سیکل بر ثانیه یا هرتز Hz می باشد .فرکانس و طول موج به سرعت موج وابسته اند. طول موج های بلند تر از قبیل نور قرمز در فرکانس های پایین تراز نور آبی قرار دارند ولی فرکانس در کل خیلی بالاست (ده به توان چهارده هرتز).

ج - سرعت :سرعت موج تعیین کننده تندی عبور موج از یک محیط مشخص می باشد. برای مثال سرعت عبور نور در خلاء سیصد هزار کیلو متر در ثانیه می باشد. سرعت در محیط هایی مثل شیشه یا آب کاهش می یابد.

د- دامنه : دامنه یا شدت موج با ارتفاع یا بلندی میدان الکتریکی یا مغناطیسی مشخص میشود.

٦-۱-گستره طول موجی نور

نور گستره طول موجی وسیعی دارد . ناحیه نور مرئی از حدود ۴۰۰ نانومتر (آبی) تا ۷۰۰ نانومتر (قرمز) است که در وسط آن طول موج ۵۵۵ نانومتر (نور زرد) که چشم انسان بیشترین حساسیت را نسبت به آن دارد یک ناحیه پیوسته که ناحیه مرئی را در بر می‌گیرد و تا فروسرخ دور گسترش می‌یابد.

امواج نوری که از خورشید به زمین می رسند دارای طول موجهایی بین ۱۰۶ تا ۱۰۱۴ سانتیمتر می باشند که در آنها فقط امواج بین ۳۸۰ نانومتر (بنفش) و ۷۶۰ نانومتر (سرخ) قابل رویت است و طیف مرئی را تشکیل می دهد.

موانع کوچک می‌توانند انرژی یک موج فرودی را در همه جهتها پراکنده کنند و مقدار پراکندگی بستگی به طول موج دارد. به عنوان یک قاعده کلی ، هر چه طول موج در مقایسه با اندازه مانع بزرگتر باشد، موج بوسیله مانع کمتر پراکنده می‌شود. برای ذراتی کوچکتر از یک طول موج ، مقدار پراکندگی نور با عکس توان چهارم طول موج تغییر می کند.

$$E = 1 / \lambda^4$$

برای مثال، طول موج نور قرمز در حدود دو برابر طول موج نور آبی است. بنابراین پراکندگی نور قرمز در حدود یک شانزدهم پراکندگی نور آبی است.

خواص نور و نحوه تولید سرعت نور در محیط‌های مختلف متفاوت است که بیشترین آن در خلاء و یا بطور تقریبی در هوا است در داخل ماده به پارامترهای متفاوتی بر حسب حالت و خواص الکترومغناطیسی ماده وابسته‌است. به‌وسیله کاواک جسم سیاه می‌توان تمام ناحیه طول موجی نور را تولید نمود. در طبیعت در طول موج‌های مختلف مشاهده شده امّا مشهورترین آن نور سفید است که یک نور مرکبی از سایر طول موج هاست. تک طول موج‌ها آن را به‌وسیله لامپ‌های تخلیه الکتریکی که معرف طیف‌های اتمی موادی هستند که داخلشان تعبیه شده می‌توان تولید کرد(Crowell, 2009).

۷-۱-ماهیت‌های متفاوت نور

۱-۷-۱- ماهیت ذره‌ای

ایزاک نیوتن در کتاب خود در رساله‌ای درباره نور نوشت: پرتوهای نور ذرات کوچکی هستند که از یک جسم نورانی نشر می‌شوند. احتمالاً نیوتن نور را به این دلیل بصورت ذره در نظر گرفت که در محیط‌های همگن به نظر

می‌رسد در امتداد خط مستقیم منتشر می‌شوند که این امر را قانون می‌نامند و یکی از مثالهای خوب برای توضیح آن بوجود آمدن سایه است (جوادی ، ۱۳۸۷) .

۲-۷-۱-ماهیت موجی

هم‌زمان با نیوتن، کریستیان هویگنس (Christiaan Huygens) (۱۶۹۵-۱۶۲۹) طرفدار توضیح دیگری بود که در آن حرکت نور به صورت موجی است و از چشمه‌های نوری به تمام جهات پخش می‌شود به خاطر داشته باشید که هویگنس با به کاربردن امواج اصلی و موجک‌های ثانوی قوانین بازتاب و شکست را تشریح کرد. حقایق دیگری که با تصور موجی بودن نور توجیه می‌شوند پدیده‌های تداخلی اند مانند در وجود آمدن فریزهای روشن و تاریک بر اثر بازتاب نور از لایه‌های نازک و یا پراش نور در اطراف مانع (جوادی ، ۱۳۸۷) .

۳-۷-۱-ماهیت الکترومغناطیس

بیشتر به دلیل نبوغ جیمز کلارک ماکسول (James Clerk Maxwell) (۱۸۷۹-۱۸۳۱) است که ما امروزه می‌دانیم نور نوعی انرژی الکترومغناطیسی است که معمولاً به عنوان امواج الکترومغناطیسی توصیف می‌شود. گسترده کامل امواج الکتروو مغناطیسی شامل: موج رادیویی، تابش فروسرخ نور مرئی از قرمز تا بنفش، تابش فرابنفش، پرتو ایکس و پرتو گاما می‌باشد (جوادی ، ۱۳۸۷) .

٤-۷-۱-ماهیت کوانتومی نور

طبق نظریه مکانیک کوانتومی نور، که در دو دهه اول سده بیستم به وسیله پلانک و آلبرت انیشتین و بور برای اولین بار پیشنهاد شد، انرژی الکترو مغناطیسی کوانتیده است، یعنی جذب یا نشر انرژی میدان الکترو مغناطیسی به مقدارهای گسسته‌ای به نام «فوتون» انجام می‌گیرد. E=hv که در آن v بسامد وEانرزی است (جوادی ، ۱۳۸۷).

۵-۷-۱-نظریه مکملی

نظریه جدید نور شامل اصولی از تعاریف نیوتون و هویگنس است. بنابرین گفته می‌شود که نور خاصیت دو گانه‌ای دارد بر خی از پدیده‌ها مثل تداخل و پراش خاصیت موجی آن را نشان می‌دهد و برخی دیکر مانند پدیده فتوالکتریک، پدیده کامپتون و ... با خاصیت ذره‌ای نور قابل توضیح هستند (جوادی ، ۱۳۸۷) .

٦-۷-۱-کمیت نور

کمیت یا شدت نور عبارتست از مقدار امواج نورانی که در واحد زمان به واحد سطح می رسد و واحد اندازه گیری آن فوت کندل (candle Lux7/10=Foot) یا لوکس (Lux) می باشد(Crowell, 2009).

۸-۱- تاریخچه استفاده از پرتوهای نوری در پرورش طیور و ماهی:

در صنعت پرورش ماکیان میزان نور مناسب در محل نگهداری طیور ، یکی از ابزارهای مدیریتی میباشد که در کشور ما اغلب مورد توجه قرار نمیگیرد . مدیریت مناسب نور محیط پرندگان میتواند سبب رشد میزان تولید تخم مرغ در مرغهای تخم مرغ و همچنین سبب افزایش رشد برویلرها و بوقلمون شود . بعبارت دیگر ، تحریک نامناسب نور سبب توقف تولید تخم مرغ و رشد میشود . معمولترین تاثیر فیزیولوژیک نور در رشد پولتها و همچنین بلوغ جنسی میباشد . عملا تحت کاهش دوره نوردهی و یا نوردهی دائم بلوغ پولتها کاهش می یابد . علاوه بر طول دوره نور ، شدت نور نیز مهم است .

شدت زیاد نور ممکن است سبب پرریزی و سایر مشکلات وابسته در پولتها ، تخم گذارها ، برویلرها و بوقلمونهای بالغ در شرایط نور کنترل نشده شود . شدت نور زیاد در محل زندگی جوجه ها سبب ایجاد مشکلاتی در بقای جوجه ها در روزهای اول زندگی آنها میشود . همچنین بازده تولید و پاسخهای فیزیولوژیک طیور بشدت تحت تاثیر نور و برنامه های نوری قرار دارد. در صورت امکان ، استفاده از امکانات کنترل میزان نور مفید خواهد بود . پرورش دهندگان برویلر ، در صورت استفاده از تجهیزات کنترل نور به مزیتهایی مانند : کنترل بهتر بلوغ جنسی ، کاهش مصرف غذا ، یکدست بودن گله دست یافته و از این طریق میتوانند صرفه جویی های اقتصادی زیادی بکنند . در برخی بخشهای نگهداری برویلرها نور بصورت ممتد و در یک دوره

طولانی ۲۳ تا ۲۴ ساعته روشن میباشد . پرندگان به استراحت نیاز دارند . نوردهی طولانی سبب وارد آمدن استرس در شرایط خرابی نور میشود ، زیرا در این شرایط پرندگان عصبی میشوند و این استرس سبب افزایش سطح کورتیکوسترون در خون شده و این شرایط سبب تلفات بالایی میشود . نوردهی متناوب (نه پشت سرهم) مورد آزمایش قرار گرفته است و مشخص شده است که این شرایط نوردهی بازده تولید را بالا برده و آرامش و آسایش پرندگان را بهتر فراهم می کند . جنبه دیگر تحقیقات اخیر ، تاثیر نوع رنگی نورها در عملکرد و آسایش طیور بوده است . علت گسترش استفاده از لامپهای رنگی تنها صرفه جویی در مصرف میزان برق نبوده است ، بلکه بهبود بازده تولید و آسایش پرندگان سبب این امر شده است. رودنبرگ در سال ۲۰۰۴ گزارش داده است که نور زرد سدیمی و همچنین نور آبی – سبز سبب کاهش چربی سینه میشود . همچنین از سایر اثرات مثبت این نور میتوان تاثیرات مثبت آن در زخمهای پا و در نتیجه بهبود عمل راه رفتن را ذکر کرد . همچنین تحت نور قرمز بوقلمونها و مرغها رشد کمتری خواهند داشت ، فعالیت بیشتری خواهند داشت و همچنین رفتار ستیزه گری آنها در این نور نسبت به نورهای آبی و سبز بیشتر میباشد . نور قرمز سبب تحریک جنسی بیشتر میشود ، در حالی که نور آبی اثرات آرامش بخش دارد . دالیوال و نگرا در سال ۲۰۰۴ میلادی هیچگونه تاثیر بامعنایی را در نورهای رنگی در رشد و FCR بلدرچین مشاهده نکردند ، ولی میزان تولید تخم مرغ و وزن تخم مرغ با نور سفید فلورسنت بیشتر بود و همچنین تولید تخم مرغهای بارور نیز در روشنایی نور زرد بیشتر بود (ایزدی فر، ۱۳۸۱) .

در صنعت آبزی پروری، نور از فاکتورهای مهم محیطی موثر در محیطهای آبی به شمار میرود و نور خورشید به عنوان منبع اصلی تامین کننده نور در محیط های آبی مطرح است. نور صورت مستقیم و هم غیر مستقیم اهمیت زیادی در زندگی ماهیان دارد و رفتار ماهیان بخصوص فعالیت های شبانه روزی آنها و جنبه های دیگر زندگی ماهیان از جمله متابولیسم، رسیدگی جنسی ماهی در رابطه با نور است.

اصولا تکنیک ها و وسایلی که بتواند توانایی نوزادهای ماهیان را دربالا بردن تغذیه آغازین بهبود بخشد بسیار مهم و ضروری هستند(اپل بوم و مک گیر،۱۹۹۸ ؛ گیری و همکاران ، ۲۰۰۲) بالا بردن توانای کسب غذا پس از جذب کیسه زرده، بستگی به پاسخی دارد که نوازدها نسبت به نوسانات محیطی از خود نشان میدهند. در این

میان می توان به توانایی نوزادها در شنای عمودی و افقی به سمت نور اشاره کرد که در صورت عکس العمل مناسب، لاروها از رشد بالاتر و تلفات کمتر برخوردار خواهند بود.

یکی از مشکلات موجود در پرورش ماهیان میزان رشد بطئی در مراحل اولیه نوزادی است که همواره با تلفات شدید نیز همراه است. از جمله مهمترین عوامل محیطی تأثیر گذار در رشد و بقاء لاروهای ماهیان بهره گیری از رژیمهای نوری (حسینی نجد گرامی و ایرانی ، ۱۳۸۵) و بکارگیری نورهای رنگی می باشد (ایمانپور و همکاران، ۱۳۸۵).

در سال ۱۳۸۱، راستیان نسب و هرسیج در سال ۱۳۸۴ بر روی ماهی قزل آلای رنگین کمان اثرات نور قرمز را مورد ارزیابی قرار دادند. در این آزمایشها در کلیه تیمارهایی که از نور قرمز استفاده شده ، افزایش معنی داری در نرخ رشد و بازماندگی لاروها مشاهده شده است.

ایمانپور و همکاران (۱۳۸۵) نیز اثرات نورگرایی، طیف نوری و دوره های نوری را بر میزان ماندگاری ورشد نوزادهای ماهی سفید Ruttilus frissi kutum مورد بررسی قرار دادند. آنها در این تحقیق دریافتند که تاثیر نور قرمز بطور ۲۴ ساعته میتواند اثر معنا داری بر رشدداشته ، اما میزان آن در خصوص بقا معنی دار نبوده است (ایمانپور و همکاران، ۱۳۸۵).

در سال ۱۳۸۵ حسینی نجد گرامی و ایرانی ، طی تحقیقی اثرات رژیم نوری را بر رشد، بقاء و پارامترهای تغذیه ای لارو ماهی قزل آلای رنگین کمان را مورد ارزیابی قرار دادند. در این تحقیق مشخص گردید که تأثیر تیمارهای مختلف رژیم نوری در وزن، طول، فاکتور وضعیت و ضریب تبدیل غذایی معنی دار بوده اما تغییرات پارامترهای بقاء و رشد ویژه SGR تغییرات معنی داری نداشته است. بعلاوه با تابش نور سفید طی ۲۴ ساعت و بطور دائم ۱۸-۳۰ درصد افزایش رشد در بین تیمارها مشاهده شده است.

تاثیر طیفهای گوناگون نور مصنوعی در ماهی آزاد اقیانوس اطلس توسط Oppeda (۲۰۰۲) و تاثیر شدت نور در ماهی آزاد چار توسط Wallace(۱۹۸۸) بررسی شده است. اما با توجه به این که هر یک از گونه های فوق، عکس العملهای خاص و گوناگونی نسبت به رنگ دوره نوری از خود نشان می دهد (Dewen. *et al*., 2003) در نتیجه بهتر است که در مورد هر گونه ماهی به طور جداکانه مطالعاتی در این خصوص انجام گیرد، تا بتوان از نتایج آن در مراکز اجرایی بهره برداری مناسب تری صورت پذیرد.

تاثیر عوامل محیطی از جمله نور مداوم (Stefansson, 1990) و نور قرمز ۲۴ ساعته موجب تکامل مورفولوژیک لاروها می شود(Giri, *et. al.*, 2002 ; Britz, *et al.* 1992 و هرسیج، ۱۳۸۴). این بررسی ها بر روی ماهیهای قزل آلای رنگین کمان ، ماهی آزاد اقیانوس اطلس و چار و ... انجام گرفته است . به طور کلی ماهیها به نور قرمز تمایل بیشتری دارند و به طرف آن حرکت میکنند (Karlsen *et. al.*, 2001) که این امر به دلیل وجود قطرات چربی در شبکیه چشم لاروها می باشد که نور قرمز قدرت اکتساب غذا را بهبود می بخشد. قطرات چربی، طول موجهای پایین تر را فیلتر کرده و به اشعه های با طول موج بالاتر اجازه عبور می دهد . نوزادهای پرورش یافته تحت تاثیر نور قرمز، به دلیل افزایش توان دید، از مواد غذایی راحتتر و بیشتر تغذیه می نمایند و همواره برای دستیابی به غذا استرس کمتری را متوجه متحمل میگردند (Nicieza *et al.*, 1997). همچنین در صورت فراهم بودن غذای کافی و نیز وجود نور قرمز در محیط و با ایجاد کنتراست نوری بیشتر، تمایل ماهی برای مصرف غذای بیشتر و در نتیجه رشد و بقای بهتر تحریک می شود. در چنین شرایطی نوزادها احساس امنیت غذایی بیشتری نموده و در نتیجه رشد سریعتری خواهند داشت (هرسیج، ۱۳۸۴، Girri, 2002). وجود اینگونه قطرات چربی با عملکردی مشابه در برخی از سلولهای مخروطی شبکیه چشم بعضی از مهره داران خشکی زی نظیر پرندگان نیز به اثبات رسیده است (Debipriya. *et al.*, 1999)

۹-۱-هدف اجرای پژوهش و فرضیات

هدف اصلی انجام این تحقیق ارزیابی تاثیر شدت و تابش نور قرمز در برخی فاکتورهای رشد و بازماندگی ماهی آزاد دریای خزر بود.

در این طرح تحقیقاتی در جهت نیل به اهداف یاد شده در فرضیه ذیل مفروض بوده است:

۱. آیا شدت نور و دوره نوری قرمز میتواند بر میزان عملکرد رشد و بازماندگی لارو ماهی آزاد دریای خزرنقش موثر داشته باشد؟

۲. آیا شدت نور و دوره نوری قرمز میتواند بر کاهش دوره لاروی لارو ماهی آزاد دریای خزرنقش موثر داشته باشد؟

۲- مواد و روشها

۲-۱- زمان و مکان انجام پروژه

فاز عملیاتی این پروژه در مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی تنکابن از تاریخ ۸۷/۴/۱۷ آغاز و بمدت ۳۶ روز ادامه یافت.

شکل (۵)- مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی (تنکابن)

۲-۲- موقعیت کلی محل اجرای طرح

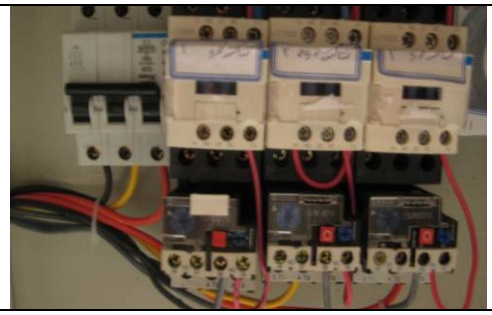
استان مازندران، شهرستان تنکابن کیلومتر ۱۸ جاده دوهزار، ارتفاع از سطح دریا: ۳۶۵ متر و به مختصات جغرافیایی "۳۳ '۴۱ ۳۶ شمالی، " ۱۱ '۵۰ ۵۰ شرقی.

۲-۳- طراحی و آماده سازی مکان تحقیق

به منظور انجام مراحل تحقیق، تعداد۲۷ تراف کالیفرنیایی با ابعاد ۲۲۰×۳۵×۲۰ در یک سالن سرپوشیده و با شرایط کنترل شده یکسان انتخاب شد. جهت اجرای این تحقیق ابتدا کلیه ترافهای در نظر گرفته شده برای اجرای آزمایش توسط سیستم برق رسانی اتوماتیک جهت برقراری سیستم روشنایی در پرید های زمانی آماده گردید. بمنظور ایجاد سیستم خودکار قطع و وصل جریان برق و تنظیم پریدهای مختلف روشنایی در تیمارهای مختلف ادوات و تجهیزات مربوطه (شامل کنتاکتور ۲۵ Tele ، B Metal، تایمر ۱۲- ۲۴ساعته(Theben (Sul 181 h, 110-220 V/ 45-60 Hz ،

ترمینال ریلی 25A، فیوز 3P کوپ، فیوز و جعبه فیوز تک فاز، تایمر صنعتی، کابل ۴x۴ ، تابلو برق) در قالب یک مدار ساده اجرا گردید

شکل (٦)- تجهیزات الکتریکی مرتبط با روشنایی لامپ ها و سیستم اتوماسیون تابش

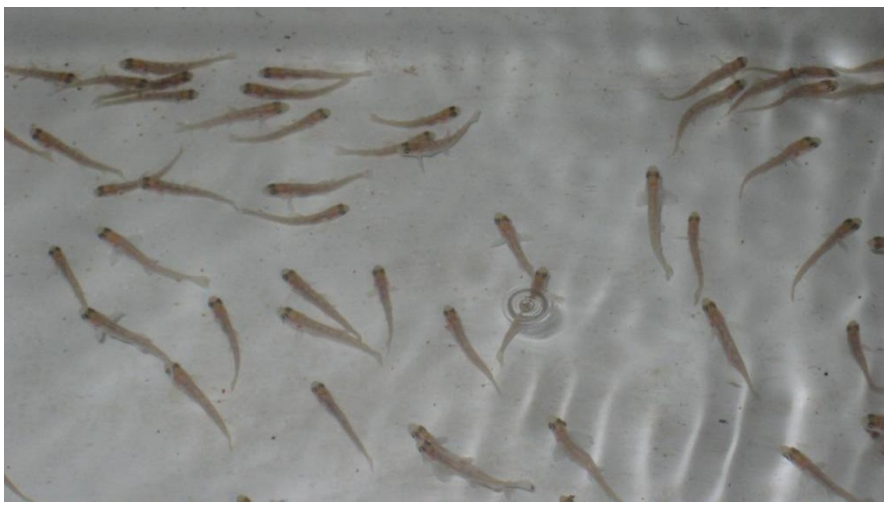
	
الف- کنتاکتور ۲۵ Tele ، B Metal	**ب- تایمر Theben (Sul 181 h, 110-220 V/ 45-60 Hz)**
ج- لامپ کم مصرف- NamaNoor Co., 7N7M24T, 220-240 V / 50~60HZ, Red	**د- جعبه فیوز تک فاز**

بعلاوه جهت حفظ و کنترل شدت نوری در تیمارهای تحت آزمایش کلیه ترافها توسط پرده ضخیم ضد آب پوشانیده و از هم تفکیک گردیدند (شکل ۷). آب ورودی از چشمه و با دبی ۰,۵ لیتر در دقیقه، تحت فشار همراه با هوادهی بصورت اسپری وارد هر تراف می گردید.

شکل(۷)- تراف های مورد ستفاده برای نگهداری لاروها، مجهز به سیستم برق رسانی اتوماتیک و پوشش پرده ضخیم ضد آب

٤-۲- تأمین لارو و معرفی آن به تراف ها

به منظور اجرای تحقیق از لارو ماهی آزاد دریای خزر Salmo trutta caspius به منظور آداپتاسیون(Pennell & Barton, 1996) با شرایط تحقیق استفاده شد(شکل۳- الف)، تعداد ۱۷۵۵ قطعه لارو این ماهی با وزن متوسط (۰,۲±۱,۱) از مرکز تکثیر آزاد ماهیان کلاردشت ، انتخاب شد که با استفاده از مخزن و کپسول اکسیژن به مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی منتقل گردید. پس از طی مراحل قرنطینه و آداپتاسیون (Pennell & Barton, 1996) لاروها به تعداد ۶۵قطعه در هر تکرار تقسیم شد.



شکل (۸): لاروهای ماهی آزاد دریای خزر در یک تراف کالیفرنیایی

شکل (۹): لاروهای ماهی آزاد دریای خزر تحت تابش نور قرمز

برای انجام این تحقیق ۹ تیمار و ۳ تکرار در نظر گرفته شد. ماهی ها (بغیر از ترافهای شاهد که از نور طبیعی محیط استفاده می کردند) در ترافهایی که کاملا توسط پوششی ضخیم پلاستیکی پوشانده شده بودند ،از نور مجافظت شده و از بالای هر تراف در فاصله ۴۰ سانتی متری یک لامپ ۵۰یا ۴۰ واتی کم مصرف (با توان نوری ۸۸۰ Lumens و ۵۵۰ ، ۲۲۰-۲۴۰ V ، ۶۰- ۵۰ Hz ، مدل 7N7M24T Unilight،ساخت کارخانه نمانور- دامنه طول موجی ۵۹۰-۶۵۰ nm) نصب گردید. به منظور تعیین فاصله مناسب جهت نصب لامپها، میزان شدت نور در کلیه تیمارها و تکرارها ابتدا توسط یک دستگاه نورسنج (مدل Metrix با دامنه نوری قابل سنجش Lux ۲۰۰۰-۵۰۰) مورد سنجش قرار گرفتند(شکل ۱۱) (Daniels *et. al.* 1996).

میزان شدت روشنایی E(lx) و بهره نوری η(lm/W) بر اساس معادلات ذیل محاسبه گردیدند (Thompson, 2008):

$E=\Phi/A$

E: شدت روشنایی(لوکس)

Φ: جریان نوری (شار نوری- لومنس)

$\eta= \Phi/P$

η: بهره نوری

P: توان منبع نوری(وات)

شکل (۱۰): لامپ کم مصرف مارپیچی مورد استفاده در تحقیق- ساخت شرکت نمانور

شکل (۱۱): دستگاه نورسنج (مدل Metrix)مورد استفاده در تحقیق-

از سویی با توجه به استفاده از آب چاه در این تحقیق کلیه عوامل محیطی از جمله دما، اکسیژن و pH در تمام مدت اجرای آزمایش تقریبا" ثابت ماند . کلیه لاروها در تیمارها و تکرارهای خاص خود تحت شرایط ذیل در ترافهای کالیفرنیایی نگهداری شدند:

شدت نوری		880 lumens(لامپ ۵۰ وات)				580 lumens(لامپ ٤٠ وات)			
دوره نوری	نور معمولی Controls تیمار ۹	D12-L12 تیمار ۲	D14—L10 تیمار ٦	D10—L14 تیمار ٤	L24 تیمار ۷	D12-L12 تیمار ۱	D14—L10 تیمار ٥	D10—L14 تیمار ۳	L24 تیمار ۸
تیمارها و تکرارها	Cls1	A1=2	B1=6	C1=4	D1=7	E1=1	F1=5	G1=3	H1=8
	Cls2	A2=2	B2=6	C2=4	D2=7	E2=1	F2=5	G2=3	H2=8
	Cls3	A3=2	B3=6	C3=4	D3=7	E3=1	F3=5	G3=3	H3=8

D12-L12: 12ساعت روشن – 12 ساعت خاموش

D14—L10: 14ساعت روشن –10 ساعت خاموش

D10—L14: 10ساعت روشن – 14 ساعت خاموش

L24 : 24ساعت روشن

- ✓ تیمار (۱): ۱۲ ساعت خاموش – ۱۲ ساعت روشن– لامپ ۴۰ وات (lumens ۵۸۰)
- ✓ تیمار (۲): ۱۲ ساعت خاموش – ۱۲ ساعت روشن– لامپ ۵۰ وات (lumens ۸۸۰)
- ✓ تیمار (۳): ۱۰ ساعت خاموش – ۱۴ ساعت روشن– لامپ ۴۰ وات (lumens ۵۸۰)
- ✓ تیمار (۴): ۱۰ ساعت خاموش – ۱۴ ساعت روشن– لامپ ۵۰ وات (lumens ۸۸۰)
- ✓ تیمار (۵): ۱۴ ساعت خاموش – ۱۰ ساعت روشن– لامپ ۴۰ وات (lumens ۵۸۰)
- ✓ تیمار (۶): ۱۴ ساعت خاموش – ۱۰ ساعت روشن– لامپ ۵۰ وات (lumens ۸۸۰)
- ✓ تیمار (۷): ۲۴ ساعت روشن– لامپ ۵۰ وات (lumens ۸۸۰)
- ✓ تیمار (۸): ۲۴ ساعت روشن– لامپ ۴۰ وات (lumens ۵۸۰)
- ✓ تیمار (۹)(شاهد): روشنایی طبیعی

طی انجام آزمایش بطور منظم در هر شش روز یکبار بیومتری لاروها انجام و فاکتورهایی نظیر FCR ،SGR ، PER،WG و میزان بقاء اندازه گیری شد.

لاروهای مرده در هر تراف هر روز شمارش شده تا در پایان آزمایش میزان بقاء محاسبه گردید. بمنظور تغذیه لاروها از غذای گرانول استارتر با دانه بندی N◦ 05-1.9 (با ارزش غذایی تعیین شده از سوی کارخانه سازنده – بیومار– کشور فرانسه) استفاده گردید (جدول ۱). در این تحقیق ماهیهای تحت آزمایش به مدت ۳۶ روز تحت رژیم نوری فوق قرار گرفتند (بدلیل عدم مکفی بودن حجم و عمق ترافها نسبت به وزن ماهیان حاصله از نگهداری بیشتر ماهیها در شرایط آزمایش انصراف شد). بمنظور حفظ فواصل غذا دهی در بین تیمارها، حداقل پرید زمانی روشنایی موجود در بین تیمارها (۱۰ ساعت)ملاک زمان غذادهی تعیین گردید. غذا دهی به لاروها بصورت دستی و تناوب آن بر اساس معادله (۱) انجام شد(Timmons *et al.*, 2001).

(معادله ۱) $\frac{\sqrt{W}}{T^{1/1}} \times ۴۰$ = تناوب غذادهی روزانه (بر حسب ساعت)

وزن بدن (گرم)=W و دما (درجه سانتی گراد)=T

جدول (۱) ارزش غذایی غذای آغازین (Bio – Optimal Start) تولید شده در کارخانه بیومار فرانسه – مورد مصرف در تحقیق

ارزش غذائی	N◦05	N◦0.8/1.1	N◦1.5	N◦1.9
پروتئین خام (٪)	۵۸	۵۶	۵۴	۴۸
چربی خام (٪)	۱۵	۱۸	۱۸	۲۲
نیتروژن (٪)	۸	۹/۵	۱۰/۵	۱۰/۷
فیبر(٪)	۰/۱	۰/۴	۰/۲	۱/۷
خاکستر(٪)	۱۱/۵	۱۰/۵	۱۰/۵	۱۰/۶
کل فسفر (٪)	۱/۷	۱/۳	۱/۳	۱/۳

میزان غذای گرانول مصرفی بر اساس درجه حرارت آب، تعداد و وزن لاروها و با استفاده ازجداول مخصوص، محاسبه گردید (فرزانفر، ۱۳۸۰، ۱۳۸۴; Pennell & Barton, 1996).

آب مورد نیاز برای ترافها، از طریق یک حلقه چاه موجود در مرکز تحقیقات ماهیان سرد آبی و به کمک عملیات پمپاژ و هوادهی تامین گردید.خصوصیات فیزیکو شیمیایی آب چاه در جدول (۲) ارائه شده است.آب پس از ورود به سالن از طریق لوله توزیع و به هر تراف بطور مساوی یک انشعاب جداگانه منظور گردید. بدلیل بهره برداری از آب چاه کلیه فاکتورهای فیزیکو شیمیایی آب تقریبا" در طول آزمایش مقادیر ثابتی داشتند.

برای آگاهی از عملکرد نور قرمز و چگونگی رشد بچه ماهیان، در فواصل زمانی مناسب (هر شش روز یک بار) اقدام به زیست سنجی گردید. بدین منظور برای اندازه گیری وزن، کل بچه ماهی های هر تراف صید و وزن گردید. از آنجا که تعداد تلفات روزانه یادداشت می شد، میانگین به دست آمده همانگونه که قبلاً ذکر شد، مبنای محاسبه وزن توده زنده برای هر یک از تراف ها قرار گرفت و بر اساس آن مقدار غذای روزانه هر یک از تراف ها، طی هفته پیش رو محاسبه گردید.

جدول ۲: خصوصیات فیزیکو شیمیایی آب چاه مورد استفاده.

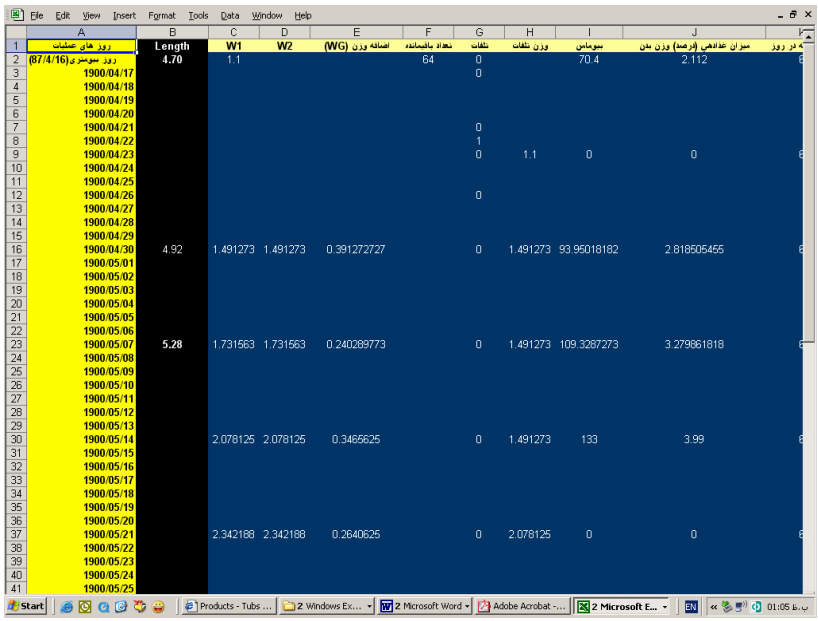
فاکتور تحت سنجش		مقادیر اندازه گیری شده	ملاحظات
دما	?C	۱۵	
اسیدیته	pH	۷/۳۷	
اکسیژن	mg/l	۶/۴۵	
اسید کربنیک	mg/l	۳۶۶	
قلیائیت تام	mg/caco3	۳۰۰	
سختی کل	mg/caco3	۲۱۰	
آهن	mg/l	۰/۰۱	
کلر	Cl^- mg/l	۰/۰۱	کلراید ۲/۱ mg/l
سولفات	mg/l	۳۷	
کلسیم	Ca^{2+}mg/l	۶۴	سختی کلسیم ۱۶۰
منیزیم	Cg^{2+}mg/l	۲۶	سختی کلسیم ۱۱۰
فسفات	mg/l	۵	
پتاسیم	K^+mg/l	۵/۷	
روی	Zn^{2+}mg/l	در حد صفر	
هیدروژن سولفور	H_2S mg/l۰	۰/۰۵۳	
نیتریت	mg/l	۰/۰۱	
آمونیاک	NH_3 mg/l	۰/۲۵۲	نیتروژن آمونیاکی ۰/۲۱ mg/l
	NH_4^+ mg/l	۰/۲۷۳	
µs/cm	Ec	۶۱۸	
ppm	TDS	۴۰۶	

پیش از انجام بیومتری به منظور کاهش استرس تحمیلی به ماهیان از ۱۲ ساعت قبل از انجام بیومتری، غذادهی به آنها قطع گردید. برای اندازه گیری طول تعداد ۱۰ قطعه بچه ماهی از هر تراف به طور تصادفی صید شد و پس از انجام مراحل بیهوشی توسط تریکائین متانو سولفونات (MS222) (pH: 7)، با غلظت ۱۰ میلی گرم در لیتر (فرزانفر، ۱۳۸۴) و خشک کردن آنها با کمک پارچه تنظیف، طول کل آنها اندازه گیری شد.

به منظور تسهیل در محاسبات و پایین آوردن میزان خطا در غذادهی، برنامه نرم افزاری تحت عنوان "کنترل پروژه" در قالب نرم افزار EXCEL طراحی گردید. این نرم افزار شامل چندین ستون برای طول، وزن، تعداد تلفات، بیوماس، میزان غذادهی، CF، FCR، SGR، WGR و غیره بود، که به هر خانه فرمول و معادلات مربوطه داده شد. همچنین، ردیف ها در این سیستم شامل روزهای انجام پروژه بود. برای کلیه تیمارها و تکرارها به طور جداگانه برنامه نرم افزاری مجزا طراحی گردید، که در مجموع ۲۷ صفحه برنامه نرم افزاری را دربرگرفت. در طول انجام پروژه همچنین میزان تلفات هر تراف در ستون مربوطه به طور روزانه وارد می گردید.

پس از هر بار زیست سنجی مقادیر میانگین طول و وزن هر تراف در برنامه مخصوص هر تراف و در ستون های مربوطه وارد می گردید. بدلیل آنکه قبلاً در خانه های هر ستون، فرمول مربوطه داده شده بود، میزان بیوماس، میزان غذادهی در هفته پیش رو، FCR، SGR و غیره به طور اتوماتیک محاسبه می گردید (شکل۱۲).

شکل (۱۲) برنامه نرم افزاری "کنترل پروژه"



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	روز های عملیات	Length	W1	W2	(WG) وزن اضافه	تعداد باقیمانده	تلفات	وزن تلفات	بیوماس	میزان غذادهی (درصد) وزن بدن	ه در روز
2	روز سومین ر(87/4/16)	4.70	1.1			64	0		70.4	2.112	6
3	1900/04/17						0				
4	1900/04/18										
5	1900/04/19										
6	1900/04/20										
7	1900/04/21						0				
8	1900/04/22						1				
9	1900/04/23						0	1.1	0	0	6
10	1900/04/24										
11	1900/04/25										
12	1900/04/26						0				
13	1900/04/27										
14	1900/04/28										
15	1900/04/29										
16	1900/04/30	4.92	1.491273	1.491273	0.391272727		0	1.491273	93.95018182	2.818505455	6
17	1900/05/01										
18	1900/05/02										
19	1900/05/03										
20	1900/05/04										
21	1900/05/05										
22	1900/05/06										
23	1900/05/07	5.28	1.731563	1.731563	0.240289773		0	1.491273	109.3287273	3.279861818	6
24	1900/05/08										
25	1900/05/09										
26	1900/05/10										
27	1900/05/11										
28	1900/05/12										
29	1900/05/13										
30	1900/05/14		2.078125	2.078125	0.3466625		0	1.491273	133	3.99	6
31	1900/05/15										
32	1900/05/16										
33	1900/05/17										
34	1900/05/18										
35	1900/05/19										
36	1900/05/20										
37	1900/05/21		2.342188	2.342188	0.2640625		0	2.078125	0	0	6
38	1900/05/22										
39	1900/05/23										
40	1900/05/24										
41	1900/05/25										

۵-۲-روش محاسبه شاخص های بیولوژیک

۱-۵-۲-اندازه گیری طول و وزن

جهت ارزیابی اثر شدت و پریدهای نوری قرمز بر کمیت وکیفیت رشد لارو ماهی آزاد در فواصل زمانی مشخص وزن و طول آنها از طریق بیومتری اندازه گیری گردید. کلیه شاخص های بیولوژی بر اساس مدل های ارائه شده توسط Shepherd و Bromage (۱۹۹۲) انجام شد.

۲-۵-۲- درصد افزایش وزن بدن (WGP)

معادله

$$\mathbf{WGP} = \frac{BW_F - BW_I}{BW_I} \times 100$$

BW_f = وزن نهایی (گرم)

BW_i = وزن اولیه بدن (گرم)

۲-۵-۳- ضریب تبدیل غذایی (FCR)

معادله

$$\mathbf{FCR} = \frac{F}{Wf - Wi}$$

F = مقدار غذای مصرف شده

W_f = وزن نهایی (گرم)

W_i = وزن اولیه بدن (گرم)

٤-۵-۲- ضریب رشد ویژه (SGR)

معادله

$$\mathbf{SGR} = \frac{\ln W_F - \ln W_I}{t} \times 100$$

lnWf = لگاریتم طبیعی وزن نهایی (گرم)

lnWi = لگاریتم طبیعی وزن اولیه (گرم)

t = طول دوره پرورش (روز)

٦-۲- روش تجزیه داده ها

نتایج حاصل با استفاده از نرم افزار SPSS با ویرایش ۱۱/۵، بوسیله آزمون آنالیز واریانس یکطرفه و میانگین چند دامنه دانکن و طرح آماری بلوک های تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت. مقایسه میانگین ها در سطح ۹۵درصد ($P<۰/۰۵$) انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار EXCEL همراه با Error Bar استفاده گردید.

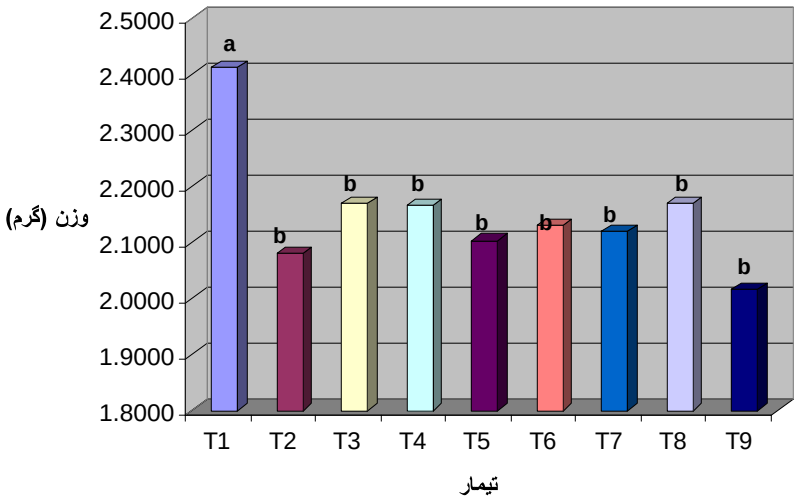
۳- نتایج

۱-۳- نتایج حاصل از زیست سنجی

۱-۱-۳- نتایج حاصل از وزن

میانگین وزن بچه ماهیان در ابتدای این بررسی ۱,۱ گرم اندازه گیری و سنجش گردید. حداکثر میزان وزن در انتهای دوره آزمایشی متعلق به تیمار (۱) (به میزان ۰/۰۸۷±۲/۴۰) (شامل دوره نوری ۱۲ ساعت روشن و ۱۲ ساعت تاریکی با لامپ ۴۰ وات) می باشد (نمودار ۱ و جدول ۳). مطالعات آماری انجام گرفته بر شاخص وزن در انتهای آزمایش حاکی از وجود اختلاف معنی دار بین تیمار یک و سایر تیمارها می باشد (P≤۰/۰۵ و F=۲/۶۱). بررسی های آماری انجام شده نشان می دهد که اختلاف معنی داری بین سایر تیمارها با یکدیگر و گروه شاهد وجود ندارد (P≥۰/۰۵) (نمودار ۱).

نمودار (۱)- وزن نهایی (گرم) بچه ماهی ها در انتهای دوره آزمایشی۳۶ روزه



جدول (۳)- وزن نهایی (گرم) بچه ماهی ها در انتهای دوره آزمایشی۳۶ روزه (n=٦٥ در هر تیمار)

وزن نهایی

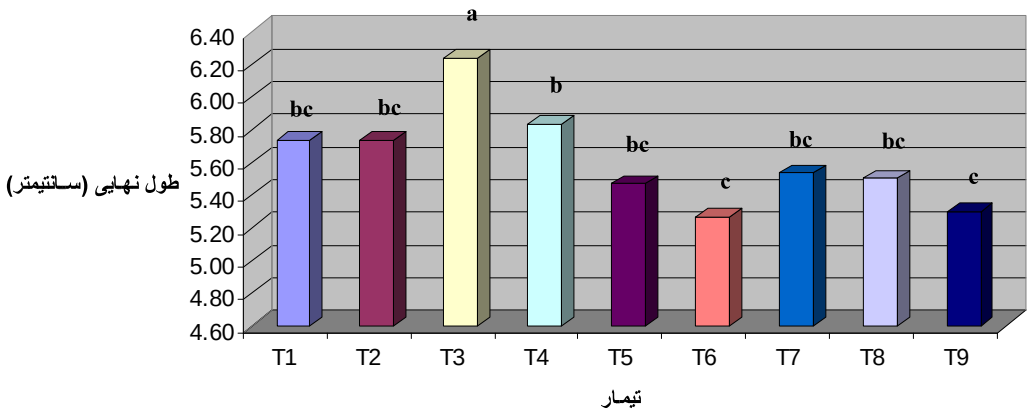
تیمارها	تکرار	میانگین	انحراف معیار	Std. Error	سطح اطمینان ۹۵٪ بین میانگین ها		حداقل	حداکثر
					سطح کمینه	سطح بیشینه		
T1	۳	۲,۴۱۳۳	۰,۰۸۷۳۷	۰,۰۵۰۴۴	۲,۱۹۶۳	۲,۶۳۰۴	۲,۳۴	۲,۵۱
T2	۳	۲,۰۸	۰,۱۲	۰,۰۶۹۲۸	۱,۷۸۱۹	۲,۳۷۸۱	۱,۹۶	۲,۲
T3	۳	۲,۱۷	۰,۰۸۸۸	۰,۰۵۱۳۲	۱,۹۴۹۲	۲,۳۹۰۸	۲,۱	۲,۲۷
T4	۳	۲,۱۶۶۷	۰,۰۴۵۰۹	۰,۰۲۶۰۳	۲,۰۵۴۷	۲,۲۷۸۷	۲,۱۲	۲,۲۱
T5	۳	۲,۱۰۳۳	۰,۰۸۵۰۵	۰,۰۴۹۱	۱,۸۹۲۱	۲,۳۱۴۶	۲,۰۲	۲,۱۹
T6	۳	۲,۱۳	۰,۱۲۱۲۴	۰,۰۷	۱,۸۲۸۸	۲,۴۳۱۲	۲	۲,۲۴
T7	۳	۲,۱۲	۰,۱۵۶۲	۰,۰۹۰۱۸	۱,۷۳۲	۲,۵۰۸	۲,۰۲	۲,۳
T8	۳	۲,۱۷	۰,۰۴۵۸۳	۰,۰۲۶۴۶	۲,۰۵۶۲	۲,۲۸۳۸	۲,۱۲	۲,۲۱
T9	۳	۲,۰۱۶۷	۰,۲۱۰۳۲	۰,۱۲۱۴۳	۱,۴۹۴۲	۲,۵۳۹۱	۱,۸	۲,۲۲
کل	۲۷	۲,۱۵۲۲	۰,۱۴۳۹۶	۰,۰۲۷۷۱	۲,۰۹۵۳	۲,۲۰۹۲	۱,۸	۲,۵۱

۲-۱-۳- نتایج حاصل از طول

میانگین طول بچه ماهیان در ابتدای این بررسی۴,۷ سانتیمتر اندازه گیری و سنجش گردید. حداقل طول در بچه ماهیان در انتهای دوره آزمایش متعلق به تیمار (۶) (به میزان ۰,۱۱±۵,۲۶) (شامل دوره نوری ۱۰ ساعت روشن و ۱۴ ساعت تاریکی با لامپ ۵۰ وات) و (۹) (به میزان ۵,۳) (گروه شاهد) و حداکثر آن متعلق به تیمار (۳) (به میزان ۰,۱۱ ±۶,۲) (شامل دوره نوری ۱۴ ساعت روشن و ۱۰ ساعت تاریکی با لامپ ۴۰ وات) می باشد.

مطالعات آماری انجام گرفته حاکی از وجود اختلاف معنی دار بین نوسانات میانگین طول بچه ماهیان در تیمارها می باشد ($P\leq ۰/۰۱$ و $F=۳/۸۴$). تیمارهای ۳ و ۴ نسبت به یکدیگر اختلاف معنی داری نداشته اما نسبت به سایر تیمارها اختلاف معنی داری دارند. تیمارهای ۱, ۲, ۵, ۶, ۷, ۸ و ۹ با یکدیگراختلاف معنی داری نشان نمی دهد ($P\geq ۰/۰۱$) (جدول ۴ و نمودار ۲).

نمودار (۲) طول نهایی بچه ماهیان (سانتی متر) در انتهای دوره آزمایشی ۳۶ روزه



جدول (٤)- طول نهایی (سانتیمتر) بچه ماهی ها در انتهای دوره آزمایشی۳٦ روزه (n=٦٥ در هر تیمار)

طول نهایی								
					سطح اطمینان ۹۵٪ بین میانگین ها			
تیمارها	تکرار	میانگین	انحراف معیار	Std. Error	سطح کمینه	سطح بیشینه	حداقل	حداکثر
T1	۳	۵,۷۳۳۳	۰,۲۵۱۶۶	۰,۱۴۵۳۰	۵,۱۰۸۲	۶,۳۵۸۵	۵,۵۰	۶,۰۰
T2	۳	۵,۷۳۳۳	۰,۰۵۷۷۴	۰,۰۳۳۳۳	۵,۵۸۹۹	۵,۸۷۶۸	۵,۷۰	۵,۸۰
T3	۳	۶,۲۳۳۳	۰,۵۵۰۷۶	۰,۳۱۷۹۸	۴,۸۶۵۲	۷,۶۰۱۵	۵,۷۰	۶,۸۰
T4	۳	۵,۸۳۳۳	۰,۱۵۲۷۵	۰,۰۸۸۱۹	۵,۴۵۳۹	۶,۲۱۲۸	۵,۷۰	۶,۰۰
T5	۳	۵,۴۶۶۷	۰,۳۰۵۵۱	۰,۱۷۶۳۸	۴,۷۰۷۸	۶,۲۲۵۶	۵,۲۰	۵,۸۰
T6	۳	۵,۲۶۶۷	۰,۱۱۵۴۷	۰,۰۶۶۶۷	۴,۹۷۹۸	۵,۵۵۳۵	۵,۲۰	۵,۴۰
T7	۳	۵,۵۳۳۳	۰,۰۵۷۷۴	۰,۰۳۳۳۳	۵,۳۸۹۹	۵,۶۷۶۸	۵,۵۰	۵,۶۰
T8	۳	۵,۵۰۰۰	۰,۳۶۰۵۶	۰,۲۰۸۱۷	۴,۶۰۴۳	۶,۳۹۵۷	۵,۱۰	۵,۸۰
T9	۳	۵,۳۰۰۰	۰,۰۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰۰	۵,۳۰۰۰	۵,۳۰۰۰	۵,۳۰	۵,۳۰
کل	۲۷	۵,۶۲۲۲	۰,۳۶۳۰۴	۰,۰۶۹۸۷	۵,۴۷۸۶	۵,۷۶۵۸	۵,۱۰	۶,۸۰

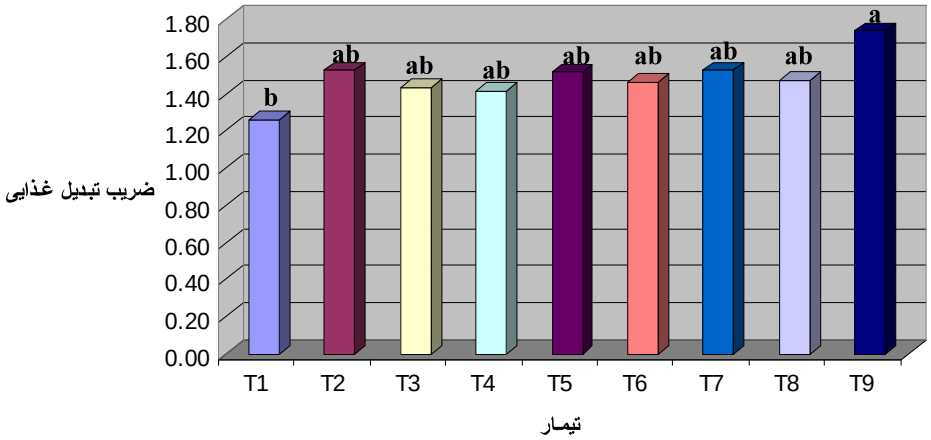
۲-۳- نتایج حاصل از عملکرد رشد لاروها تحت تأثیر دوره های مختلف نوری

۱-۲-۳- اثر بر راندمان تبدیل غذایی

در انتهای دوره آزمایش مشخص گردید که از لحاظ مقدار تیمار (۱) (به میزان ۱,۲۶±۰,۰۷۸) (شامل دوره نوری ۱۲ ساعت روشن و ۱۲ ساعت تاریکی با لامپ ۴۰ وات)کمترین میزان و تیمار (۹) (به میزان ۱,۷۳±۰,۴۳) (گروه شاهد) بیشترین راندمان تبدیل غذایی را در طول دوره پرورش به خود اختصاص داده است. بررسی های آماری صورت گرفته بیانگر وجود اختلاف معنی دار بین تیمار ۹ نسبت به تیمارهای (۱),(۲)، (۳)، (۴)، (۵)، (۶)، (۷) و (۸) می باشد (P≥۰/۰۵)؛ همچنین تیمارهای (۲)، (۳)، (۴)، (۵)، (۶)، (۷) و (۸) نسبت به یکدیگر اختلاف

معنی داری نداشته, اما جملگی نسبت به تیمار (۱) افزایش معنی داری نشان می دهند (P≤۰/۰۵ و F=۱/۳۶) (نمودار ۳, جدول ۵).

نمودار (۳) راندمان تبدیل غذایی(FCR) در بچه ماهی ها در انتهای دوره آزمایشی۳۶روزه



جدول (۵)- راندمان تبدیل غذایی(FCR) در بچه ماهی ها در انتهای دوره آزمایشی۳۶ روزه (n=۶۵ در هر تیمار)

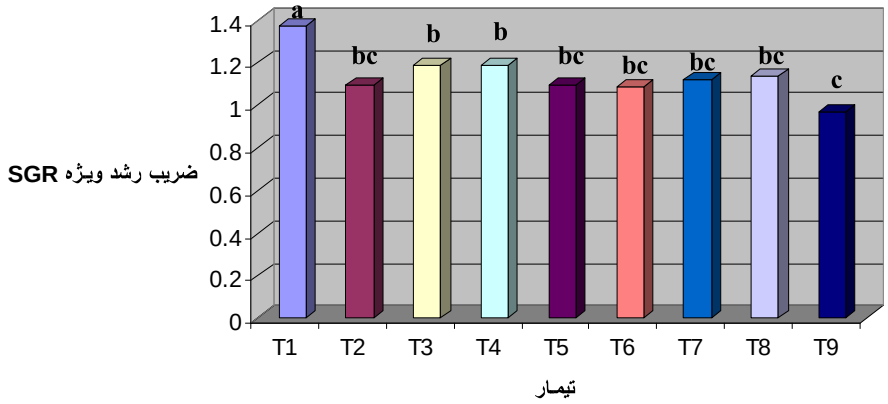
راندمان تبدیل غذایی(FCR)								
تیمارها	تکرار	میانگین	انحراف معیار	Std. Error	سطح اطمینان ۹۵٪ بین میانگین ها		حداقل	حداکثر
					سطح کمینه	سطح بیشینه		
T1	۳	۱,۲۶۱۸	۰,۰۷۸۶۲	۰,۰۴۵۳۹	۱,۰۶۶۵	۱,۴۵۷۱	۱,۱۹	۱,۳۵
T2	۳	۱,۵۲۵۲	۰,۱۵۰۰۸	۰,۰۸۶۶۵	۱,۱۵۲۳	۱,۸۹۸۰	۱,۴۰	۱,۶۹
T3	۳	۱,۴۳۵۵	۰,۰۸۶۰۲	۰,۰۴۹۶۷	۱,۲۲۱۸	۱,۶۴۹۲	۱,۳۶	۱,۵۳
T4	۳	۱,۴۱۳۵	۰,۰۳۲۹۹	۰,۰۱۹۰۵	۱,۳۳۱۵	۱,۴۹۵۴	۱,۳۸	۱,۴۵
T5	۳	۱,۵۱۶۲	۰,۱۹۱۸۶	۰,۱۱۰۷۷	۱,۰۳۹۶	۱,۹۹۲۸	۱,۳۹	۱,۷۴
T6	۳	۱,۴۶۲۴	۰,۱۳۹۶۵	۰,۰۸۰۶۳	۱,۱۱۵۵	۱,۸۰۹۳	۱,۳۵	۱,۶۲
T7	۳	۱,۵۲۴۶	۰,۱۴۲۲۸	۰,۰۸۲۱۵	۱,۱۷۱۱	۱,۸۷۸۰	۱,۳۶	۱,۶۲
T8	۳	۱,۴۷۱۷	۰,۰۵۵۳۶	۰,۰۳۱۹۶	۱,۳۳۴۲	۱,۶۰۹۳	۱,۴۳	۱,۵۳
T9	۳	۱,۷۳۵۸	۰,۴۳۹۷۴	۰,۲۵۳۸۸	۰,۶۴۳۵	۲,۸۲۸۲	۱,۴۳	۲,۲۴
کل	۲۷	۱,۴۸۳۰	۰,۱۹۵۶۹	۰,۰۳۷۶۶	۱,۴۰۵۶	۱,۵۶۰۴	۱,۱۹	۲,۲۴

۲-۲-۳- ضریب رشد ویژه

در انتهای دوره آزمایش حداکثر ضریب رشد ویژه از لحاظ مقدار متعلق به تیمار (۱) (شامل دوره نوری ۱۲ ساعت روشن و ۱۲ ساعت تاریکی با لامپ ۴۰ وات) (به میزان ۱,۳۷±۰,۰۲۶) و حداقل آن متعلق به تیمار (۹) (گروه شاهد) (به میزان ۰,۹۶±۰,۱۷) می باشد. مطالعات آماری انجام گرفته حاکی از وجود اختلاف معنی دار

بین تیمارها می باشد (P≤۰/۰۵ و F=۳/۲۷). بطوریکه تیمار ۱ و تیمارهای ۳ و ۴ اختلاف معنی داری با یکدیگر نشان نداده، اما با سایر تیمارها اختلاف معنی داری نشان می دهد. (نمودار ۴ و جدول ۶).

نمودار ٤- ضریب رشد ویژه بچه ماهیان در پایان دوره آزمایش ٣٦ روزه



جدول ٦- ضریب رشد ویژه بچه ماهیان در پایان دوره آزمایش ٣٦ روزه (n=٦٥ در هر تیمار)

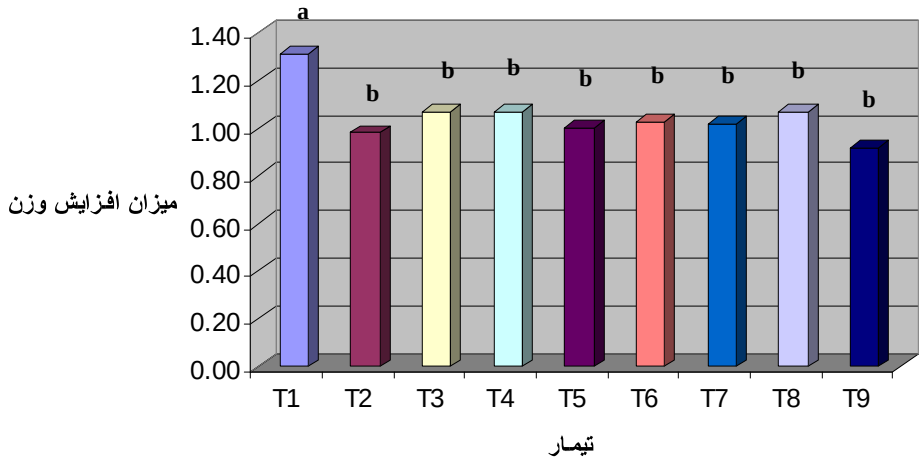
ضریب رشد ویژه (SGR)								
تیمارها	تکرار	میانگین	انحراف معیار	Std. Error	سطح اطمینان ۹۵٪ بین میانگین ها		حداقل	حداکثر
					سطح کمینه	سطح بیشینه		
T1	۳	۱,۳۷۲۶	۰,۰۲۶۸۸	۰,۰۱۵۵۲	۱,۳۰۵۹	۱,۴۳۹۴	۱,۳۴	۱,۴
T2	۳	۱,۰۹۳۳	۰,۱۱۹۲۲	۰,۰۶۸۸۳	۰,۷۹۷۲	۱,۳۸۹۵	۱,۰۱	۱,۲۳
T3	۳	۱,۱۸۷۱	۰,۱۲۹۲۵	۰,۰۷۴۶۲	۰,۸۶۶۱	۱,۵۰۸۲	۱,۰۵	۱,۳۱
T4	۳	۱,۱۸۵۸	۰,۰۳۴۱۵	۰,۰۱۹۷۲	۱,۱۰۰۹	۱,۲۷۰۶	۱,۱۵	۱,۲۱
T5	۳	۱,۰۹۶۴	۰,۱۰۸۷۶	۰,۰۶۲۷۹	۰,۸۲۶۳	۱,۳۶۶۶	۰,۹۹	۱,۲۱
T6	۳	۱,۰۸۶۳	۰,۰۸۰۶۶	۰,۰۴۶۵۷	۰,۸۸۵۹	۱,۲۸۶۷	۰,۹۹	۱,۱۴
T7	۳	۱,۱۱۶۵	۰,۱۱۷۱۵	۰,۰۶۷۶۴	۰,۸۲۵۵	۱,۴۰۷۵	۱,۰۵	۱,۲۵
T8	۳	۱,۱۳۶۵	۰,۰۳۰۲۵	۰,۰۱۷۴۷	۱,۰۶۱۴	۱,۲۱۱۷	۱,۱	۱,۱۶
T9	۳	۰,۹۶۹۹	۰,۱۷۸۵۸	۰,۱۰۳۱۱	۰,۵۲۶۳	۱,۴۱۳۵	۰,۸۲	۱,۱۷
Total	۲۷	۱,۱۳۸۳	۰,۱۳۵۸۶	۰,۰۲۶۱۵	۱,۰۸۴۵	۱,۱۹۲	۰,۸۲	۱,۴

۳-۲-۳- افزایش وزن

حداکثر افزایش وزن در انتهای دوره آزمایش متعلق به تیمار (۱) (شامل دوره نوری ۱۲ ساعت روشن و ۱۲ ساعت تاریکی با لامپ ۴۰ وات) (به میزان ۰,۰۸۷±۱,۳۱) بوده و حداقل آن از لحاظ مقدار متعلق به تیمار (۹) (گروه شاهد) (به میزان ۰,۲۱±۰,۹۱) می باشد (جدول ۷ و نمودار ۵). مطالعات آماری انجام گرفته حاکی از

وجود اختلاف معنی دار بین تیمار (۱) و سایر تیمارها می باشد. اما تغییرات معنی داری بین سایر تیمارها با یکدیگر و گروه شاهد وجود ندارد (P≤۰/۰۵ و F=۲/۶۱).

نمودار ۵- میزان افزایش وزن بچه ماهیان در پایان دوره آزمایش ۳۶ روزه



جدول ۷- میزان افزایش وزن بچه ماهیان در پایان دوره آزمایش ۳۶ روزه (n=۶۵ در هر تیمار)

میزان افزایش وزن

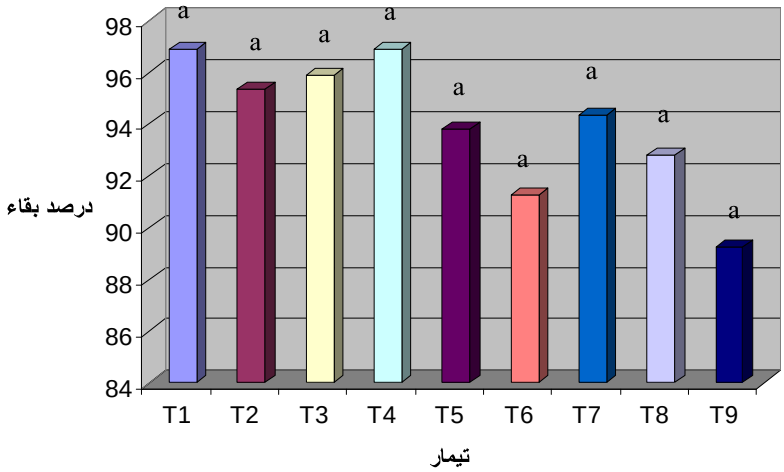
تیمارها	تکرار	میانگین	انحراف معیار	Std. Error	سطح اطمینان ۹۵٪ بین میانگین ها		حداقل	حداکثر
					سطح کمینه	سطح بیشینه		
T1	۳	۱,۳۱۳۳	۰,۰۸۷۳۷	۰,۰۵۰۴۴	۱,۰۹۶۳	۱,۵۳۰۴	۱,۲۴	۱,۴۱
T2	۳	۰,۹۸۰۰	۰,۱۲۰۰۰	۰,۰۶۹۲۸	۰,۶۸۱۹	۱,۲۷۸۱	۰,۸۶	۱,۱۰
T3	۳	۱,۰۷۰۰	۰,۰۸۸۸	۰,۰۵۱۳۲	۰,۸۴۹۲	۱,۲۹۰۸	۱,۰۰	۱,۱۷
T4	۳	۱,۰۶۶۷	۰,۰۴۵۰۹	۰,۰۲۶۰۳	۰,۹۵۴۷	۱,۱۷۸۷	۱,۰۲	۱,۱۱
T5	۳	۱,۰۰۳۳	۰,۰۸۵۰۵	۰,۰۴۹۱۰	۰,۷۹۲۱	۱,۲۱۴۶	۰,۹۲	۱,۰۹
T6	۳	۱,۰۳۰۰	۰,۱۲۱۲۴	۰,۰۷۰۰۰	۰,۷۲۸۸	۱,۳۳۱۲	۰,۹۰	۱,۱۴
T7	۳	۱,۰۲۰۰	۰,۱۵۶۲۰	۰,۰۹۰۱۸	۰,۶۳۲۰	۱,۴۰۸۰	۰,۹۲	۱,۲۰
T8	۳	۱,۰۷۰۰	۰,۰۴۵۸۳	۰,۰۲۶۴۶	۰,۹۵۶۲	۱,۱۸۳۸	۱,۰۲	۱,۱۱
T9	۳	۰,۹۱۶۷	۰,۲۱۰۳۲	۰,۱۲۱۴۳	۰,۳۹۴۲	۱,۴۳۹۱	۰,۷۰	۱,۱۲
کل	۲۷	۱,۰۵۲۲	۰,۱۴۳۹۶	۰,۰۲۷۷۱	۰,۹۹۵۳	۱,۱۰۹۲	۰,۷۰	۱,۴۱

٤-۲-۳- اثر بر درصد بقاء

در طول دوره آزمایش حداکثر میزان بقاء کل متعلق به تیمارهای (۱) و (۴) (بترتیب ۱/۵۴۰±۹۶/۹۲ و ۰/۸۸۹±۹۶/۹۲) (تیمار (۱) شامل دوره نوری ۱۲ ساعت روشن و ۱۲ ساعت تاریکی با لامپ ۴۰ وات و تیمار (۴) شامل دوره نوری ۱۰ ساعت روشن و ۱۴ ساعت خاموشی با لامپ ۵۰ وات) و حداقل درصد بقاء متعلق به تیمار

(۹) (۳/۰۷۶±۸۹/۲۲) (گروه شاهد) می باشد (جدول ۳-۶). مطالعات آماری انجام گرفته حاکی از عدم وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها می باشد (P≥۰/۰۵ و F=۰/۹۲) (نمودار ۶ و جدول ۸).

نمودار ٦- درصد بقاء کل بچه ماهیان در طول دوره آزمایشی ٣٦ روزه



جدول ۸- میزان درصد بقاء بچه ماهیان در پایان دوره آزمایش ٣٦ روزه (n=٦٥ در هر تیمار)

میزان درصد بقاء

تیمارها	تکرار	میانگین	انحراف معیار	Std. Error	سطح اطمینان ۹۵٪ بین میانگین ها		حداقل	حداکثر
					سطح کمینه	سطح بیشینه		
T1	۳	۹۶,۹۲۳۱	۲,۶۶۴۶۹	۱,۵۳۸۴۶	۹۰,۳۰۳۶	۱۰۳,۵۴۲۵	۹۳,۸۵	۹۸,۴۶
T2	۳	۹۵,۳۸۴۶	۴,۰۷۰۳۹	۲,۳۵۰۰۴	۸۵,۲۷۳۲	۱۰۵,۴۹۶	۹۰,۷۷	۹۸,۴۶
T3	۳	۹۵,۸۹۷۴	۷,۱۰۵۸۵	۴,۱۰۲۵۶	۷۸,۲۴۵۵	۱۱۳,۵۴۹۳	۸۷,۶۹	۱۰۰
T4	۳	۹۶,۹۲۳۱	۱,۵۳۸۴۶	۰,۸۸۸۲۳	۹۳,۱۰۱۳	۱۰۰,۷۴۴۸	۹۵,۳۸	۹۸,۴۶
T5	۳	۹۳,۸۴۶۲	۸,۱۴۰۷۷	۴,۷۰۰۰۸	۷۳,۶۲۳۴	۱۱۴,۰۶۹	۸۴,۶۲	۱۰۰
T6	۳	۹۱,۲۸۲۱	۳,۲۰۲۵۶	۱,۸۴۹	۸۳,۳۲۶۴	۹۹,۲۳۷۷	۸۷,۶۹	۹۳,۸۵
T7	۳	۹۴,۳۵۹	۰,۸۸۸۲۳	۰,۵۱۲۸۲	۹۲,۱۵۲۵	۹۶,۵۶۵۵	۹۳,۸۵	۹۵,۳۸
T8	۳	۹۲,۸۲۰۵	۴,۷۰۰۰۸	۲,۷۱۳۵۹	۸۱,۱۴۴۹	۱۰۴,۴۹۶۲	۸۷,۶۹	۹۶,۹۲
T9	۳	۸۹,۲۳۰۸	۵,۳۲۹۳۹	۳,۰۷۶۹۲	۷۵,۹۹۱۸	۱۰۲,۴۶۹۷	۸۳,۰۸	۹۲,۳۱
کل	۲۷	۹۴,۰۷۴۱	۴,۶۸۷۸۷	۰,۹۰۲۱۸	۹۲,۲۱۹۶	۹۵,۹۲۸۵	۸۳,۰۸	۱۰۰

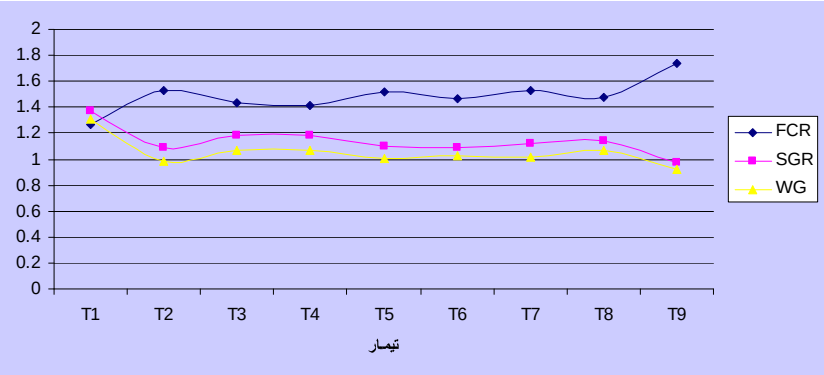
۳-۳- نتایج مقایسه ای

بمنظور درک بهتر و تصویر مناسب تر از تأثیرات تغییرات نور قرمز بر عملکرد رشد ماهی آزاد دریای خزر ، شاخص هایی نظیر ضریب تبدیل ، ضریب رشد ویژه ومیزان افزایش وزن در جدول (۹) و نمودار (۷) درج گردیده است.

جدول (۹) تغییرات ضریب تبدیل غذایی ، ضریب رشد ویژه، درصد افزایش وزن (انحراف معیار± میانگین) بچه ماهیان در طول دوره آزمایش۳٦ روزه (n=٦٥ در هر تیمار)

تیمار	ضریب تبدیل غذایی	ضریب رشد ویژه	افزایش وزن
۱	۱,۲۶±۰,۰۷	۱,۳۷±۰,۰۲	۱,۳۱±۰,۰۸
۲	۱,۵۲±۰,۱۵	۱,۰۹±۰,۱۱	۰,۹۸±۰,۱
۳	۱,۴۳±۰,۰۸	۱,۱۸±۰,۱۲	۱,۰۷±۰,۰۸
۴	۱,۴۱±۰,۰۳	۱,۱۸±۰,۰۳	۱,۰۶±۰,۰۴
۵	۱,۵۱±۰,۱۹	۱,۰۹±۰,۱۰	۱,۰۰±۰,۰۸
۶	۱,۴۶±۰,۱۳	۱,۰۸±۰,۰۸	۱,۰۳±۰,۱۲
۷	۱,۵۲±۰,۱۴	۱,۱۱±۰,۱۱	۱,۰۲±۰,۱۵
۸	۱,۴۷±۰,۰۵	۱,۱۳±۰,۰۳	۱,۰۷±۰,۰۴
۹	۱,۷۳±۰,۴۳	۰,۹۷±۰,۱۷	۰,۹۱±۰,۲۱

نمودار (۷) مقایسه تغییرات میانگین ضریب تبدیل غذایی کل، ضریب رشد ویژه کل، درصد افزایش وزن کل بچه ماهیان در طول دوره آزمایش۳٦ روزه



٤-۳-نتایج مربوط به ضریب همبستگی

بمنظور اطمینان بیشتر از نتایج مربوط به آزمون در خصوص بکارگیری شدت و دوره های نوری مختلف بر فاکتورها و شاخص های اندازه گیری شده بر رشد، ضریب همبستگی جهت کلیه تیمارها در خصوص ضریب رشد ویژه و میزان افزایش وزن بعنوان دو عامل اصلی شاخص در رشد محاسبه و منظور گردید(۱>F>-۱) (جدول ۱۰). بر اساس مقادیر حاصله ضریب حاصله در خصوص کلیه تیمارها بین صفر و یک بوده و بیانگر ارتباط منطقی بین مقادیر حاصله از ضریب رشد ویژه و میزان افزایش وزن بین تیمارها می باشد.

جدول (۱۰)- ضریب همبستگی جهت کلیه تیمارها در خصوص ضریب رشد ویژه و میزان افزایش وزن بچه ماهی ها در انتهای دوره آزمایشی۳٦ روزه (n=٦٥ در هر تیمار)

تیمارها	ضریب همبستگی بین WG&SGR
۱	۰,۹۱۳
۲	۰,۹۲۶
۳	۰,۶۸۹
۴	۰,۸۵۶
۵	۰,۵۲۸
۶	۰,۹۰۹
۷	۰,۹۹۷
۸	۰,۵۰۴
۹	۰,۹۵۳

٤- بحث

همانطوریکه قبلا" نیز اشاره شد، یکی از مسائل و مشکلاتی که در صنعت پرورش ماهیان وجود داشته، میزان رشد کم در مراحل اولیه نوزادی و بهمراه آن تلفات شدید می باشد. در این رابطه اثبات شده است که از جمله مهمترین عوامل محیطی تأثیر گذار در رشد و بقاء لاروهای اغلب ماهیان استفاده از رژیمهای نوری با طیف های گوناگون و زمانهای تابشی خاص است (ایمانپور و همکاران، ۱۳۸۵).

در این راستا بدلیل حضور گسترده و تعداد کثیر سلولهای مخروطی گیرنده نورقرمز در لایه شبکیه چشم لارو و نوزادان اغلب ماهیان (بغیر از برخی ماهیان دریایی نظیر Sea Bass) که در زیر اپیتلیوم سطحی چشم قرار گرفته است، لاروها بطور کلی به امواجی با طیف نوری حدود ۵۸۰ – ۶۲۰ نانومتر (حدود نور قرمز) پاسخ بهتری نشان می دهند. در گیرنده های نوری موجود در سلولهای مذکور پیگمانهای کارتنوئیدی وجود دارد که حاوی قطرات چربی می باشد. در این گیرنده ها همانطوریکه قبلا" نیز اشاره گردید، طول موجهای پایین تر فیلتر شده و به اشعه های با طول موج بالاتر اجازه عبور داده می شود (Mark. *et al*., 1999) . لذا نوزادهای پرورش یافته تحت تاثیر نور قرمز، به دلیل افزایش توان دید، از مواد غذایی راحتتر و بیشتر تغذیه می نمایند و همواره برای دستیابی به غذا استرس کمتری را متوجه متحمل میگردند (Nicieza. *et al*., 1997). همچنین در صورت فراهم بودن غذای کافی و نیز وجود نور قرمز در محیط و با ایجاد کنتراست نوری بیشتر، تمایل ماهی برای مصرف غذای بیشتر و در نتیجه رشد و بقای بهتر تحریک می شود. در چنین شرایطی نوزادها احساس امنیت غذایی بیشتری نموده و در نتیجه رشد سریعتری خواهند داشت (هرسیج، ۱۳۸۴، Girri, 2002).

در این میان گونه هایی نظیر آزاد ماهیان که آبهای کم عمق تر را ترجیح داده و یا عمدتا" در فیلم سطحی آب شنا و شکار مینمایند، معمولا در چشم آنها سلول های مخروطی قرمز ، آبی و سبز تعداد بیشتری را بخود اختصاص داده لذا این ماهیان می توانند محدودهٔ وسیعی از طیف نوری که وارد سطح آب می گردد، را دریافت کنند (Bone . *et al*., 1995 ؛ Kumar & Tembhre, 1998). با رشد آزاد ماهیان بتدریج طیف های نوری ۵۳۶ ، ۴۴۳ و ۳۶۰ نانومتر (طیف نوری زرد تا بنفش) در چشم قابلیت روئیت بهتری پیدا می نمایند (Bone . *et al*., 1995).

از اینرو با توجه به دلایل فوق و همچنین نتایج مطالعات انجام شده توسط سایر محققین (Karlsen . *et. al*., 2001 ; Dewen. *et al*., .2003; Oppedal, 2002)در این پژوهش شدت تابش نور قرمز بعنوان طیف نوری تأثیر گذار بر رشد و بازماندگی لارو ماهی آزاد دریای خزر، مورد سنجش و بررسی واقع شد.

بعلاوه میزان پرید تابش نور نیز از دیگر ارکانی است که همواره در مکانیسم متابولیکی جانوران از جمله ماهیان می تواند بسیار تاثیر گذار بوده و موجب تکامل مورفولوژیک و رشد لاروها گردد (Stefansson, 1990) . لذا در تحقیق حاضر مسئله مدت زمان تابش مناسب نور نیز مورد ارزیابی قرار گرفت.

در خصوص میانگین وزن بدست آمده و افزایش وزن در پایان دوره ۳۶ روزه این پژوهش مشخص گردید (نمودار ۱ و جدول ۳ – نمودار ۵ و جدول ۷) که تابش نور قرمز با پرید تابشی ۱۲ ساعته و شدت نوری ۵۵۰ لومنس، می تواند بطور معنی داری نسبت به تولید گوشت و افزایش وزن لارو ماهی آزاد دریای خزر که در رژیم نوری طبیعی (گروه شاهد) قرار گرفته اند، نقش مؤثری داشته باشد. اگرچه سایر تغییرات درنظر گرفته در شدت و دوره نوری قرمز نتوانسته است که بطور معنی داری تغییر موثری در روند وزن نهایی و میزان افزایش وزن لاروها ایفا نماید. دلیل این امر عمدتا" به دلیل وجود قطرات چربی موجود در سلولهای مخروطی قرمز (که به نورهایی با طول موج ۶۰۰ نانومتر – نور قرمز- پاسخ می دهند) شبکیه چشم لاروها بوده، که اشعه های با طول موج پایین تر را فیلتر کرده و به اشعه های با طول موج بالاتر اجازه عبور را می دهد. لذا نوزادهای پرورش یافته تحت این طول موج نوری، بدلیل افزایش توان دید از مواد غذایی بهتر تغذیه کرده و استرس کمتری را متحمل می گردند. همچنین در صورت فراهم بودن غذا در حد کافی و نیز وجود نور قرمز ملایم در محیط با ایجاد کنتراست نوری بیشتر، ماهی جهت مصرف غذای بیشتر و در نتیجه رشد و بقای بهتر تحریک می گردد. در چنین شرایطی نوزادها احساس امنیت غذایی بیشتری کرده و در نتیجه رشد سریعتری خواهند داشت (هرسیج، ۱۳۸۴ ; Girri . *et al*., 2002).

در این رابطه نتایج بدست آمده در خصوص بهره گیری از نور قرمز با نتایج حاصله از تحقیقات هرسیج (۱۳۸۴) بر روی ماهی قزل آلای رنگین کمان *Oncorhynchus mykiss* و ایمان پور و همکاران (۱۳۸۵) در خصوص ماهی سفید *Rutilus frisii kutum* مطابقت داشته، اما در خصوص پرید تابش نوری با نتایج این دو پژوهش متغایرت نشان می دهد. بطوریکه در مطالعه اخیر پرید نوری ۱۲ ساعته تابش نور قرمز موجب افزایش وزن بیشتری در بین لاروها گردیده است. همچنین مشخص شد که استفاده از شدت نوری کمتر و ملایم تر (۵۵۰ لومنس) می تواند

موجب افزایش وزن بیشتری در بین لاروها گردد(تیمار ۱، پرید تابش ۱۲ ساعت روشن و خاموش و شدت نوری ۵۵۰ لومنس). این وضعیت در نتایج حاصل از تحقیق Girri و همکاران (۲۰۰۲) در خصوص بهره گیری از رژیم های غذایی و نوری بر روی لارو ماهی *Wallago attu* نیز مشاهده و گزارش شده است. بعلاوه با مشاهده رفتار این ماهی در دوران لاروی و مقایسه آن با لارو ماهی قزل آلای رنگین کمان، تمایل این ماهی به نور ملایم و فتوتاکسیس منفی و قرار گیری در بخش میانی سطح آب و شنا در نور کم (مشاهدات تجربی نگارنده) می تواند مبین نتایج بهتر رشد و نمو این ماهی در شدت نوری کمتر (۵۵۰ لومنس) در طیف نوری قرمز باشد. شایان ذکر است که در این ارتباط یک رابطه مستقیم بین فتوپریود و رشد ماهی وجود دارد. موضوع تأثیر فتوپریود بررشد ماهیان از دو زاویه تأثیر فیزیولوژیک و تغذیه ای قابل بررسی است.

از دیدگاه نخست ، نقش غده صنوبری که در ناحیه پشتی مغز قرار گرفته است را نبایستی نادیده گرفت. این غده که دارای حساسیت زیادی به نور است و بعنوان یک گیرنده نوری فوق حساس عمل می کند، ارتباط نزدیکی با مغز داشته و به نحوه رفتار ماهیان نسبت به تغییرات شدت نور در طول روز و فصول مختلف کمک می کند. این غده تطابق فعالیت های فیزیولوژیک و رفتار ماهی را نسبت به چرخه نورانی- تاریکی روزانه بر عهده دارد. تصور می شود که این کار از طریق ترشح هورمون ملاتونین صورت می گیرد. بیشتر وظایف بدن تحت تأثیر این تغییرات در ترشح ضمنی ملاتونین قرار می گیرد که می توان از فعالیت های حرکتی، رنگدانه های پوست ، فعالیت های میتوزی و آغاز فعالیت تولیند مثلی نام برد(حسینی نجد گرامی و ایرانی ۱۳۸۵ ؛ ستاری، ۱۳۸۱). پروفیل ملاتونین ترشح شده در روز-شب که تحت شرایط آزمایشگاهی در طول روزهای بلند یا کوتاه قرار می‌گیرند ، با الگوی ترشحی ملاتونین که به ترتیب در انقلاب تابستانه و زمستانه دیده می شود ، یکسان است. در ماهی قزل الا، غده ی صنوبری (پینه ال) طول شب یا دوره تاریکی را به الگوی افزایش ترشح ملاتونین ترجمه کرده که احتمالا در روز یا زمان تابش، به روش های مختلف مصرف می شود.

تأثیر رژیم نوری در رشد لارو ماهی آزاد دریای خزر را احتمالا" می توان بوسیله فعالیت محور غده پینه آل- هیپوفیز- مغز توضیح داد؛ که در آن با تنظیم مدت زمان تابش نور، گیرنده های نوری موجود در غده پینه آل فعالیت بیشتری کرده و با تولید هورمون ملاتونین و ترشح آن در داخل خون ، سبب افزایش ترشح هورمون رشد توسط غده هیپوفیز شده و با افزایش متابولیسم بدن باعث زیاد شدن اشتهای ماهی و قابلیت مناسب تر تبدیل

مواد غذایی به گوشت FCR می شود. چنین فرایندی اما با تأثیر از طول موج تابشی آبی در طی آزمایشی که Villamizar و همکاران در سال ۲۰۰۹ در خصوص استفاده از طیف های نوری و طول مدت تابش بر روی لارو ماهی باس دریایی اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) انجام دادند، مشاهده گردید. در این مطالعه مشخص شد که در این ماهی استفاده از نور آبی با مدت تابش ۱۲ ساعت می تواند تأثیر بیشتری بر افزایش وزن و طول لاروها نسبت به نور قرمز نشان دهد. بر اساس ادعای این محققین، نقش گیرنده های نوری در غده پینه آل بعنوان عامل اصلی ترشح هورمون ملاتونین در این طیف و دوره نوری ، از جمله مهمترین عوامل بروز این نتیجه قلمداد شده است.

از دیدگاه دوم از نظر تغذیه ای، رژیم نوری تأثیرات اساسی در ماهیان ایجاد می کند. بر اساس یافته های حسینی نجد گرامی و ایرانی(۱۳۸۵) در بسیاری از ماهیان از جمله ماهی قزل آلای رنگین کمان اغلب فاکتورها و عوامل مرتبط با شاخص های رشد لارو ها با افزایش مدت تابش نور وضعیت بهتری پیدا می نمایند. زیرا در این حالت لاروها فرصت بیشتری برای دیدن غذا و شکار پیدا می کنند. این در حالیستکه در برخی ماهیان نظیر فیل ماهی *Huso huso* ، رژیم نوری تأثیر قابل ملاحظه ای در تغذیه و در نتیجه عملکرد رشد ندارند (محسنی و همکاران، ۱۳۷۹).

در زمینه نتایج حاصل از طول نهایی مورد سنجش لاروها در تیمارهای مختلف و گروه شاهد، بنظر می رسد که پرید تابشی ۱۲ ساعته نور قرمز با شدت ۵۵۰ لومنس (تیمار ۱) تأثیر کمتری نسبت به تیمارهای ۳ (۱۰ ساعت خاموش – ۱۴ ساعت روشن– lumens ۵۸۰) و ۴ (۱۰ ساعت خاموش – ۱۴ ساعت روشن– lumens ۸۸۰) دارد و حتی با سایر تیمارهای دیگر (۲،۵، ۷ و ۸) اختلاف معنی داری نداشته است. با توجه با نتایج حاصله، در این رابطه می توان اذعان نمود که در لارو این گونه ماهی، تابش طولانی تر نور قرمز با شدت کم (تیمار ۳) توانسته است بطور قابل توجهی در افزایش رشد سوماتیک نقش داشته باشد. این تأثیر در آزمایش اخیر بشکلی ظاهر گردیده است که نمی توان الگو ریتمیک خاص و مشخصی را بر اساس مدت و شدت تابش نور قرمز بر اینگونه فعالیت‌های متابولیکی استخوان زایی و افزایش طول ماهی تعریف و مشخص نمود و در این راستا تحقیقات و مطالعات وسیعتری جهت سنجش و تغییرات سوماتوتروپین و ملاتونین خون ، نوروترانسمیتر های مغزی و سایر عوامل دخیل در خون و پلاسما در خصوص این گونه بایستی انجام پذیرد. در این رابطه پژوهشهایی بر روی تأثیرات طیف های رنگی بر تغییرات فیزیولوژیک برخی ماهیان نظیر ماهی سیم دریایی (*Sparus aurata*) و قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) انجام شده است (Karakatsouli . *et al.*, 2007).

این در حالی است که منحنی های مورد نظر در خصوص شاخص های وزن و ضریب رشد ویژه این وضعیت را نشان نمی دهد. در این خصوص بر اساس تعاریف بیولوژیک و همچنین مثال های متعدد در زمینه جانوران آبزی و خشکزی و حتی انسان، مقایسه افراد هم طول اما با وزن غیر یکسان (افراد چاق) می تواند دلیل روشنی برتناقض بوجود آمده در اندیکس های مورد بحث باشد. از اینرو بمنظور شفافیت بخشیدن به نتیجه عملکرد رشد در پرورش آبزیان به شاخص ضریب رشد ویژه (SGR) بعنوان معیار اصلی سنجش برآیند رشد تأکید می گردد. مشابه این نتیجه را می توان در نتایج حاصل از مطالعه ای که در سال ۲۰۰۷ توسط Karakatsouli وهمکاران انجام پذیرفت نیز مشاهده کرد.

همانطوریکه از نمودار (۷) و جدول (۹) نیز مشخص است ، نرخ ضریب رشد ویژه و میزان افزایش وزن در تابش دوازده ساعته نورقرمز با شدت کمتر (تیمار ۱)، نسبت به سایر شرایط فراهم آمده در مطالعه (سایر تیمارها) ، افزایش معنی داری نشان داده، اما در رابطه با ضریب تبدیل غذایی کاهش معنی داری نشان می دهد. بعلاوه با مد نظر قرار دادن نمودار و جدول فوق مشخص می گردد که میزان و نرخ تغییرات حاصله در شاخص های رشد یاد شده در لارو ماهی آزاد دریای خزر با تغییرات منظم شدت و دوره تابش نوری قرمز، ارتباط هارمونیک و قابل پیش بینی خاصی را نشان نمی دهد. در صورتیکه در برخی دیگر از ماهیان نظیر ماهی قزل آلای رنگین کمان، در خصوص تغییرات پرید تابش نور قرمز، شاخص های رشد نوسانات منظم تری در پی دارد (هرسیج، ۱۳۸۴). علت بروز تغییرات حاصله اخیر در خصوص ماهی آزاد دریای خزر، بنظر می رسد که همانند ماهی سیم دریایی (*et al.*, 2007Karakatsoulil) عمدتا" متأثر از تأثیرات فیزیولوژیک برخی غدد درونریز و نوروترانسمیتر های مغزی باشد.

اما در کلیه تیمارها ، اغلب فاکتورهای اندازه گیری شده بعنوان شاخص رشد (وزن نهایی، میزان افزایش وزن، ضریب تبدیل غذا به گوشت و ضریب رشد ویژه) ، نسبت به نمونه های شاهد مقادیر بهتری دارد. لذا مشخص می گردد که نور قرمز می تواند جایگزین بهتری از تابش طبیعی نور محیط باشد. این نتایج با دستاوردهای سایر محققین در خصوص لارو ماهیانی نظیر قزل آلای رنگین کمان *Oncorhynchus mykiss* (هرسیج، ۱۳۸۴)، ماهی سفید *Rutilus frisii kutum* (ایمان پور و همکاران، ۱۳۸۵) ، لارو گربه ماهی W.attu (Girri . *et al*., 2002) و ماهی هالیبوت اقیانوس اطلس *Hippoglossus hippoglossus* (Helvik & Karlsen, 1996) مطابقت نشان می دهد.

در خصوص بازماندگی تغییرات معنی داری بجهت شدت و دوره های نوری قرمز و گروه شاهد در میان لاروها در تیمارها بچشم نمی خورد. این در حالیستکه در رابطه با طول مدت تابش، نتیجه های حاصل از این مطالعه با دستاوردهای BURKE و همکاران (۲۰۰۵) در خصوص ماهی آرتیک چار *Salvelinus alpinus* مطابقت ندارد.

با توجه به اهداف اشاره شده در این تحقیق در زمینه کاهش مدت زمان دوره، چنانچه نتایج حاصل از اضافه وزن بچه ماهیان (جدول ۷) را در بین تیمارهای ۱ و ۹ (بعنوان تیمار شاهد با نور طبیعی محیط) مقایسه نمائیم مشخص می گردد که ۲۳ درصد افزایش رشد در بهره گیری از نور قرمز با پرید تابشی ۱۲ ساعته و شدت ۵۵۰ لومنس قابل دسترسی خواهد بود. این مدت در دوره عملیاتی با دما و مشخصات فیزیکو شیمیایی قید شده در جدول ۲ در حدود ۱۱ روز ارزیابی شده است.

اما همانگونه که از اغلب شاخص های رشد مورد سنجش در این تحقیق مشخص است (وزن و طول نهایی، ضریب رشد ویژه و میزان افزایش وزن) مقادیر بدست آمده در بسیاری از تیمارهای استفاده شده از نور قرمز (در پریدهای مختلف تابشی نور قرمز و شدت های متفاوت) نسبت به گروه شاهد افزایش معنی داری نشان می دهد.

در این خصوص بر اساس مقادیر بدست آمده از ضریب همبستگی در خصوص دو شاخص اصلی اندازه گیری میزان رشد یعنی ضریب رشد ویژه و میزان افزایش وزن (جدول ۱۰) و قرارگیری کلیه مقادیر حاصله در دامنه ۰,۱-۱ تأثیرات مثبت این نوع رژیم نوری را تأیید می نماید.

پیشنهادها

صرف نظر از عامل درجه حرارت آب که شاید بتوان از آن بعنوان مهمترین عامل در افزایش نرخ رشد یاد کرد، تأثیر نور نیز میتواند عامل بسیار با اهمیتی در این ارتباط تلقی گردد. بعلاوه همواره دمای آب عاملی غیرقابل کنترل بوده و بدلیل آنکه مرکز اصلی تکثیر این ماهی (مرکز کلاردشت)- و سایر ماهیان سرد آبی - در منطقه سرد سیری واقع شده و دارای متوسط دمای ۸ درجه سانتی گراد میباشد. از اینرو با انجام کنترلی ساده و کم هزینه در خصوص مدیریت در نور سالن تکثیر و استفاده از پرید تابشی ۱۲ ساعته نور قرمز با شدت ۵۵۰ لومنس ، می توان به میزان رشد مطلوب تری دست یافت.

بعلاوه بمنظور شناخت بیشتر و عمیقتر تأثیرات شدت و پرید های نور قرمز بر لارو این گونه، پیشنهاد می گردد بررسی ها و مطالعات فیزیولوژیک بیشتری در خصوص میزان ترشح برخی هورمون ها و شاخص های تأثیر گذار در رشد سوماتیک انجام پذیرد.

همچنین با توجه به اهمیت اقتصادی این طرح در برنامه بازسازی ذخایر ماهی آزاد دریای خزر، پیشنهاد می گردد که میزان اثر بخشی نتایج حاصل از این تحقیق توسط کارشناسان خبره اقتصادی جهت بکاری گیری آن توسط مبادی ذیربط در شیلات ایران، مورد ارزیابی و تحلیل قرار گیرد.

تشکر وقدردانی

اجرای این کار پژوهشی جز با همکاری و دلسوزی همکاران و مدیران تحقیقات و شیلات ایران امکان پذیر نبود. شایسته است که در این راستا از همکاری مدیران مرکز تحقیقات ماهیان سرد آبی،جناب آقای مهندس رضایی خواه و همچنین جناب آقای دکتر ذریه زهرا که مرا در این پژوهش یاری نمودند سپاسگذاری نمایم. همکاران و کارشناسان مرکز تحقیقات ماهیان سرد آبی، جملگی کوشش زیادی در بثمر رساندن این تحقیق انجام دادند، از ایشان نیز کمال تشکر را دارم.

همکاریهای مدیران و کارشناسان بخش آبزی پروری در مؤسسه تحقیقات شیلات ایران و همچنین همکاران تلاشگر سازمان شیلات ایران و مرکز تکثیر آزاد ماهیان شهید باهنر کلاردشت از مهمترین ارکان شکل گیری و اجرای بهینه مطالعه حاضر بوده است. در این راستا از همکاری شایسته کلیه افراد دخیل در این زمینه قدردانی بعمل می آید.

منابع

۱. ایزدی فر.م(۱۳۸۱)،اندازه گیری شدت نور و تعریف محیط نوری، مرکز اطلاع رسانی مرغداران ایران(IP IRAN) نشریه چکاوک, دوره : ۱۱، شماره : ۴، ۱۳۸۱ زمستان، ص. ۹۷ تـا ۱۰۲.

۲. ایمانپور ، م. ر.، کمالی، ا.، حاجی مراد لو، ع.، بهمنی ، م.، (۱۳۸۵) نیز اثرات نورگرایی، طیف نوری و دوره های نوری را بر میزان ماندگاری ورشد نوزادهای ماهی سفید *Ruttilus frissi kutum*. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. سال سیزدهم. شماره اول. صفحات ۱۳۸-۱۴۵.

۳. سالنامه آماری شیلات ایران. (۱۳۸۲). مدیریت روابط عمومی و بین الملل شیلات ایران.۴۲ص.

۴. سالنامه آماری شیلات ایران از ۱۳۷۹- ۱۳۸۶ . (۱۳۸۷). مدیریت روابط عمومی و بین الملل شیلات ایران.۵۶ص.

۵. ستاری، م.، (۱۳۸۱). ماهی شناسی(تشریح و فیزیولوژی)؛ جلد اول، انتشارات نقش مهر،چاپ اول .

۶. حسینی نجدگرامی، ا.، ایرانی، ع.،(۱۳۸۵). تأثیر رژیم نوری بر رشد، بقاء و پارامترهای تغذیه لارو نورس قزآلای رنگین کمان *Oncorhynchus mykiss*. پژوهش و سازندگی. جلد ۱۹، شماره ۳.

۷. جوادی، ح.،(۱۳۸۷). نور و امواج الکترومغناطیس. وب سایت تخصصی انجمن فیزیکدانان جوان ایران:http://www.hupaa.com/Data/P00601.php.

۸. راستیان نسب، ا. ، هرسیج (۱۳۸۱). اثر نور بر رشد ماهی قزل آلای رنگین کمان به منظور کوتاه نمودن طول مدت پرورش.موسسه تحقیقات شیلات ایران.

۹. گزارش عملکرد مرکز تکثیر و پرورش آزاد ماهیان شهید باهنرکلاردشت، (۱۳۷۸)، معاونت تکثیروپرورش آبزیان، شرکت سهامی شیلات ایران. ۳۱ص.

۱۰. فرزانفر، ع.(۱۳۸۰). روشهای نوین در پرورش ماهی قزل آلا. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۰۵ ص.

۱۱. فرزانفر، ع. (۱۳۸۴). تکثیر و پرورش آزاد ماهیان. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۸۰ ص.

۱۲. محسنی، م.، پورعلی فشتمی، ح. ر.، کاظمی، ر.، ارشد، ع.، ۱۳۷۹. تأثیر دوره نوری بر رشد فیل ماهی *Huso huso* پرورشی. اولین همایش بهداشت و بیماریهای آبزیان. ۲۵-۲۷ بهمن- اهواز.

۱۳. نادری جلودار، م.، عبدلی، ۱.، (۱۳۸۳). اطلس ماهیان حوزه جنوبی دریای خزر(آبهای ایران). موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۸۰ص.

۱۴. وثوقی، غ.، مستجیر، ب.،(۱۳۷۱). ماهیان آب شیرین، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. ۳۱۷ص.

۱۵. هرسیج، م.،(۱۳۸۴). اثرات نور و دوره های نوری بر میزان ماندگاری و رشد نوزادهای ماهی قزل آلای رنگین کمان *Oncorhynchus mykiss*. ۱۵ص.

16. Britz, PJ; Pienaar, AG., 1992. Laboratory experiments on the effect of light and cover on the behavior and growth of African catfish, *Clarias gariepinus* (Pisces: Clariidae). Journal of Zoology. 227: 43-62.
17. Bone, Q., Marshall, N. B., Blaxter, J. H. S., 1995. Biology of Fishes. Chapman & Hall., 332 p.
18. Crowell, B., 2009. Optics. Light and matter, Fullerton, ISBN: 0-9704670-5-2. 114 p.
19. Daniels, HV; Berlinsky, DL; Hodson, RG; Sullivan, CV., 1996. Effects of stocking density, salinity, and light intensity on growth and survival of southern flounder *Paralichthys lethostigma* larvae. *Journal of the World Aquaculture Society*. 27: 153-159.
20. Debipriya Das, Susan E. Wilkie, David M. Hunt and James K. Bowmaker. 1999. Visual pigments and oil droplets in the retina of a passerine bird, the canary *Serinus canaria*: microspectrophotometry and opsin sequences. *Vision Research*. Elsevier Science Ltd. 39: 2801-2815.
21. Erika D. Eggers, Tomomi Ichinose, Botir T. Sagdullaev & Peter D. Lukasiewicz, 2006. Retinal GABA receptors and visual processing: a model system for presynaptic inhibition. *CellScience Reviews*. Vol. 2., No. 2.
22. Giri, SS; Sahoo, SK; Sahu, BB; Sahu, AK; Mohanty, SN; Mukhopadhyay,PK; Ayyappan, S, 2002 . Larval survival and growth in *Wallago attu* (Bloch and Schneider): effects of light, photoperiod and feeding regimes. *Aquaculture*. 213: 151-161.
23. Heen, K., Monahan, R.L. and Utter, F. , 1993. Salmon aquaculture. Fishing News books. 278P.
24. Karakatsouli, N., Papoutsoglou, S. E., Pizzonia, G., Tsatsos, G., Tsopelakos, A., Chadio, S., Kalogiannis, D., Dalla, C., Polissidis, A., Papadopoulou-Daifoti, Z., 2007. Effects of light spectrum on growth and physiological status of gilthead seabream *Sparus aurata* and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* reared under recirculating system conditions. *Aquacultural Engineering*. **36:** 302–309.
25. Karlsen, O., Mangor- Jensen, A., 2001. a correlation between phototactic response and first feeding of Atlantic halibut (*Hippoglosus hippoglossus* L.) larvae. *Aquaculture research*, 32:907-912.
26. Kiabi, B. H., Abdoli, A., Naderi, M., 1999. Status of the fish fauna in the south Caspian basin of Iran. Zoology in the Middle East. 18: 57-65.
27. Kumar, S., Tembhre M., 1998. Anatomy and Physiology of fish; VIKAS PUBLISHING HOSE PVT LTD.
28. Mark, E., Deutschlander, J., Phillips., S. C. Borland, 1999. The case for light dependent management orientation in animals. *The Journal of Experimental Biology*. 202: 891–908.
29. Myers, K., R.V. Walker, N.D. Davis and J.L. Armstrong. 2004. High Seas Salmon Research Program, 2003. SAFS-UW-0402, School of Aquatic and Fishery Sciences, University of Washington, Seattle. 93p.
30. Nicieza, A. G., Metcalfe, N. B., 1997. Efects of light level and growth history on attack distances of visually foraging juvenile salmon in experimental tanks. *Journal of Fish Biology*. 51: 643–649.
31. Oppedal, F., 2002. Influences of Artificial Light on Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) in seawater. University of Bergen, Department of Fisheries and Marine Biology Bergen Norway. 59 p.
32. Pennell, W., Barton, B.A., 1996. Princiles of salmonid culture. Elsevier. Netherlans. 1039p.
33. Dewen, S., Zhan, Y., Xu, X. 2003. Study on the function of light to the aquatic animals. Shandong fisheries/Qilu Yuye [Shandong Fish./Qilu Yuye]. 20: 35-37.

34. Stefansson, SO.,1990. The influence of light on growth and parr-smolt transformation of Atlantic salmon (*Salmo salar*): effects of spectral composition, light intensity and photoperiod. Department of Fisheries and Marine Biology, University of Bergen, Bergen (Norway). 35 pp.

35. Timmons, M. B., Ebeling, J. M., Wheaton, F. W., Summerfelt, S. T., Vinci, B. J., 2001. Recirculating aquaculture systems. NRAC
36. Thompson, B. J., 2008. The nature of light, What is a photon? Optical science and engineering. CRC Press. ISBN: 13: 978-1-4200-4424-9. P. 454.
37. Villamizar, N., A. Garc?a-Alcazar and F.J. S?nchez-V?zquez, 2009. Effect of light spectrum and photoperiod on the growth, development and survival of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Aquaculture*. 292: 80-86.
38. Wallace, JC; Kolbeinshavn, A; Aasjord, D,.1988. Observations on the effect of light intensity on the growth of Arctic charr fingerlings (*Salvelinus alpinus*) and salmon fry (*Salmo salar*). *Aquaculture*. 72: 81-84.
39. Whilloughby, S. , 1999. Salmonid farming. Fishing news books. 329P.

Abstract

Survey is conducted to evaluate the effects of different intensities and durations of red light spectrums on growth performance and survival of Caspian trout (*Salmo trutta caspius*) in Coldwater Fishes Research Center (CFRC).

According to the standard methods and manuals, selected 1.1±0.2 g (1755 individuals) larvae transferred from a registered and well-known hatchery and introduced to the fish tanks in CFRC after quarantine and adaptation procedures. The trial designed for 9 treatments with 3 repeats and fish tanks (California troughs) stocked by 65 larvae. All tanks were separated by dark plastic sheets individually to more controlling actions on special lighting regimes, except controls. Lighting actions were conducted as long as survey stage for 36 days by economic lamps (*P: 40/50 W, Φ=550/880 lum*) on lighting durations of 12/12, 10/14, 14/10 h (on/off) and 24 (on) by *40/50 W* lamps respectively for treatment 1 to 8. Controls are considered in treatment No. 9 by natural and environmental lighting regime. The biometry operations were carried out in a 6 days interval. Results were analyzed with SPSS (Version 12) software and by ANOVA one way analysis method and multiple levels of Duncan Test; graphs were illustrated by Excel software.

According to the results, most of the measured factors as growth indicators (FW, WG, FCR and SGR) in treatments (1-8) had showed significant differences in compare of control. In this case, oily drips in retina layer of eye's larvae absorb the short light spectrums and let the long spectrums to be transferred. Thus because of more vision, feeding behavior could develop with lower stress condition. Moreover, some growth factor (SGR, WG and FCR) rates in larvae showed better values significantly in treatment (1) (*12/12 h lighting with 550 lum*) in compare of other treatments and controls ($P \leq 0.05$). In addition, there are not any harmonized and expected growth parameters with synchronized red lighting intensities and durations in the Caspian trout larvae. It seems that recent demonstrations were influenced by physiological effects of some endocrinal glands and brain neurotransmitters.

Key words: Caspian trout, *Salmo trutta caspius*, Larvae, Red light, Light strengthen, Light duration, Growth