تاثیر دوره و شدت‌های نوری مختلف بر اندازه غده پینه‌آل در مولدهای صافی‌ماهی لکه‌سفید (*Siganus sutor*)

- **فرزانه قیطاس‌پور***: گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات کردستان، سنندج، صندوق‌پستی:١٤٦٤٨
- **عباس متین‌فر**: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تهران، صندوق‌پستی: ٦١١١٦- ١٤١٥٥
- **منصوره غلامی**: گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، صندوق‌پستی: ٦١٨

تاریخ دریافت: تیر ١٣٩٢ تاریخ پذیرش: آبان ١٣٩٢

چکیده

تحقیق حاضر به‌منظور بررسی میزان تاثیرپذیری اندازه غده پینه‌آل مولدهای صافی‌ماهی لکه سفید (*Siganus sutor*) در برابر شدت و دوره‌های نوری مختلف انجام گرفت. بدین منظور ماهیان در ٩ تیمار، تحت شرایط نوردهی مصنوعی با سه نوع دوره و شدت نوری شامل (٨D : ١٦L، ١٢ D:١٢L، ١٦D : ٨L و ١٠٠٠، ٢٠٠٠، ٣٠٠٠ لوکس) به انضمام یک تیمار شاهد (نور طبیعی) در مدت ٦٠ روز، در موسسه تحقیقات اکولوژی خلیج فارس واقع در بندرعباس قرار گرفتند. در پایان دوره، غدد پینه‌آل استخراج و اندازه و حجم آن‌ها توسط استرئومیکروسکوپ تعیین گردید. بررسی‌ها نشان دادند که بیش‌ترین حجم پینه‌آل در تیمار شاهد بوده اما اختلاف معنی‌داری با گروه‌های تحت نوردهی مشاهده نشد (P>٠/٠٥).

کلمات کلیدی: غده پینه آل، دوره نوری، شدت نوری، صافی‌ماهی لکه سفید (*Siganus sutor*)

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: f.gheitaspour@yahoo.com

مقدمه

غده پینه‌آل ماهیان مرکز فعالیت‌هایی از قبیل پردازش نور، رساندن اطلاعات مربوط به دوره نوری به مغز از طریق انتقال دهنده‌های عصبی، رهاسازی ایندول آمین‌ها و ملاتونین اولیه است (Ekstrom و Meissl، ۱۹۹۷). هم‌چنین مسئول تبدیل اطلاعات نوری به سیگنال شیمیایی به‌وسیله مقادیر یکسان هورمون ملاتونین است (Falcon و همکاران، ۱۹۹۲). غده پینه‌آل به سقف دیانسفالون (مغز رابط) چسبیده است و از آن نشات می‌گیرد و باقی‌مانده چشم سوم است. در سقف جمجمه و ناحیه‌ای که غده پینه‌آل قرار گرفته است، یک "پنجره" صنوبری وجود دارد. علاوه براین، رنگدانه‌های پوست در این ناحیه تقلیل یافته‌اند و کلسیفه شدن استخوان جمجمه نیز کاهش یافته است که به‌انتقال نور به‌این اندام کمک می‌کند (ستاری، ۱۳۸۱).

تغییر سالیانه در فتوپریود، منظم‌ترین پدیده‌ای است که سازماندهی زمانی فعالیت‌های فصلی، به‌خصوص تولیدمثل را در دنیای زیستی انجام می‌دهد (Maitra و همکاران، ۲۰۰۶). استفاده از نور مداوم در پرورش آزادماهیان عملی متداول است که از آن جهت افزایش رشد، تحریک Smoltification و تنظیم رسیدگی جنسی در سطح تجاری استفاده می‌گردد (Huang و همکاران، ۲۰۱۰).

صافی‌ماهیان، متعلق به خانواده Siganidae و بومی مناطق حاره و نیمه‌حاره در حد فاصل اقیانوس‌های هند و آرام (منطقه Indo-Pacific) می‌باشند که با توجه به فرم پوزه، اغلب از آن‌ها با نام عمومی خرگوش‌ماهی (Rabbit fish) یاد می‌شود. این نام مؤید نوع رژیم غذایی در این ماهیان است که بخش اعظم آن را جلبک‌ها تشکیل داده و سبب شده، عمدتاً در آب‌های با عمق کم‌تر از ۱۵ متر و به‌ویژه در نواحی مرجانی زندگی کنند (Kamukuru، ۲۰۰۶). در خلیج فارس و دریای عمان چهار گونه از خانواده مذکور زندگی می‌کنند که در این میان دو گونه به نام‌های *Siganus javus* و *S. sutor* در آب‌های ساحلی ایران شناسایی شده‌اند. هم‌چنین تکثیر صافی‌ماهیان به‌دلیل این‌که در مناطق ساحلی زیست نموده و تحت تأثیر جزر و مد و تابش نور شدید قرار دارد، به‌عنوان نکته کلیدی مطرح می‌باشد (فروغی‌فرد و همکاران، ۱۳۸۱).

Bowmaker و همکاران (۲۰۰۴) ریخت‌شناسی غده پینه‌آل را در تعدادی از ماهیان مزوپلاژیک مورد مطالعه قرار دادند. اگرچه این ماهیان از اعماق ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متری صید شدند، ریخت‌شناسی غدد پینه‌آل آن‌ها به‌طور قابل توجهی شبیه به ماهیان سطح‌زی بود. آنان در بررسی پینه‌آل تبرزین‌ماهیان (*Sternoptyx diaphana*)، بیان کردند که از لحاظ ظاهری شبیه به قارچ بوده و از طریق پایه‌های ظریف به دیانسفالون متصل است. مطالعات McNulty (۱۹۷۶) نشان داد که در ماهیان مزوپلاژیک مربوط به اعماق بالاتر از ۸۰۰ متر، با افزایش عمق حجم بیرونی غده پینه‌آل نیز افزایش می‌یابد. هم‌چنین در ماهیان عمق‌زی دریایی، رنگدانه‌های پینه‌آل طول موج‌های بلندتر را جذب می‌کنند. بنابراین توسعه کامل گیرنده‌های نوری پینه‌آل در شرایطی است که در معرض هیچ‌گونه نوری نباشند (Bowmaker و همکاران، ۲۰۰۴). Wagner و همکاران (۲۰۰۲)، مشاهده کردند، بیش‌تر غارماهیانی که اغلب در شبکیه و بینایی‌شان پسرفت مشاهده می‌شد، غده پینه‌آل توسعه یافته‌ای داشتند. آنان غده پینه‌آل را در ۱۰گونه ماهی بسترزی در اعماق ۱۵۰۰ تا ۴۸۰۰ متری که خارج از محدوده نفوذ نور خورشید بودند را بررسی کردند. پنجره پینه‌آل که در اغلب ماهیان مزوپلاژیک وجود دارد، هرگز در نمونه‌های بسترزی مشاهده نشد. در رابطه با حجم پینه‌آل‌ها نیز اختلافات نتوانستند با طول ماهیان همبسته باشند.

هدف از این مطالعه، درک صحیح کاربرد نور در تاثیر بر غدد درون‌ریزی هم‌چون پینه‌آل بوده که با ترشحاتی مانند هورمون ملاتونین، دارای نقش بسیار مهمی در تحریک و تعویق رسیدگی جنسی گونه‌های گوناگون ماهیان خوراکی و زینتی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در دی ماه سال ۱۳۹۰ در موسسه اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان واقع در شهر بندرعباس آغاز گردید. صافی‌ماهیان با میانگین وزنی ۶۵/۰۵±۳۲۵/۰۵ گرم طی ماه‌های فصل پائیز از سواحل شمالی جزیره لاوان واقع در خلیج فارس صید شدند. غذای ماهیان در طول دوره نگه‌داری تا پایان پروژه، از کنسانتره پایانی میگو تأمین گردید. هم‌چنین در هفته یک تا دوبار از گوشت خرچنگ به‌صورت خرد شده به‌عنوان غذای تکمیلی استفاده گشت. غذادهی در دو نوبت صبح و عصر در حد سیری انجام گرفت (فروغی‌فرد و همکاران، ۱۳۸۱ و ۱۳۸۳).

به‌منظور نوردهی به ماهیان، ۹ اتاقک توسط پوشش‌های پلاستیکی ضخیم و تیره رنگ مجزا گشتند، که هریک دارای یک مخزن فایبرگلاس ۳۰۰ لیتری شامل ۵ صافی‌ماهی بودند. بدین ترتیب صافی‌ماهیان در ۹ تیمار آزمایشی و یک

تیمار شاهد هریک با ۵ تکرار، از ۲۱ دی‌ماه به‌مدت ۶۰ روز طبق برنامه ارائه شده در جدول ۱ تحت رژیم‌های نوری متفاوت قرار گرفتند.

جدول۱ : مشخصات رژیم نوری هر یک از مخازن

شماره مخزن	شدت نور (Lux)	دوره روشنایی(L)- تاریکی(D) (ساعت)
۱	۳۰۰۰	۱۶L: ۸D
۲	۲۰۰۰	۱۶L: ۸D
۳	۱۰۰۰	۱۶ L: ۸D
۴	۳۰۰۰	۱۲L:۱۲D
۵	۲۰۰۰	۱۲L:۱۲D
۶	۱۰۰۰	۱۲L:۱۲D
۷	۳۰۰۰	۸L: ۱۶D
۸	۲۰۰۰	۸L: ۱۶D
۹	۱۰۰۰	۸L: ۱۶D
۱۰(شاهد)	شرایط داخلی سالن (۰ - ۲۰۰)	شرایط داخلی سالن (۱۲D: ۱۲L)

پس از اتمام دوره نوردهی، تمام ماهیان هر مخزن با کمک تور دستی صید شدند و به‌وسیله پودر گل میخک به‌میزان ۱ گرم در ۱۰ لیتر آب به‌صورت کامل بی‌هوش گشتند (فروغی‌فرد و همکاران، ۱۳۸۱ و ۱۳۸۳). سپس طول کل (T.L.) و طول استاندارد (S.L.) هر یک با دقت ۱ میلی‌متر و وزن آنان با دقت ۱میلی‌گرم سنجیده شد. از اطلاعات به‌دست آمده جهت مقایسه نسبت وزنی استفاده گشت.

در تمام نمونه‌ها سر ماهی ثابت نگه‌داشته شده و از ناحیه زیرین تا سقف دیانسفال باز شد. محل غده پینه‌آل تعیین و از مکان آن عکس‌برداری گردید. سپس غده جداسازی‌شده، توسط ترازوی دیجیتالی با دقت یک هزارم گرم توزین گردید. به‌منظور بالا رفتن دقت آزمایش، نسبت وزن غده پینه‌آل به وزن کل ماهی مطابق فرمول ۱ محاسبه گردید.

(فرمول ۱): $\text{نسبت وزنی غده پینه‌آل} = \frac{\text{وزن غده پینه آل}}{\text{وزن کل ماهی}} \times ۱۰۰$

جهت به‌دست آوردن حجم نمونه‌ها، به‌دلیل آن‌که فاقد شکل هندسی مشخص بودند، تمامی غده‌ها بیضی‌شکل فرض گردید. سپس با الگوبرداری از روش کار Wagner و همکاران (۲۰۰۲) از فرمول ۲ جهت به‌دست آوردن حجم غده پینه‌آل استفاده گردید. برای این کار از استرئومیکروسکوپ مجهز به نرم‌افزار Motic Images Module استفاده گردید.

(فرمول۲): $\text{حجم غده پینه‌آل} = 1/6\pi abc$

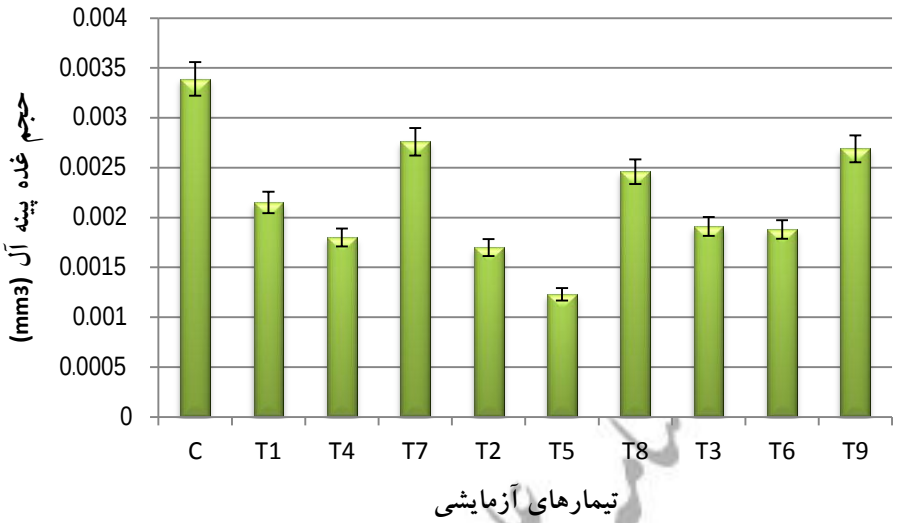
(a طول، b عرض، c ضخامت)

مقایسه سطح معنی‌داری بین تیمارهای مختلف به‌وسیله انجام آزمون واریانس یک‌طرفه (One way anova) و آزمون دانکن با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۸) انجام شد. رسم نمودارها با کمک نرم‌افزار Excel 2007 صورت پذیرفت.

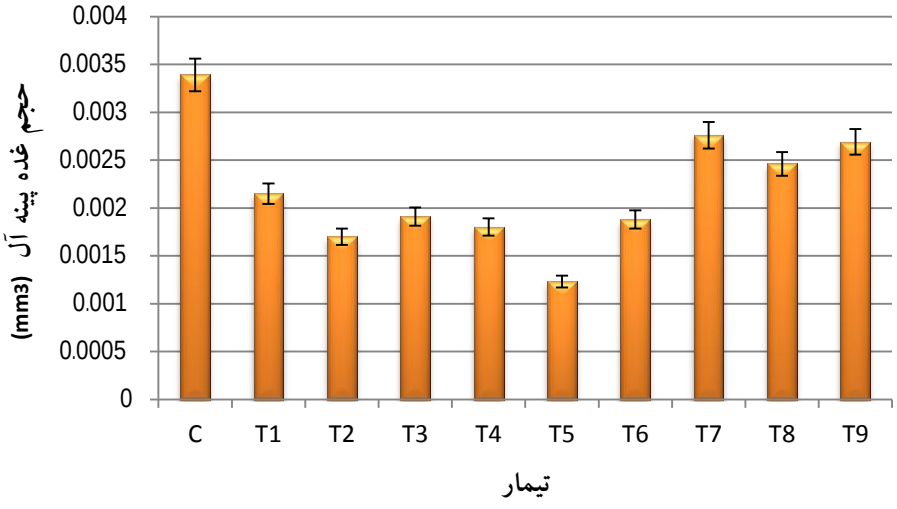
نتایج:

نتایج حاصل از مقادیر حجم غدد پینه‌آل بیان‌گر آن بود، که بیش‌ترین حجم مربوط به تیمار شاهد بوده است، اما اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای تحت نوردهی با گروه شاهد مشاهده نگردید ($P>0/05$). با مقایسه شدت‌های نوری مختلف، رابطه نسبتاً منظمی بین تیمارها به‌دست آمد به‌نحوی که در کلیه دوره‌های نوری، شدت ۲۰۰۰ لوکس دارای کم‌ترین حجم پینه‌آل بود (شکل ۱).

مرور دوره‌های نوری مختلف، ثابت کرد که بیش‌ترین حجم غده پینه‌آل در تیمارهای دارای حداقل دوره نوری ۸L: ۱۶D وجود داشته است. هم‌چنین کم‌ترین حجم پینه‌آل در دوره نوری ۱۲L:۱۲D ثبت گردید (شکل ۲).



شکل ۱ : نمودار مقایسه حجم غده پینه‌آل براساس شدت نوری

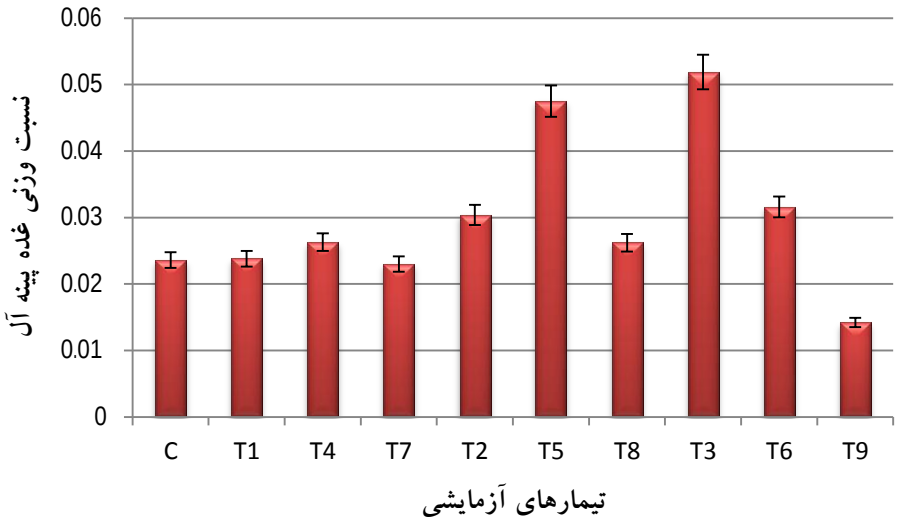


شکل ۲: نمودار مقایسه حجم غده پینه‌آل براساس دوره نوری

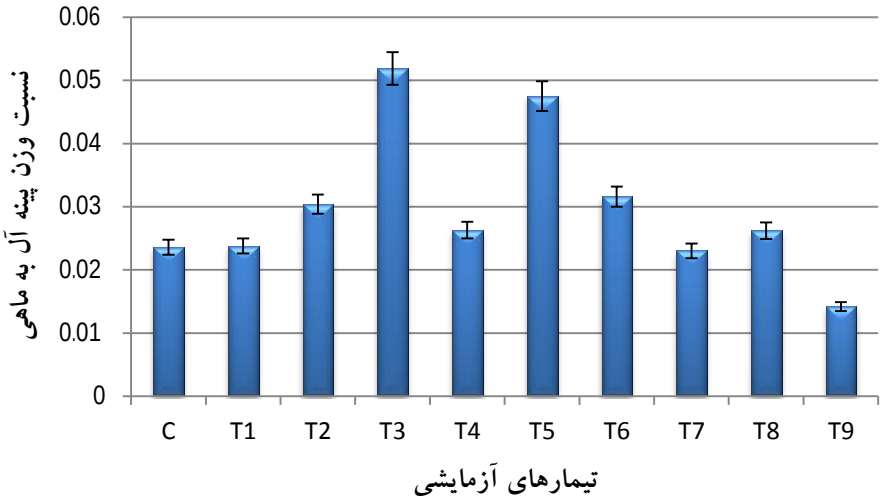
در رابطه با نسبت وزنی غده پینه‌آل مشاهده شد، که بیش‌ترین میزان مربوط به تیمارهای ۳ و ۵ بوده اما اختلاف معنی‌داری بین نسبت وزنی غدد در تیمارهای آزمایشی و شاهد حاصل نشد (P>۰/۰۵).

هم‌چنین با مقایسه نسبت وزن غده پینه‌آل به وزن صافی‌ماهیان لکه‌سفید براساس شدت نوری، مشخص گردید که بیش‌ترین نسبت وزنی غده پینه‌آل در کم‌ترین شدت نوری به‌دست آمد و کم‌ترین نیز در شدت نوری ۳۰۰۰ لوکس ثبت گردید (شکل ۳).

درنهایت، نسبت وزنی غده پینه‌آل براساس دوره‌های نوری مختلف مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که کم‌ترین وزن پینه‌آل مربوط به دوره نوری 8L:16 D بوده هرچند که نتایج از نظم خاصی پیروی نکردند (شکل ۴).



شکل ۳: نمودار نسبت وزن غده پینه‌آل به وزن صافی‌ماهیان براساس شدت نوری



شکل ۴: نمودار نسبت وزن غده پینه‌آل به وزن صافی‌ماهیان براساس دوره نوری

بحث

مطالعات اندکی بر روی اندازه‌گیری غده پینه‌آل در گونه‌های مختلف ماهیان صورت گرفته است. اغلب تحقیقات انجام شده به نحوه عملکرد فیزیولوژیکی این اندام پرداخته‌اند تا مشخصات ظاهری آن. بنابراین تحقیق حاضر جزء نخستین تحقیقات بر روی غده پینه‌آل صافی‌ماهیان لکه‌سفید محسوب می‌گردد.

Wagner و همکاران (۲۰۰۲)، در بررسی غده پینه‌آل ۱۳ گونه از ماهیان بسترزی، حجم و بسیاری از جزئیات ظاهری این غده را اندازه‌گیری کردند. برطبق نتایج حاصل از تحقیقات آن‌ها، حجم غده پینه‌آل در سه گونه ماهی *Bathypterois dubius*، *Halosauropsis macrochir* و *Polyacanthonotus rissoanus* نسبتاً نزدیک به گونه صافی‌ماهی لکه‌سفید بود. در مطالعه دیگری، Ekstrom و Meissl (۱۹۹۷) غده پینه‌آل را

در ماهیان استخوانی به‌صورت گسترده بررسی نمودند. آن‌ها بیان کردند که در برخی از گونه‌ها از جمله اردک‌ماهی و آزادماهیان، غده پینه‌آل در بالغین، نسبت به سایر گونه‌های مورد بررسی بسیار بزرگ بوده و قسمت داخلی مغز جلویی را پوشش می‌دهد.

با وجود این‌که غده پینه‌آل در اغلب جانوران به شکل کاج بوده و ازین رو نام اندام صنوبری را به‌خود اختصاص داده است، طی مطالعات Bowmaker و همکاران (۲۰۰۴) ثابت شد که در گونه *Sternoptyx diaphana* این اندام شبیه به قارچ بوده و از طریق پایه‌های ظریف به دیانسفالون متصل گردیده است. در رابطه با صافی‌ماهی لکه‌سفید نیز غده پینه‌آل به‌صورت کاجی مشاهده گردید.

به‌منظور مقایسه حجم اندام صنوبری صافی‌ماهیان *S. sutor* براساس دوره‌های نوری مختلف، همان‌طورکه پیش‌بینی می‌شد، تیمار شاهد بیش‌ترین میزان را به‌خود اختصاص داد. این امر به‌علت عدم نوردهی مصنوعی و فعالیت بیش‌تر غده پینه‌آل در تاریکی بود. اما در بین گروه‌های تحت نوردهی مصنوعی مطابق با فرضیه‌های تحقیق، بیش‌ترین حجم اندام صنوبری در کوتاه‌ترین دوره نوری ۸L:۱۶D مشاهده شد. به‌طوری‌که حجم این غده در دوره نوری مذکور، در هر سه نوع شدت نوری مورد آزمایش بالاتر از سایر تیمارها به‌دست آمد. این امر نشان‌دهنده آن است که تاثیر دوره نوری ۸L:۱۶D بر افزایش حجم غده پینه‌آل به‌میزانی بوده است که از اثرگذاری شدت‌های نوری ممانعت کرده است. این امر مؤید نتایج McNulty (۱۹۷۶) بود؛ وی بیان کرد که در ماهیان مزوپلاژیک مربوط به اعماق بالاتر از ۸۰۰متر، با افزایش عمق، حجم غده پینه‌آل نیز افزایش می‌یابد. قاعدتاً دلیل افزایش حجم غده پینه‌آل ماهیان مزوپلاژیک در پی افزایش عمق، نفوذ اندک نور خورشید به این ناحیه است. چراکه سطح قدرت نفوذ نور در یک جزیره با آب تمیز حدود میانگین ۲۰۰۰۰ لوکس در عمق ۴/۵ متری خواهد بود، درصورتی‌که در عمق ۹ متری حداکثر نور قابل نفوذ حدود ۱۰۰۰۰ لوکس است (بهربر، ۱۳۹۱). هم‌چنین مطالعات انجام شده ثابت نموده‌اند که با قرار دادن بسیاری از حیوانات در برابر نور مداوم، علاوه بر پیدایش علائم جنسی زودرس و افزایش سریع وزن غدد جنسی، کاهش اندازه و کم شدن فعالیت غده پینه‌آل نیز اتفاق می‌افتد (بهنام‌رسولی، ۱۳۸۲).

در بررسی تأثیر شدت‌های نوری مختلف، کم‌ترین حجم غده پینه‌آل در تیمارهای با شدت نوری ۲۰۰۰ لوکس مشاهده شد. هم‌چنین حجم این غده در شدت نوری ۳۰۰۰ لوکس با اختلاف کمی، بیش‌تر از شدت ۱۰۰۰ لوکس بود.

تحلیل نتایج حاصل از حجم غدد پینه‌آل، مؤید ارتباط مستقیم میزان نوردهی با حجم این غده می‌باشد. به‌طوری‌که غالباً تاریکی بیش‌تر، سبب بزرگ‌تر شدن غده پینه‌آل گردیده است. با این وجود، با انجام آزمون واریانس یک‌طرفه One way anova اختلاف معنی‌داری میان حجم این غده در تیمارهای مختلف مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

مطالعات اولیه Mancop (۱۹۳۷) بر روی صافی‌ماهیان (*Siganus canaliculatus*) مشخص کرد که نرها عموماً اندازه کوچک‌تری از ماده‌ها دارند. Helfman (۱۹۶۸) نیز طی تحقیقات خود بیان کرد که در گونه فوق، جنس نر دارای بدن کشیده‌تری نسبت به جنس ماده است. در این تحقیق، باوجود آن‌که جنسیت صافی‌ماهیان مطرح نبوده، اما از آن‌جاکه وزن صافی‌ماهیان لکه‌سفید مورد بررسی با یکدیگر متفاوت بود، برای بالا رفتن دقت محاسبات، نسبت وزنی غده پینه‌آل به‌دست آمد و با یکدیگر مقایسه شد. زیرا قاعدتاً ماهیان سنگین‌تر باید دارای اندام صنوبری با وزن بیش‌تری باشند.

برای این منظور مطابق روند گذشته، تأثیر شدت نوری و دوره نوری به‌صورت مجزا بررسی شد. با مرور نتایج حاصل از تأثیر شدت نوری بر نسبت وزنی غده پینه‌آل، همان‌طورکه انتظار می‌رفت کم‌ترین نسبت وزنی در شدت نوری ۳۰۰۰ لوکس مشاهده شد. این شدت نوری به‌اندازه‌ای تاثیرگذار بوده است که در هر سه نوع دوره نوری باعث ایجاد وزن تقریباً یکسانی در غده پینه‌آل گشته و از فعالیت آن جلوگیری نموده است. نتایج حاصله نشان‌دهنده این مهم است که شدت نوری در مقایسه با دوره نوری، دارای تاثیرگذاری بسیار بالاتری بر روی نسبت وزنی غده پینه‌آل صافی‌ماهیان بوده است، چراکه بیش‌ترین میزان نسبت وزن پینه‌آل نیز در تیمار شماره ۳ با شدت نوری ۱۰۰۰ لوکس به‌دست آمد. بنابراین می‌توان این‌گونه برداشت کرد که افزایش شدت نوری باعث کاهش وزن غده پینه‌آل می‌شود که ممکن است ناشی از کاهش فعالیت این اندام باشد. Bowmaker و همکاران (۲۰۰۴) نیز بیان کردند که توسعه کامل گیرنده‌های نوری غده پینه‌آل در شرایطی صورت می‌گیرد که ماهیان در معرض هیچ‌گونه نوری نباشند.

در رابطه با دوره‌های نوری، هرچند که نتایج از نظم خاصی پیروی نکردند؛ اما کم‌ترین نسبت وزنی در دوره نوری ۸L:۱۶D مشاهده شد. بنابراین برخلاف فرضیات تحقیق، دوره‌های نوری کوتاه‌تر نتوانستند افزایش نسبت وزنی پینه‌آل را سبب

گردند. با انجام آزمون دانکن مشخص گردید که کم‌ترین نسبت وزنی غده پینه‌آل در تیمار شماره ۹ با حداقل دوره و شدت نوری دارای اختلاف معنی‌داری با تیمارهای شماره ۳ و ۵ بوده است (P<۰/۰۵). به‌نظر می‌رسد کاهش نسبت وزنی در تیمار شماره۹، به‌دلیل شدت نوری پایین (۱۰۰۰ لوکس) بوده است و دوره نوری ۸L:۱۶D به‌عنوان مکمل این پدیده را تشدید نموده است.

در جمع‌بندی نهایی، نتایج حاصل از این تحقیق ثابت کرد که در رابطه با حجم غده پینه‌آل دوره‌های نوری موثرتر از شدت‌های نوری واقع شدند، به‌طوری‌که دوره‌های دارای تاریکی طولانی‌تر سبب افزایش حجم این اندام شدند. با بررسی نسبت وزنی غده پینه‌آل مشخص گردید که وابستگی نوسانات وزن به تغییرات شدت نوری بیش‌تر بوده است و افزایش شدت نوری باعث کاهش وزن غده پینه‌آل گردید.

تشکر و قدردانی

با تشکر از زحمات بی‌دریغ استاد گران‌قدر جناب آقای دکتر مهرداد شیرین‌آبادی که در تمامی مراحل این تحقیق همواره همکاری نمودند و با قدردانی از همکاری صمیمانه پرسنل محترم پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان؛ جناب آقای دکتر مرتضوی ریاست محترم پژوهشکده، جناب آقای مهندس فروغی‌فرد ریاست محترم بخش آبزی‌پروری و جناب آقای دکتر دقوقی که انجام مراحل آزمایشگاهی با لطف و حمایت ایشان میسر گردید.

منابع

۱. **بهربر، س.، ۱۳۹۱.** نور در آکواریوم. انتشارات علمی آبزیان. ۹۰ صفحه.

۲. **بهنام‌رسولی، م.، ۱۳۸۲.** فیزیولوژی سیستم‌های عصبی ترشحی (نوروآندوکرین) در مهره داران. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۳۰ صفحه.

۳. **ستاری، م.، ۱۳۸۱.** ماهی‌شناسی (۱) تشریح و فیزیولوژی. انتشارات حق شناس.۶۶۲ صفحه.

۴. **فروغی‌فرد، ح.؛ متین فر، ع. و دقوقی، ب.، ۱۳۸۱.** امکان مولدسازی صافی‌ماهی گونه *Siganus sutor* و *S. javus* در حوضچه‌های بتونی در استان هرمزگان. گزارش نهایی موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۷۸ صفحه.

۵. **فروغی‌فرد، ح.؛ زرشناس، غ.؛ تازیکه، ا. و قره‌وی، ب.، ۱۳۸۳.** تکثیر ماهی‌صافی *Siganus sutor* با استفاده از هورمون‌های LHRHa2 و HCG و پرورش لارو تا مرحله انگشت‌قد. گزارش نهایی موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۶۱ صفحه.

6. **Bowmaker, J.K. and Wagner, H.J., 2004.** Pineal organs of deep-sea fish: photopigments and structure. Experimental biology. Vol. 207, pp: 2379-2387.
7. **Ekstr◌m, P. and Meissl, H., 1997.** The pineal organ of fishes. Rev. Fish Biol. Fisher. Vol. 7, pp: 199-284.
8. **Falcon, J.; Thiabault, C.; Begay, V.; Zachmann, A. and Collin, J.P., 1992.** Regulation of the rhythmic melatonin secretion by fish pineal photoreceptor cells. In: Ali, M.A. (Ed.), Rhythms in Fishes. Plenum, New York. pp: 167-199.
9. **Helfman, E.S., 1968.** Preliminary observations on the Teuthidid (= Siganidae) fishery in Palau. Unpubl. Reptr. Vol. 7, pp: 51–67.
10. **Huang, T.; Ruoff, P. and Fjelldal, G., 2010.** Effect of continuous light on daily levels of plasma melatonin and cortisol and expression of clock genes in pineal gland brain, and liver in Atlantic salmon postsmolts.Chronobiology International. Vol. 27, No. 9-10, pp: 1715-1734.
11. **Kamukuru, A.T., 2006.** Reproductive biology of white spotted rabbitfish, *Siganus sutor* (Pisces: Siganidae) from basket trap fishery in Dar es Salam marine reserve systems. Tanzania. Western Indian Ocean Journal of Marine Science. Vol. 8, No. 1, pp: 31- 39.
12. **Maitra, S.K.; Seth, M. and Chattoraj, A., 2006.** Photoperiod, pineal photos and melatonin as the signal of photoperiod in the regulation of reproduction in fish.J EndocrinolReprod. Vol. 10, No. 2, pp: 73-87.
13. **Manacop, P.R., 1937.** The artificial fertilization of danggit, *Amphacanthus oramin* (BLoch& Schneider). Philipp.J. Sci. Vol. 62, pp: 229-237.
14. **McNulty, J.A., 1976.** A comparative study of the pineal complex in the deep-sea fishes *Bathylagus wesethi* and *Nezumia liolepis*. Cell Tissue Res. Vol. 172, pp: 205-225.
15. **Wagner, H.J. and Mattheus, U., 2002.** Pineal organs in deep demersal fish. Cell Tissue Res. Vol. 307, pp: 115 -127.