تأثیر مصرف خوراکی غلظت‌های مختلف کاروتنوئید ریزجلبک *Spirulina platensis* بر تخم و لارو ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Onchorhynchus mykiss*)

- **رزیتا سیاوشی**: گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات اهواز، صندوق پستی :۱۹۱۵
- **مهدی شمسایی‌مهرجان***: گروه شیلات، دانشکده کشاورزی ومنابع‌طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، صندوق‌پستی: ۱٤٥۱٥-۷۷٥
- **مهران جواهری‌بابلی**: گروه شیلات، دانشکده کشاورزی ومنابع طبیعی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران، صندوق پستی :۱۹۱۵

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹٤

چکیده

این پژوهش باهدف بررسی اثر غلظت و جذب طیف کاروتنوییدی حاصل از مصرف۵ دوز ۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰٪، جلبک *Spirulina platensis* درجیره غذایی ٤٥ عدد مولد ماهی قزل آلای رنگین‌کمان (*Onchorhynchus mykiss*) به وزن ۷۵±۱۰٤٦ گرم وطول متوسط ٤٦/٥±۰/٦ سانتی‌متر با سه تکرار بر تخم ولاور آن‌ها در ۵ حوضچه آزمایشی به ابعاد ۱/٥×۱×٦ متر طی مدت ۹۰ روز درسال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۰صورت گرفت. در خاتمه نتایج آنالیز واریانس ومقایسه میانگین دانکن تیمارهای مورد مطالعه نشان داد که تیمار حاوی بیش‌ترین مقدار غظلت جلبک اسپیرولینا با (۱/۲۸ میلی‌گرم در گرم) دارای حداکثر مقدار جذب کاروتنوئید تخمک بوده وکم‌ترین مقدار جذب آن نیز به میزان ۰/۳۹ میلی‌گرم در گرم در تیمار شاهد دیده شده و اختلاف بسیار معنی‌داری بین تیمارهای فوق و اختلاف معنی‌دار بین سه تیمار ۲۰-۱۰٪ جلبک *Spirulina platensis* درجیره غذایی اختلاف معنی‌دار برقرار است ($p<۰/۰۵$). به‌علاوه بین تخم ولاروهای حاصل از مصرف غلظت‌های کاروتنوئیدی مختلف در جیره غذایی مولدین اختلاف بسیار معنی‌داری برقرار است ($p<۰/۰۱$). هم‌چنین میزان جذب طیف کاروتنوئیدی قابل مشاهده حاصل از مصرف*Spirulina platensis* در تخمک‌ها و لاروهای استحصال شده از غلظت صفرتا ۲۰٪ جلبک مصرفی از یک روند افزایشی متابعت می‌کند.

کلمات کلیدی: ریزجلبک *Spirulina platensis*، غلظت کاروتنوئیدی، جذب طیف نوری، تخم و لارو، ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: drshamsaie@gmail.com

مقدمه

اصولاً در شرایط طبیعی قزل‌آلای رنگین‌کمان از غذای طبیعی موجود در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها استفاده می‌کنند درصد بالایی از رژیم غذایی آن‌ها مشتمل بر سخت‌پوستان و آمفی‌پودهایی چون گاماریده و حشراتی مانند شیرونومیده است که به‌عنوان منابع‌طبیعی رنگدانه برای پرورش آزاد ماهیان به‌شمار می‌روند (choubert و laquet، ۱۹۸۳). مزیت این مواد خام حاوی رنگدانه دسترسی به میزان زیاد و نسبتاً ارزان بودن آن‌هاست (Darachai و همکاران، ۱۹۹۸). این منابع کاروتنوئیدی رنگ‌آمیزی بافتی را افزایش داده اما در عین حال به‌علت ناپایداری بسیار زیاد محتویات رنگدانه‌های موجود و گاهاً وجود مقادیر بالای مواد غذایی کم ارزش مانند کربنات کلیسم (بیش از ۳۰ درصد محصولات جنبی سخت‌پوستان) یا سلول‌هایی با دیواره غیرقابل هضم استفاده از فرایندهای تکنولوژیکی حذف این ترکیبات اثرات مضری بر پایداری کاروتنوئیدها دارد (بحری، ۱۳۷۸). درمیان منابع طبیعی حاوی کاروتنوئید جلبک اسپرولینا پلاتنسیس ریزجلبکی متعلق به جلبک‌های سبز- آبی است (Liao و همکاران، ۱۹۹۰) که حاوی ۶۲٪ آمینواسید، سرشار از ویتامین B_{12}، واجد رنگدانه‌های فتوسنتزی زانتوفیل و دیواره نرمی که حاوی قندها و پروتئین‌ها می‌باشد (تهامی، ۱۳۸۰). این جلبک دارای کاروتنوییدهایی شامل بتاکاروتن (۸۰٪)، کانتازانتین، بتاکریپتوزانتین و زیزانتین می‌باشد (Tveranger، ۱۹۸۶)، که افزودن آن به جیره غذایی ماهیان آب‌شیرین عامل موثری در بهبود رشد، توسعه گنادها و بهبود بلوغ می‌باشد (Liao و همکاران، ۱۹۹۰). به‌علاوه اسپیرولینا مکمل خوبی برای رشد بهتر وکاهش ضایعات تغذیه‌ای به‌علت عدم ایجاد چربی شکمی تلقی شده و مقاومت در برابر بیماری‌ها را به‌دنبال دارد (Empis و Gouvia، ۲۰۰۳). هم‌چنین نقش کاروتنوئیدها در تولیدمثل ماهی و مراحل مختلف آن از قبیل بلوغ اووسیت‌ها، لقاح تخمک‌ها، تنفس تخم و رشد جنین مشخص شده است اما باتوجه به نوع گونه ماهی تعیین همبستگی مثبت میان زمان نمو جنینی و مقدار غلظت کاروتنوئید تخم نیاز به بررسی بیشتری دارد (Mikulin، ۲۰۰۳). بنابراین مطالعه حاضر بر اساس نقش مدیریت درتغذیه مولدین به هنگام تکثیر و نقش زیست فناوری در تولید اقتصادی ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Onchorhynchus mykiss*) متناسب با نوع و مقدار ترکیبات ماده غذایی در جیره و مقدار رنگین شدن تخم و مقدار جذب کاروتنوئید سالم (Yarzhombek، ۱۹۶۴) در مزارع تکثیر و پرورش ماهیان سردآبی با هدف دسترسی به حداکثر لقاح و کاهش نرخ مرگ و میر تخم و لارو، محاسبه غلظت بتاکاروتن تجمع یافته در تخمک، بهبود رنگ، تولید لاروهای سالم و با کیفیت این گروه از آبزیان از زمان تلقیح تا تغذیه فعال صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مرکز تکثیر و پرورش ماهیان سردآبی ماهیران شهرستان الیگودرز با ۵ استخر بتونی به ابعاد ۱× ۱/۵×۶ متر که هریک به ۳ تیمار آزمایشی ۱×۱/۵×۲ (عمق×عرض×طول) متر با دبی ورودی و خروجی ثقلی ۲۵ لیتر برثانیه، ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی، دمای ۱/۵±۱۴ درجه سانتی‌گراد و pH ثابت ۱/۲±۶/۸ با ۴۵ عدد مولد قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Onchorhynchu mykisss*) به وزن ۷۵±۱۰۴۶ گرم و طول متوسط ۰/۶±۴۶/۵ سانتی‌متر تقسیم شد. به‌منظور انجام مطالعه جلبک *Spirulina platensis* خالص شرکت Femico تایوان تأمین و ۵ دوز (۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصدی) از آن با ۱۰ میلی‌لیتر روغن مایع آفتاب‌گردان به ازای هر کیلوگرم خوراک BFT به جیره‌غذایی به‌جز تیمار شاهد (علی‌رغم مصرف جیره فاقد جلبک غنی شده، اما همان مقدار روغن به جهت برابری مقدار چربی تیمارها به آن افزوده گردید) اضافه شد. سپس مولدین قزل‌آلای رنگین‌کمان تیمارهای آزمایشی طی دو نوبت غذاهی روزانه به‌میزان ۱٪ وزن بدن با ۵ کیلوگرم خوراک غنی شده از جلبک *Spirulina platensis* در هر نوبت به‌مدت ۹۰ روز در سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۹ صورت گرفت. لاروهای تفریخ شده نیز پس از آغاز شنای فعال تا وزن ۰/۵ گرم به میزان ۴/۸٪ وزن بدن در بدو امر با SFT۰۰ حداقل ۱۲ بار در روز تغذیه شدند. در ادامه قبل و پس از تلقیح نیمه‌خشک به نسبت ۲ به ۱ طی ۳۰ ثانیه با اسپرم محتوی کاروتنوئید تخمک، مقدار غلظت و جذب کاروتنوئید به‌روش استاندارد (Yanar و Takelioglu، ۱۹۹۹) به‌صورت تصادفی برحسب گرم تخمک استحصال یافته از هر تیمار ۶ نمونه برای تخمک سالم و ۶ نمونه برای تخمک‌های حل شده در کلمن‌های استریل حاوی یخ خشک در دمای صفر درجه سانتی‌گراد به آزمایشگاه غذا و داروی استان لرستان ارسال و با اسپکتروفتومتر CARRY۱۰۰ در طول موج ۴۷۵ نانومتر در سلول‌های ۱ سانتی‌متر از جنس پلاستیک، با استفاده از سانتریفیوژ با ۳۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه اندازه‌گیری و جذب طیف نوری آن نیز با نمودار استاندار اولیه برحسب میلی‌گرم در گرم محاسبه و مقایسه شد. هم‌چنین سنجش رنگ تخمک به‌روش متایلر و همکاران (۱۳۸۸) به‌صورت تصادفی از هر تیمار انجام شد. در خاتمه نیز پس از تشخیص نرمال‌سازی داده‌ها با استفاده از آزمون من و یتنی میانگین داده‌های موجود با استفاده از آزمون‌های آماری ANOVA یک‌طرفه و مقایسه میانگین داده‌های دانکن با سطح اطمینان ۹۹٪ مورد بررسی قرار گرفت (بصیری، ۱۳۸۷).

نتایج

جلبک *Spirulina platensis* مصرفی حاوی ۱۵/۳ میلی‌گرم بر گرم ترکیبات کاروتنوئیدی است (O'Sullivan و همکاران، ۲۰۱۱). در مطالعه حاضر جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس از شرکت (Femico) تایوان تأمین و طبق اعلان این شرکت (جدول۱و۲) کاروتنوئید موجود در نمونه خشک آزمایشی ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد که طیف نوری قابل جذب آن براساس استاندارد متایلر و همکاران (۱۳۸۸) از رنگ زرد کم‌رنگ به سمت نارنجی پررنگ تا قرمز برحسب مقدار مصرف در جیره غذایی ماهی دست‌خوش تغییر خواهد بود.

جدول ۱: آنالیز ترکیبات کلی جلبک اسپیرولینا براساس استاندارد شرکت سازنده

ترکیبات کلی در ۱۰۰ گرم *Spirulina platensis* خالص	
۵۵-۶۷ گرم	پروتئین
۶-۸ گرم	چربی
۲- ۶ گرم	فیبر
۵-۶ گرم	خاکستر
۱۲-۲۰ گرم	کربوهیدرات
۴-۷ گرم	رطوبت
۶۱ میکروگرم	فولیک اسید
۱/۵ میلی‌گرم	کلروفیل
۱۵ میلی‌گرم	فیکوسیانین

جدول۲: آنالیز ویتامین‌های موجود در ۱۰۰ گرم جلبک اسپیرولینا براساس استاندارد شرکت سازنده

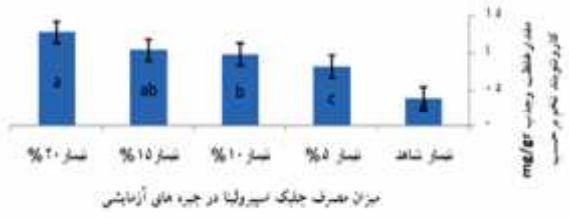
واحد	ویتامین‌ها
۳۰۰ میلی‌گرم	کاروتنوئیدها
۲۵۸میلی‌گرم	بتاکاروتن
IU۴۳۰۰۰	پیش‌ساز ویتامینA
۴/۸ میلی‌گرم	ویتامین B_1
۴/۲ میلی‌گرم	ویتامین B_2
۰/۷ میلی‌گرم	ویتامین B_6
۰/۲۳ میلی‌گرم	ویتامین B_{12}
۶/۶ میلی‌گرم	ویتامین E
۰/۸ میلی‌گرم	پنتانویک اسید
۱۶میلی‌گرم	نیاسین
۷۰ میلی‌گرم	اینوسیتول
۲۵میکروگرم	بایوتین

بنابراین تعیین میزان رنگ تخمک‌های حاصل از مولدین تیمارهای آزمایشی به‌روش فوق از یک روند افزایشی غلظت کاروتنوئید و جذب طیف نوری کاروتنوئیدی از تیمارشاهد به سمت تیمار حاوی ۲۰٪ اسپیرولیناپلاتنسیس در جیره متابعت نموده و طیف رنگی از رنگ زرد کم‌رنگ به سمت نارنجی پررنگ تغییر نموده است. لذا براساس میانگین نظر گروه‌های تشخیص رنگ شماره‌های زیر به تیمارها اختصاص یافت که کم‌رنگ‌ترین حالت در تیمار شاهد و با افزایش غلظت مصرف *Spirulina platensis* در جیره بیش‌ترین شدت رنگ در تیمار ۵ مشاهده شد (جدول۳).

جدول ۳: شماره‌دهی به رنگ تخمک‌های استحصالی ازمولدین تیمارهای مختلف

شماره تیمار	۱ (شاهد)	۲ (٪۵)	۳ (٪۱۰)	۴ (٪۱۵)	۵ (٪۲۰)
شماره رنگ	۱	۲	۳	۴	۵

همچنین نتایج به‌دست آمده حاصل از مقدار غلظت و جذب کاروتنوئیدها در تخمک و مقایسه آن با نمونه‌های استاندارد بیان‌گر اختلاف بسیار معنی‌دار میزان غلظت و تجمع کاروتنوئید تخمک در میان مولدین مورد آزمایش در سطح ۰/۰۱ بوده، در عین حال این روند در مورد مقدار جذب طیف نوری کاروتنوئیدی نیز برقرار است ($p<0/01$) بدین‌ترتیب حداکثر غلظت تجمع کاروتنوئید در تیمار ۵ (۲۰٪ اسپیرولینا در جیره) و کم‌ترین مقدار کاروتنوئید تخمک در گروه شاهد دیده شده است (جدول۴ و شکل ۱).



شکل۱: میزان غلظت کاروتنوئید اندازه‌گیری شده در تخمک مولدین قزل‌آلا (میلی‌گرم بر گرم) تیمارهای آزمایشی (میانگین±انحراف معیار)

حروف انگلیسی بیان‌گر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بر اساس استدلال منطقی است.

جدول۴: تأثیر روابط متقابل سطوح مختلف جلبک اسپیرولینای جیره‌های آزمایشی بر مقدار غلظت و جذب کاروتنوئید تخم قزل‌آلا (میانگین±انحراف معیار)

شماره تیمار	۱ (شاهد)	۲ (٪۵)	۳ (٪۱۰)	۴ (٪۱۵)	۵ (٪۲۰)
میانگین غلظت کاروتنوئید در تخمک برحسب (میلی‌گرم بر گرم)	۰/۳۹۳۵±۰/۳۴^{d}	۰/۸۲۰۶±۰/۶۳^{c}	۰/۹۸۸۲±۰/۷۷^{ab}	۱/۰۴۹±۱/۱۷^{b}	۱/۲۸۹±۰/۷۵^{a}

حروف انگلیسی بیان‌گر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بر اساس استدلال منطقی است.

بحث

جلبک اسپیرولینا به‌علت دارا بودن انواع کاروتنوئیدها به‌ویژه بتاکاروتن ویژگی‌هایی چون فعال‌سازی پیش‌سازهای ویتامین‌A، افزایش مقاومت و بهبود رنگ بدن، مقاومت دربرابر استرس، عملکرد آنتی‌اکسیدانی و ارتقاء سیستم ایمنی افزایش کارایی در عرصه تولید را به‌دنبال دارد (Chow و همکاران، ۱۹۹۰). ماهی در شرایط طبیعی مواد حاوی رنگدانه را از غذای مصرفی خود نظیر جلبک‌ها، سخت‌پوستان و نرم‌تنان دریافت و در محیط پرورشی نیز آن‌ها به‌صورت مکمل در جیره افزوده می‌شود (Wozniak، ۱۹۹۶)، لذا علی‌رغم این که کاروتنوئیدها جز ترکیبات خوراکی غیرمغذی به‌شمار می‌روند (پوررضا و همکاران، ۱۳۸۵) وجود مقدار معینی از آن‌ها در جیره ماهیان برای تخم‌گشایی موفق و بقای لاروها ضروری است (Ramakrishnan و همکاران، ۲۰۰۸). مطالعات ۴۵ روزه ناشی از مصرف جیره ترکیبی (*Spirulina maximus*) بر روی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) نشان دادکه مصرف ٪۳ *Spirulina maximus* در جیره بقا و رشد بهتر را به‌دنبال دارد (Ramakrishnan و همکاران، ۲۰۰۸).

از آن‌جاکه هدف کلی این مطالعه امکان افزایش بازدهی تکثیر مولدین قزل‌آلای رنگین‌کمان و بهبود کیفیت تخم تولید شده از طریق افزایش کیفیت خوراک مولدین قزل‌آلا با افزودن مقدار معین از جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس بوده است مقایسه نتایج به‌دست آمده با مطالعه AKO و همکاران (۱۹۹۷، ۱۹۹۸، ۱۹۹۹) طی سال‌های ۱۹۹۹-۱۹۹۷ بر روی پنج گروه از ماهیان red velvet Sward tails، *Xiphorus helleri* (دم شمشیری)، *Pseudomugil furcants*، Rainbow fish، *Topaz cichlids* و *Cichlosoma myrnae* مطابقت مقدار غلظت، رنگ و جذب طیف نوری کاروتنوئیدی را نشان داده و بیان‌گر روندی افزایشی از گروه شاهد تا گروه‌های با حداکثر دوز مصرفی جلبک اسپیرولیناست. اما مقایسه مصرف اسپیرولینا با مصرف‌آستاگزانتین به‌عنوان عمده‌ترین ماده کاروتنوئیدی در آبزیان محتوی تخمک ورنگ آن بستگی تام به مقدار کاروتنوئید انباشته شده در جیره غذایی مصرفی دارد تفاوت ترکیب کاروتنوئیدی از گونه‌ای به گونه دیگر را نشان می‌دهد (بازیار، ۱۳۸۶؛ Kitahara، ۱۹۸۳). هم‌چنین مقایسه نتایج غلظت کاروتنوئیدی و جذب آن در این بررسی با مطالعه JUN و همکاران (۲۰۰۳) در سیستم پرورشی بسته از مولدین تیلاپیا که از جلبک اسپیرولینا خام تغذیه شدند حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار بوده ($P<0/05$) که با نتایج حاصل از تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. در عین حال مقایسه این مطالعه با یک آزمون ۲۸ روزه بر روی لاروهای کپور آیینه‌ای تغذیه شده با ٪۲۰ اسپیرولینا در جیره غذایی پودری آن‌ها حاکی از آن بود که لاروها دارای بهترین وزن مفید می‌باشند (Kaplan، ۲۰۰۳). به‌علاوه مصرف ۴ گرم از این جلبک در هر کیلوگرم غذای ماهی گورامی آبی *Trichopterus tichgaster* نسبت به مقادیر صفر تا سه گرم از آن سطح کاروتنوئیدی بالاتری را جذب کرده و در عین حال افزایش رشد و رنگ در ماهی طلایی با افزودن ٪۵ جلبک اسپیرولینا به‌دنبال دارد (Kiriatnikom و همکاران، ۲۰۰۵). از طرفی غلظت بتاکاروتن در تخم آزادماهیان پایین بوده و بالا بودن غلظت آستازانتین در آن‌ها نقشی تأثیرگذار در تبدیل شدن این رنگدانه به ویتامین‌A دارد (Matsuno و همکاران، ۱۹۸۵). که با بهبود عملکرد تکثیر، افزایش تجمع مقدار کاروتنوئید در تخمک مولدین قزل‌آلای رنگین‌کمان نهایتاً ارتقاء سیستم ایمنی بدن، بهبود رنگ ظاهری مولدین را به‌عنوان مهم‌ترین منبع طبیعی خوراکی حاوی رنگدانه برای آبزیان را به‌دنبال دارد (Koru، ۲۰۰۹) می‌تواند زمینه مناسبی را جهت استفاده از رنگدانه‌های طبیعی به‌جای سنتتیک در صنعت آبزی‌پروری کشور فراهم نماید.

منابع

۱. **بازیارلاکه، ا.؛ احمدی، م. و برکنگ، ب.، ۱۳۸۶.** میزان انتقال محتوای آستازانتین تخمک به لارو قزل‌آلای رنگین کمان و اثر آن بر رشد ابتدایی. مجله علوم و فنون دریایی. دوره ۶، شماره ۱ و ۲، صفحات ۲۷ تا ۳۸.

۲. **بحری، ا.، ۱۳۷۸.** بررسی استفاده از رنگدانه‌های طبیعی گیاهی (به‌منظور تغییر رنگ عضله) در جیره‌غذایی ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تهران. ۱۵۰ صفحه.

۳. **بصیری، ع.، ۱۳۸۲.** طرح‌های آماری در علوم کشاورزی. چاپ هشتم. انتشارات دانشگاه شیراز. صفحات ۱۳۶ تا ۱۴۰.

۴. **پوررضا ، ج.؛ صادقی، ق.ع. و مهری، م.، ۱۳۸۵. (ترجمه)** تغذیه مرغ اسکات. مولفین Lesson و Summers. ۲۰۰۶. انتشارات ارکان دانش. ۲۵ صفحه.

۵. **تهامی، ف.، ۱۳۸۰.** خواص درمانی جلبک اسپیرولینا. ویژه‌نامه کنگره سراسری طب و دریا: مرکز تحقیقات اکولوژی دریای خزر. ۶۰ صفحه.

۶. **متایلر، ر.؛ برگات، ت.؛ کاشیک، س. و گالیوم، ج.، ۱۳۸۸.** تغذیه و غذادهی ماهی و سخت‌پوستان. ترجمه علیزاده، م. موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۵۰۹ صفحه.

7. **Ako, H.; Asano, L.; Fukada, M. and Tamaru, C.S., 1999**. Culture of the rainbow fish *Pseudomugil furcatis* and the use of a Hawaii- specific feed, Tropical Gold. I' a O Hawaii' i. Vol. 2, pp: 1-9.

8. **Ako, H. and Tamaru, C.S., 1998**. Are feeds for food fish practical for aquarium fish? International Aqua feed. Vol. 2, pp: 30-36.

9. **Ako, H.; Tagomori, D.; lum, K.; Tamaru C.S. and Spencer, R., 1997**. Palatability of different feeds using the swordtail, *Xiphophorus helleri*. I ' aO Hawaii' i. Vol. 11, pp: 4-5.

10. **Choubert, G.Jr. and Luquet, P., 1983.** Utilization of shrimp meal for rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich) pigmentation influence of fat content of the diet. Aquaculture. Vol. 32, pp: 19-24.

11. **Chow, C.Y. and Woo, N.Y.S., 1990.** Bioenergetics studies on an omnivorous fish *Oreochromis mossambicus*: Evaluation of the Utilization of spirulina algae in feed. In: proceeding of the 2nd Asian Fisheries Forum (R, Hirano and I. Honyu,. eds). The Asian Fisheries society; Manila, pp: 291-294.

12. **Darachai, J.; Piyatiratitivorakul, S.; Kittakoop, P.; Nitithamyong, C. and Menasveta, P., 1998.** Effects of astaxanthin on larval Growth and survival of the giant tiger prawn, *Penaeus monodon*. In: Flegel, T.W.(Ed.),Advances in Shrimp Bio-technology. National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Bangkok, pp: 117-121.

13. **Gouveia L. and Empis, J., 2003.** Relative stabilities of microalgae carotenoids in microalgae extracts, biomass and fish feed: effect of storage conditions.Innovative Food Science and Emerging Technologies. Vol. 4, pp: 227-233.

14. **Jun, lu. and Toshio, T., 2003.** Spawning and egg quality of the tilapia *Oreochromis niloticus* fed solely on raw *spirulina* throughout three generations. Laboratory of Fish culture. Fisheries science. Vol. 69. No.3, pp: 529-534.

15. **Kaplan, A., 2003.** Aynali sazan (*Cyprinus carpio*, linneaus 1758) larva larinin yapay yemle beslenmesi uzerine bir arastirma. Yukesklisans Tezi. FenBilimleri Enstitusu, Ege universitesi. Comparative Biochemistry and Physiology. Part C. Vol. 134, pp: 109-121.

16. **Kitahara, T., 1983**. Behavior of carotenoids in the chum salmon (*oncorhynchus keta)* during development, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. Vol. 50, pp: 531-536.

17. **Kiriratnikom, S.; Zaau, R. and Suwanpugdee, A., 2005**. Effect of various levels of *spirulina* on growth performance and pigmentation in goldfish *(Carassius auratus*). Songklanakarin J. Sci. Technol. Vol. 27, pp: 133-139.

18. **Koru, E., 2009**. *Spirulina* Microalgae Production and Breeding in Commercial, Turkey J. Agric. Vol. 11, pp: 133-134.

19. **Liao, W.; Takeuchi, T.; Watanabe, T. and Yamaguchi, K., 1990**. Effect of dietary Spirulina supplementation on extractive nitrogenous constituents and sensory test of cultured striped jack flesh, journal of Fish, Tokyo University. Vol. 77, 241 p.

20. **Matsuno, T.; Katsuyama, M.; Maoka, T.; Hirono, T. and Komori, T., 1985**. Reductive metabolic pathways of carotenoids in fish (3S, 3'S)- astaxatin to tunaxanthin A,B and C. Comp. Biochem. Physiol. Vol. 80B, pp: 779-789.

21. **Mikulin, A.E., 2003.** The influence of carotenodis contained in the Eggs upon offspring Quality at Artificial Fish Breeding, proceeding Book, International symposium, cold Water Aquaculture, September-13, 2003, Russia.

22. **O'Sullivan, A.M.; O'Callaghan, Y.C.; Connor, T.P. O. and O'Brien, N.M., 2011.** The content and bio accessibility of carotenoids from selected commercially available health supplements. Proceedings of the Nutrition Society 2011, 70 (OCE3), E 62. Doi: 10.1017/S0029665111001029

23. **Ramakrishnan, C.M.; Haniffa, M.A.; Manohar, M.; Dhanaraj, M.; Arockiaraj, A.J.; Seetharaman, S. and Arunsingh, S.V., 2008.** Effect of probiotics and

spirulina on survival and growth of juvenile common carp (*Cyprinus carpio*). Israeli J.Aquac. Bamidgeh. Vol. 60, pp:128-133

24. **Tveranger, B., 1986.** Effect of pigment content in Brood stock Diet on Subsequent Fertilization Rate, Survival and Growth Rate of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*) Offspring. Aquaculture. Vol. 53, pp: 85-93.
25. **Wozniak, m., 1996.** The role of carotenoid in fish. Protectio Aquarum et Piscatoria. Vol. 22, pp: 65-75.
26. **Yanar, M. and Takelioglu, N., 1999**. Dogal ve Sentetik karotenoyitlerin Japon Baliklarinin *(Carassius auratus*) pigment asyonu Uzerine Etkisi. Turk. J. vet. Anim .Sci. Vol. 23, pp: 501-505.
27. **Yarzhombek, A.A., 1964**. Carotenoid and Trout farming. Sb. Tekhnich eskoy Informatsii VNIRO. Vol. 6, pp: 20-25 (in Russian).