مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

تأثیر افزودن مکمل ال-کارنیتین به جیره غذایی بر شاخص های رشد و بازماندگی ماهی صبیتی *Sparidentex hasta*

ام البنین طاهری کندر[۱]، میر مسعود سجادی[۲*]، ایمان سوری نژاد[۳]، عبد الرسول دریایی[٤]، قدرت میرزاده[٤]، فرشته خادمی[۱]

[۱] گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی ، دانشگاه هرمزگان

[۲] گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا

[۳] گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی و جوی، دانشگاه هرمزگان

[٤] اداره کل شیلات استان هرمزگان

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۹۲/۰۹/۲۳

اصلاح: ۹۲/۱۲/۱۵

پذیرش: ۹۲/۱۲/۲۵

کلمات کلیدی:

ال-کارنیتین

عملکرد رشد

بازماندگی

صبیتی

چکیده

یکی از مسائل مهم در آبزی پروری، تعادل بین سرعت رشد ماهی و استفاده بهینه از غذای مصرفی است که در این میان ال-کارنیتین به عنوان یک مکمل غذایی مؤثر بر رشد مطرح است. ماهی صبیتی یکی از ماهیان مهم اقتصادی در خلیج فارس است که در آبزی پروری مورد توجه زیادی قرار دارد. شاخص‌های رشد و بازماندگی ۲۴۰ قطعه بچه ماهی صبیتی با میانگین وزن ۰/۰۳±۳/۰۱ گرم با افزودن مکمل ال-کارنیتین به جیره غذایی به مدت ۱۰ هفته بررسی شد. پژوهش با چهار سطح صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۸۰۰ میلی‌گرم ال-کارنیتین در هر کیلوگرم جیره و با سه تکرار بر اساس سیری صورت گرفت. بچه ماهیان تغذیه شده با سطح ۱۰۰۰ میلی‌گرم ال-کارنیتین بر کیلوگرم جیره، بالاترین میزان رشد و کمترین ضریب تبدیل غذایی را نشان دادند (P<۰/۰۵). بالاترین میانگین ضریب رشد ویژه، درصد افزایش وزن بدن، سرعت رشد روزانه و نسبت کارایی پروتئین در سطح ۱۰۰۰ میلی‌گرم ال-کارنیتین بر کیلوگرم جیره مشاهده شد (P<۰/۰۵). شاخص کیفیت و درصد بازماندگی بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی داری نشان نداد (P>۰/۰۵). بر اساس نتایج، افزودن ال-کارنیتین به جیره غذایی بچه ماهیان صبیتی تأثیرگذاری مطلوبی بر شاخص‌های رشد داشته و بهترین دوز مؤثر بر شاخص‌های رشد سطح ۱۰۰۰ میلی‌گرم ال-کارنیتین بر کیلوگرم جیره غذایی بود.

مقدمه

با افزایش رشد جمعیت، تولیدات آبزی پروری در سطح جهان در دو دهه گذشته به سرعت توسعه یافته است. پیش بینی می‌شود که تا سال ۲۰۲۱، کل تولیدات صیادی و آبزی پروری جهان به ۱۷۲ میلیون تن برسد که با توجه به این که میزان بهره برداری از منابع آبهای طبیعی از اوایل دهه ۹۰ میلادی تاکنون تقریباً ثابت بوده است، قسمت عمده این رشد مربوط به آبزی پروری خواهد بود (FAO, 2012). محدودیت منابع آب‌های داخلی برای آبزی پروری و همچنین افزایش تقاضا برای مصرف آبزیان، کشورهای تولید کننده آبزیان را به سمت پرورش ماهیان دریایی سوق داده است. ماهی صبیتی *Sparidentex hasta* از خانواده شانک ماهیان (Sparidae) بومی خلیج فارس، غرب اقیانوس هند و آبهای ساحلی کشور هند است. زیستگاه این گونه آبهای ساحلی کم عمق و همچنین آبهای عمیق است و عمدتاً از مهره داران و سخت پوستان تغذیه

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: mmsajjadi@hotmail.com صندوق پستی: ۱۱٤٤

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.3.5.6]

می کند. ماهی صبیتی دارای ارزش اقتصادی و شیلاتی بوده که تکثیر و پرورش آن به طور وسیع در کشورهای حاشیه خلیج فارس مورد توجه می باشد (Hussain *et al.*, 1981).

تعیین رژیم‌های غذایی مناسب و با کیفیت به منظور دستیابی به رشد حداکثر همراه با کاهش هزینه های تولید از اهداف اصلی پرورش دهندگان ماهی می‌باشد. ال-کارنیتین (L- carnitine) یک آمین چهار جزئی محلول در آب است که به طور طبیعی در میکروارگانیسم‌ها، گیاهان و حیوانات وجود دارد (Bremer, 1983). این ترکیب در سال ۱۹۰۵ در ماهیچه شناسایی شد و نام آن به علت جدا شدن این ترکیب از گوشت گرفته شده است (Harpaz, 2005). سال ۱۹۲۷ فرمول شیمیایی ($C_7H_{15}NO_3$) و ساختمانی (3-hydroxy-4N-trimethyl-arnino-butyric acid) ال-کارنیتین مشخص گردید. از لحاظ ساختار شیمیایی دو نوع ایزومر L و D از آن وجود دارد که در تغذیه انسان و حیوانات فقط فرم L کارنیتین اهمیت دارد و فرم D کارنیتین از لحاظ بیولوژیکی غیرفعال است (Ozorio *et al.*, 2001). ال-کارنیتین از اسیدهای آمینه لیزین و متیونین با کمک ویتامین C و سایر ترکیبات تولید شده در بدن ساخته می‌شود (Rebouche, 1991). ال-کارنیتین در بدن عمدتاً در کبد ساخته شده و در بافت‌هایی مانند ماهیچه اسکلتی و قلب که اسیدهای چرب به عنوان عمده‌ترین منبع تأمین انرژی است، تجمع می یابد (McDowell, 1989; Ozorio *et al.*, 2001). بهبود وزن‌گیری، افزایش زاد و ولد، بهبود اسپرماتوژنز، افزایش مقاومت ماهیان در برابر مسمومیت آمونیاک، سهولت در به کارگیری چربی در جیره و تحریک دستگاه ایمنی با تأثیرگذاری بر ایمنی سلولی و ایمنی هومورال از مزایای مصرف ال-کارنیتین در جیره غذایی می باشد (افشار مازندران، ۱۳۸۹). بهبود عملکرد رشد در حیوانات مختلف تغذیه شده با ال-کارنیتین در مطالعات متعددی اثبات شده است (Hausenblasz *et al.*, 1996; Rabie *et al.*, 1997).

اولین توجه زیست‌شناسان ماهی به نقش کارنیتین زمانی بود که مشخص شد این ترکیب انتقال و اکسیداسیون اسیدهای چرب بلند زنجیره را در میتوکندری قزل‌آلای رنگین کمان افزایش می‌دهد (Bilinski and Jonas, 1970). منابع حیوانی، بهترین منبع کارنیتین است که ۱۰ تا ۲۰ برابر کارنیتین بیشتری در مقایسه با اقلام گیاهی دارد. اما خوراک مورد استفاده در آبزی پروری باید با کارنیتین با منشأ خارجی مکمل شود زیرا منابع پودر ماهی که مهم‌ترین منبع حیوانی جیره است، در آینده نزدیک کاهش خواهد یافت (Ozorio *et al.*, 2001).

محققان در حال مطالعه برای جایگزین کردن منابع پروتئین حیوانی (آرد ماهی) با پروتئین با منشأ گیاهی (دانه های روغنی، دانه های حبوبات و غلات) یا برخی مواد افزودنی به خوراک برای تحریک رشد هستند. یکی از مکمل ها ال-کارنیتین است که توانایی کاتابولیسم چربی را افزایش می دهد و ممکن است منجر به صرفه جویی در مصرف پروتئین شود (Harpaz, 2005). آنزیم‌های متعدد در فرایند متابولیسم چربی و کارنیتین نقش دارند. برای مثال کارنیتین پالمیتول تراسفراز به عنوان آنزیم تجزیه کننده چربی، کار تبادل کوآنزیم برای کارنیتین به منظور تسهیل در انتقال گروه‌های آسیل به داخل میتوکندری برای بتا- اکسیداسیون را انجام می دهد (Ozorio, 2009; Ji *et al.*, 2010).

اکثر پژوهش ها در ارتباط با اثر استفاده از ال-کارنیتین در ماهی، با بچه ماهی و ماهی هایی با وزن اولیه کمتر از ۳۰ گرم انجام گرفته است زیرا استدلال این است که به دلیل رشد سریع در مراحل اولیه زندگی تقاضای ال-کارنیتین بافت ها در مقایسه با ساخت آن در بدن زیاد است (Harpaz, 2005). با توجه به دستیابی به بیوتکنیک تکثیر و پرورش ماهی صبیتی در کشور و اهمیت آن در صنعت آبزی پروری سواحل جنوب، تهیه جیره مناسب برای پرورش اقتصادی آن ضروری است. بنابراین این پژوهش به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف مکمل ال-کارنیتین از طریق افزودن آن به غذای کنسانتره تجاری معمول بر عملکرد رشد و درصد بازماندگی در بچه ماهی صبیتی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

آماده سازی شرایط آزمایش

این پژوهش در مرکز آموزش و بازسازی ذخایر آبزیان کلاهی وابسته به اداره کل شیلات استان هرمزگان واقع در ۱۴۰ کیلومتری شهرستان بندرعباس به مدت ۱۰ هفته انجام شد. برای سازش ماهی با شرایط آزمایش تعداد ۲۴۰ قطعه بچه ماهی صبیتی با وزن اولیه ۰/۰۳ ±۰/۰۱ ۳ گرم به صورت انفرادی توزین و به طور تصادفی به ۱۲ تانک فایبرگلاس با گنجایش ۳۰۰ لیتر منتقل گردید.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.3.5.6]

تهیه جیره های آزمایشی

برای تهیه جیره های با سطوح مختلف مکمل ال-کارنیتین (جدول ۱)، از ال-کارنیتین خالص (شرکت Merck آلمان) و غذای کنسانتره تجاری مخصوص شانک ماهیان (شرکت Biomar فرانسه) (جدول ۲) استفاده شد. بر حسب نوع جیره آزمایشی سطوح مختلف ال-کارنیتین خالص پس از توزین با ترازوی حساس آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم، در ۲۰ سی سی آب مقطر حل شده و سپس بر روی پلت ها به صورت یکسان اسپری گردید. غذاهای تهیه شده تحت شرایط استریل در آزمایشگاه در معرض جریان هوا قرار داده شدند تا آب مخلوط شده با غذا تبخیر گردد. پس از تبخیر، غذا را دوباره وزن نموده تا به وزن اولیه برسد. پلت های آماده شده تا زمان استفاده، در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شدند.

جدول ۱. سطوح مختلف ال-کارنیتین مورد استفاده در جیره غذایی ماهیان مورد آزمایش

سطح مکمل	جیره غذایی فاقد ال-کارنیتین	۵۰۰ میلی‌گرم ال-کارنیتین	۱۰۰۰ میلی‌گرم ال-کارنیتین	۱۸۰۰ میلی‌گرم ال-کارنیتین
		در هر کیلوگرم جیره		
تیمارهای آزمایشی	گروه شاهد	$LC_{۵۰۰}$	$LC_{۱۰۰۰}$	$LC_{۱۸۰۰}$

جدول ۲. آنالیز تقریبی غذای کنستانتره تجاری ساخت شرکت Biomar فرانسه (درصد)

ترکیب	اندازه پلت
پروتئین خام	۵۴
چربی خام	۱۸
عصاره نیتروژن آزاد	۱۲
سلولز خام	۱
خاکستر	۱۰
فسفر کل	۱/۶
انرژی ناخالص (MJ/kg)	۲۲/۱
انزی قابل هضم (MJ/kg)	۱۹/۴
پروتئین قابل هضم/ انرژی قابل هضم	۲۵/۴
ویتامین A (I.U/kg)	۷۵۰۰
ویتامین D3 (I.U/kg)	۱۵۰۰
ویتامین E (mg/kg)	۲۶۰
ویتامین C (mg/kg)	۵۰۰

تیماربندی، غذادهی و زیست سنجی

ماهی ها به مدت یک هفته با جیره شاهد (فاقد ال-کارنیتین) تغذیه شده و پس از طی دوره سازگاری، به صورت گروه های ۲۰ قطعه ای با ترازوی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و به صورت تصادفی به ۱۲ تانک پرورش به گونه ای توزیع شدند که میانگین وزن ماهی در تانک‌ها تفاوت معنی‌داری نداشته باشد. غذا دهی در طول کل دوره به صورت دستی و بر اساس سیری و در سه نوبت صبح، ظهر و عصر (ساعات ۷/۰۰، ۱۳/۰۰ و ۱۹/۰۰) انجام گرفت. در هر وعده غذادهی، با استفاده از ۱۲ ظرف آزمایشگاهی جدا برای هر تیمار و توزین مقدار غذای هر ظرف قبل و بعد از غذادهی برای هر وعده، میزان غذای مصرفی هر تانک اندازه گیری و ثبت شد. به منظور خارج کردن مواد زائد (آمونیاک و سایر متابولیت ها) موجود در تانک‌های پرورش بچه ماهیان، تعویض آب به میزان ۹۰ درصد به صورت روزانه در دو نوبت صبح و عصر انجام شد. ماهیان به مدت ۱۰ هفته با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. شاخص‌های کیفی آب شامل دما، اکسیژن و pH با دستگاه دیجیتالWTW (ساخت آلمان) و شوری با دستگاه شوری سنج (مدل ATAGO ساخت ژاپن) به طور روزانه اندازه گیری و ثبت شد (جدول ۳).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.3.5.6]

به منظور انجام زیست سنجی، طول کل به وسیله تخته زیست سنجی با دقت ۰/۱ سانتی متر و وزن ماهی ها به وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم هر دو هفته یک بار در طول دوره آزمایش و پس از بیهوشی با ۲- فنوکسی اتانول (200 ppm) اندازه گیری شد.

جدول ۳. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب در مدت پرورش بچه ماهی صبیتی (میانگین±انحراف معیار)

دما (°C)	اکسیژن (mg/l)	شوری (ppt)	pH
۲۸/۳ ±۰/۸۷	۶/۹±۰/۳۴	۴۲	۷/۹۸±۰/۱۵

نحوه محاسبه شاخص های رشد و درصد بازماندگی

در پایان دوره برای بررسی وضعیت رشد ماهی ها و مقایسه عملکرد تیمارهای مختلف، شاخص‌های رشد شامل ضریب تبدیل غذایی، نسبت کارایی پروتئین، ضریب رشد ویژه، سرعت رشد روزانه، درصد افزایش وزن بدن، شاخص کیفیت و درصد بازماندگی به شرح ذیل محاسبه گردید.

FCR: ضریب تبدیل غذایی
DF: میزان غذای مصرفی (گرم)
WM: افزایش وزن بدن (گرم)

$$(FCR) = DF / WM$$ (Shepherd and Bromage,1992)

PER: نسبت کارایی پروتئین
EP: مقدار پروتئین مصرفی (گرم)
WM: افزایش وزن بدن (گرم)

$$(PER) = WM / EP$$

SGR: ضریب رشد ویژه
t: تعداد روزهای آزمایش
W_0: میانگین وزن اولیه
W_1: میانگین وزن نهایی

$$(SGR) = [(LnW_1 - lnW_0)/t] \times ۱۰۰$$ (Shepherd and Bromage, 1992)

GR: سرعت رشد روزانه
W_2: وزن نهایی
W_1: وزن اولیه
t_2-t_1 : طول دوره پرورش

$$(GR) = W_2 - W_1 / t_2 - t_1$$ (Kissil *et al.*, 2001)

WG: درصد افزایش وزن بدن
W_1 : میانگین وزن نهایی (گرم)
W_0: میانگین وزن اولیه (گرم)

$$WG\% = (W_1 - W_0)/W_0 \times 100$$ (Tacon, 1990)

K: شاخص کیفیت
W: وزن ماهی (گرم)
L: طول ماهی (سانتیمتر)

$$K = W/L^3 \times ۱۰۰$$ (Ojolick *et al.*,1995)

SVR: درصد بازماندگی
S: تعداد نمونه های مورد آزمایش
D: تعداد تلفات

$$SVR\% = (S-D)/S \times 100$$ (Mazurkiewicz *et al.*, 2008)

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.3.5.6]

تجزیه و تحلیل آماری

در پایان آزمایش ابتدا نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنف (Kolmogorov-Smirnov) سنجیده شد. برای تجزیه و تحلیل آماری نتایج، از آنالیز واریانس یک طرفه (one-way ANOVA) استفاده شد. مقایسه میانگین تیمارها به کمک آزمون چند دامنه ای دانکن (Duncan Multiple Rang Test) در سطح اطمینان ۹۵ درصد با استفاده از نرم افزار SPSS (Ver.17) انجام شد. ثبت داده ها و رسم نمودارهای مرتبط توسط نرم افزار Excel (Ver. 2007) صورت پذیرفت.

نتایــج

نتایج حاصل از تأثیر سطوح مختلف ال-کارنیتین در جیره غذایی بر عملکرد رشد و درصد بازماندگی ماهی صبیتی در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج آزمایش حاضر نشان داد که در کاربرد سطوح مختلف ال-کارنیتین، بچه ماهیان تمام تیمارهای تغذیه شده با مکمل ال-کارنیتین در جیره غذایی، از لحاظ وزن نهایی و وزن به دست آمده، اختلاف معنی دار آماری در مقایسه با گروه شاهد نشان دادند (P<۰/۰۵) و بیشترین میزان را در تیمار $LC_{۱۰۰۰}$ با اختلاف معنی دار نسبت به شاهد و سایر تیمارها نشان دادند (P<۰/۰۵) و تیمار $LC_{۵۰۰}$ و $LC_{۱۸۰۰}$ اختلاف معنی دار با هم نداشتند (P>۰/۰۵) ولی با گروه شاهد و $LC_{۱۰۰۰}$ اختلاف معنی دار نشان دادند (P<۰/۰۵).

ضریب تبدیل غذایی که یکی از مهمترین شاخص‌های تغذیه ای بوده با به کارگیری سطوح مختلف مکمل ال-کارنیتین در جیره غذایی به طور قابل توجهی کاهش یافت. از این نظر تمام تیمارهای تغذیه شده با سطوح مختلف ال-کارنیتین، نسبت به گروه شاهد اختلاف معنی دار آماری نشان دادند (P<۰/۰۵). کمترین ضریب تبدیل غذایی (۰/۰۴ ± ۱/۳۶) در تیمار $LC_{۱۰۰۰}$ بود که اختلاف معنی دار آماری با گروه شاهد و سایر تیمارها داشت و بیشترین مقدار (۰/۱۱ ± ۱/۸۹) در گروه شاهد مشاهده شد (P<۰/۰۵) و تیمار $LC_{۵۰۰}$ و $LC_{۱۸۰۰}$ اختلاف معنی داری با هم نداشتند (P>۰/۰۵).

از لحاظ ضریب رشد ویژه و سرعت رشد روزانه و درصد افزایش وزن، تمام تیمارهای تغذیه شده با مکمل ال-کارنیتین در جیره غذایی، اختلاف معنی دار آماری در مقایسه با گروه شاهد نشان دادند (P<۰/۰۵) و بیشترین میزان در تیمار $LC_{۱۰۰۰}$ با اختلاف معنی دار نسبت به گروه شاهد و سایر تیمارها مشاهده شد (P<۰/۰۵) و تیمار $LC_{۵۰۰}$ و $LC_{۱۸۰۰}$ اختلاف معنی دار با هم نداشتند (P>۰/۰۵) ولی با گروه شاهد و $LC_{۱۰۰۰}$ اختلاف معنی دار نشان دادند (P<۰/۰۵).

نسبت کارایی پروتئین در تیمار $LC_{۱۰۰۰}$ و $LC_{۱۸۰۰}$ افزایش یافته و اختلاف معنی دار آماری با گروه شاهد نشان داد (P<۰/۰۵) و تیمار $LC_{۵۰۰}$ اختلاف معنی دار با گروه شاهد و $LC_{۱۸۰۰}$ نشان نداد (P>۰/۰۵). در بررسی شاخص کیفیت بین بچه ماهیان تیمارهای مختلف آزمایشی و گروه شاهد، اختلاف معنی دار آماری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). درصد بازماندگی در همه تیمارهای آزمایشی یکسان بود.

جدول ۴. عملکرد رشد بچه ماهی صبیتی با سطوح مختلف ال- کارنیتین در جیره در پایان دوره ده هفته ای آزمایش (میانگین±انحراف معیار) (n=۳)

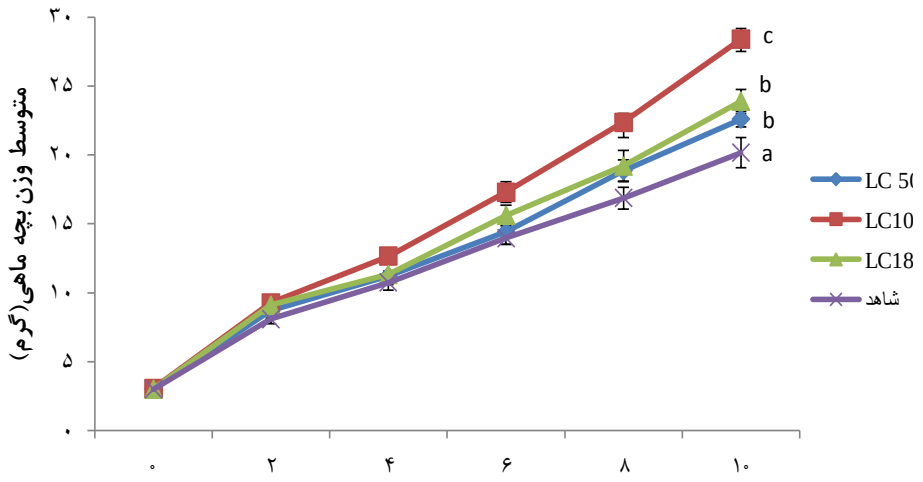
شاخص رشد / تیمار	شاهد	$LC_{۵۰۰}$	$LC_{۱۰۰۰}$	$LC_{۱۸۰۰}$
وزن نهایی(گرم)	^{a}۲۰/۱۶±۱/۰۸	^{b}۲۲/۶۰±۰/۵۶	^{c}۲۸/۳۹±۰/۷۸	^{b}۲۳/۸۷±۰/۸۵
وزن به دست آمده (گرم)	^{a}۱۷/۱۶±۱/۰۷	^{b}۱۹/۵۸±۰/۵۷	^{c}۲۵/۳۴±۰/۷۹	^{b}۲۰/۸۷±۰/۸۸
ضریب تبدیل غذایی	^{c}۱/۸۹±۰/۱۱	^{b}۱/۷۰±۰/۱۰	^{a}۱/۳۶±۰/۰۴	^{b}۱/۶۶±۰/۰۸
ضریب رشد ویژه	^{a}۱/۴۳±۰/۰۵	^{b}۱/۵۳±۰/۰۳	^{c}۱/۷۵±۰/۰۳	^{b}۱/۶۰±۰/۰۵
نسبت کارایی پروتئین	^{a}۰/۹۸±۰/۰۵	^{ab}۱/۰۸±۰/۰۶	^{c}۱/۳۵±۰/۰۴	^{b}۱/۱۱±۰/۰۵
سرعت رشد روزانه	^{a}۰/۲۴±۰/۰۱	^{b}۰/۲۸±۰/۰۱	^{c}۰/۳۶±۰/۰۱	^{b}۰/۲۹±۰/۰۱
درصد افزایش وزن بدن	^{a}۵۷۲/۱۹±۳۵/۲۲	^{b}۶۴۸/۵۸±۲۳/۴۵	^{c}۸۳۱/۹۱±۲۹/۱۵	^{b}۶۹۶/۰۴±۳۶/۷۱
شاخص کیفیت	۱/۵۸±۰/۰۳	۱/۵۹±۰/۰۳	۱/۶۲±۰/۰۸	۱/۶۲±۰/۰۴
بازماندگی (درصد)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

* میانگین ها و انحراف از معیار (mean±SD) با حروف متفاوت در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار آماری در تیمارها می باشد (P<۰/۰۵).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.3.5.6]

روند افزایش وزن متوسط بچه ماهیان صبیتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح مختلف ال-کارنیتین در طول دوره آزمایش ده هفته ای در شکل ۱ نشان داده شده است. روند افزایش وزن در تیمار $LC_{۱۰۰}$ سریع‌تر از سایر تیمارها بود.



شکل ۱. تغییرات وزنی ماهی صبیتی در تیمارهای مختلف در پایان دوره ده هفته ای آزمایش (میانگین± انحراف از معیار). حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار آماری در سطح ۰/۰۵ می باشد.

بحث

بر اساس نتایج به دست آمده از این پژوهش می توان به وضوح به اثر مثبت ال-کارنیتین بر شاخص‌های رشد ماهی صبیتی از جمله وزن نهایی، وزن به دست آمده، ضریب تبدیل غذایی، ضریب رشد ویژه، سرعت رشد روزانه، درصد افزایش وزن و نسبت کارایی پروتئین در شرایط پرورشی اشاره کرد. مطالعاتی از به کارگیری کارنیتین و بهبود رشد در گونه‌های مختلف ماهیان وجود دارد که ماهی باس دریایی اروپایی (*Dicentrarchus labrax L.*) (Santulli and D'Amelio, 1986)، گربه ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) (Torreele *et al.*, 1993)، کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) (Becker and Focken, 1995)، سی بریم سرخ (*Pagrus major*) (Chatzifotis *et al.*, 1995)، میگوی سفید هندی (*Penaeus indicus*) (Jayaprakas and Sambhu, 1996)، باس دریایی هیبرید (Twibell and Brown, 2000)، کپور هندی (*Labeo rohita*) (Keshavanath and Renuka, 1998)، فیل ماهی (*Huso huso*) (Mohseni *et al.*, 2008)، تیلاپیای موزامبیکا (Jayaprakas *et al.*, 1996) و تیلاپیای هیبرید (Becker *et al.*, 1999) از آن جمله است. از سوی دیگر گنجاندن سطوح مختلف ال-کارنیتین در جیره غذایی، در رشد گونه‌های باس دریایی اروپایی (Dias *et al.*, 2001)، گربه ماهی روگاهی (Burtle and Liu, 1994)، ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) (Ji *et al.*, 1996)، قزل‌آلای رنگین کمان (Rodehutscord, 1995; Chatzifotis *et al.*, 1997)، باس دریایی هیبرید (Gaylord and Gatlin, 2000) گربه ماهی آفریقایی (Ozorio *et al.*, 2001) و تیلاپیای هیبرید (Schlechtriem *et al.*, 2004) بدون تأثیر معنی دار بود.

در تیلاپیای نیل سطح ۷۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم مکمل ال-کارنیتین در کیلوگرم جیره باعث افزایش درصد بازماندگی نسبت به گروه شاهد شد (Abou-Seif, 2006). از آنجا که ال-کارنیتین نقش بسیار مهمی در متابولیسم اسیدهای چرب بلند زنجیره دارد و باعث جلوگیری از ذخیره چربی ها در بدن می شود، بنابراین از موجود در برابر بروز بیماری ها و آسیب کبدی ناشی از افزایش چربی ها در بدن محافظت می کند. ال-کارنیتین باعث افزایش رشد و افزایش فعالیت لیپاز روده ای و کاهش اسیدهای چرب احشاء و کبد ماهی نقطه مرواریدی (*Etroplus suratensis*) شد و این باعث ذخیره پروتئین موجود در جیره غذایی می شود (Jayaprakas and Sambhu, 1998) بنابراین با کبد سالم سطح ایمنی بدن بالا رفته و موجود در برابر شرایط محیطی مقاوم تر شده و به این ترتیب میزان رشد و بازماندگی افزایش می یابد.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.3.5.6]

در نتیجه ای مشابه در باس دریایی اروپایی، اضافه کردن ۲۵۰ میلی‌گرم ال-کارنیتین در کیلوگرم از وزن بدن در هر روز، باعث افزایش رشد شد (Santulli and D'Amelio, 1986). در گربه ماهی آفریقایی نقش ال-کارنیتین در افزایش رشد در مقادیر ۱۲۱، ۲۳۰، ۴۸۰، ۵۸۱، ۱۹۳۴ و ۳۹۶۱ میلی‌گرم ال-کارنیتین به ازای هر کیلوگرم غذا بررسی شد. بر اساس نتایج، با افزایش میزان ال-کارنیتین از ۱۲۱ تا ۵۸۱ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم غذا، میزان افزایش وزن ماهی بیشتر شد اما زمانی که ال-کارنیتین از این حد بیشتر شد، میزان افزایش وزن ماهی کاهش یافت. همچنین در اثر مصرف ال-کارنیتین نسبت بازده پروتئین و انرژی بهبود یافت (Torreele *et al.*, 1993). احتمالاً افزایش بیشتر اکسیداسیون اسیدهای چرب در اثر افزایش ال-کارنیتین باعث افزایش بیش از اندازه کاتابولیسم چربی شده، متابولیسم پایه بدن ماهی افزایش یافته و در نتیجه باعث رشد آهسته تر در تیمارهای سطوح بالاتر می شود. در پژوهش حاضر و سایر مطالعات مشابه، محدودیت در آستانه جذب ال-کارنیتین می تواند با نتایج بهتر شاخص‌های رشد در تیمار LC_{1000} در مقایسه با تیمار LC_{1800} همسویی داشته باشد.

بنابراین، نتایج این مطالعه و سایر مطالعات مشابه نشان می‌دهد که سرعت رشد می‌تواند به آرامی با غلظت متوسط ال-کارنیتین در جیره بهتر شود و هنگامی که سطح بالاتر مکمل کارنیتین در همان گونه ها استفاده شد، حتی در برخی آزمایشات افزایش رشد آهسته یا بدون تأثیر مشاهده شد. اندازه اولیه ماهی مورد آزمایش نیز می تواند نقش مهمی در رشد نهایی داشته باشد به دلیل اینکه رشد (به صورت درصدی از کل بدن) با افزایش اندازه کاهش می یابد. اثر افزایشی مکمل ال-کارنیتین در ماهی به مقدار مورد نیاز آن در ماهی بستگی دارد و ممکن است در خارج از محدوده مورد نیاز اثر مثبتی روی رشد نداشته باشد.

سیف آبادی و همکاران (۱۳۸۱)، اثر ال-کارنیتین را در مقادیر ۰، ۴۰۰، ۸۰۰ و ۱۲۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم غذای خشک بر رشد و ترکیبات بدن بچه ماهی سفید(*Rutilus frisii kutum*) در مدت ۵۶ روز بررسی نمودند. اگر چه در مقادیر مختلف ال-کارنیتین تفاوت معناداری بر رشد یافت نشد، اما بچه ماهیان تغذیه شده با جیره غذایی حاوی ۸۰۰ میلیگرم به ازای هر کیلوگرم غذای خشک، عملکرد نسبتاً بهتری را نشان دادند.

Becker و همکاران (۱۹۹۹)، در سطوح ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم ال-کارنیتین در ماهی تیلاپیا هیبرید به این نتیجه رسیدند با اضافه کردن ۱۵۰ میلیگرم ال-کارنیتین در هر کیلوگرم به جیره تیلاپیای هیبرید رشد بهتر نسبت به مقدار بالاتر ۳۰۰ میلی‌گرم به دست می آید. همچنین ضریب تبدیل غذایی بهتر شده و جهت رسیدن به همان وزن، حدود ۱۳٪ غذای کمتری مورد نیاز است.

Dikel و همکاران (۲۰۰۳)، اثر مکمل ال-کارنیتین را بر عملکرد رشد تیلاپیای نیل انگشت قد مورد بررسی قرار دادند. یک گروه ماهی با خوراک تجاری عادی (گروه شاهد) و گروه دیگر با غذای حاوی ۵۰۰ میلیگرم در هر کیلوگرم ال-کارنیتین به مدت ۹۰ روز تغذیه شدند. نتایج نشان داد که ال-کارنیتین اثر مثبت بر رشد داشت. با توجه به نتایج نهایی، گروهی که با مکمل ال-کارنیتین تغذیه شده بودند دارای وزن نهایی بیشتر نسبت به ماهیان گروه شاهد بودند. این افزایش در رشد با توجه به ضریب تبدیل غذایی بود. جیره غذایی محتوی ال-کارنیتین باعث رشد سریع تر (۷/۷۷ درصد بیشتر از ماهیان گروه شاهد) شد.

در پژوهشی دیگر اثر ال-کارنیتین بر رشد تیلاپیا با سطوح ال-کارنیتین ۰، ۱۵۰، ۳۰۰، ۵۰۰، ۷۰۰ و ۹۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم جیره غذایی بررسی گردید. نتایج نشان داد افزودن ال-کارنیتین به جیره غذایی باعث بهبود ضریب تبدیل غذایی و افزایش فعالیت آنزیمی و توانایی هضم غذا و نسبت کارایی پروتئین می شود که فقط مقدار ۹۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره به مقدار کافی باعث افزایش رشد گردید. به طوری که وزن گروهی که با این مقدار تغذیه کرده بود ۲۰ گرم بیشتر از گروهی بود که از جیره فاقد ال-کارنیتین تغذیه کرده بودند (Jayaprakas *et al.*, 1996). بنابراین با توجه به نتایج پژوهش حاضر و سایر مطالعات احتمالاً ال-کارنیتین با تأثیر بر فعالیت آنزیم‌ها باعث بهبود شاخص‌های رشد و استفاده بهینه از غذای مصرفی در ماهی صبیتی شده است.

Twibell و Brown (۲۰۰۰)، در تغذیه باس راه راه هیبرید با جیره غذایی پایه حاوی پروتئین خام ۳۴/۶٪ و ۶٪ چربی، چهار تیمار غذایی ال-کارنیتین شامل ۲/۱، ۴۱، ۲۱۲ و ۳۶۹/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره غذایی را در ماهی با وزن اولیه ۱۳/۵گرم مورد بررسی قرار دادند. در پایان ۸ هفته آزمایش تغذیه، میزان خوراک مصرفی و افزایش وزن ماهی تغذیه شده با ۳۶۹/۷

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.3.5.6]

میلی‌گرم کارنیتین بر کیلوگرم جیره غذایی به طور معنی داری بالاتر از ماهیان تغذیه شده با جیره غذایی پایه حاوی ۲/۱ میلی‌گرم کارنیتین بر کیلوگرم جیره غذایی بود.

کاهش چربی و افزایش پروتئین با بهبود تثبیت نیتروژن همراه با اکسیداسیون چربی ارتباط دارد (Ji *et al.*, 1996). در تحقیقی که با افزودن یک گرم در کیلوگرم ال-کارنیتین به صورت تارتارات به جیره گربه ماهی (وزن اولیه ۶۱ گرم) انجام گرفت نشان داده شد که مقدار آدنوزین تری فسفات ماهیچه سفید افزایش و مقدار آمونیاک آن کاهش یافت که نشان دهنده اثر ممانعتی کارنیتین بر کاتابولیسم پروتئین از طریق افزایش هدایت اسیدهای چرب به سمت چرخه کربس و بنابراین صرفه جویی در مصرف پروتئین است (Ozorio, 2001).

Zhang و همکاران (۲۰۰۲)، رشد و ترکیب بدن ماهی کپور معمولی تغذیه شده با جیره ای در سه سطح پروتئین (۲۸٪، ۳۲٪ و ۳۶٪) و شش سطح مکمل ال-کارنیتین (۰ ، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میلیگرم در هر کیلوگرم) را مورد بررسی قرار دادند. در سطوح پروتئین، بالاترین وزن نهایی بدن برای ماهیانی که با جیره غذایی حاوی ۱۵۰ میلیگرم ال-کارنیتین در هر کیلوگرم تغذیه شده بودند نشان داده شد. ال-کارنیتین به میزان قابل توجهی باعث تحریک رشد ماهی و بهبود سرعت رشد در جیره غذایی با پروتئین کم شد.

Singh و همکاران (۲۰۰۸)، اثر ال-کارنیتین را بر رشد و ترکیب بدن ماهی کپور انگشت قد (*Cirrhinus mrigala*) با وزن متوسط اولیه ۰/۳۴۲ گرم با استفاده از پنج سطح مختلف ال-کارنیتین در جیره غذایی (۰ ، ۰/۲۵، ۰/۵۰، ۰/۷۵ و ۱ ٪) در مدت ۱۲۰ روز بررسی نمودند. در پایان دوره، افزایش وزن، ضریب تبدیل غذایی و بهره وری پروتئین در ماهیان تغذیه شده با ۰/۲۵ درصد ال-کارنیتین در جیره غذایی با اختلاف معنی دار قابل توجهی مشاهده شد.

Chen و همکاران (۲۰۱۰)، ترکیب بدن و چربی کبد را در تیلاپیای نیل نوجوان در سه سطح پروتئین (۲۲، ۲۵ و ۲۸ درصد) و پنج سطح ال-کارنیتین (۰ ، ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) در جیره غذایی به مدت ۵۶ روز مورد بررسی قرار دادند. در نتایج تحقیق میزان پروتئین افزایش یافت، اما میزان چربی با افزایش در میزان پروتئین در جیره غذایی کاهش یافت. با افزایش سطح پروتئین در جیره غذایی، میزان پروتئین در تمام بدن و بافت عضلات با افزایش در سطح ال-کارنیتین، افزایش یافت. این آزمایش نیز نشان داد که مصرف مکمل ال-کارنیتین می تواند به بهبود استفاده از چربی ها در جیره های غذایی کمک کند.

Nekoubin و همکاران (۲۰۱۲)، ترکیب بدن و عملکرد رشد را در ماهی سفید دریای خزر با متوسط وزن اولیه ۱۳/۲۱ گرم در سه سطح ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم ال-کارنیتین در هر کیلوگرم جیره به مدت ۷۰ روز بررسی کردند. نتایج نشان داد که وزن نهایی بدن ماهیان تغذیه شده با ال-کارنیتین در مقایسه با گروه شاهد افزایش معنی داری نیافت. ال-کارنیتین نیز اثرات مثبت بر عملکرد رشد و درصد خاکستر لاشه نداشت، اما درصد پروتئین و چربی در بین تیمارها تفاوت معنی داری داشت.

اصولاً وجود ال-کارنیتین در ماهیان برای انجام فعالیت‌های متابولیکی و همچنین انتقال زنجیره های اسیدچرب بلند زنجیره به درون میتوکندری‌ها ضروری می باشد. اثر اصلی این ماده در این خصوص با شرکت در ساخت آنزیم کارنیتین استیل ترانسفراز و آزادسازی کوآنزیم ارتباط دارد. در واقع ال-کارنیتین عامل محرک در اکسیداسیون اسیدهای چرب با زنجیره بلند در میتوکندری می باشد که با بهبود ضریب تبدیل غذایی و افزایش قابلیت جذب پروتئین باعث افزایش رشد می گردد (Torreele *et al*., 1993). بنابراین کارنیتین می تواند نقش حیاتی در متابولیسم چربی ایفا کند. مهمترین وظیفه ال-کارنیتین، نقش واسطه ای آن در انتقال اسیدهای چرب بلند زنجیره به میتوکندری برای انجام عمل اکسیداسیون می باشد (Bilinski and Jonas, 1970). ال-کارنیتین با همراهی کردن اسیدهای چرب فعال (اسیل کوآنزیم A) جهت انتقال به داخل ماتریکس میتوکندری نقش مهمی در تولید انرژی دارد. بنابراین این ترکیب برای ورود اسیدهای چرب بلند زنجیره (به فرم استر اسیل کارنیتین) به داخل میتوکندری ضروری است (Harpaz, 2005). مکمل کارنیتین در جیره می تواند با بهبود بازده استفاده از انرژی ناشی از اکسیداسیون چربی ها، عملکرد ماهی را افزایش دهد (Ozorio *et al.*, 2001). افزایش ورود اسیدهای چرب به میتوکندری برای اکسیداسیون باعث ذخیره کاتابولیسم پروتئین برای تولید انرژی است. اثر مثبت مکمل غذایی ال-کارنیتین بر رشد در نتیجهٔ استفاده بهینه از غذا (افزایش راندمان تبدیل غذایی) و احتمالاً تحریک عمل جایگزینی در مصرف پروتئین (Protein-sparing action) می باشد (Torreele *et al.*, 1993). بنابراین حیوانات تغذیه شده با جیره حاوی

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.3.5.6]

ال-کارنیتین ممکن است با جلوگیری از مصرف پروتئین به عنوان یک منبع انرژی، پروتئین بیشتری برای رشد در دسترس داشته باشند. ال-کارنیتین می تواند بر بهبود ضریب تبدیل غذایی، افزایش بازده تولید انرژی و افزایش مقاومت در مقابله با شرایط تنش زای محیطی تأثیر مثبت داشته باشد (Becker and Focken, 1995).

مقایسه نتایج پژوهش حاضر و سایر مطالعات انجام شده بیان کننده این مطلب می باشد که گونه های مختلف ماهی عکس‌العمل متفاوتی را نسبت به مکمل غذایی ال-کارنیتین نشان می دهند. ال-کارنیتین موجود در بدن ماهی ناشی از مواد غذایی مصرف شده یا سنتز داخلی آن می باشد. مقدار ال-کارنیتین در بافت‌های ماهی بستگی به فعالیت متابولیکی ماهی دارد و در گونه های مختلف مقدار آن متغیر می باشد (Chatzifotis *et al.*, 1995) که در این ارتباط می بایست به عملکردهای فیزیولوژیکی بدن نیز توجه نمود. شرایط فیزیکی و شیمیایی دوره پرورش و سن، گونه و اندازه ماهی می تواند در فاکتورهای رشد ماهی و روی اثرات کارنیتین بر رشد مؤثر باشد. همچنین آگاهی از غذای مورد نیاز و چگونگی آماده نمودن غذاهای مصنوعی و بالانس نمودن آنها، نحوه صحیح غذادهی و جذب کامل مواد غذایی، کمیت وکیفیت چربی غذایی جیره و سطح مکمل هم می تواند از عوامل مؤثر بر کارایی تأثیر ال-کارنیتین باشد (Ozorio, 2001).

با توجه به نتایج این پژوهش مشخص گردید که افزودن ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ال-کارنیتین به جیره غذایی، باعث بهبود شاخص‌های رشدی در بچه ماهیان صبیتی می شود. بنابراین با توجه به حساس بودن ماهیان در دوران اولیه زندگی و کاهش میزان بازماندگی و رشد بچه ماهیان، افزودن ال-کارنیتین به جیره می تواند در عملکرد رشد ماهی صبیتی اثرات مثبتی داشته باشد. افزایش رشد بچه ماهیان در طول دوره نگهداری، کاهش مدت زمان نگهداری و کاهش هزینه های تولید را در بر خواهد داشت.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از آقای مهندس قاسمی رئیس محترم مرکز آموزش و بازسازی ذخایر آبزیان کلاهی و آقایان مهندس درویشی، سیرپور، پسند، محمدپور و محمودی کارشناسان محترم و کلیه پرسنل مرکز که در طول پروژه نهایت همکاری را داشتند تشکر و قدردانی می شود.

منابــع

افشار مازندران، ن. ۱۳۸۹. راهنمای عملی تغذیه و نهاده‌های غذایی و دارویی آبزیان در ایران. چاپ دوم. انتشارات نوربخش. ۲۱۶ ص.

سیف آبادی، س.ج.، اورجی، ح.، نظری، م. ۱۳۸۱. تأثیر ال-کارنیتین روی مراحل اولیه رشد ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*). مجله علوم دریایی ایران. سال اول، شماره ۴، صفحات ۸۳-۷۷.

Abou-Seif, R.A. 2006. Effects of Biogenic L-carnitine supplementation on growth performance, survival rate and feed efficiency of monosex Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus L.*) fry during the nursery period. Egyptian Journal of Nutrition and Feeds. 9: 71-82.

Becker, K., Focken, U. 1995. Effect of feed supplementation with L-carnitine on growth, metabolism and body composition of carp (*Cyprinus capio L.*). Aquaculture. 129: 34-43.

Becker, K., Schreiber, S., Angoni, C., Blum, R. 1999. Growth performance and feed utilization response of *Oreochromis niloticus*×*Oreochromis aureus* hybrids to l-carnitine measured over a full fattening cycle under commercial conditions. Aquaculture. 174: 313-322.

Bilinski, E., Jonas, R.E.E. 1970. Effects of coenzyme A and carnitine on fatty acid oxidation in rainbow trout mitochondria. Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 27: 857-864.

Bremer, J. 1983. Carnitine-metabolism and functions. Physiological Reviews. 63: 1420-1480.

Burtle, G.J., Liu, Q. 1994. Dietary carnitine and lysine affect channel catfish lipid and protein composition. Journal of the World Aquaculture Society. 25: 169-174.

Chatzifotis, S., Takeuchi, T., Seikai, T. 1995. The effect of dietary l-carnitine on growth performance and lipid composition in red sea bream fingerlings. Fisheries Science. 61: 1004-1008.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.3.5.6]

Chatzifotis, S., Takeuchi, T., Watanabe, T., Satoh, S. 1997. The effect of dietary carnitine Supplementation on growth of rainbow trout fingerlings. Fisheries Science. 63(2): 321-322.

Chen, G., Zhang, M.H., Zhang, J.D., Dong, H.B., Zhou, H., Tang, B.G., Huang, J.S., Shi, G., Jiang, L., Wu, Z.H., Gu, B.H. 2010. Effects of L-carnitine and dietary protein on body composition and liver lipid content in juvenile new GIFT strain Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Journal of Applied Animal Research. 37(2): 141-144.

Dias, J., Arzel, J., Corraze, G., Kaushik, S.J. 2001. Effect of dietary L-carnitine supplementation on growth and lipid metabolism in European seabass (*Dicentrarchus labrax*). Aquaculture Research. 32: 206-215.

Dikel, S., Alev, M.V., Kiris, G.A., Celik, M. 2003. Effects of supplemental dietary L-carnitine on the growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in cage conditions. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 27: 663-669.

FAO, 2012. Fishery and aquaculture statistics. Food And Agriculture Organization Of The United Nations, Rome. 78 p.

Gaylord, T.G., Gatlin III, D.M. 2000. Effects of dietary carnitine and lipid on growth and body composition of hybrid striped bass (*Morone chrysops*×*M. saxatilis*). Fish Physiology and Biochemistry. 22(4): 297-302.

Harpaz, S. 2005. L-Carnitine and its attributed functions in fish culture and nutrition. A review. Aquaculture. 249: 3-21.

Hausenblasz, J., Acs, M., Petri, A., Mezes, M. 1996. Effect of L-carnitine on some metabolic parameters of foals. Allattenyesztes es takarmanyozas. 45: 397-403.

Hussain, N.A, Akatsu, S., El-Zahr, C. 1981. Spawning, Egg and Early Larval Development and Growth of *Acanthopagrus cuvieri*. Aquaculture. 22: 125-136.

Jayaprakas, V., Sambhu, C. 1996. Growth response of white prawn *Penaeus indicus*, to dietary L-carnitine. Asian Fisheries Science. 9: 209-219.

Jayaprakas, V., Sambhu, C., Kumar, S.S. 1996. Effect of dietary l-carnitine on growth and reproductive performance of male *Oreochromis mossambicus* (Peters). Fishery Technology. 33: 84-90.

Jayaprakas, V., Sambhu, C. 1998. Influence of dietary L-carnitine on growth and lipid metabolism in pearlspot, *Etroplus suratensis* (Bloch). Indian Journal of Experimental Biology. 36(10): 1044-1048.

Ji, H., Bradley, T.M., Tremblay, G.C. 1996. Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed l-carnitine exhibit altered intermediary metabolism and reduced tissue lipid, but no change in growth rate. Journal of Nutrition. 126: 1937-1950.

Ji, H., Om, A.D., Yoshimatsu, T., Umino, T., Nakagawa, H., Sakamato, S. 2010. Effect of dietary ascorbate on lipogenesis and lipolysis activities in black sea bream, *Acanthopagrus schlegelii*. Fish Physiology and Biochemistry. 36(3): 749-755.

Kissil, G.W.M., Lupatsch, I., Elizur A., Zohar, Y. 2001. Long photoperiod delayed and increased somatic growth in Gilthead Sea bream (*Sparus aurata*). Aquaculture. 200: 363-379.

Mazurkiewicz, J., Przybyt, A., Golski, J. 2008. Evaluation of selected feeds differing in dietary lipids levels in feeding juveniles of wells cat fish (*Sillurus glanis*). Acta Ichthyologica et Piscatoria. 38(2): 91-96.

McDowell, L.R. 1989. Vitamin-like substances. McDowell, L.R. (Ed.), Vitamins in Animal Nutrition Comparative Aspects to Human Nutrition. Academic Press Inc., New York. pp. 388-399.

Mohseni, M., Seyfabadi, J., Pourali, H., Pourkazemi, M., Bahmani, M. 2008. Effects of supplemental dietary L-carnitine on growth and body composition of beluga (*Huso huso*) juveniles. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 7(2): 157-170

Nekoubin, H., Hatefi, Sh., Javeheri, S., Sudagar, M. 2012. Effects of dietary L-Carnitine supplementation on body composition and growth performance in caspian sea kutum (*Rutilus firsii kutum*). Global Veterinaria. 8(3): 276-279.

Ojolick, E.J., Cusack, R., Benfey, T.J., Kerr, S.R. 1995. Survival and growth of all female diploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared at chronic high temperature. Aquaculture. 131: 177-187.

Ozorio, R.O.A. 2001. Dietary l-carnitine and energy and lipid metabolism in African catfish (*Clarias gariepinus*) juveniles. PhD dissertation no. 3092. Wageningen University, Holland.

Ozorio, R.O.A., Uktoseja, J.L.A., Huisman, E.A., Verreth, J.A.J. 2001. Changes in fatty acid concentrations in tissues of African catfish (*Clarias gariepinus*) Burchell, as a consequence of dietary carnitine, fat and lysine supplementation. British Journal of Nutrition. 86: 623-636.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.3.5.6]

Ozorio, R.O.A. 2009. Dietary L-carnitine supplementation to cultivated fish: A Mini-Review. Current Nutrition and Food Science. 5: 40-48.

Rabie, M.H., Szilagyi, M., Gippert, T. 1997. Effects of dietary L-carnitine supplementation and protein level on performance and degree of meatiness and fatness of broilers. Acta Biologica Hungarica. 48: 221-239.

Rebouche, C.J. 1991. Ascorbic acid and carnitine biosynthesis. The American Journal of Clinical Nutrition. 54: 1147-1152.

Rodehutscord, M. 1995. Effects of supplemental dietary L-carnitine on the growth and body composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed high-fat diets. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 73: 276-279.

Santulli, A., D'Amelio, V. 1986. Effects of supplemental dietary carnitine on the growth and lipid metabolism of hatchery reared sea bass (*Dicentrarchus labrax L.*). Aquaculture. 59: 177-186.

Schlechtriem, C., Bresler, V., Fishelson, L., Rosenfeld, M., Becker, K. 2004. Protective effects of dietary L-carnitine on tilapia hybrids (*Oreochromis niloticus*×*Oreochromis aureus*) reared under intensive pondculture conditions. Aquaculture Nutrition. 10: 55 -63.

Shepherd, J., Bromage, N. 1992. Intensive fish farming . Black Well Scientific Publications. 29 p.

Singh, R.K., Desai, A.S., Chavan, S.L., Khandagale, P.A. 2008. Effects of varying concentrations of L-carnitine-incorporated diets on growth and body composition of fry of *Cirrhinus mrigala* (Hamilton, 1822). Journal of the World Aquaculture Society. 39(2): 275-280.

Tacon, A.G.J. 1990. Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. Washington DC, Argent Laboratories Press. 454 p.

Torreele, E., Van Der Sluiszen, A., Verreth, J. 1993. The effect of dietary l-carnitine on the growth performance in fingerlings of the African catfish (*Clarias gariepinus*) in relation to dietary lipid. British Journal of Nutrition. 69: 289-299.

Twibell, R.G., Brown, P.B. 2000. Effects of dietary carnitine on growth rates and body composition of hybrid striped bass *(Morone saxatilis male × M. Chrysops female).* Aquaculture. 187: 153-161.

Zhang, D.M., Huang, Q., Zhou, J.X., Wu, L.F. 2002. Effect of L-carnitine on growth performance and muscle composition of *Cyprinus carpio* L. fed diets with different levels of protein. Journal of Jilin Agricultural University. 24(1): 82- 87.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-01-29]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.3.3.5.6]