دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

دانشکده منابع طبیعی دریا

گروه شیلات

۸۸-۶۰۱-۰۳

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته ی شیلات

گرایش تکثیر و پرورش آبزیان

بررسی تأثیر مکمل L-کارنیتین بر رشد و ترکیب لاشه تاس ماهی سیبری (*Acipenser baerii*)

اساتید راهنما:

دکتر محمد علی یزدانی ساداتی

دکتر پریتا کوچنین

اساتید مشاور:

مهندس رضوان الله کاظمی

مهندس نصرالله حسینی

پژوهشگر:

زهره ابراهیمی

بهمن ماه ۱۳۸۸

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه ۱
۱-۲- مروری بر خصوصیات کلی تاس ماهیان ۳
۱-۳- تاس ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) ۴
۱-۳-۱- سیستماتیک ۴
۱-۳-۲- ویژگی های ریخت شناسی تاس ماهی سیبری ۴
۱-۳-۳- زیر گونه ها ۵
۱-۳-۴- پراکنش جغرافیایی ۶
۱-۳-۵- بیولوژی ۷
۱-۳-۵-۱- عادات غذایی ۷
۱-۳-۵-۲- بیولوژی تولید مثل ۸
۱-۳-۶- تاریخچه پرورش و کشورهای اصلی تولید کننده ۹
۱-۳-۷- اهمیت تاس ماهی سیبری برای آبزی پروری ۱۱
۱-۴- استفاده از ال-کارنیتین در جیره ماهیان پرورشی ۱۳
۱-۴-۱- ال-کارنیتین چیست؟ ۱۳
۱-۴-۲- سنتز ال-کارنیتین ۱۶
۱-۴-۳- منابع ال-کارنیتین ۱۶
۱-۵- نقش ال-کارنیتین در ماهی ۱۷
۱-۵-۱- تأثیر ال-کارنیتین بر رشد ماهی ۱۷
۱-۵-۲- تأثیر بر متابولیسم چربی و کاهش چربی لاشه ۱۸
۱-۵-۳- حفاظت در برابر مقادیر سمی آمونیاک ۱۹
۱-۵-۴- کاهش استرس ناشی از تغییرات شدید دمای آب و سازگاری بهتر با این تغییرات ۲۰
۱-۵-۵- بهبود تولید مثل ۲۰
۱-۶- تحقیقات صورت گرفته در ایران ۲۱

۱-۷- تحقیقات صورت گرفته در جهان ۲۲
۱-۸- اهداف انجام تحقیق ۲۴

فصل دوم: مواد و روش ها

۲-۱- مکان و مدت انجام تحقیق ۲۵
۲-۲- تهیه جیره های آزمایشی ۲۵
۲-۳- طراحی سالن پرورش ۲۷
۲-۴- تیماربندی و ذخیره سازی ۲۸
۲-۵- غذادهی ۲۹
۲-۶- شرایط پرورش(فاکتورهای محیطی و زیستی) ۲۹
۲-۷- جمع آوری اطلاعات مربوط به رشد و تغذیه ۳۰
۲-۸- آنالیز بیوشیمیایی لاشه ۳۱
۲-۹- بررسی پارامتر های رشد و تغذیه ۳۱
۲-۱۰- پردازش داده ها ۳۲

فصل سوم: نتایج

۳-۱- بررسی فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب ۳۳
۳-۲- بررسی شاخص های رشد ۳۵
۳-۳- بررسی شاخص های تغذیه ۴۰
۳-۴- آنالیز ترکیبات لاشه ۴۲

فصل چهارم: بحث و نتیجه گیری

۴-۱- بررسی شاخص های رشد و تغذیه ۴۵
۴-۲- بررسی آنالیز لاشه ۵۳
۴-۳- نتیجه گیری کلی ۵۷
۴-۴- پیشنهادها ۵۷
منابع ۵۸

فهرست اشکال

شکل۱-۱- نمای ظاهری تاس ماهی سیبری ۵
شکل۱-۲- پراکنش جهانی تاس ماهی سیبری ۷
شکل ۱-۳- تولید جهانی تاس ماهی سیبری حاصل از فعالیت های آبزی پروری تا سال۲۰۰۷ ..... ۱۱
شکل۱-۴- ساختار شیمیایی کارنیتین و دیگر آمین های چهارتایی ۱۶
شکل۱-۵- نقش ال-کارنیتین در انتقال اسیدهای چرب به درون میتوکندری ۲۰
شکل ۲-۱- دستگاه های مورد استفاده در ساخت جیره ۲۷
شکل ۲-۲- سیستم پرورشی مورد استفاده در آزمایش ۲۸
شکل۲-۳- دستگاه سنجش فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب ۳۰
شکل ۲-۴- اندازه گیری طول کل و وزن تاس ماهی سیبری در هر دوره زیست سنجی ۳۱
شکل۳-۱- تغییرات میانگین دما و اکسیژن روزانه آب طی دوره ی پرورش ۳۴
شکل۳-۲- تغییرات هفتگی pH طی دوره پرورش ۳۴
شکل ۳-۳- تغییرات میانگین افزایش وزن ۳۷
شکل۳-۴- تغییرات میانگین افزایش طول ۳۸
شکل۳-۵- تغییرات ضریب رشد ویژه (SGR%) ۳۸
شکل ۳-۶- تغییرات درصد افزایش وزن بدن (BWG%) ۳۸
شکل ۳-۷- تغییرات ضریب چاقی(K%) ۳۹
شکل۳-۸- تغییرات شاخص هپاتوسوماتیک (HSI%) ۳۹
شکل ۳-۹- تغییرات ضریب تبدیل غذایی (FCR) ۴۱
شکل ۳-۱۰- تغییرات نسبت بازده پروتئین (PER) ۴۱
شکل ۳-۱۱- تغییرات ضریب بازده غذایی (FER) ۴۲

فهرست جداول

جدول ۱-۱- میزان تولیدات حاصل از تاس ماهی سیبری را دربرخی کشورها در سال ۲۰۰۳ ..... ۱۰
جدول ۳-۱- شاخص های رشد ۳۶
جدول ۳-۲- شاخص های تغذیه ۴۰

فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه

خانواده ماهیان خاویاری[۱] از قدیمی ترین گروه های رده ماهیان استخوانی[۲] هستند که در آبهای معتدله نیم کره شمالی در اوراسیا و آمریکای شمالی پراکنده شده اند (Birstein, 1993; Memis et al., 2009). به علت نیاز به حفاظت از منابع طبیعی و تقاضای بالا برای خاویار، پرورش تاس ماهیان در جهان در حال توسعه می باشد (Gomulka et al., 2008). درکشورهای دارای ذخایر طبیعی تاس ماهیان، خصوصاً کشورهایی که ذخایر این ماهیان کاهش یافته یا از بین رفته است، پرورش گونه های مختلف ماهیان خاویاری از اهمیت بالایی در زمینه های اقتصادی و اکولوژیکی برخوردار می باشد (Steffens et al., 1990; Koksal et al., 2000). از مهمترین گونه های ماهیان خاویاری که امروزه به منظور آبزی پروری در سراسر جهان مورد استفاده قرار می گیرند می توان به تاس ماهی سفید (*Acipenser transmontanus*)، تاس ماهی سیبری (*Acipenser*

---

[۱] Acipenseridae
[۲] Osteichthyes

(*baerii*) تاس ماهی روسی (*A.guldenstaedtii*)، Sterlet وBester اشاره کرد (Mims et al., 2002; Memis et al., (2009.

تاس ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) یکی از مناسب ترین گونه های ماهیان خاویاری برای آبزی پروری می باشد (Koksal et al., 2000). این گونه در اواسط دهه ۱۹۸۰ به عنوان یک گونه مناسب برای آبزی پروری در فرانسه شناخته شد (Williot et al., 2001). اهمیت این گونه برای پرورش به این دلیل است که علاوه بر وجود جمعیت های نیمه مهاجر(تاس ماهی رودخانه اُب)، جمعیت هایی نیز وجود دارند (تاس ماهیان دریاچه بایکال و رودخانه لنا) که غریزه مهاجرت به طرف دریا در آنها وجود ندارد. پرورش تاس ماهی لنا تا اندازه قابل عرضه به بازار، در محیط هایی مانند حوضچه های با دمای منظم (با استفاده از آب گرم نیروگاهها)، استخرهای بتونی و قفس های مستقر در آبگیرها با موفقیت صورت گرفته است. تاس ماهی سیبری در تمام مراحل تکوین جنینی، نسبت به شرایط نامساعد محیطی مقاوم است (Dettlaff et al., 1993) و از استعداد قابل توجهی برای پرورش در شرایط محصور برخوردار می باشد. رشد سریع، کوتاه بودن دوره رسیدگی بلوغ جنسی و گستردگی وتنوع در رژیم غذایی، این گونه را به عنوان یکی از گونه های اصلی در پرورش گوشتی ماهیان خاویاری معرفی نموده است (Vasilev, 1989; Sokolov and.

بررسی ها نشان داده است که در فعالیت های پرورش آبزیان بیشترین هزینه صرف تهیه و ساخت غذا می شود. بنابراین ایجاد تدابیری در خصوص تهیه و تولید غذایی با کیفیت بالا و هزینه پایین، مورد توجه همه پرورش دهندگان بوده است. در این راستا استفاده از افزودنی های غذایی (ویتامین ها، آمینواسیدها، آنزیم ها، آنتی اکسیدان ها، جاذب های غذایی و...) در تهیه غذای آبزیان به منظور افزایش میزان تولید مورد توجه بوده است. افزودنی های غذایی امروزه به منظور بهبود سیستم ایمنی، رشد و بهبود کیفیت لاشه مورد استفاده قرار می گیرند (Chen, 2009; Lovatelli and. L-کارنیتین[1] یکی از مکمل هایی است که در چند سال اخیر در صنعت پرورش آبزیان جهت ارتقاء کیفی غذا و به منظور افزایش رشد مورد توجه قرار گرفته است (غفاری، ۱۳۸۰). L-کارنیتین یک ماده شبه ویتامین با فرمول شیمیایی $C_7H_{16}NO_3$ می باشد که به طور طبیعی در بدن جانوران، از اسیدهای آمینه ضروری لیزین و متیونین به کمک ویتامین C غالباً در بافت کبد و کلیه سنتز می شود (Harpaz, 2005). این مکمل با تأثیر بر متابولیسم لیپید به عنوان یک ناقل فعال، باعث افزایش اکسیداسیون چربی ها و صرفه جویی در مصرف پروتئین شده و در نهایت باعث تولید گوشت با میزان چربی کم و کیفیت بالا می شود و رشد را بهبود می بخشد (Marconi, 1990; Cerretelli and. بنابراین اضافه کردن

[1] L-Carnitine

L-کارنیتین منجر به استفاده بهتر از اسیدهای چرب و تولید انرژی می شود و در نهایت باعث بهبود در کارایی استفاده از غذا می گردد (Schuhmacher and Gropp, 1998). در این مطالعه تأثیر مکمل L-کارنیتین بر روند رشد و ترکیب لاشه تاس ماهی سیبری (*Acipenser berii*) مورد بررسی قرار گرفت.

۱-۲- مروری بر خصوصیات کلی تاس ماهیان

ماهیان خاویاری دارای بدن کشیده و دوکی شکل می باشندکه از پنج ردیف صفحات استخوانی طولی (دو ردیف پلاک های جانبی، دو ردیف پلاک های شکمی و یک ردیف پلاک پشتی) پوشیده شده است. در بین این ردیف ها معمولاً برجستگی های استخوانی پوستی نامنظم نیز دیده می شود (Sokolov and Berdichevskii, 1989). باله دمی شکاف دار و دو قسمتی می باشد که در بخش بالایی حجیم تر و طویل تر از بخش پایینی است[۱] .گاهی فلس های لوزی شکل گانوئیدی هم روی دم دیده می شوند. باله پشتی در بخش عقبی بدن نزدیک به باله دمی قرار دارد. سر پوشیده از پلاک های استخوانی با منشأ پوستی است. دهان استوانه ای بوده و می تواند به صورت قابل جهش به جلو حرکت کند. در زیر پوزه، چهار زایده به نام سبیلک به صورت عرضی قرار دارند که از نظر کلید شناسایی دارای اهمیت هستند (Holick, 1989). لب پایینی صاف یا شکاف دار است. در هر طرف سر یک سوراخ بینی مقدم بر چشم همان طرف قرار دارد (کیوان، ۱۳۸۲). اسکلت این ماهی ها غضروفی-استخوانی بوده اما ساختمان جمجمه آنها اختصاصاً غضروفی است. بخشی از روده بزرگ در داخل خود دارای غشاء مارپیچی[۲] می باشد. مخروط سرخرگی در این ماهی ها وجود دارد و کیسه شنای آنها ساده و با روده در ارتباط است (کیوان، ۱۳۸۲۱۹۵۵; Vladikov, 1957; (Bertin, 1948; Berg.

۱-۳- تاس ماهی سیبری (*Acipenser baerii*)

۱-۳-۱- سیستماتیک

راسته Acipenseriformes شامل استورژن ها، پاروپوزه ها و دیگر فسیل های خویشاوند آنها می باشد که در مجموع ۲۷ گونه را در بر می گیرد (Bemis et al., 1997). بزرگ ترین خانواده این راسته Acipenseridae

[۱] Heterocercal
[۲] Spiral valve

است که دارای ۴ جنس Huso, Acipenser, Pseudoscaphirhynchus و Scaphirhynchus می باشد. تاس ماهی سیبری یکی از گونه های جنس Acipenser مـی باشـد کـه بـا نـام علمـی *Acipenser baerii* *baerii*(Brandt, 1869) شـــناخته شـــده اســـت (Aquaculture compendium, 2006). جایگـــاه سیستماتیک این گونه به شرح ذیل می باشد (Dadswell et al., 1984) :

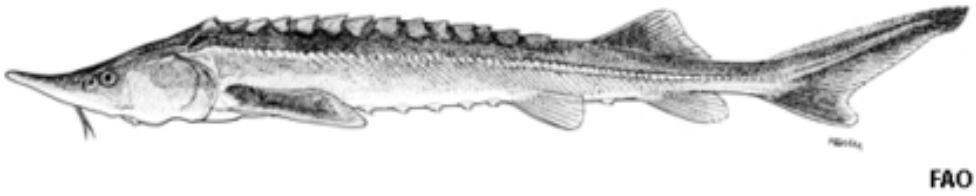
Kingdom	Animalia
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Supraclass	Gnathostomata
Class	Osteichthyes
Subclass	Actinopterygii
Infraclass	Chondrostei
Order	Acipenseriformes
Family	Acipenseridae
Subfamily	Acipenserinae
Genus	*Acipenser*
Species	*baerii*(Brandt,1869)

۱-۳-۲- ویژگی های ریخت شناسی تاس ماهی سیبری (*Acipenser baerii*)

این ماهی روی پوزه خود دارای اسپیراکولوم بوده و ساقه دمـی آن از نـوع نیمـه مخروطـی[۱] مـی باشـد. غشـاهای آبششی به هم متصل اند، دهان متقاطع بوده و لب پایینی دارای شکاف می باشد. سبیلک ها صاف یا کمی ریشـه دارند. طول پوزه در نهایت به ۳۳/۳ تا ۶۱ درصد طول سر می رسد. دارای ۴۹-۲۰ شـعاع آبششـی بـادبزن شـکل هستند که به چند برآمدگی[۲] منتهی می شوند. دارای ۱۲-۱۰ پلاک پشتی، ۶۲-۳۲ پلاک پهلـویی، ۱۶-۷ پـلاک شکمی هستند. پلاک های استخوانی در جوان ها بسیار نوک تیز بـوده و در بـالغین کنـدتر مـی باشـند. قطعـات استخوانی بسیار ریز و ستاره مانند بین پنج ردیف پلاک استخوانی به صورت پراکنده وجـود دارنـد (شـکل ۱-۱). رنگ بدن بسیار متغیر است، در قسمت پشتی از خاکستری روشن تا قهوه ای تیره و در سطح شکمی از سـفید تـا زرد روشن متغیر می باشد (FAO, 2009).

---

[۱] Subconical
[۲] Tubercles



شکل۱-۱- نمای ظاهری تاس ماهی سیبری(*Acipenser baerii*) (FAO, 2009)

۱-۳-۳- زیر گونه ها

مطالعات صورت گرفته در مورد خانواده Acipenseridae در رودخانه سیبری از ۲۰۰ سال پیش آغاز شده است. تاس ماهی سیبری به عنوان یک گونه آسیب پذیر از سال ۱۹۹۶ در لیست IUCN[۱] قرار گرفت. این گونه دارای ۳ زیر گونه می باشد:

Acipenser baerii baerii
Acipenser baerii baikalensis
Acipenser baerii stenorrhynchus

این سه زیر گونه از طریق تفاوت های اساسی در ویژگی های ظاهری از هم متمایز می شوند. زیر گونه *Acipenser baerii baerii* تنها درحوزه رودخانه اُب[۲] و شاخه های فرعی آن وجود دارد. این گونه در طول فصل زمستان به علت کمبود فصلی اکسیژن در رودخانه اُب به خلیج اُب مهاجرت می کند. زیر گونه *Acipenser baerii baikalensis* تنها فرم موجود در دریاچه بایکال است که برای تخمریزی به رودخانه سلنگا[۳] مهاجرت می کند. مهاجرت آنها در بخش شمالی دریاچه نزدیک به دلتای رود سلنگا و خلیج های Barguzinskii و Chivyrkuuskii رخ می دهد و به ندرت در جنوب دیده می شوند (Ruban, 1997).
زیر گونه *Acipenser baerii stenorrhynchus* در حوزه رودخانه های شرق سیبری شامل Alazeya AnabarIndigirka, Pyasina Yenisei, Olenek, Yana, Lolma, Khatanga Lena یافت می شود. این زیر گونه دارای دو شکل مهاجر و غیر مهاجر است (Ruban, 2005).

---

[۲] International Union for Conservation of Nature
[۳] Ob
[۱] Selenga

۱-۳-۴- پراکنش جغرافیایی

پراکنش جغرافیایی تاس ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) در روسیه، قزاقستان و چین توسط CITES گزارش شده است (Anon., 2000). در کشور روسیه این گونه در بخش های وسیعی از سیبری یافت می شود (Sokolov and Vasilev, 1989). این محدوده از بخش جنوبی حوزه رودخانه لنا و خلیج اُب تا رودخانه های چرنیی[۱]، ایرتیش[۲] و سلنگا را شامل می شود. در واقع این گونه در طول مسیر رودخانه اُب به کلیما[۳] یافت می شود. جمعیت هایی که در حوزه رودخانه های اُب- ایرتیش و دریاچه بایکال هستند در معرض خطر انقراض می باشند و ذخایر آنها در حال کاهش است. این گونه همچنین در بخش هایی از رودخانه ایرتیش در کشور قزاقستان دیده شده است (Ruban, 1999). اطلاعات کمی در مورد پراکنش این گونه در چین وجود دارد، اما گزارشاتی مبنی بر وجود این گونه در حوزه رودخانه ایرتیش (شامل دریاچه های زایسان[۴]، کارا[۵] و رودخانه های ایرتیش، ارتیکس[۶] و انشعابات رودخانه ایرتیش) وجود دارد (برگرفته از CITES). Ruban همچنین بیان نمود که تاس ماهی سیبری در بخش هایی از رودخانه ایرتیش تا رودخانه کرن[۷] وجود دارد (Ruban, 1999) . شکل شکل ۱-۲ پراکنش جغرافیایی تاس ماهی سیبری را نشان می دهد.

۲Cherniyi
۳Irtysh
۴Kolyma
۵Zaysan
۶Kara
۷Ertix
۸Keren

شکل۱-۲- پراکنش جهانی تاس ماهی سیبری(*Acipenser baerii*)

(http://www.pond-life.me.uk/sturgeon/acipenserbaerii.php)

۱-۳-۵- بیولوژی

تاس ماهی سیبری یک گونه نیمه مهاجر[1] می باشد که اغلب در بخش های میانی یا پایین دست رودخانه یافت می شود. این گونه قادر است وارد آب های لب شور شود و در خلیج های اقیانوس منجمد شمالی نیز دیده می شود. تاس ماهی سیبری می تواند به حداکثر طول دو متر و حداکثر وزن ۲۱۰ کیلوگرم برسد، اما معمولاً وزن آن از۶۵ کیلوگرم بیشتر نمی شود. تاس ماهی سیبری حداکثر ۶۰ سال عمر می کند. این ماهی ها در طول روز در کف رودخانه باقی می مانند و گاهی اوقات در اعماق دریاچه کنار هم جمع می شوند. در دریاچه بایکال در عمق ۵۰-۲۰ متری باقی می مانند اما ممکن است در اعماق ۱۵۰-۱۰۰ متر نیز یافت شوند (FAO, 2009).

۱-۳-۵-۱- عادات غذایی

تاس ماهی سیبری عمدتاً از موجودات کفزی مانند لارو شیرونومیده، ناجورپایان، جورپایان و پلی کیت ها تغذیه می کند (Sokolov and Vasilev, 1989). در دو سال اول زندگی بخش بالایی از ترکیب غذای تاس ماهی سیبری را لارو شیرونومیده تشکیل می دهد. ماهیان جوان ممکن است به همنوع خواری روی آورند و یا از ماهیان دیگر، بچه ماهیان و تخم گونه های دیگر تغذیه کنند. در طبیعت تاس ماهی سیبری عمدتاً از دتریتوس ها تغذیه می کند. وجود مقادیر بالایی از مواد دتریتوس گیاهی، قلوه سنگ، خاک و شن در روده این گونه تأیید کننده عادت غذایی کف خواری آن می باشد. گاهی رسوبات ۹۰ درصد از محتویات معده را تشکیل می دهند (FAO, 2009). مهم ترین آیتم های غذایی برای تاس ماهی سیبری در استخرهای خاکی به ترتیب شامل لارو شیرونومید، دافنی و دتریتوس می باشد. شیرونومید از طرف تعداد زیادی از محققان به عنوان بیشترین ارگانیسم مورد استفاده در رودخانه معرفی شده است (Adamek et al., 2007). این گونه اگرچه کف خوار است Ruban and Konoplja, (1994; Adamek et al., 2007) اما در مواردی می تواند عادت غذایی خود را تغییر دهد و به تغذیه به صورت شکارگری روی آورد (Ruban, 2005; Adamek et al., 2007). در اروپای شرقی برای تغذیه تاس ماهی سیبری از گرانول های کوچک تجاری که بسیار شبیه به غذاهای مورد استفاده در پرورش قزل آلاست استفاده می شود (FAO, 2009).

۱-۳-۵-۲- بیولوژی تولید مثل

---

[1] Semianadromous

در رودخانه ی"لنا" نرها پس از ۱۰-۹ سال و ماده ها پس از ۱۲-۱۰ به بلوغ جنسی می رسند، امادر نقـاط دیگـر نرها پس از ۲۴-۱۸ سال و ماده ها پس از ۲۸-۲۴ سال به بلوغ جنسی می رسند. حداقل اندازه ثبـت شـده بـرای تخمریزی ماهی های با طول ۰/۹ -۰/۶ متر و وزن ۰/۷ کیلـوگرم مـی باشـد (Hochleithner and Gesser, 1999). ماده ها بعد از اولین رسیدگی حداقل ۵-۳ سال بعد تخمریزی نمـی کننـد، امـا نرهـا بعـد از ۳-۲ سـال مجدداً به اسپرم دهی می رسند. مهاجرت برای تخمریزی از پایین دست رودخانه به سمت بالا دسـت انجـام مـی شود و نرها زودتر از ماده ها برای تخمریزی به محل مورد نظر می رسند. زمـان تخمریـزی آنهـا از اردیبهشـت تـا خرداد، یعنی زمانی که دمای آب ۱۸-۹ درجه سانتیگراد است می باشد. در واقع این گونه دارای یک پیک فصـلی تخمریزی در فصل بهار است (برگرفته از CITES).

تخمریزی معمولا در بخش هایی از رودخانه که دارای بستر شنی یا شنی- ماسه ای است رخ می دهـد. تخـم هـا اغلب بیضی شکل، به رنگ قهوه ای یا سبز تیره هستند. تخمهای رسیده تاس ماهی سیبری نسبتاً بزرگ هسـتند. حداکثر قطر تخم در طبیعت به ۲/۹۷-۲/۳۷ میلیمتر وحداکثر وزن آن به ۲۵-۸/۱۰ میلی‌گرم می رسد. تخمهـای تولید شده توسط تاس ماهی سیبری در مراکز آبـزی پـروری بـه قطـر ۲/۸۲-۲/۵ میلـی متـر و وزن ۵/۱۹-۵/۱۸ میلی‌گرم می رسند (Sokolov and Vasilev, 1989). نتایج تخم ریزی تاس ماهی سیبری در اسارت نشـان می دهد که ماده های جوان (۲ سال بعد از رسیدن به بلوغ جنسی و حداقل در سـن ۱۰ سـالگی) قادرنـد تـا ۱۰ درصد وزن بدن خاویار تولید کنند. ماهیان ۱۸ ساله ۲۰-۱۸ درصد وزن بدن خاویار تولید می کننـد. انکوباسـیون تخم ها در دمای ۱۵-۱۰ درجه سانتی گراد حدود ۱۶ روز طول می کشد (برگرفتـه از CITES). از تـاس مـاهی سیبری ۷ ساله از سن ۴ سالگی به بعد تا ۳ بار می توان خاویار استحصال نمود (Williot et al., 2001). ایـن گونه در طول مهاجرت برای تولید مثل و در مدت تخمریزی، تغذیه نمی کند اما در فصل زمستان حتی زیـر لایـه یخ نیز تغذیه می کند (FAO, 2009).

۱-۳-۶- تاریخچه پرورش و کشورهای اصلی تولید کننده

از دهه ۱۹۴۰ به بعد تاس ماهی سیبری مورد توجه و بررسی قرار گرفت. در دهه ۱۹۵۰ تلاش هایی برای معرفـی این گونه به آب های آزاد و دریاچه ها صورت گرفت. در روسیه مزارع پرورشی مربوط به این گونـه در دهـه ۱۹۷۰ زمانی که نخستین ماهی ها از مولدین صید شده از رودخانه لنا استحصال شدند، بنا گردید. پس از آن معرفی ایـن گونه برای پرورش به سرعت صورت گرفت و علاوه بـر روسـیه امـروزه در اروپـا (بلژیـک، فرانسـه، ایتالیـا، آلمـان، مجارستان، لهستان، اسپانیا)، آمریکا و آسیا(چین) شناخته شده و به آب های ایـن کشـورها معرفـی شـده اسـت (FAO, 2009).در سال ۱۳۸۴ تعدادی بچه تاس ماهی سیبری جهت کـار مطالعـاتی از کشـور مجارسـتان وارد

ایران شد و در سال ۱۳۸۸ از تعدادی از این ماهیان به صورت موفقیت آمیزی اسپرم استحصال گردید (برگرفته از سایت انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری).

در دسامبر سال ۱۹۹۹ چند هزار تاس ماهی جوان و چند صد تاس ماهی ماده آماده تخمریزی از سیبری وارد رودخانه گیرود[۱] در فرانسه(منطقه بوردو[۲]) شدند. در این کشور به منظور کاهش اثرات فشارهای وارده بر جمعیت های طبیعی ماهیان خاویاری، آزمایشاتی روی گونه هایی مانند تاس ماهی سیبری به عنوان مدل بیولوژیکی انجام شد (Williot (et al., 2001.

در آلمان در دریای بالتیک ودر مصب های شرقی رودخانه های منتهی به آن و در مصب های دیگر، هیبرید ماهی خاویاری (شامل هیبرید با *Acipenser baerii*) مشاهده شدکه ممکن است از طریق مزارع آبزی پروری در بالادست رودخانه یا از طریق فرار از آکواریوم های خانگی وارد این آب ها شده باشند. در ایتالیا در دهه ۱۹۹۰ در شرایط تخمریزی در اسارت، گونه هایی به صورت هیبرید با *Acipenser naccarri* تولید شدند (FAO, 2009).

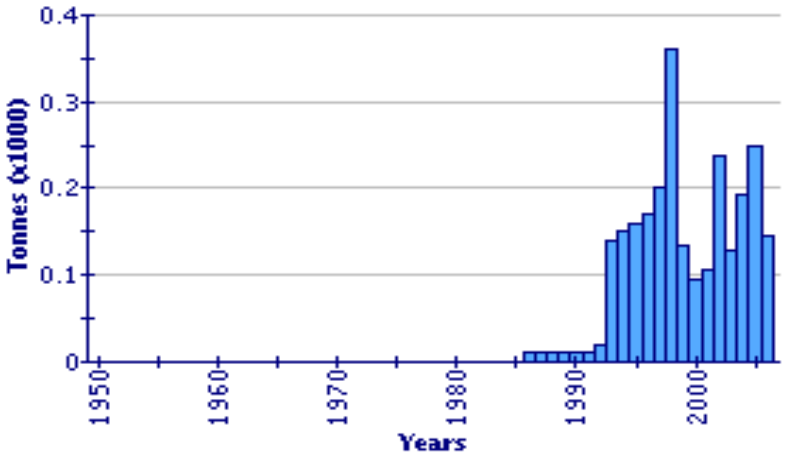
اطلاعات دقیقی در مورد فعالیت های پرورشی انجام شده در مورد این گونه وجود ندارد، زیرا اکثر کشورها فعالیت های آبزی پروری خود را به صورت جزئی اعلام نمی کنند و نیز برخی از تولیدات آنها از دورگه ها حاصل می شود (FAO, 2009). جدول ۱-۱ میزان تولیدات حاصل از تاس ماهی سیبری را در سال ۲۰۰۳ و شکل ۱-۳ تولید جهانی تاس ماهی سیبری حاصل از فعالیت های آبزی پروری را تا سال ۲۰۰۷ نشان می دهند.

جدول ۱-۱- میزان تولیدات حاصل از تاس ماهی سیبری دربرخی کشورها در سال ۲۰۰۳ (FAO, 2009)

کشور	تولید آلوین(a) و تخم(b)	تولید خاویار(تن)	تولید گوشت(تن)
چین	–	–	۳۵۰۱-۲۲۰۰۲
روسیه	۲۰/۱۰۶ (b) و ۵/۱۰۶ (a)	–	۵۰۰۳ و۷۵۰۱
فرانسه	پتانسیل تولید بالا	۷	۳۵۰
لهستان	پتانسیل تولید بالا	–	۱۸۰
آلمان	۴/۱۰۶	۲	۱۲۰
ایتالیا	۳۵۰۰۰۰ (b)	–	۱۰۰
هلند	–	۲	۲۰

[۱] Girode
[۲] Bordeaus

اسپانیا	۳۰۰۰۰ (a)	۰/۴	۶
اوکراین	–	–	۵
اوروگوئه	۰	–	۱
مجارستان	۵/۱۰۶ (b)	–	۰
آمریکا	–	–	۰/۵
کل	–	۱۲	۱۷۰۰۱-۴۴۰۰۲



شکل ۱-۳- تولید جهانی تاس ماهی سیبری حاصل از فعالیت های آبزی پروری تا سال ۲۰۰۷(FAO, 2009)

۱-۳-۷- اهمیت تاس ماهی سیبری برای آبزی پروری

تاس ماهی سیبری یکی از گونه هایی است که برای پرورش آن باید به شرایط دمایی منطقه توجه کرد. به نظر می رسد این ماهی ها در شرایطی با دمای بالاتر حتی بهتر از زیستگاه بومی شان و آبهای اروپایی رشد می کنند Pyka (and Kolman, 1997; Adamek et al., 2007) به گونه ای که در شرایط پرورش گرمابی طی ۲/۵ سال می‌توانند به وزن ۲-۱/۵ کیلوگرم برسند (Sokolov and Vasilev, 1989).

این گونه غیر مهاجر آب شیرین در بسیاری از سیستم های تولیدی و در تانک های با اندازه و شکل های مختلف رشد خوبی داشته است (Williot et al., 1993; Koksal et al., 2000). پرورش این گونه می تواند در سیستم های متنوعی مانند کانال های دراز جریان دار، مخازن گرد، استخرهای بزرگ، قفس ها و سیستم های

مدار بسته[1] انجام گردد (FAO, 2009). پرورش تاس ماهی سیبری در قفس در کشورهایی مانند روسیه و اروگوئه انجام شده است. تاس ماهی سیبری قادر است در واحدهای پرورشی با میزان اکسیژن پایین و محتوی آمونیاک بالا رشد خوبی داشته باشد و به نظر می رسد توانایی تحمل تراکم های بالا را داشته باشد (Koksal et al., 2000). در استخرهای بدون هوادهی تراکمی در حد ۱/۵ -۳ kg/m^2 می تواند وجود داشته باشد و در صورت وجود هوادهی در سیستم پرورشی، این گونه تراکم ۵۰-۸۰ kg/m^2 را نیز می تواند تحمل کند. تاس ماهی سیبری گونه ای است که تحت شرایطی مانند فقدان غذا و بالا بودن میزان اکسیژن آب، می تواند دمای بالای ۲۶-۲۵ درجه سانتی گراد را تحمل کند (FAO, 2009).

نتایج مطالعات انجام شده در ترکیه نشان می دهد که روند رشد در مورد تاس ماهی سیبری بسیار مشابه و حتی بالاتر و بهتر از گونه های پرورشی مثل قزل آلای رنگین کمان، باس دریایی و سیم دریایی می باشد و اینکه این گونه می تواند به راحتی در استخرهای بتونی پرورش قزل آلای رنگین کمان پرورش یابد (Koksal et al., 2000). تاس ماهی سیبری توانایی رسیدن به بلوغ جنسی در شرایط اسارت را دارد (Ronayi et al., 1989; Ronayi and peteri, 1990) و مکرراً در شرایط اسارت تخم ریزی می کند. زیر گونه *Acipenser baerii stenorrhynchus* تاکنون در چند کشور اروپایی به صورت موفقیت آمیزی در شرایط اسارت تخم ریزی کرده است (Sokolov and Vasilev, 1989; Williot et al., 1991; Williot et al., 2001). بلوغ جنسی در محیط های پرورشی در مورد تاسماهی نر در سن ۶-۵ سالگی و در مورد تاس ماهی ماده در سن ۸-۶ سالگی رخ می دهد که این سن بسیار کمتر از سن بلوغ جنسی در طبیعت است (Doroshov et al., 1997). نتایج تحقیقات اولیه روی تغذیه و فیزیولوژی تغذیه تاس ماهی سیبری بسیار امیدوار کننده بوده است. این گونه نسبت به دیگر گونه های پرورشی مثل قزل آلای رنگین کمان در برابر تغییرات پارامترهای کیفی آب مقاوم تر است (Williot et al., (1993; Arndt and Mieske, 1994.

محصولات اصلی حاصل از مزارع پرورشی ماهیان خاویاری در ایران و روسیه گوشت و خاویار می باشد (Williot et al., 2001). در مزارع پرورشی این ماهیان در اروپای شرقی و مرکزی ماهی های ۴-۳ کیلوگرمی و در روسیه و چین ماهی های ۱۱- ۸ کیلوگرمی به فروش می رسند (FAO, 2009). تاس ماهی سیبری با وزن ۴-۱ کیلوگرم به فروش می رسد (Williot et al., 2001). این گونه به همراه تاس ماهی سفید گونه هایی هستند که برای پرورش در اسارت و تولید گوشت پرورش داده می شوند. پرورش تاس ماهی سیبری با هدف تولید خاویار منحصر به فرانسه می باشد. طبق گزارش سالانه CITES در سال ۱۹۹۸ حدود ۲۸۳ کیلوگرم تخم (شامل ۲۸۰

[1] Recirculation system

کیلوگرم خاویار و ۳ کیلوگرم تخم لقاح یافته)، ۳۶۰۹۵۰ کیلوگرم ماهی به صورت زنـده و ۴۳۳ کیلـوگرم گوشـت (تولید شده در مزارع پرورشی اوروگوئه) حاصل از تاس ماهی سیبری صـادر شـده انـد. سـهم روسـیه در صـادرات خاویار از ۱۹۰۰۰۰ کیلوگرم در سال ۱۹۹۸ به ۴۰۰ کیلوگرم در سال ۲۰۰۰ رسید. به علاوه روسیه در سال ۲۰۰۰ حدود ۳۰۰۰۰ کیلوگرم گوشت و تخم لقاح یافته از سه هیبرید مختلف تـاس مـاهی سـیبری صـادر کـرد. خاویـار محصول اصلی مزارع پرورش ماهیان خاویاری نیست. پایداری اقتصادی مزارع پرورشی ماهیـان خاویـاری خصوصـاً طی ۱۰-۸ سال اول زندگی تا زمانی که ماده ها به بلوغ جنسی برسند وابسـته بـه بـازار خریـد و فـروش آنهاسـت (برگرفته از CITES).

۱-۴- استفاده از L-کارنیتین در جیره ماهیان پرورشی

کارایی استفاده از غذا و درصد غذادهی به عنوان فاکتورهای اقتصادی تعیین کننده بـرای تولیـد تجـاری ماهیـان خاویاری مطرح شده اند (Gershanovich and Taufik, 1992). کارایی تولید، وابستگی بالایی به نوع جیره و روش های تولید آن دارد، که توسط فاکتورهایی مانند انرژی، ترکیب غذا، پروتئین، چربـی، ویتـامین هـا، مـواد معدنی و ضریب هضم پذیری ترکیبات غذایی کنترل می شود (Mohseni et al., 2008). از این رو استفاده از مواد مغذی و روش های جدید تغذیه برای دستیابی به رشد بالاتر در ماهیان خاویاری، اخیراً در ایران مورد توجـه قرار گرفته است (Abedian et al., 2007).

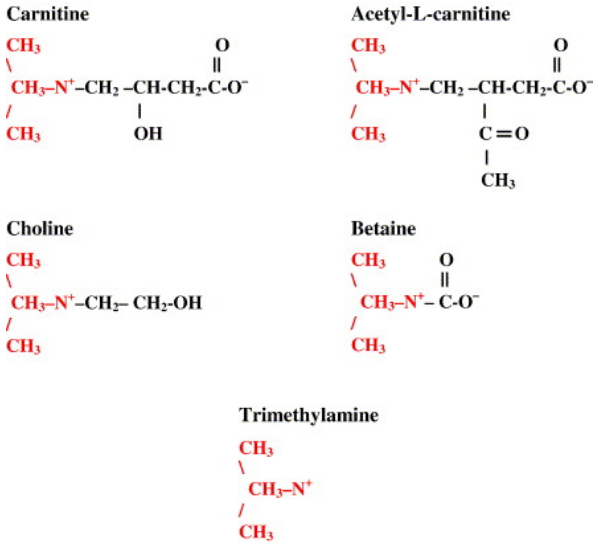
بیش از دو دهه قبل فشار فزاینده ای جهت کاهش سطح آرد ماهی در جیره غذایی به دلیل کاهش ذخایر آبزیـان و گران شدن قیمت آن به تولید کنندگان ماهی وارد شد. جهت صرفه جویی در مصرف پـروتئین، تولیدکننـدگان ناگزیر شدند از مواد اولیه و دانه های روغنی بیشتر استفاده کنند و میزان چربی در جیره های غذایی فرموله شده برای ماهیان از حد ۳۵ درصد بیشتر شد. همانطور که چربی در جیره غذایی افزایش می یابد، اضافه نمودن موادی مانند L-کارنیتین که متابولیسم چربی را در ماهیان سرعت می بخشند ضروری به نظر می رسد (Chatzifotis and (Tukeuchi, 1997.

۱-۴-۱- L-کارنیتین

L-کارنیتین (L-β-hydroxy-y-N,N,N-trimethylaminobutyric acid) یـک مـاده مغـذی آلـی غیـر ضروری است.گاهی به ظاهر شبیه اسیدآمینه می باشد و برای ورود اسیدهای چرب به درون میتوکندری ضـروری است. وزن مولکولی آن ۱۶۱/۲ می باشد، یک ترکیب بسیار هیگروسکوپیک[1] بوده و به راحتی در آب حل می شود

[1] Hygroscopic

(Harpaz, 2005). این ماده در برابر گرما مقاوم می باشد و در دمای ۱۹۷ درجه سانتی گراد تجزیه مـی شـود. کارنیتین برای اولـین بـار در سـال ۱۹۰۵ توسـط دو دانشـمند روسـی، تحـت عنـوان -betahydroxy-alpha butyrobetaine شناخته شد و به دلیل اینکه از گوشت قرمز (carnus) استخراج شـد کـارنیتین نامیـده شـد. فرانکل قبل از دهه ۱۹۴۰ دریافت، کارنیتین یک ماده ضروری برای worm meal (*Tenebrio molitor*) می باشد و آن را ویتامین B_{11} نامید. بعدها مشخص شد بیشتر موجودات توانایی سـنتز کـارنیتین را دارنـد, بنـابراین کارنیتین در موجودات عالی به عنوان ویتامین محسوب نمـی شـود (Butle et al., 1991). فرمـول سـاختاری کـارنیتین در سـال ۱۹۲۷ کشـف شـد امـا خصوصـیات فیزیولوژیـک آن تـا دهـه ۱۹۶۰ ناشـناخته بودSpruytenburg, online (information). ساختار کارنیتین مشابه ساختار آمـین هـای چهارگانـه نظیـر بتائین و تری متیل آمین (TMA) می باشد (شکل ۱-۴) که به عنوان جاذب های غذایی قدرتمند برای مـاهی و سخت پوستان شناخته شده اند (Harpaz, 2005).



شکل۱-۴- ساختار شیمیایی کارنیتین و دیگر آمین های چهارتایی(Harpaz, 2005)

کـارنیتین ماننـد بسـیاری از مولکـول هـای فعـال بیولـوژیکی در دو فـرم وجـود دارد: L-carnitine و-D. carnitineاین دو ایزومر تصاویر آیینه ای هم هستند. اما L-کارنیتین تنها فرم طبیعی و فعال است.D- کارنیتین در طبیعت وجود ندارد، مضر است و مانع استفاده بدن از L -کارنیتین می شود (Held, 2004).

تحقیقات فشرده روی کارنیتین از دهه ۱۹۷۰ آغاز شد. در آن زمان تنها مقایر کمی L-کارنیتین از گوشت حیوانات استخراج می شد، اما در دهه ۱۹۸۰ تولید صنعتی L-کارنیتین آغاز شد و همین امر باعث شد که تحقیقات در این زمینه توسعه بیشتری پیدا کند و از L-کارنیتین در آزمایش های مختلف استفاده شد (Suchy´et al., 2008).

L-کارنیتین دو وظیفه اصلی دارد: انتقال اسیدهای چرب بلند زنجیره به میتوکندری و بازگشت اسیدهای چرب کوتاه زنجیره یا با زنجیره متوسط از میتوکندری به سیتوزول که برای حفظ متابولیسم طبیعی ضروری است (Rabie etal., (1997:1998; Matalliotakis et al., 2000; Buyse et al., 2001; Xu et al., 2003. بنابراین مکمل L-کارنیتین میزان اکسیداسیون اسیدهای چرب را افزایش داده که باعث تولیدATP و بهبود استفاده از انرژی می شود (Rabie et al., 1997; Neuman et al., 2002). فعالیت ثانویه L-کارنیتین این است که به عنوان بافر عمل کرده و گروههای سمی اسیل را از سلول خارج می کند و باعث ایجاد توازن کوآنزیم A آزاد و استیل کوآنزیم A بین میتوکندری و سیتوپلاسم می شود (Allen et al., 1998). میزان مطلوب L-کارنیتین برای تحریک رشد وابسته به نوع گونه می باشد. علاوه بر این درصد تغذیه و سن ماهی مورد آزمایش نیز در تعیین میزان مناسب L -کارنیتین مؤثر است (Focken et al.,1997). همانطور که گفته شد L -کارنیتین یک ترکیب حلال در آب می باشد. این مسأله می تواند علت بالا بودن سطوح L-کارنیتین به کار رفته در جیره های ماهی را نسبت به موجودات خشکی توضیح دهد. میزان مکمل L-کارنیتین به کار رفته در موجودات آبزی مختلف از کمتر از ۱۰۰ mg/kg تا ۴۰۰۰ mg/kg متغیر بوده است (Harpaz, 2005).

با توجه به رابطه ویتامین C و بیوسنتز L-کارنیتین می توان گفت که اولین نشانه کمبود ویتامین C خستگی است که به نظر می رسد ناشی ازکاهش سنتز L-کارنیتین باشد (Lohninger et al., 1987; Harpaz, 2005) اگرچه L-کارنیتین در بدن سنتز می شود اما شرایطی مثل استرس، بیماری، آسیب های فیزیکی می تواند باعث کمبود L-کارنیتین شود (Suchy´et al., 2008). کمبود L-کارنیتین در ماهی ممکن است در اثر کاهش سنتز آن در بدن (Rebouche and Seim, 1998)، افزایش دفع آن (Nelson et al., 2001) یا کاهش میزان L-کارنیتین جیره اتفاق بیافتد. در این زمان استفاده از مکمل L-کارنیتین در جیره می تواند باعث جبران این کمبود گردد (Ozorio, 2001, 2009).کمبود کارنیتین در مهره داران باعث: ۱) کاهش اکسیداسیون اسیدهای چرب و برگشت آنها به فرآیند سنتز تری گلیسرید خصوصاً در کبد می شود، ۲) نقص میتوکندریایی رخ می دهد و بافر سمی اسیل کوآنزیم A ایجاد می شود که تولید این بافر باعث آسیب رساندن به

سیکل سیترات، فرآیند تشکیل قند از موادغیر قندی[1] و اکسیداسیون اسیدچرب می شود. البته این فرآیندها با اضافه کردن مقادیر کافی کارنیتین به غذا قابل برگشت هستند (McDowell, 1989).

۱-۴-۲- سنتز L-کارنیتین

شکل گیری داخلی L-کارنیتین در مهره داران عمدتاً در کبد، کلیه و مغز صورت می گیرد. برای سنتز L-کارنیتین علاوه بر دواسیدآمینه ضروری لیزین و متیونین، آهن، ویتامین های C و B_6 و نیاسین به صورت (NAD)[2] مورد نیاز می باشد. برای سنتز L-کارنیتین وجود پنج آنزیم لازم است. آنزیم اساسی در سنتز L-کارنیتین آنزیم 4-butyrobetaine hydroxylase می باشد. یکی از دلایل بیوسنتزL-کارنیتین در بدن این است که این ماده از جنین حیوانات به مقدار قابل توجهی جداسازی شده در حالی که در تخم آنها به هیچ وجه وجود ندارد. همینطور در میکروارگانیسمی مانند *Neurospora crassa* که دارای ال-کارنیتین می باشد با رشد و افزایش اندازه سطح L-کارنیتین سنتز شده در آن افزایش می یابد (Harpaz, 2005).

برای تشکیل L-کارنیتین از لیزین سه واکنش متوالی متیلاسیون لازم است که منجر به تولید تری متیلایزین می شود. تری متیلایزین به وسیله آنزیم ها به هیدروکسی تری متیلایزین تبدیل می شود. در مرحله بعدی با حضور ویتامین B_6 تری متیل آمینوبوتیرآلدئید تشکیل می گردد. سپس طی واکنشی با حضور NAD، گاما بوتیروبتائین تشکیل می گردد. در نهایت گامابوتیروبتائین طی واکنشی هیدروکسید شده و به L-کارنیتین تبدیل می شود (غفاری،۱۳۸۰; Tremblay and Bradley, 1992).

۱-۴-۳- منابع L-کارنیتین

بهترین منبع برای L-کارنیتین گوشت قرمز بوده که حاوی ۵۰۰-۱۲۰۰ mg/kg ، L -کارنیتین است. بعد از آن ماهی، مرغ و مواد حاصل از شیر دارای ۱۶-۶۴mg/kg L-کارنیتین می باشند. سبزیجات، میوه ها، غلات و دیگر منابع غذایی گرفته شده از گیاهان مقادیر بسیار کمی(کمتر از ۰/۵mg/kg) L-کارنیتین دارند (Harpaz, 2005). میزان L -کارنیتین گندم ۷-۱۴ µgr/gr، یونجه ۲۰µgr/gr و بادام زمینی ۱µgr/gr می باشد. در عضله ماهی۷۰۰ µgr/gr L-کارنیتین، در عضله گاو ۶۴۰ µgr/gr و در عضله گوسفند ۲۱۰۰ µgr/gr L-کارنیتین وجود دارد (Butle et al., 1991).

---

[1] Gluconeogenesis
[1] Nicotinamide adenine dinucleotide

۱-۵- نقش L-کارنیتین در ماهی

بر اساس بررسی Harpaz (2005) استفاده از مکمل غذایی L-کارنیتین در ماهی برای رسیدن به اهداف زیر صورت می گیرد:

۱) افزایش میزان رشد و صرفه جویی در مصرف پروتئین[۱]

۲) تأثیر بر متابولیسم چربی و کاهش چربی لاشه

۳) محافظت در برابر مقادیر سمی آمونیاک

۴)کاهش استرس ناشی از تغییرات شدید دمای آب و سازگاری بهتر با این تغییرات

۵) بهبود تولید مثل

۱-۵-۱- تأثیر L-کارنیتین بر رشد ماهی

ماهی نسبت به سایر حیوانات پرورشی به سطوح بالای پروتئین در جیره نیاز دارد. پروتئین یک ماده غذایی با ارزش است که گاهی صرف تولید انرژی می شود و برای رشد استفاده نمی شود (Wilson, 2002). تأثیر مثبت L-کارنیتین بر روند رشد به این علت است که با افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب، انرژی بیشتری حاصل می شود بنابراین در مصرف پروتئین به ویژه در مورد ماهیانی که از جیره های حاوی پروتئین کم استفاده می کنند صرفه جویی شده و رشد افزایش می یابد (Bilinski and Junas, 1970). بعد از اولین تحقیق در مورد L-کارنیتین روی ماهی (Bilinski and Junas, 1970) در سال های اخیر مطالعات زیادی روی بیش از ۱۵ گونه ماهی انجام شده است. اگرچه این مطالعات با نتایج ضد و نقیضی همراه بوده است، اما اکثر نتایج بهبود رشد، مقاومت در برابر استرس، بهبود تولید مثل، کاهش چربی بافت و تحریک متابولیسم لیپید را نشان می دهند (Zhang et al., 2005).

اثر مثبت L-کارنیتین روی رشد در گونه های باس دریایی اروپایی(*Dicentrachus labrax*)، باس دورگه راه راه (*Morone saxatilis* male×*M.chrysops* female)، گربه ماهی آفریقایی(*Clarias gariepinus*) ، سیم دریایی قرمز(*Pagrus major*)، روهو(*Labeo rohita*)، تیلاپیای موزامبیک (*Oreochromis mossambicus*) و هیبرید تیلاپیا(*Orechromis niloticus*×*O.aureus*) دیده شده است (Harpaz, 2005).

۱-۵-۲- تأثیر بر متابولیسم چربی و کاهش چربی لاشه

---

[۱] Protein Sparing