بسم الله الرحمن الرحيم

**دانشکده منابع طبیعی**

**گروه شیلات- تکثیر و پرورش آبزیان**

# تأثیر نسبت های پروتئین به چربی جیره بر رشد، بقا و تغییرات فیزیولوژیک در بچه ماهی سفید دریای خزر

# ( *Rutilus frisii kutum*)

از

**زهرا محمودی**

استاد راهنما

**دکتر حمید علاف نویریان**

اساتید مشاور

**دکتر بهرام فلاحتکار**

**دکتر مجیدرضا خوش خلق**

اسفند ۱۳۹۱

تقدیم به

پدر و مادرم

که همواره عشق به زندگی را در پناه دستان پر محبتشان یافتم

و همسرم

که شوق آموختن و پیش رفتن را در دلم زنده نگاه داشت.

# تشکر و قدردانی

در آغاز حمد و سپاس خود را تقدیم ایزد مهربان، آفریننده آسمان ها و زمین می نمایم که به من لذت آموختن علم و دانش را عطا فرمود تا بدین وسیله فرصتی یابم که پروردگار و جهان هستی را بهتر بشناسم.

اکنون که به لطف خداوند مراحل نگارش این پایان نامه به اتمام رسیده است بر خود لازم می دانم از پدر و مادر عزیزم به پاس آسایشی که از خود دریغ کردند تا شاهد آسایش و موفقیت فرزندشان باشند و در لحظه لحظه زندگی ام مرا از حمایت بی دریغ خویش محروم نساخته اند و همواره، صمیمانه و دلسوزانه همراه و یاور و تکیه گاه من بودند، تشکر و قدردانی نموده و بر دستان پر مهرشان بوسه می زنم و از زحمات و حمایت همسرم سپاسگزاری می نمایم چرا که بی حمایت هایش پیشرفت در علم و دانش برایم میسر نبود.

کمال تشکر خود را از استاد فرهیخته جناب آقای دکتر حمید علاف نوریان که عهده دار مسئولیت راهنمایی اینجانب در پژوهش حاضر بوده اند ابراز دارم. همچنین از اساتید محترم مشاور جناب آقای دکتر بهرام فلاحکار و جناب آقای دکتر مجید رضا خوش خلق به خاطر زحماتشان صمیمانه سپاسگذارم.

از جناب آقای دکتر غلامرضا رفیعی و جناب آقای دکتر سید حامد موسوی ثابت که زحمت داوری این پایان نامه را متقبل شدند بی نهایت سپاسگزاری می نمایم.

از مسئولین آزمایشگاه گروه شیلات آقایان مهندس موسی پور، مهندس محمدی کمال تشکر را دارم.

از خانم مهندس ساره قیاسی، صدیقه محمدزاده، ، نجمه پستکی، زینب عبداله نژاد و آقای مهندس علی حمید اغلی و مهندس ماهان سلمرودی که در مراحل انجام این پایان نامه با اینجانب همکاری نمودند صمیمانه قدردانی می نمایم.

از یاری و دلگرمی همیشگی دوستان عزیز و مهربانم خانم ها فاطمه نادری، فاطمه ذاکر، سمانه رضایی، مریم اصغریان و دوستانی که ذکر نام تمامی آنها در این مجال نمی گنجد صمیمانه تشکر می نمایم.

زهرا محمودی

چکیده

تأثیر نسبت های پروتئین به چربی جیره بر رشد، بقا و تغییرات فیزیولوژیک در بچه ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*)

زهرا محمودی

یک آزمایش تغذیه ای با سه سطح پروتئین (۴۰ ،۳۵ ،۳۰ درصد) و سه سطح چربی (۱۴ ،۱۲ ،۱۰ درصد) به منظور تعیین سطح مناسب پروتئین و چربی در تغذیه ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frisii kutum*) انجام شد. ماهیان ( ± ۱/۱۵ ۰/۰۱ گرم) به طور تصادفی در ۲۷ آکواریوم ۴۵ لیتری توزیع و چهار بار در روز به مدت ۸ هفته تغذیه شدند. تقابل بین پروتئین و چربی تفاوت معنی داری در هیچ یک از پارامترهای رشد ایجاد نکرد ($p > ۰/۰۵$). با افزایش پروتئین تا ۳۵ درصد، وزن افزایش و سپس به طور معنی داری کاهش پیدا کرد ($p < ۰/۰۵$)، با افزایش چربی جیره وزن ماهیان افزایش پیدا کرد ($p < ۰/۰۵$). نتایج مربوط به آنالیز ترکیبات بدن نشان داد پروتئین جیره تفاوت معنی داری در بین تیمارها ایجاد نکرد ($p > ۰/۰۵$) ولی با افزایش چربی جیره، چربی بدن افزایش پیدا کرد ($p<۰/۰۵$) و بیشترین مقدار چربی در بچه ماهیان تغذیه شده با سطح ۳۵ درصد پروتئین و ۱۴ درصد چربی مشاهده شد. گلوکز و Triiodothyronine تحت تأثیر سطوح پروتئین و چربی جیره قرار نگرفتند ($p > ۰/۰۵$). تری گلیسرید به طور معنی داری در ماهیان تغذیه شده با ۳۰ درصد پروتئین و ۱۰ و ۱۲ درصد چربی بیشتر بود ($p < ۰/۰۵$). کلسترول به طور معنی داری در ماهیان تغذیه شده با ۳۵ درصد پروتئین و ۱۰ درصد چربی بیشتر بود ($p < ۰/۰۵$). بیشترین میزان Thyroxine در ماهیان تغذیه شده با ۳۰ درصد پروتئین و ۱۰ درصد چربی مشاهده شد ($p < ۰/۰۵$). به نظر می رسد ماهی سفید می تواند از سطوح بالای ۱۴ درصد چربی در جیره بدون اینکه تأثیر منفی بر رشد بگذارد استفاده کند و جیره با ۳۵ درصد پروتئین و ۱۴ درصد چربی برای رشد بچه ماهی سفید در محدوده وزنی مطالعه شده مناسب است.

**کلید واژه:** ترکیبات بدن، رشد، پروتئین، چربی، ماهی سفید دریای خزر

**فهرست مطالب**

عنوان.....صفحه
چکیده فارسی.....ج
چکیده انگلیسی..... چ

**فصل اول: مقدمه**

۱-۱ مقدمه.....۱
۱- ۲- اهداف.....۴
۱-۳-فرضیات.....۴
۱- ۴- انرژی.....۵
۱- ۵- پروتئین.....۵
۱- ۶- چربی.....۷
۱- ۷- ماهی سفید..... ۹
۱- ۷-۱ رده بند ماهی سفید.....۹
۱- ۷-۲ مشخصات ظاهری ماهی سفید .....۱۰
۱- ۷- ۳- پراکنش.....۱۰
۱- ۷- ۴- رژیم غذایی.....۱۰
۱-۷-۵- ذخایر و میزان صید.....۱۱
مطالعات انجام شده در داخل و خارج ایران.....۱۲

**فصل دوم: مواد و روش ها**

۲- مواد و روش ها.....۱۶
۲- ۱- محل و زمان اجرای تحقیق.....۱۶
۲- ۲- ماهی و شرایط نگهداری.....۱۶
۲- ۳- طراحی آزمایش و سیستم پرورشی.....۱۶
۲- ۴- شاخص های کیفی آب.....۱۷
۲- ۵- جیره های آزمایشی.....۱۷
۲- ۵- ۱- اقلام جیره.....۱۷
۲- ۵- ۲- تنظیم جیره های آزمایشی.....۱۷
۲-۵-۳- ساخت جیره های آزمایشی.....۱۹
۲- ۶- زیست سنجی.....۲۰
۲- ۷- آنالیز شیمیایی لاشه.....۲۱
۲- ۷- ۱- سنجش درصد رطوبت.....۲۱
۲- ۷- ۲- سنجش درصد پروتئین.....۲۱
۲- ۷- ۳- سنجش درصد چربی.....۲۲
۲- ۷- ۴- سنجش درصد خاکستر.....۲۲
۲- ۸- پارامترهای فیزیولوژی.....۲۲
۲- ۸- ۱- سنجش میزان $T_3$ و $T_4$ موجود در بدن ماهی.....۲۳
۲- ۸- ۲- اندازه گیری میزان گلوکز، تری گلیسرید و کلسترول موجود در بدن ماهی.....۲۴

۲- ۹- آنالیز آماری..... ۲۴

**فصل سوم: نتایج**

۳- نتایج..... ۲۵
۳-۱- عملکرد رشد..... ۲۶
۳- ۱-۱- زیست سنجی اول..... ۲۶
۳- ۱-۲- زیست سنجی دوم..... ۲۶
۳- ۱-۳- زیست سنجی سوم..... ۲۹
۳- ۱-۴- زیست سنجی چهارم..... ۲۹
۳- ۲- نتایج اثر سطوح پروتئین و چربی بر پارامترهای رشد و کارایی غذا در کل دوره پرورش..... ۳۲
۳-۳- پارامترهای بیوشیمیایی بدن..... ۳۳
۳-۴- پارامترهای فیزیولوژیک بدن..... ۳۴

**فصل چهارم: بحث و نتیجه گیری**

۴- بحث..... ۳۶
۴- ۱- عملکرد رشد..... ۳۷
۴- ۱- ۱- افزایش وزن..... ۳۷
۴- ۱- ۲- بازده پروتئین و ابقای پروتئین..... ۳۹
۴- ۱-۳- بازده چربی و ابقای چربی..... ۴۱
۴-۱-۴- بازده غذایی..... ۴۲
۴-۲- ترکیب تقریبی لاشه..... ۴۳
۴-۳- شاخص های بیوشیمیایی..... ۴۴
۴-۳-۱- گلوکز..... ۴۴
۴-۳-۲- تری گلیسرید..... ۴۶
۴-۳-۳- کلسترول..... ۴۸
۴-۳-۴- هورمون های تیروئیدی..... ۴۹
نتیجه گیری کلی..... ۵۱
رد یا قبول فرضیات..... ۵۲
پیشنهادات..... ۵۳

**فهرست منابع** ..... ۵۴

**فهرست**

**جداول.....صفحه**

جدول ۱-۱: احتیاجات پروتئینی در برخی از گونه های کپور ماهیان.....۷
جدول۲-۱: مشخصات کیفی آب مورد استفاده در آزمایش حاضر (SE ± ).....۱۷
جدول۲-۲: تجزیه تقریبی مواد اولیه مصرفی در جیره غذایی (بر حسب درصد) ماهی سفید در مطالعه حاضر .....۱۷
جدول ۲-۳: اجزای غذایی و ترکیب جیره های غذایی مورد استفاده در جیره غذایی ماهی سفید در آزمایش حاضر .....۱۸
جدول ۲-۴: تجزیه تقریبی جیره های مورد استفاده برای پرورش ماهی سفید در مطالعه حاضر.....۱۹
جدول ۳-۱: مقایسه میانگین (SE ±) شاخص های رشد بچه ماهی سفید دریای خزر نسبت به اثر متقابل سطوح متفاوت پروتئین به چربی جیره پس از ۱۴ روز پرورش.....۲۷
جدول۳-۲: مقایسه میانگین (SE ±) شاخص های رشد بچه ماهی سفید دریای خزر نسبت به اثر متقابل سطوح متفاوت پروتئین به چربی جیره پس از ۲۸ روز پرورش.....۲۸
جدول ۳-۳: مقایسه میانگین (SE ±) شاخص های رشد بچه ماهی سفید دریای خزر نسبت به اثر متقابل سطوح متفاوت پروتئین به چربی جیره پس از ۴۲ .....۳۰
جدول۳-۴: مقایسه میانگین (SE ±) شاخص های رشد بچه ماهی سفید دریای خزر نسبت به اثر متقابل سطوح متفاوت پروتئین به چربی جیره پس از ۵۶ روز پرورش.....۳۱
جدول ۳-۵: مقایسه میانگین (SE ±) شاخص های رشد بچه ماهی سفید دریای خزر نسبت به اثر متقابل سطوح متفاوت پروتئین به چربی جیره در کل دوره پرورش.....۳۲
جدول ۳-۶: مقایسه میانگین (SE ±) شاخص های بازده پروتئین، بازده چربی، ابقاء پروتئین و ابقای چربی در ماهیان سفید تغذیه شده با سطوح مختلف پروتئین به چربی جیره در کل دوره پرورش.....۳۳
جدول ۳-۷: مقایسه میانگین (SE ±) ترکیبات بیوشیمیایی بدن بچه ماهی سفید دریای خزر نسبت به اثر سطوح متفاوت پروتئین و چربی جیره در کل دوره پرورش.....۳۴
جدول ۳-۸: مقایسه تأثیر سطوح مختلف پروتئین به چربی بر شاخص های فیزیولوژیک بچه ماهیان سفید در کل دوره پرورش.....۳۵

# فصل اول

## مقدمه، کلیات و مروری بر منابع

۱-مقدمه

با افزایش روز افزون جمعیت جهان و نیاز به غذا و مواد پروتئینی به ویژه پروتئین حیوانی، آبزیان توانسته اند به عنوان یکی از اقلام غذایی سالم، با ارزش غذایی بالا و ارزان نسبت به سایر مواد غذایی، از جایگاه نسبتاً خوبی برخوردار شوند. امروزه پرورش آبزیان، به منظور رهاسازی بچه ماهیان در آب های طبیعی جهت بازسازی ذخایر و به منظور تولید پروتئین، یک صنعت رو به رشد در سراسر دنیا محسوب می شود (دابروسکی، ۲۰۰۱).

از جمله آبزیانی که در چند دهه اخیر به علل مختلف ذخایرش در دریای خزر مورد تهدید قرار گرفته است، ماهی سفید می باشد. ماهی سفید (*Rutilus frisii Kutum*) از جمله مهم ترین ماهیان استخوانی اقتصادی سواحل و رودخانه های حاشیه جنوبی دریای خزر می باشد. از نظر شیلاتی دارای مقبولیت بالایی است و جمعیت های آن در قسمت های نزدیک ساحل، از رودخانه اترک تا قسمت جنوبی دریای خزر پراکنده است (Valipour & Khanipour, 2008). ماهی سفید بیش از ۷۰ درصد از کل صید تجاری در سواحل ایرانی دریای خزر را به خود اختصاص می دهد ( Yousefian & Mosavi, 2008). میزان صید ماهی سفید در سال های گذشته نشان می دهد که ماهی سفید دارای ذخایر قابل توجهی در سال های ۱۳۱۹-۱۳۱۶ بوده است. طی دهه های گذشته در اثر برداشت بی رویه از ذخایر آن، صید قاچاق و نیز تخریب مناطق تخم ریزی این ماهی در رودخانه و تالاب ها بر اثر برداشتن شن و ماسه، وارد شدن سموم کشاورزی، خانگی و صنعتی و کاهش سطح آب دریای خزر (غنی نژاد و همکاران، ۱۳۷۹;Coad, 1980) میزان صید آن رو به کاهش گذارد. در سال ۱۳۶۱ به دلیل کاهش شدید ذخایر این ماهی شیلات ایران با توجه به اهمیت این گونه اقدام به بازسازی ذخایر آن از طریق تکثیر مصنوعی نمود (عبدالملکی، ۱۳۸۵). سالانه بیش از ۲۵۰ میلیون قطعه بچه ماهی ۲-۱ گرمی توسط سازمان شیلات ایران در کارگاه های تکثیر، تولید و به رودخانه ها رهاسازی می شوند (سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۰). حتی با وجود تکثیر مصنوعی، آلودگی های زیست محیطی، صید بیش از حد، کاهش ضریب بازگشت بچه ماهیان رها سازی شده از مواردی است که میزان ذخایر ماهی سفید را تحت تأثیر قرار داده است (کازرونی منفرد، ۱۳۷۴). بازگشت ماهی سفید رها شده در سال های مختلف متفاوت بوده و طبق گزارشات به طور متوسط در سال های اخیر حدود ۸/۳ درصد بوده است (Salehi, 2008).

انتقال ماهی از محیط طبیعی به محیطی مصنوعی به منظور دستیابی به روشی مطمئن جهت تهیه غذا و ایجاد شرایط زیست محیطی مناسب برای موجود زنده بدون اطلاع از اختصاصات بیولوژیک آن مقدور نمی باشد. یکی از مهم ترین نیازهای بیولوژیک ماهیان برخورداری از یک تغذیه فعال و مناسب می باشد (ریدل، ۱۳۶۵) بنابراین پرورش موفقیت آمیز ماهیان از جمله ماهی سفید به قابلیت دسترسی به غذای مناسب جهت تغذیه بستگی دارد تا بتواند سلامت و رشد را به خصوص در دوران نوزادی تضمین کند (Giri *et al.*, 2002).

مدت زمان نگه داری بچه ماهیان سفید در استخرهای خاکی برای رسیدن به اندازه انگشت قد (۲gr-۱) قبل از رهاسازی با هدف بازسازی ذخایر ۷۰-۶۰ روز می باشد. در طول این دوره قسمت اعظم نیازهای غذایی بچه ماهیان سفید از طریق غذای کنسانتره تأمین می شود (نظری، ۱۳۷۳)، که این غذا براساس نیاز اولیه ماهی کپور ساخته می شود. به همین دلیل ماهی تغذیه شده با این غذا به نسبت رشد مناسبی را در استخرهای خاکی ندارد. هر چند تولید لارو چندین دهه در ایران انجام می شود ولی تحقیقات بسیار کمی در زمینه شناخت نیازهای این آبزی انجام شده است و چه بسا با شناخت این نیازها و به کارگیری آن ها در تولید بچه ماهیان بتوان ماهیانی با اوزان بالاتر تولید کرد (دانش خوش اصل، ۱۳۷۲؛ نویریان و همکاران، ۱۳۸۴).

ترکیبات پروتئینی از اجزای ضروری بدن هستند که نقش مهمی در ساختمان و عملکرد موجود زنده برعهده دارند. موجودات زنده، پروتئین را برای فراهم کردن مداوم آمینواسیدها به ویژه آمینواسیدهای ضروری مصرف می کند (عابدیان کناری و همکاران، ۱۳۸۱). با توجه به اینکه پروتئین یکی از گرانترین ترکیبات غذایی جیره می باشد (Ai *et al*., 2004) بنابراین تعیین سطح مطلوب پروتئین در جیره غذایی فرمول بندی شده ماهی به دلیل استفاده بهینه و تقلیل هزینه ها ضروری است (Moore *et al*., 1987). استفاده بیش از حد پروتئین سبب افزایش در هزینه، تنش در موجود زنده و افزایش میزان آمونیاک در استخرهای پرورشی و در نتیجه باعث کاهش کیفیت آب می شود (Ai *et al*., 2004). از طرفی میزان کمتر از حد نیاز پروتئین از تولید بافت های جدید جلوگیری می کند و باعث اختلال در رشد می شود (Mead & Watts, 1995).

انرژی یکی از نیازهای اساسی موجودات آبزی است. انرژی به دلیل اینکه استمرار حیات و زنده مانی موجود و سپس رشد و اعمال دیگر به آن وابسته اند به عنوان ماده مورد نیاز اصلی و پایه به شمار می رود (Ai *et al*., 2004). چربی به عنوان مهمترین منبع تأمین انرژی دارای اهمیت زیادی در جیره ماهی می باشد (Renitz, 1978; Stefen, 1981). با پذیرش برخی از محدودیت ها با افزایش میزان چربی جیره استفاده از جیره بهبود پیدا می کند (صفری و بلداچی، ۱۳۸۶)، البته افزایش چربی بایستی به دقت ارزیابی شود زیرا ممکن است منجر به افزایش ذخیره چربی در ماهی و تولید ماهیان چاق کند و نیز باعث کاهش مصرف غذا شود (صفری و بلداچی، ۱۳۸۶; Ai *et al*., 2004) از طرفی کاهش چربی جیره سبب تأمین انرژی از پروتئین می شود که در نتیجه آن رشد کاهش یافته و فعالیت حیاتی و سیستم دفاعی بدن مختل می شود (عابدیان کناری و همکاران، ۱۳۸۱).

نسبت مناسب پروتئین به چربی جیره ی غذایی نقش مهمی در استفاده بهینه آبزی از پروتئین و چربی جیره دارد (Kaushik, 1994). میزان بهینه چربی و پروتئین برای هر گونه متفاوت بوده و در یک گونه ماهی نیز با توجه به سن، کیفیت پروتئین جیره، میزان انرژی غیر پروتئینی جیره و شرایط محیطی متفاوت خواهد بود (Refstie *et al*., 2003).

با توجه به اینکه رشد، مصرف غذا و ترکیبات بدن بستگی به نسبت پروتئین به چربی دارد و نیز هزینه غذا تا حد زیادی بستگی به میزان پروتئین جیره دارد و از طرفی اطلاعات تغذیه ای متناسب با نیازهای بچه ماهی سفید جهت ساخت غذای کنسانتره به صورت جیره متعادل محدود است. بنابراین هدف از انجام این مطالعه تعیین اپتیمم نسبت پروتئین به چربی جیره و تأثیر آن روی تغییرات فیزیولوژیک بچه ماهی سفید می باشد تا ضمن کسب اطلاعات بیشتر در این زمینه، در هزینه تمام شده غذا و کاهش بار آلودگی آمونیاکی و رشد بهینه بچه ماهی سفید دریای خزر کمک مؤثری گردد. بنابراین پژوهش حاضر با در نظر گرفتن اهداف و فرضیات به شرح زیر انجام پذیرفت.

**۱-۲- اهداف**

تعیین مناسب ترین سطح پروتئین و چربی در جیره بچه ماهی سفید

بررسی اثر سطوح مختلف پروتئین و چربی بر ترکیبات لاشه بچه ماهی سفید

بررسی تأثیر نسبت پروتئین و چربی بر تغییرات فیزیولوژیک بچه ماهی سفید

**۱-۳- فرضیات**

با توجه به ضرورت و اهمیت پرورش آبزیان و یافتن مطلوبترین جیره برای پرورش ماهی سفید، این تحقیق فرضیات زیر را تعقیب می کند:

با افزایش میزان پروتئین و چربی جیره شاخص های رشد بهبود پیدا می کنند.

نسبت پروتئین به چربی بر میزان ترکیبات بدن مانند پروتئین، چربی و خاکستر و رطوبت تأثیر می گذارد.

سطوح مختلف پروتئین و چربی بر شاخص های بیوشیمیایی بدن شامل گلوکز، تری گلیسرید و کلسترول تأثیر می گذارد.

سطوح هورمون های تیروئیدی با افزایش نسبت پروتئین به چربی افزایش پیدا می کند.

**۱-۴- انرژی**

موجود جهت تولید، نگهداری و حفظ سلامتی خود انرژی را از طریق شکستن پروتئین ها، چربی ها و گلیکوژن ذخیره ای بدن و نیز اکسیداسیون ترکیبات عالی پس از هضم و جذب خوراک مصرفی بدست می آورد ( Kaushik & Medale, 1994). نیاز ماهی به انرژی در مقایسه با حیوانات خونگرم ۳۰-۱۰ برابر کمتر است که می تواند ناشی از عوامل زیر باشد:

- ماهی موجودی خونسرد است و جهت حفظ دمای بدن خود به انرژی زیادی نیاز ندارد.

- حدود ۸۵ درصد از ضایعات ازته در ماهیان به صورت آمونیاک است که در مقایسه با اوره و اسید اوریک انرژی کمتری صرف ساختن آن می شود (Kaushik & Medale, 1994).

پروتئین و آمینواسیدها نقش عمده ای در تأمین انرژی ماهی به عهده دارند. انرژی قبل از اینکه در دسترس فرآیند رشد قرار گیرد صرف تأمین نیازمندی های مربوط به نگهداری و فعالیت اختیاری می شود (Kofi *et al.*, 1992). لذا در صورتیکه منابع انرژی زای غیر پروتئینی به اندازه کافی در جیره وجود نداشته باشد پروتئین صرف تأمین انرژی خواهد شد (Shiao & Hung, 1990). وجود مقادیر زیاد انرژی در جیره می تواند تأثیر منفی بر ماهی بگذارد. دلایل این امر را می توان به صورت زیر بیان کرد (فیضی، ۱۳۷۹).

- با توجه به اینکه ماهی قادر به تنظیم مصرف خوراک با توجه به نیازهای متابولیک خود است، بنابراین مازاد انرژی جیره سبب کاهش مصرف خوراک و در نتیجه کاهش مصرف مواد غذایی کافی جهت رشد و نمو می شود.

- مقادیر زیاد انرژی در جیره سبب تولید ماهیان چرب می شود که علاوه بر آسیب به ماهی سبب کاهش بازارپسندی آن می شود.

- مقادیر زیاد انرژی در جیره سبب کاهش استفاده مطلوب حیوان از سایر ترکیبات جیره می شود.

عوامل متعددی نیاز ماهی به انرژی را تحت تأثیر قرار می دهند که از آن جمله می توان گونه ماهی، درجه حرارت آب، اندازه ماهی، سن و فعالیت های فیزیولوژیک را نام برد (فیضی، ۱۳۷۹).

**۱-۵- پروتئین**

حدود ۵۰ درصد از هزینه های آبزی پروری مربوط به غذا می باشد و پروتئین به عنوان یکی از اجزای ضروری و گرانترین ترکیب جیره به شمار می رود (Mc Googan & Gatlin, 2000). پروتئین جیره منبع اصلی ازت و آمینواسیدهای ضروری در حیوانات است. پروتئین از واحدهای ساختمانی به نام آمینواسید تشکیل شده اند. به دنبال هضم غذا، آمینواسیدهای آزاد حاصل از تجزیه پروتئین از جداره روده جذب و از طریق دستگاه گردش خون در اختیار بافت ها قرار می

گیرند. آمینواسیدها در این حالت ممکن است دو مسیر مختلف را طی کنند در درجه اول ممکن است به پروتئین های مورد نیاز برای رشد بدن تبدیل شوند (مسیر آنابولیکی) و یا در صورت کافی نبودن انرژی جیره غذایی برای فعالیت های حیاتی ماهی، به عنوان منبع تولید انرژی به کار رود (مسیر کاتابولیسم) که پروتئین ها به ناچار از طریق اکسیداسیون مستقیم آمینواسیدها به وسیله سیکل تری کربوکسیلیک و یا بعد از تبدیل آمینواسیدها به گلوکز از طریق گلوکونئوژنزیز برای انرژی مورد استفاده قرار می گیرند. البته این فرایند می تواند از طریق فراهم کردن مقدار زیاد مواد غذایی انرژی زا در جیره کاهش پیدا کند. لیپید به عنوان منبع اولیه فراهم کننده انرژی باعث استفاده بهینه از پروتئین می شود (Wilson, 1989; Sargent *et al*., 1999).

انواع پروتئین ها از ۲۰ نوع آمینو اسید تشکیل شده اند از این ۲۰ نوع، ده نوع آن برای ماهی ضروری است یعنی بدن ماهی قادر به سنتز و تأمین آنها نیست و باید منبع پروتئین مورد استفاده در غذای ماهی این آمینواسیدها را تأمین کند. ارزش ماده پروتئینی به کار رفته در جیره غذایی نیز به میزان تأمین آمینواسیدهای ضروری آن بستگی دارد (نفیسی بهابادی، ۱۳۸۹).

هرچند مطالعات متعددی درمورد نیازهای غذایی و پروتئینی کپور ماهیان صورت گرفته است (جدول ۱-۱) ولی نتایج حاصله تفاوت های زیادی دارند. این تفاوت ها ممکن است ناشی از تعریف های متنوع نیازهای پروتئینی باشد. نیازهای پروتئینی می تواند مقدار پروتئین مورد استفاده جهت:

الف) حداکثر رشد

ب) حداکثر سود اقتصادی

ج) حداکثر جذب یا ذخیره پروتئین

تعریف شود (Ogino, 1980; Cowey, 1994).

استفاده بهینه از پروتئین در رژیم غذایی در ارتباط با کیفیت پروتئین و منابع انرژی در رژیم غذایی می باشد که در آن کمبود منابع انرژی زای غیر پروتئینی و پایین تر از حد می تواند منجر به استفاده ناکارآمد از پروتئین به منظور انرژی، کاهش میزان استفاده از پروتئین برای رشد و در نتیجه کاهش نرخ تبدیل پروتئین و دفع آمونیاک به محیط شود (Gomez-montes *et al*., 2003). در مقابل، استفاده مناسب از چربی در رژیم غذایی اثر بهینه پروتئین را به دنبال دارد، در نتیجه پروتئین برای رشد ذخیره شده و تولید آمونیاک کاهش پیدا می کند (Bromle, 1980; Rueda-Lopez, 2011). کیفیت پروتئین جیره روی رشد، مصرف غذا و ترکیبات بدن ماهی تأثیر می گذارد. علاوه براین، عواملی نظیر اندازه ماهی، دمای آب، شوری، تراکم ماهی، دسترسی به غذاهای طبیعی، ترکیب آمینواسیدها، هضم پروتئین و سطح بالانس پروتئین به انرژی نیاز پروتئینی ماهی را تحت تأثیر قرار می دهد (Zeitoun *et al*., 1973).

**جدول ۱-۱:** احتیاجات پروتئینی در برخی از گونه های کپور ماهیان

| گونه | وزن بدن (گرم) | منبع پروتئینی | سطح مورد نیاز (٪) | منبع |
|---|---|---|---|---|
| *Catla catla* | ۱ | کازئین- ژلاتین | ۴۵ | Seenappa & Devaraj (1995) |
| *Cyprinus merigal* | ۳ | کازئین – ژلاتین | ۳۲ | Hassan *et al* (1995) |
| *Cyprinus carpio* | ۰/۰۱ | کازئین | ۴۵ | Sen *et al* (1978) |
| *Cyprinus carpio* | ۴ | کازئین | ۳۲ | Takeuchi *et al* (1979) |
| *Ctenopharyngodon idella* | ۰/۲ | کازئین | ۴۱ -۴۳ | Dabrowski (1977) |

به طور کلی استفاده از پروتئین به عنوان یک منبع انرژی دارای معایبی به شرح زیر است (فیضی، ۱۳۷۹)

- پروتئین از چربی و کربوهیدرات گرانتر است.

- در استفاده از پروتئین به عنوان منبع انرژی، بدن باید متحمل کار بیشتری شود و در نتیجه مقدار بیشتری از انرژی به صورت حرارت از بدن دفع می شود.

- استفاده از مقادیر زیاد آمینواسید به عنوان منبع انرژی باعث خسارت و فشار متابولیکی به بدن حیوان جهت دفع ازت های حاصل از آمین زدایی می شود.

**۱-۶- چربی**

ماهی جهت رشد، تولیدمثل و حفظ سلامتی خود به منابعی از انرژی و مواد مغذی نیازمند است (Lovell, 1998). لیپیدها منابع متراکمی از انرژی هستند. انرژی ناخالص هر گرم چربی ۹/۴۵ کیلوکالری بوده و ماهی قادر است از هر گرم چربی ۸ کیلوکالری انرژی استخراج کند (هاشمی، ۱۳۷۵).

چربی ها به عنوان مهم ترین منبع تولید انرژی در جیره غذایی محسوب می شوند و همچنین به عنوان منبع تأمین کننده اسیدهای چرب ضروری به شمار می روند. در ساختمان فسفولیپیدها که به عنوان ترکیبات ساختمانی غشاهای زنده محسوب می شوند، چربی ها به کار رفته اند. چربی ها همچنین به عنوان حامل هایی جهت جذب ویتامین های محلول در چربی (A, D, K, E) و رنگدانه ها نقش دارند و نیز به عنوان منبع استرول ها ضمن برعهده داشتن وظایف وسیع بیولوژیک، در ساخت برخی ویتامین ها و هورمون ها نقش دارند (Goddard, 1996).

چربی به عنوان یک منبع مهم انرژی برای ماهیان دریایی مورد استفاده قرار می گیرد و به طور کلی توانایی محدودی در استفاده از کربوهیدرات به عنوان منبع انرژی دارند (Liang Chou *et al*., 2001).

وجود چربی در جیره باعث می شود که از پروتئین به عنوان منبع انرژی استفاده نشده و در نتیجه پروتئین بیشتر به مصرف رشد ماهی برسد (Brauge *et al*., 1995). مطالعات زیادی اثبات می کند که نرخ رشد و مصرف غذا زمانی که از منابع انرژی زای غیرپروتئینی استفاده می شود بهبود پیدا می کند (Garling & Wilson, 1976). با توجه به مطالعات صورت گرفته روند اخیر فرمولاسیون تجاری غذا به سمت استفاده بیشتر از چربی در جیره پیش می رود که این امر باعث بهبود بازده غذا و رشد شده اما این نگرانی نیز وجود دارد که افزایش بیش از حد چربی غذا می تواند باعث تجمع چربی در لاشه و احشاء شود و در نتیجه کیفیت و بازده تولید کاهش پیدا کند (Ogata & Shearer, 2000; Borba *et al*., 2003). برخی از ماهیان به خصوص ماهیان گوشتخوار (بیشتر ماهیان دریایی و سخت پوستان دریایی) می توانند سطوح بالای چربی را برای حداکثر رشد به کار گیرند (Peres & Oliva-Teles, 1999; Williams *et al*., 2003; Lopez *et al*., 2006). از طرف دیگر، برخی از محققان و نویسندگان گزارش دادند که سطوح بالای چربی ممکن است رشد را محدود کند (Chou & Shiau, 1996; Lin & Shiau, 2003) و این کاهش رشد ممکن است به علت کاهش مصرف غذا، تجمع چربی اضافی در بافت احشایی و کاهش در کارایی یا بازده آنزیم های گوارشی باشد (Tocher, 2003). علاوه بر این Baker و Davies در سال ۱۹۹۷ گزارش کردند که کاهش رشد در جیره های با سطوح بالای چربی می تواند به علت افزایش ملانوآلدهید حاصل از اکسایش چربی جیره باشد، این ترکیب برای ماهیان سمی می باشد. بنابراین باید استفاده از چربی در رژیم غذایی به دقت ارزیابی شود، به این دلیل که چربی بیش از حد ممکن است به کیفیت پلت، رشد ماهی و عمر محصولات ماهی آسیب برساند بنابراین وجود سطح مناسبی از چربی در رژیم غذایی از اهمیت زیادی برخوردار است (Li *et al*., 2010).

چربی ها نسبتاً آسانتر از کربوهیدرات متابولیسم و هضم می شوند، این حقیقت به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است. آزمایشات متعددی در گونه های مختلف ماهیان نشان داد که با افزایش چربی جیره، سطح اپتیمال پروتئین در جیره را می توان کاهش داد و این به علت توانایی بهتر منابع چربی جیره در تولید انرژی می باشد.

فرآورده نهایی حاصل از هضم چربی در روده ماهیان، اسیدهای چرب آزاد هستند که بیشتر آنها حاوی یک گروه اسید کربوکسیل (COOH) و زنجیره کربنی غیر منشعب مستقیم هستند. این ممکن است حاوی اسیدهای چرب اشباع[1] (بدون پیوند دوگانه)، زنجیره های اسید چرب تک غیر اشباع[2] (با یک پیوند دوگانه)، یا اسیدهای چرب غیر اشباع[3] (با بیش از یک پیوند دوگانه) باشد. لیپیدهای جیره به وسیله آنزیم های لوزالمعده و با کمک اسیدهای صفراوی در مسیر گوارشی آبزدایی شده و به اسیدهای چرب و گلیسرول تبدیل می شوند. جذب کلا در ابتدای اپیتلیوم و روده کور اتفاق می افتد (Cowey & Walton, 1989). از منابع دیگر اسید چرب بلند زنجیره، ساخت از طریق استیل کوآ مشتق شده از کربوهیدرات ها، در بافت های چربی و کبد است (De Silva & Anderson., 1995).

[1] Saturated fatty acids (SFA)
[2] Monounsaturated fatty acids (MUFA)
[3] Polyunsaturated fatty acids (PUFA)

اکسیداسیون اسیدهای چرب در میتوکندری منجر به تولید مقادیر زیادی ATP به وسیله فرایند β- اکسیداسیون می شود که در این فرایند شکست متوالی استیل کوآنزیم A از زنجیره های اسید چرب رخ می دهد. استیل کوآنزیم A بعد از آن در چرخه اسید سیتریک بیشتر اکسیده شده تا انرژی بیشتری تولید کند (De Silva & Anderson, 1995).

**۱-۷- ماهی سفید**

ماهی سفید یکی از ماهیان اقتصادی در حوضه جنوبی دریای خزر می باشد که به زندگی به آب های لب شور دریای خزر و تالاب اطراف آن سازگار شده است و برای تکثیر وارد رودخانه های حوزه جنوبی دریای خزر می گردد. ماهی سفید در حوزه ایرانی دریای خزر دارای دو فرم بهاره و پائیزه بوده و مولدین آن کلیه مراحل زندگی خود (از قبیل تغذیه، رشد و نمو) را در دریا سپری نموده اند، برای تخم ریزی و تکثیر طبیعی وارد منابع آب شیرین رودخانه و تالاب های حاشیه این دریا می شود. در سن ۳ تا ۴ سالگی به بلوغ جنسی می رسد.

در حال حاضر به دلایل مختلفی از جمله صید بی رویه، آلودگی دریا و رودخانه های منتهی به آن، برداشت بی رویه شن و ماسه، احداث پل و سدها در مسیر این ماهی سبب گردیده که از میزان صید این ماهی در دریا کاسته شود. بنابراین تکثیر مصنوعی به عنوان یک روش برای حفظ و افزایش فراوانی این ماهی می باشد، شرکت سهامی شیلات ایران در سال های گذشته برای بازسازی ذخایر ماهی سفید در دریای خزر پس از تکثیر و تولید بچه ماهی آن ها را به دریای خزر رها سازی می کند.

**۱-۷-۱- رده بندی ماهی سفید**

شاخه: Chordata

رده: Osteichthyes

راسته: کپور ماهی شکلان Cypriniformes

خانواده کپور ماهیان Cyprinidae

جنس: ماهی سفید Rutilus

گونه: ماهی سفید *Rutilus frisii kutum* (Kamensky, 1901)

نام انگلیسی: Kutum

نام روسی: Kutum

نام فارسی: ماهی سفید

### ۱-۷-۲- مشخصات ظاهری ماهی سفید

فرم بدن دوکی شکل و از طرفین فشرده، قسمت پشت تیره رنگ، طرفین نقره ای روشن و ناحیه شکم سفید رنگ می باشد. دارای پنج عدد باله سینه ای، دو باله شکمی، یک باله پشتی، یک باله مخرجی و یک باله دمی هموسرک می باشد. دندان حلقی یک ردیفی ۶-۵، گاهی ۵-۵ یا ۶-۶، دهان نیمه زیرین با پوزه متحرک و فاقد سبیلک بوده و فلس های سیکلوئیدی دارند (رضوی صیاد، ۱۳۷۴).

اندازه بیشینه طول این ماهی ۷۱ سانتیمتر با وزن ۴ کیلوگرم، میانگین طول ۴۵ سانتی متر و میانگین وزن ۱۱۰۰ گرم می باشد. در دو طرف بدن خود دارای خط جانبی بوده و همانند سایر ماهیان استخوانی دارای ۴ جفت کمان آبششی بوده و روی هر کمان واجد ۱۲-۸ عدد خار آبششی می باشد. در فصل تخم ریزی، بر روی سر و اطراف بدن جنس نر ماهی واجد دندانه های مرواریدی شکل یا برجستگی های سفید خاری شکل شده که اصطلاحاً به آن لباس عروس می گویند (عباسی و همکاران، ۱۳۷۸).

### ۱-۷-۳- پراکنش

بیشترین تراکم و میزان صید ماهی سفید در طی سالیان متمادی مربوط به حد فاصل رودخانه های کورا در جمهوری آذربایجان و رودخانه سفیدرود در ایران بوده است ولی در طی ۲۵ سال گذشته و پس از رهاسازی انبوه بچه ماهیان سفید در تمامی سواحل ایرانی دریای خزر، پراکنش آن نسبت به گذشته با تغییراتی مواجه بوده و تراکم آن در سواحل استان های مازندران و گلستان نیز بیشتر گردیده است اما ذخایر این ماهی در منطقه گیلان به مراتب بیشتر از مازندران است (رضوی صیاد، ۱۳۷۴). حداکثر تخم ریزی در ماه فروردین و زمانی که دمای آب در حدود ۱۵-۱۳ درجه سانتی گراد است دیده می شود (Berg, 1964). مهاجرت ماهی سفید به رودخانه های جنوبی دریای خزر جهت تخم ریزی در بهمن و اسفند ماه رخ می دهد (Afraei Bandpei *et al.*, 2008).

### ۱-۷-۴- رژیم غذایی

ماهی سفید از نظر رژیم غذایی جزء ماهیان همه چیزخوار بوده ولی بر خلاف سایر ماهیان همه چیزخوار به دلیل کوتاه بودن طول روده دارای طیف غذایی محدودی می باشد. مهمترین منابع غذایی ماهی سفید دریای خزر در زمان لاروی در دو هفته اول را زی شناوران گیاهی تشکیل می دهند، در حالی که در هفته سوم زمانی که طول لاروها به ۱۵ الی ۱۷ میلی متر می رسد، زی شناوران جانوری جزء اقلام غذایی اصلی آن ها است (عفت پناه، ۱۳۷۲). در هفته ششم به بعد زمانی که لاروها به نوزادان پیشرفته یا بچه ماهیان دو گرمی تبدیل می شوند، منابع غذایی کفزی مانند گاماروس، میگوهای ریز و سایر کفزیان

متناسب با دهان آنها جزء غذای اصلی آن ها محسوب می گردد (رضوی، ۱۳۷۱؛ عفت پناه، ۱۳۷۲)، همزمان با رشد بچه ماهیان به اوزان بالای ۸ گرم، صدف ها به عنوان منبع غذای اصلی آن ها به حساب می آیند (عفت پناه، ۱۳۷۲). در مراکز بازسازی ذخایر، پرورش لارو در استخرهای خاکی صورت می گیرد و لارو ماهی سفید در این استخرها از زئوپلانکتون ها و غذای فرموله شده استفاده می کند جیره فرموله شده به شکل خمیری و پودری به آب اضافه می شود و معمولاً حاوی ۳۵ درصد پروتئین است و براساس احتیاجات غذایی کپور معمولی تهیه می شود. در طی پرورش در استخرهای خاکی و در استفاده هم زمان زئوپلانکتون ها و غذای آماده در طی ۷۰ روز به وزن حدود یک گرم می رسند (عبدلی، ۱۳۸۷).

### ۱-۷-۵ ذخایر و میزان صید

تفکر تولید بچه ماهی در سطح کارشناسی در آغاز دهه ۱۳۵۰ مطرح شد. اما از چند میلیون بچه ماهی در سال تجاوز نمی کرد (رضوی، ۱۳۷۱). پس از پیروزی انقلاب (سال های ۱۳۶۰-۱۳۵۷) در اثر آزادی صید در دریا، ذخایر به شدت کاهش یافت. طبق اطلاعات موجود از سال های ۶۷ تا ۸۲ به نظر می رسد علی رغم افزایش ذخایر ماهی سفید در دهه ۷۰ در اثر تکثیر و تولید انبوه بچه ماهی و رهاسازی آنها در دریای خزر نسبت به دهه های گذشته (کازرونی، ۱۳۷۴)، صید بی رویه و پایین آمدن میانگین وزن بچه ماهیان رها شده و کاهش ضریب بازگشت (رضوی، ۱۳۷۱) و عوامل مخرب زیست محیطی و همچنین کاهش وزن متوسط مولدین سبب گردیده که میزان ذخایر ماهی سفید روند نزول پیدا کند.

**تحقیقات انجام گرفته در داخل و خارج ایران**

در تحقیقی که توسط نویریان و همکاران در سال ۱۳۸۴ به منظور دستیابی به سطح پروتئین مطلوب به مدت ۸ هفته روی بچه ماهی سفید دریای خزر انجام گرفت با افزایش میزان پروتئین از ۲۵ به ۳۵ درصد، افزایش وزن و درصد رشد نسبی افزایش یافت.

در مطالعه ای که توسط صفری و بلداجی در سال ۱۳۸۵ روی کپور علفخوار انجام شده با در نظر گرفتن سطوح مختلف چربی (۱۲ ،۱۰ ،۸ ،۶ ،۴ ،۲)، جیره با ۲ و ۴ درصد چربی را مناسب برای رشد کپور علفخوار در محدوده سنی ۶/۵ گرم دانستند.

نویریان و همکاران در سال ۱۳۸۶ در آزمایش تغذیه ای، رشد بچه ماهی سفید دریای خزر را با جیره هایی با سطوح مختلف چربی مورد بررسی قرار دادند. چهار سطح مختلف از چربی (۱۲، ۹، ۶ ،۳ درصد) با پروتئین ثابت و انرژی قابل هضم ۳۰۰۰ تا ۳۲۰۰ کیلوکالری برکیلوگرم جیره در این تحقیق در نظر گرفته شد. معیارها و شاخص های رشد مانند افزایش وزن، ضریب تبدیل غذایی، ارزش تولید چربی و درصد بقا در سطوح ۶ و ۹ درصد اختلاف معنی داری را نشان نداد در حالی که با افزایش چربی به میزان ۱۲ درصد تمامی معیارهای شاخص رشد بهبود یافتند.

نتایج مطالعات نویریان و همکاران در سال ۱۳۸۹ روی فیل ماهی[۴] نشان داد که بهترین رشد و درصد بقا در ماهیان تغذیه شده با ۳۵ درصد پروتئین به دست آمد.

در تحقیق صورت گرفته روی چار قطبی[۵] به منظور بدست آوردن ارتباط بین نسبت پروتئین به چربی با رشد و هورمون های تیروئیدی، ۴ سطح پروتئین به چربی (۰/۹۸، ۰/۶۷، ۰/۴۱، ۰/۲۱ ، ۰/۱۹) در نظر گرفته شد که رشد در همه جیره ها مشابه و ارتباطی بین هورمون های تیروئیدی و نسبت پروتئین به چربی مشاهده نشد (Cameron *et al*., 2002).

برای بدست آوردن جیره ای مناسب با احتیاجات گربه ماهی پوزه بلند چینی[۶] و gibel carp[۷] جیره ای با سطوح مختلف چربی (۲۱ ،۱۸ ،۱۵ ،۱۲ ،۹ ،۶ ،۳درصد) در نظر گرفته شد. بهترین نرخ رشد ویژه گربه ماهی در تغذیه با جیره هایی با سطوح ۱۵ و ۱۸ درصد چربی بدست آمد. ابقاء پروتئین و ابقاء انرژی در جیره با ۱۸ درصد چربی بیشترین میزان خود را داشت. نرخ رشد ویژه در gibel carp با افزایش چربی جیره افزایش یافت و ماهیان تغذیه شده با ۱۵ و ۱۸ درصد چربی بالاترین نرخ رشد ویژه را داشتند. ابقاء انرژی با افزایش چربی افزایش پیدا کرد و در ماهیان تغذیه شده با ۱۲، ۱۵ و ۱۸ درصد چربی بیشترین میزان ابقاء انرژی مشاهده شد (Pei et al., 2004).

---

[4] *Huso huso*
[5] *Salvelinus alpines*
[6] *Leiocassis longirostris*
[7] *Carassius auratus gibelio*