تأثير سطوح متفاوت پروتئين و انرژي جيره غذايي بر رشد و تركيب بدن ماهي آزاد درياي خزر (***Salmo trutta caspius***)

علي صابر[1]، عبدالمحمد عابديان كناري[2]*، سيد جعفر سيف‌آبادي[3]

۱- دانش‌آموخته كارشناسي ارشد شيلات، دانشكده منابع طبيعي و علوم دريايي، دانشگاه تربيت مدرس، نور
۲- استاديار گروه شيلات، دانشكده منابع طبيعي و علوم دريايي، دانشگاه تربيت مدرس، نور
۳- استاديار گروه زيست‌شناسي دريا، دانشكده منابع طبيعي و علوم دريايي، دانشگاه تربيت مدرس، نور

چكيده

تأثير سطوح پروتئين و انرژی جيره غذايی بر رشد و تركيب بدن بچه ماهی آزاد دريای خزر (*Salmo trutta caspius*) در يک آزمايش تغذيه‌ای با سه سطح پروتئين ۴۵، ۵۰ و ۵۵٪ و دو سطح انرژی کل ۴۲۰۰ و ۴۶۰۰Cal/g جيره غذايی در سه تکرار انجام شد. بچه ماهيان با ميانگين وزنی ۰/۱g ± ۳/۸ به‌مدت ۶۰ روز با جيره‌های آزمايشی تغذيه شدند. نتايج نشان داد افزايش وزن بدن، ضريب تبديل غذايی، ضريب رشد ويژه و نسبت بازده پروتئين به طور معناداری تحت تأثير پروتئين و انرژی جيره قرار گرفتند ($p<0/05$). در يک پروتئين ثابت با افزايش انرژی، شاخصهای رشد افزايش يافتند و در يک انرژی ثابت نيز شاخصهای رشد با افزايش پروتئين تا سطح ۵۰٪ افزايش داشتند. شاخصهای رشد در ماهيان تغذيه کرده از جيره با پروتئين ۵۰٪ و انرژی بالا ۴۶۰۰Cal/g، به طور معناداری بيشتر از ماهيانی بود که از ديگر سطوح پروتئين و انرژی تغذيه کرده بودند ($p<0/05$). از نظر تركيبات بدن ميزان پروتئين با افزايش پروتئين جيره افزايش اما بين پروتئين ۵۰ و ۵۵٪ از اين نظر اختلافی نبود ($p>0/05$). ميزان چربی بدن ماهيانی که از پروتئين بالاتر تغذيه کرده بودند به‌طور معناداری از ماهيانی که از پروتئين پايينتر استفاده کرده کمتر بود ($p<0/05$). ميزان رطوبت و خاکستر لاشه تحت تأثير سطوح پروتئينی جيره قرار نداشت. ميزان چربی بدن ماهيانی که از انرژی بالاتر تغذيه کرده بودند به‌طور معناداری بيشتر از ماهيانی بود که از انرژی کمتر تغذيه شده بودند ($p<0/05$)، اين وضعيت برای رطوبت رابطه عکس داشت. پروتئين و خاکستر نيز تحت تأثير ميزان انرژی جيره قرار نداشتند، با توجه به نتايج حاصل برای بچه ماهيان آزاد دريای خزر جيره با ميزان پروتئين ۵۰٪ و انرژی کل ۴۶۰۰Cal/g پيشنهاد می‌گردد.

کليد واژگان: تغذيه، پروتئين، انرژی، جيره، ماهی آزاد دريای خزر، رشد و تركيبات بدن.

۱- مقدمه

استفاده از يک جيره غذايی متعادل و مناسب نقش بسزايی در تأمين نيازهای غذايی آبزيان و پرورش موفق آنها دارد. پـروتئين به عنوان يکی از مـواد مغذی جيره غـذايی بيشترين نقش را در رشد داشته و از طرفی به‌عنوان گرانترين جزء تشکيل دهنده جيره محسوب می‌شود. بنابراين تعيين سطح مناسب آن در جيره غذايی به‌منظور استفاده بهينه و کاهش هزينه‌ها، ضروری است، زيرا استفاده بيش از حـد از پـروتئين

* نويسندۀ مسؤول مقاله: تلفن: ۳-۶۲۵۳۱۰۱-۰۱۲۲، E-mail: aabedian@modares.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

سبب کاهش بازدهی پروتئین و افزایش غیر معقول قیمت جیره غذایی می‌گردد، از طرفی دیگر مواد دفعی نظیر آمونیوم افزایش یافته که خود سبب افزایش بار آلودگی در محیط گشته و کیفیت آب را کاهش می‌دهد. میزان کمتر از حد مناسب پروتیین نیز مانع از تولید بافتهای جدید و در نتیجه موجب بروز اختلال در رشد می‌شود[۱].

از عوامل تعیین کننده دیگر در تنظیم جیره غذایی سطح انرژی جیره می‌باشد که انرژی مورد نیاز موجود برای سوخت و ساز و فعالیتهای حیاتی را تأمین می‌کند. افزایش بیش از حد انرژی در جیره سبب تجمع چربی در بافتهای بدن بویژه کبد می‌گردد و سلامت آبزی را به خطر می‌اندازد[۲]؛ همچنین کمبود انرژی جیره غذایی کاهش رشد شده و فعالیتهای حیاتی را مختل می‌سازد [۳، ۴].

در جیره‌نویسی و ترکیبات غذایی آزاد ماهیان در طی ۱۵-۳۰ سال گذشته تغییرات قابل ملاحظه‌ای رخ داده است که این تغییرات به افزایش سطح انرژی و افزایش نقش چربی در تأمین انرژی (از ۱۲٪-۸ به بیش از ۳۰ و حتی ۴۰٪) و کاهش کربوهیدرات (از ۴۰ به ۱۵-۱۰٪) منجر گردیده است[۵].

همچنین ثابت شده است که نسبت مناسب پروتئین به چربی جیره غذایی نقش مهمی در استفاده بهینه آبزی از پروتئین و چربی جیره دارد[۶]. معمولاً برای گونه‌های مختلف آزاد ماهیان می‌توان از منبع غذایی مشابهی استفاده کرد؛ اما مقایسه نتایج تحقیقهای مختلف نشان می‌دهد که بازده تغذیه، انرژی و نیتروژن قابل هضم در گونه‌های مختلف آزاد ماهیان که از یک نوع غذا استفاده می‌کنند، متفاوت است؛ بنابراین میزان بهینه پروتئین و چربی برای هر گونه متفاوت است [۷، ۸]. در یک گونه نیز نیاز به پروتئین با توجه به سن، کیفیت پروتئین جیره، میزان انرژی غیر پروتئینی جیره و شرایط محیطی متفاوت است [۹].

بنابراین آزمایش جیره‌های غذایی گوناگون به‌منظور دستیابی به بهترین جیره غذایی برای هر گونه، مهم و ضروری می‌باشد. در این راستا با توجه به ارزش و اهمیت ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*)، به‌عنوان یک گونه در خطر انقراض و بومی دریای خزر و اهمیت فعالیتهای انجام گرفته به منظور حفظ این ذخایر ارزشمند، با توجه به تکثیر مصنوعی آن در کارگاه شهید باهنر کلاردشت و نگهداری آن به مدت یک تا دو سال برای رسیدن به رشد مناسب رهاسازی در استخرهای پرورشی، آزمایش تغذیه‌ای با سطوح متفاوت پروتئین و انرژی برای دستیابی به جیره غذایی مناسب این ماهی ضروری به نظر می‌رسد. علی‌رغم فعالیت بازسازی ذخایر این ماهی (از سال ۱۳۶۲ تاکنون)، هنوز تحقیقی برای دستیابی به یک جیره غذایی مناسب برای آن انجام نشده است. در حال حاضر از غذای ماهی قزل‌آلا برای رشد این ماهی استفاده می‌شود که از کارایی مطلوبی برخوردار نیست.

۲- مواد وروشها

۲-۱- مکان و شرایط انجام آزمایش

آزمایش در سال ۱۳۸۴ در کارگاه تکثیروپرورش ماهیان سردابی شهید باهنر کلاردشت از توابع استان مازندران انجام پذیرفت. تعداد۵۹۴ قطعه بچه ماهی آزاد دریای خزر با میانگین وزن ۰/۱g ±۳/۸ انتخاب و به طور تصادفی و به تعداد مساوی در ۱۸ حوضچه (۳۳ عدد در هر حوضچه) به ابعاد $(۲\times۲\times۱)^{m^3}$ تقسیم و به‌مدت یک هفته به‌منظور سازگاری با محیط با غذای تجاری (محصول کارخانه چینه) تغذیه شدند.

۲-۲- طرح آزمایش و تهیه جیره غذایی

این تحقیق با استفاده از روش فاکتوریل ۲×۳ شامل سه سطح پروتئینی (۴۵، ۵۰ و ۵۵٪) و دو سطح انرژی خام (۴/۲ و ۴/۶kcal/g) با ۶ تیمار طراحی و در سه تکرار انجام شد. مواد

Archive of SID
www.SID.ir

اولیه برای ساخت جیره به‌منظور تعیین میزان پروتئین، انرژی، چربی، رطوبت و خاکستر مورد تجزیه قرار گرفت. میزان پروتئین کل با استفاده از دستگاه کجلدال[1]، میزان انرژی با استفاده از دستگاه بمب کالریمتر(PARR 1261)، میزان چربی با استفاده از سوکسله، میزان رطوبت با استفاده از آون در دمای ۱۰۵°C به‌مدت ۲۴ ساعت و مقدار خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی[2] در دمای ۵۵۰°C و به مدت ۴ ساعت اندازه‌گیری گردید[۱۰]. پس از تجزیه مواد اولیه با استفاده از نرم‌افزار لیندو(Lindo 1994) جیره نویسی برای تهیه هریک از جیره‌های آزمایشی انجام شد. از پودر ماهی کیلکا (تهیه شده از کارخانه پودر ماهی بابلسر، ایران) به عنوان منبع اصلی پروتئین استفاده گردید و میزان پروتئین جیره با کاهش یا افزایش آن تنظیم گردید. از روغن ماهی (ساخت کشور شیلی)، به‌عنوان منبع انرژی و عامل تنظیم میزان انرژی جیره استفاده شد. میزان استفاده از ویتامینها، مواد معدنی و مکملها نیز در تمام جیره‌ها یکسان بود، در جدول ۱ اجزا و ترکیب غذایی هر یک از جیره‌های آزمایشی نشان داده شده است. مواد اولیه ابتدا به آرد تبدیل شد و پس از وزن‌کشی با افزودن مقداری آب داخل همزن با هم مخلوط گردید؛ سپس با استفاده از چرخ گوشت به قطر ۲mm به رشته‌های درازی تبدیل شد و پس از خشک شدن در اندازه‌های مناسب به‌صورت حبه[3] تهیه گردید[۱۱].

جدول۱ اجزا و ترکیب جیره‌های آزمایشی به درصد

تیمار / مواد اولیه	۱ (۴۵/۴۲۰۰)	۲ (۴۵/۴۶۰۰)	۳ (۵۰/۴۲۰۰)	٤ (۵۰/۴۶۰۰)	۵ (۵۵/۴۲۰۰)	٦ (۵۵/۴۶۰۰)
پودر ماهی	۵۵/۹۴	۵۵/۲	٦٦/۹۷	٦٦/۵٤	۷۷/۱۸	۷۷/۰۳
کنجاله سویا	۱۲/۴	۱۲	۸	۸	٤/۵	٤/۵
آرد گندم	۳/۲	۹/۸۲	۱	۳/۸٤	۰/۵	۱/۵
روغن ماهی	۶/۱۳	۸/۲۹	۳/۵٦	۷	۰/۲۷	٤/۳٦
آب پنیر خشک شده	۴	٤	۳	۳	۲	۲
پودر گاماروس	۲	۲	۲	۲	۲	۲
مواد افزودنی	۵/۵	۵/۵	۵/۵	۵/۵	۵/۵	۵/۵
پر کننده	۱۰/۸۱	۳/۱	۹/۹٦	٤/۱	۸/۰۳	۳/۰۹
جمع ~	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
نتایج تجزیه تقریبی جیره ها (%)						
پروتئین	٤۵/۲٤	٤٤/۹٦	۵۰/۳۱	۵۰/۱	۵۵/٤٤	۵۵/۳۷
چربی	۱۲/۹۵	۱٤/۸۷	۱۱/۸٤	۱۵/۰۲	۱۰/۱۲	۱۳/۸۹
رطوبت	۵/۲۳	۵/۵۷	۵/۵٦	۵/٦۲	۵/۲٦	۵/٦٤
خاکستر	۱۱/۴۷	۱٦/٦۵	۲۱/۳۱	۱۷/۵۸	۲۰/۸٤	۱۷/۷۸
انرژی کل (کالری بر گرم)	۴۲۳۲	٤٦۱٦	٤۲۲۷	٤٦۲٤	٤۲٤۲	٤٦۳۷

مواد افزودنی شامل ۲٪ مخلوط ویتامینها (K، B۱۲، B۶، B۲، B۱، K۳، E، D۳، A، نیاسین، اسید فولیک و بیوتین)، ۲٪ مخلوط مواد معدنی (کبالت، ید، سلنیم، روی، آهن، مس و منگنز)، ۱٪ کلسیم، ۰/۳٪ کولین کلراید، ۰/۱۸٪ ویتامین ث و ۰/۰۲٪ آنتی اکسیدان می‌باشد. از ماسه بادی به عنوان پر کننده استفاده شد.

1. Kjeltec Analizer Unit 2300
2. Muffle furnances
3. Pellet

Archive of SID
www.SID.ir

۲-۳- انجام آزمایش و غذادهي

آزمایش اصلی پس از ساخت جیره‌های غذایی و سازگاری ماهیهای مورد مطالعه با محیط در تاریخ ۸۴/۳/۳۱ آغاز گردید. غذادهی به‌میزان ۴٪ وزن بدن و روزی سه بار (ساعات ۸، ۱۳ و ۱۸) انجام پذیرفت. زیست‌سنجی سه بار در ابتدا (۸۴/۳/۳۱)، وسط (۸۴/۴/۳۱) و پایان (۸۴/۵/۳۱) آزمایش انجام شد. میانگین دمای آب در طول دوره پرورش ۱۱°C، دبی هر حوضچه ۸L/S و شرایط نوری برای حوضچه‌ها طبیعی و یکسان بود، آزمایش ۶۰ روز به‌طول انجامید و در پایان دوره ماهیان جمع‌آوری و وزن کشی شدند.

۲-۴- جمع آوري نمونه ها وتجزیه لاشه

در پایان دوره تمام ماهیهای هر حوضچه وزن کشی و از هر حوضچه ۱۵ عدد ماهی برای آزمایش تجزیه لاشه به طور تصادفی انتخاب شدند.

۲-۵- شاخصهاي رشد و تجزیه تحلیل آماري

شاخصهای رشد محاسبه شده برای مقایسه تیمارها بدین شرح است [۱۲]:

میانگین وزن ابتدای دوره–میانگین وزن انتهای دوره=**(WG) افزایش وزن**؛

مقدارمصرف پروتئین/ افزایش وزن بدن = **(PER) نسبت بازده پروتئین**؛

افزایش وزن بدن/مقدار غذای خورده شده= **(FCR) ضریب تبدیل غذایي**؛

۱۰۰×{دوره پرورش به روز/(Ln W۲–Ln W۱)}= **(SGR) ضریب رشد ویژه**

W_2=وزن ثانویه W_1=وزن اولیه

تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از روش آنالیز واریانس دو طرفه و یک طرفه با استفاده از آزمون توکی[1] و با کمک نرم‌افزارهای SPSS وExcel انجام پذیرفت و وجود یا نبود اختلاف معنادار در سطح اعتماد ۵٪ تعیین گردید.

۳- نتایج

نتایج حاصل از تأثیر سطوح پروتئین و انرژی و اثر متقابل آنها بر افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی، ضریب رشد ویژه، نسبت بازده پروتئین و مقدار غذای مصرفی در جدول ۲ نشان داده شده است. اثر سطوح پروتئین و انرژی در تمام شاخصهای رشد با توجه به عدد مربوط به سطح اعتماد معنادار بود ($p<۰/۰۵$). بین پروتئین و انرژی فقط در شاخصهای افزایش وزن و ضریب رشد ویژه اثر متقابل معنادار وجود نداشت ($p>۰/۰۵$)، در بقیه شاخصها اثر متقابل معنادار وجود داشت ($p<۰/۰۵$). نتایج نشان داد بازماندگی در تمام تیمارها ۱۰۰٪ و اختلافی با هم نداشت. همچنین مشخص شد در یک پروتئین ثابت با افزایش انرژی از ۴۲۰۰ به ۴۶۰۰cal/g وضعیت در تمام شاخصهای رشد بهبود یافت. در یک انرژی ثابت نیز شاخصهای رشد با افزایش پروتئین از ۴۵ به ۵۰٪ به طور معناداری افزایش یافتند ($p<۰/۰۵$) اما بعد از آن یعنی در سطح ۵۵٪ مجدداً با کاهش رشد همراه بود ($p>۰/۰۵$). بنابراین برای شاخصهای رشد بهترین نتیجه در سطح پروتئین ۵۰٪ و بدترین نتیجه در سطح پروتئین ۴۵٪ حاصل گردید.

در جدول ۵ نتایج مربوط به اثر سطوح پروتئین، انرژی و تأثیر متقابل آنها بر ترکیبات بدن نشان داده شده است. نتایج نشان داد که پروتئین جیره بر میزان پروتئین و چربی بدن اثر معنادار داشته است ($p<۰/۰۵$) به طوری که با افزایش پروتئین جیره پروتئین بدن افزایش و چربی کاهش یافت. اما بر خاکستر و رطوبت بدن اثر معنادار نداشت. انرژی جیره نیز تنها بر میزان چربی و رطوبت بدن اثر معنادار داشت ($p<۰/۰۵$) به طوری که با افزایش انرژی میزان چربی بدن افزایش و در مقابل میزان رطوبت کاهش یافت. نتایج همچنین نشان داد که بین پروتئین و انرژی جیره فقط از نظر تاثیر بر خاکستر اثر متقابل معنادار وجود داشت، در بقیه ترکیبات اثر متقابل معنادار نبود ($p>۰/۰۵$).

1. Tukey

Archive of SID
www.SID.ir

جدول۲ مقايسه ميانگين شاخصهای رشد در تيمارهای مختلف

تيمارها	افزايش وزن بدن (g)	ضريب تبديل غذايي	ضريب رشد ويژه	نسبت بازده پروتئين	غذاي مصرفي براي يك ماهي در طي دوره پرورش (گرم)
٤٥/٤٢٠٠	۴/۰۳ ±۰/۱۷ a	۳/۰۹ ±۰/۱۳ c	۲/۳۲ ±۰/۰۷ a	۰/۷۲ ±۰/۰۳ a	۱۲/۴۵ ±۰/۰۰ a
٤٥/٤٦٠٠	۵/۱۱ ±۰/۲۲ b	۲/۴۹ ±۰/۱۱ d	۲/۷۲ ±۰/۰۷ b	۰/۹۰ ±۰/۰۴ b	۱۲/۶۸ ±۰/۰۰ b
۵۰/٤٢٠٠	۷/۴۰ ±۰/۳۷ d	۲/۰۳ ±۰/۱۰ b	۳/۳۳ ±۰/۰۸ d	۰/۹۹ ±۰/۰۵ c	۱۵/۰۰ ±۰/۰۰ d
۵۰/٤٦٠٠	۹/۰۵ ±۰/۰۸ e	۱/۶۶ ±۰/۰۲ a	۳/۶۷ ±۰/۰۲ e	۱/۲۱ ±۰/۰۱ d	۱۵/۰۰ ±۰/۰۰ d
۵۵/٤٢٠٠	۶/۵۷ ±۰/۲۲ c	۲/۰۷ ±۰/۰۷ b	۳/۱۴ ±۰/۰۵ c	۰/۸۸ ±۰/۰۳ b	۱۳/۶۰ ±۰/۰۰ c
۵۵/٤٦٠٠	۷/۹۱ ±۰/۱۲ d	۱/۹۰ ±۰/۰۳ b	۳/۴۵ ±۰/۰۳ d	۰/۹۶ ±۰/۰۱ bc	۱۵/۰۰ ±۰/۰۰ d
اثر سطوح پروتئين	۰/۰۰۰ *	۰/۰۰۰ *	۰/۰۰۰ *	۰/۰۰۰ *	۰/۰۰۰ *
اثر سطوح انرژی	۰/۰۰۰ *	۰/۰۰۰ *	۰/۰۰۰ *	۰/۰۰۰ *	۰/۰۰۰ *
اثر متقابل پروتئين* انرژی	۰/۱۰۹	۰/۰۰۴ *	۰/۴۹۲	۰/۰۰۷ *	۰/۰۰۰ *

ميانگين± S.D، اعداد در يک ستون با حروف متفاوت دارای اختلافی معنادار هستند($p<0/05$).

*دارای اختلاف معنادار.

جدول۷ مقايسه ميانگين تركيبات بدن در تيمارهای مختلف

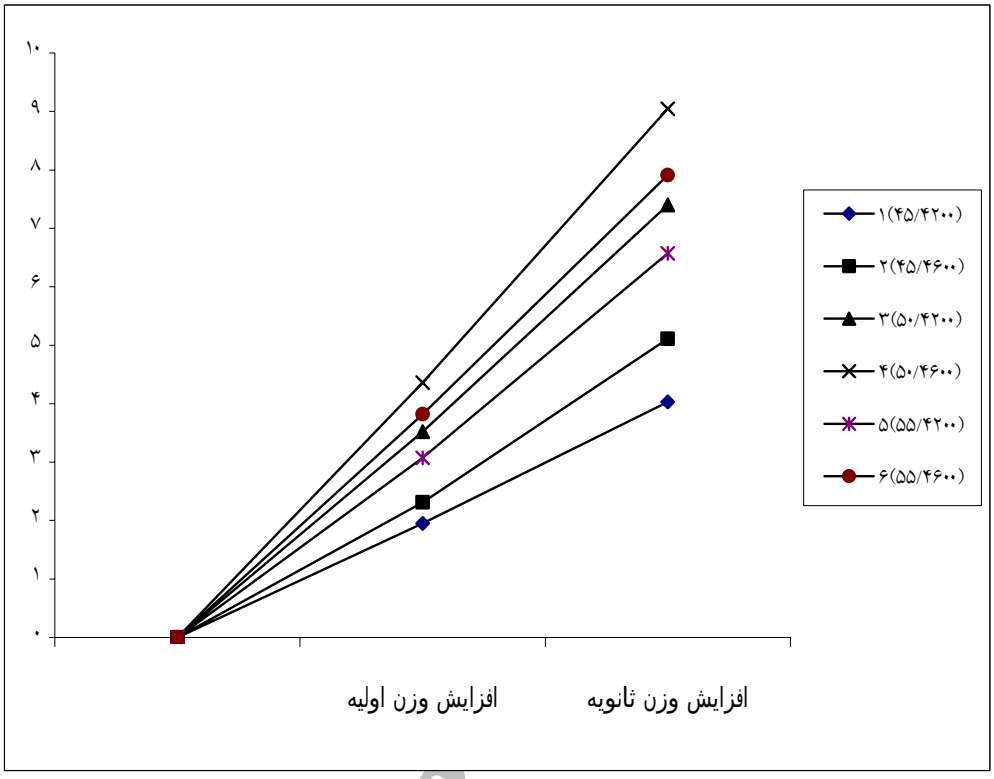
تيمارها	پروتئين %	چربي%	خاكستر%	رطوبت%
٤٥/٤٢٠٠	۱۶/۲۵ ±۰/۳ a	۵/۲۳ ±۰/۱۷۰ b	۲/۰۷ ±۰/۰۶ a	۷۵/۸۴ ±۰/۱۲ b
٤٥/٤٦٠٠	۱۶/۲۴ ±۰/۱۲ a	۷/۹۲ ±۰/۲۴ d	۲/۰۹ ±۰/۰۸ a	۷۳/۱۲ ±۰/۱۲ a
۵۰/٤٢٠٠	۱۶/۵۷ ±۰/۱۴ a	۴/۳۸ ±۰/۲۷ a	۲/۱۴ ±۰/۰۷ a	۷۶/۲۰ ±۰/۱۸ b
۵۰/٤٦٠٠	۱۶/۵۹ ±۰/۲۱ a	۷/۲۸ ±۰/۲۰ c	۲/۰۱ ±۰/۰۲ a	۷۳/۴۶ ±۰/۲۰ a
۵۵/٤٢٠٠	۱۶/۵۶ ±۰/۱۳ a	۴/۱۸ ±۰/۱۸ a	۲/۱۲ ±۰/۰۵ a	۷۶/۲۵ ±۰/۱۷ b
۵۵/٤٦٠٠	۱۶/۵۹ ±۰/۲۳ a	۶/۷۷ ±۰/۱۷ c	۲/۰۷ ±۰/۰۲ a	۷۳/۵۶ ±۰/۲۰ a
اثر سطوح پروتئين	۰/۰۲۰ *	۰/۰۰۰ *	۰/۱۷۶	۰/۰۷۱
اثر سطوح انرژی	۰/۸۸۹	۰/۰۰۰ *	۰/۲۷۲	۰/۰۰۰ *
اثر متقابل پروتئين* انرژی	۰/۹۷۹	۰/۴۴۸	۰/۰۴۵ *	۰/۹۹۰

ميانگين± S.D، اعداد در يک ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنادار هستند($p<0/05$).

* دارای اختلاف معنادار.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱ مقایسه روند افزایش وزن در تیمارهای مختلف در دوره‌های زیست سنجی

شکل ۱ نشان‌دهنده روند افزایش وزن در شش تیمار مختلف در دوره‌های زیست‌سنجی است. با توجه به شکل فوق رشد در تمام تیمارها دیده می‌شود و تیمار حاوی پروتئین۵۰٪ و انرژی ۴/۶kcal/g بیشترین رشد را طی مدت پرورش دارا بود.

۴- بحث و نتیجه‌گیري

همان طور که نتایج نشان می‌دهد سطوح متفاوت پروتئین بر کلیه شاخصهای رشد اثر معنادار داشت به‌طوری که کمترین رشد و بازده غذایی در سطح پروئین ۴۵٪ مشاهده شد. این مسأله شاید به‌دلیل ناکافی بودن پروتئین جیره غذایی برای رشد است و با افزایش پروتئین از سطح ۴۵ به ۵۰٪ میزان رشد بهبود یافت که احتمالاً به‌دلیل نزدیک شدن پروتئین جیره به‌میزان مناسب پروتئین برای رشد ماهی و مصرف بهینه آن است. اما با افزایش پروتئین از ۵۰ به ۵۵٪ ماهی با افت شاخصهای رشد مواجه می‌شد. دلیل این موضوع احتمالاً می‌تواند بر هم خوردن تعادل جیره غذایی از نظر پروتئین و افزایش اسیدهای آمینه آزاد که به صرف انرژی برای تبدیل آن به آمونیاک و در نهایت دفع آن نیاز دارد، مربوط باشد [۱]. در این زمینه تحقیقات زیادی در سطح جهان بر روی انواع گونه‌های مختلف انجام شده است که همگی حاکی از مناسب بودن سطح خاصی از پروتئین در گونه‌های مختلف است [۱۳–۱۷]. در مورد انرژی نیز با افزایش انرژی جیره غذایی از ۴/۲ به ۴/۶kcal/g در تمام سطوح پروتئینی، افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی، ضریب رشد ویژه و نسبت بازده

Archive
www.SID.ir

پروتئین به طور معناداری بهبود یافت. نتایج مشابهی در مورد گونه‌های مختلف آبزیان به‌دست آمده است [۱۳–۱۵] که نشان می‌دهد افزایش چربی اثر مثبتی بر استفاده از پروتئین جیره به‌منظور رشد دارد. این نتیجه در تحقیقات مشابه در مورد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان [۱۸، ۱۹، ۲۰ و ۲۱] ماهی آزاد قهوه‌ای [۲۲] و ماهی آزاد اقیانوس اطلس [۲۳، ۲۴ و ۲۵] و ماهی آزاد ماسو [۱۴] نیز حاصل گردیده است. دلیل این موضوع را می‌توان چنین بیان کرد که افزایش منبع انرژی غیر پروتئین تأثیر مثبتی براستفاده از پروتئین جیره به‌منظور رشد دارد. به این ترتیب استفاده از پروتئین برای تأمین انرژی (کاتابولیسم) کاهش یافته و استفاده از آن برای تولید بافت و رشد (آنابولیسم) افزایش می‌یابد این پدیده را جایگزینی پروتئین[1] گویند[۲۶–۲۸]. تأثیر انرژی بر پدیده جایگزینی پروتئین به وسیله محققان دیگر بر گونه‌های مختلف ماهی به اثبات رسیده است [۲۹–۳۳]. ساتپاتی و همکاران [۳۴] با مطالعه تاثیر سطوح متفاوت پروتئین و چربی بر رشد کپور ماهی روهو (*Labeo rohita*) و با استفاده از جیره‌های غذایی با سطوح پروتئین ۲۵۰، ۳۵۰، ۴۰۰، ۴۵۰g/kg و سطوح چربی ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰g/kg دریافتند: در ماهیانی که از جیره با پروتئین ۳۵۰g/kg و چربی ۱۵۰g/kg تغذیه کرده‌اند. ۳۵/۵٪ پروتئین جیره تبدیل به بافت شده است اما در همین سطح پروتئین با چربی ۵۰g/kg، ۲۷/۵٪ پروتئین جیره به بافت تبدیل شده بود. دلیل این امر را چنین بیان کردند که استفاده از پروتئین جیره به منظور رشد عمدتاً به مقدار پروتئین جیره و دسترسی به منابع انرژی غیر پروتئینی بستگی دارد، در این مطالعه مشخص شد افزایش چربی بیش از ۱۵۰g/kg سبب افزایش رشد شده یا به مقدار کمی افزایش می‌یابد که این عمل سبب ذخیره و تجمع چربی در بافتها بویژه کبد می‌گردد.

با بررسی تأثیر سطوح متفاوت پروتئین بر ترکیبات بدن مشاهده می‌شود با افزایش پروتئین جیره میزان پروتئین بدن افزایش می‌یابد. اما این افزایش چندان قابل توجه نیست به طوری که بین پروتئین ۵۰ و ۵۵٪ اختلاف معناداری نیست. همچنین دیده شد با افزایش پروتئین جیره میزان چربی بدن به طور معناداری کاهش می‌یابد به طوری که کمترین میزان چربی در سطح پروتئین ۵۵٪ با انرژی ۴۲۰۰cal/g و بیشترین مقدار در سطح پروتئین ۴۵٪ با انرژی ۴۶۰۰cal/g مشاهده می‌شود. سالهی و همکاران [۱۵] و شهیدالاسلام و تاناکا [۱۷] نیز به نتایج مشابهی در رابطه با ماهیان گربه ماهی و کپور ماهیان دست یافتند. آنها اعلان کردند دلیل کاهش چربی لاشه با افزایش پروتئین در واقع کاهش کربو هیدرات و چربی جیره می‌باشد. مقایسه تأثیر دو سطح انرژی بر ترکیبات بدن نیز نشان می‌دهد که با افزایش انرژی جیره میزان چربی بدن به‌طور معناداری افزایش پیدا می‌کند. این بیانگر ذخیره چربی در بافتهاست[۱۹]. همچنین با افزایش انرژی میزان رطوبت به طور معناداری کاهش می‌یابد که نتایج حاصل با نتایج دیگر محققان مطابقت دارد[۱۵]. چان و همکاران [۱۶] با انجام مطالعه‌ای بر روی ماهی کوهو سالمون اعلان کردند که ترکیبات بدن این ماهی با افزایش انرژی جیره تغییر می‌کند. به طوری که میزان چربی لاشه افزایش و رطوبت آن کاهش می‌یابد. نتایج این تحقیق به‌وسیله آندرسون [۳۶] نیز تأیید می‌شود آندرسون گزارش کرد چربی بدن ماهی آزاد اقیانوس اطلس که از جیره‌ای با چربی ۲۱٪–۲۰ به مدت ۱۱۲ روز تغذیه کردند از ۷/۹ به ۱۰/۹٪–۴/۱ افزایش یافت.

با توجه به توضیحات بالا می‌توان نتیجه گرفت هر موجودی برحسب شرایط فیزیولوژیکی خود نیاز به جیره‌ای خاص با سطوح مشخصی از مواد مغذی دارد که در این تحقیق مناسب ترین میزان پروتئین و انرژی برای بچه ماهی آزاد دریای خزر، پروتئین ۵۰٪ و انرژی ۴/۶kcal/g به‌دست آمد.

1. Protein-sparing

Archive of SID

www.SID.ir

۵- منابع

[1] Brauge C., Corraze G., Medale F.; «Effect of dietary levels of lipid and carbohydrate on growth performance, body composition, nitrogen excretion and plasma glucose levels in rainbow trout rear at 8 or 18°C». *Repred Nutr Dev*; 1995; 35: 517-520.

[2] Van der Meer m. b., Zamora J. E., Verdegem M. C.; «Effect of dietary lipid level on protein utilization and the size and proximate composition of body compartment of *Colosoma macropomum* (Cuvier)». *Aquaculture Research*; 1997; 28: 405-417.

[3] Corraze G., Larroquet L., Medale F.; «Nutritional control of lipid deposition in rainbow trout: Effect of rearing temperature». *INRA Prod. Anim*; 1992; 12: 249-256.

[4] Brauge C., Medale F., Corraze G.; «Effect of dietary carbohydrate levels on growth performance body composition and glycaemia in rainbow trout, reared in sea water». *Aquaculture*; 1994; 123: 109-120.

[5] Azevedo P.A., Leeson S., Cho C. Y., Bureau D. P.; «Growth, nitrogen and energy utilization of juveniles from four salmonid species: diet, species and size effects». *Aquaculture*; 2004; 234: 393-404.

[6] Kaushik S. J.; Nutritional strategies for reduction of aquaculture wastes. Proceeding of FOID. 94 the Third International Conference on Fisheries and Ocean Industrial Development for Productivity Enhancement of Costal Water. Pusan. Korea. 1994; pp.115-132.

[7] Steffens W., Rennert B., Wirth M., Kruger R.; «Effect of two lipid levels on growth, feed utilization, body composition and some biochemical parameters of Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum 1792)»; *J. Appl. Ichthyol;* 1999; 15: 159-164.

[8] Refstie S., Korsoen O. J., Storebakken T., Baeverfjord G., Lein I., Roem A. J.; «Differing nutritional responses to dietary soybean meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*)»; *Aquaculture*; 2003; 190: 49- 63.

[9] National Research Council (NCR)., Nutrient requirement of fish. National academy press. Washington. DC; 1993.

[10] AOAC (Association of Official Analytical Chemists).; Official Methods of Analysis AOAC, Washington, DC, 1990; 1263 p.

[۱۱] عابديان كناری ع.ا.م.؛ «تأثير سطوح مختلف پروتيين و انرژی جيره بر توان توليد ميگوی سفيد هندی (*Penaeus indicus, Milne Edvards*) در شوريهای متفاوت آب؛ *پايان نامه دوره دكترا*؛ دانشگاه تربيت مدرس؛ ۱۳۸۰؛ ۱۳۱ص.

[12] Tacon. Albert G. J.; Standard method for nutritional and feeding of farmed fish and shrimp. Argent librations press. 1990; pp: 4 -27.

[13] Gunasekera R.M., De Silva S.S., Collins R.A., Gooley G., Ingram B.A.; «Effect of dietary protein level on growth and food utilization in juvenile Murray cod *Maccullochella peelii peelii* (Mitchell)». *Aquaculture Research*; 2000; 31: 181-187.

[14] Lee S.M., Kim K.D.; «Effects of dietary protein and energy levels on the growth, protein utilization and body composition of juvenile Masu salmon (*Oncorhynchus masou Brevoort*)»; *Aquaculture Research*; 2001; 32: 39-45.

[15] Salhi M., Bessonart M., Chediak G., Bellagamba M., Carnevia D.; «Growth, feed utilization and body composition of black catfish, *Rhamdia quelen*, fry fed diets containing different protein and energy levels»; *Aquaculture*; 2003; 231: 435-444.

Archive of SID
www.SID.ir

[16] Chan J.C.K., Manu J., Skura B.J., Rowshandeli M., Rowshandeli N., Higgs D.A.; «Effects of feeding diets containing various dietary protein and lipid ratios on the growth performance and pigmentation of post-juvenile Coho salmon *Oncorhynchus kisutch* reared in sea water»; *Aquaculture Research*; 2002; 33: 1137-1156.

[17] Shahidul Islam Md., Tanaka M.; «Optimization of dietary protein requirement for pond-reared mahseer tor putitora Hamilton (Cypriniformes: Cyprinidae)»; *Aquaculture Reasearch*; 2004; 35: 1270-1276.

[18] LeGrow S.M., Beamish F.W.H.; «Influence of dietary protein and lipid on apparent heart increment of rainbow trout, *Salmo gairdnery*»; *Can. J. Fish. Aqua. Sci.*, 1986; 43: 19-25.

[19] Kim K.I., Kaushik S.J.; «Contribution of digestible energy from carbohydrates and estimation of protein/energy requirements for growth of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)»; *Aquaculture*; 1992; 106: 161-169.

[20] Weatherup R.N., McCracken K.J., Foy R., Rice D., McKendry J., Mairs F.J., Hoey R.; «The effects of dietary fat content on performance and body composition of farmed Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)»; *Aquaculture*; 1997; 151: 173-184.

[21] Lee. D. J., Putname G. B.; «The response of rainbow trout to varying protein/energy ratio in a test diet»; *J. Nutr*; 1973; 103: 916-922.

[22] Arzel J., Martinez Lopez F.S., Metailler R., Stephan G., Viau M., Gandemer G., Guillaume J.; «Effect of dietary lipid on growth performance and body composition of brown trout (*Salmo troutta*) reared in seawater»; *Aquaculture*; 1994; 123: 361-375.

[23] Einen O., Roem A.J.; «Dietary protein/energy ratios for Atlantic salmon in relation to fish size: growth, feed utilization and slaughter quality»; *Aquaculture Nutrition*; 1997; 3: 115-126.

[24] Hillestad M., Johnsen F.; «High-energy/low protein diets for Atlantic salmon: effects on growth», *Nutrient retention and slaughter quality*; 1994; 124: 109-116.

[25] Hillestad M., Johnsen F., Austreng E., Asgard T.; «Long-term effects of dietary fat level and feeding rate on growth, feed utilization and carcass quality of Atlantic salmon»; *Aquaculture Nutrition*; 1998; 4: 89-97.

[26] Millikin M.R.; «Interactive effects of dietary protein on growth and utilization of age-0 striped bass»; *Trans. Am. Fish. Soc*.; 1983; 112: 185-193.

[27] Dias J., Alvarez M.J., Diez A., Arzel J., Gorraze G., Bautista J.M., Kaushik S.J.; «Regulation of hepatic lipogenesis by dietary protein energy in juvenile European seabass (*Dicentrachus labrax)*»; *Aquaculture*; 1998; 161: 169-186.

[28] Shimeno S., Hosokawa H., Takeda M., Kajiyama H., Kaishe T.; «Effect of dietary lipid and carbohydrate on growth, feed conversion and body composition in young yellow tail»; *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*; 1985; 51: 1893-1898.

[29] Nordgarden U., Hemre G.I., Hansen T.; «Growth and body composition of Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr and smolt fed diets varying in protein and lipid contents»; *Aquaculture*; 2001; 207: 65-87.

[30] Machiels M.A.M., Henken A.M.; «Growth rate, feed utilization and energy metabolism for the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) as affected by dietary protein and energy content»; *Aquaculture*; 1985; 44: 271-284.

[31] Silver G.R., Higgs D.A., Desanjh B.S., Meckeown B.A., Deacon G., French D.; «Effect of dietary protein to lipid ratio on growth and chemical composition of Chinook salmon

Archive of SID

www.SID.ir

(*Oncorhynchus tshawytscha*) in sea water. In: Fish Nutrition in Practice». *Proceedings of Fourth International Symposium on Fish Nutrition and Feeding*; 24-27 June, 1991 (Kaushik, S.J. & Luquet, P. eds): 459-468, INRA, Paris, France; 1993.

[32] Hillestad M., Johnsen F.; «High–energy/low-protein diets for Atlantic salmon: effects on growth, nutrient retention and slaughter quality»; *Aquaculture*; 1994; 124: 109-116.

[33] Alsted N., Jokumsen A.; «Influence of dietary protein-fat ratio on the growth of rainbow trout, *Salmo gairdneri*». In: *Proceedings of the Third International Symposium on Feeding and Nutrition of Fish (Takeda, M. & Watanabe, T. eds)*: 209-220, Toba, japan; 1989.

[34] Satpathy B.B., Mukherjee D.,Ray A.K.; «Effects of dietary protein and lipid levels on growth, feed conversion and body composition in Rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings»; *Aquaculture Nutrition*; 2003; 9: 17-24.

[35] Anderson J.S., Higgs D.A., Beames R.M., Rowshandeli M.; «The effect of varying the dietary digestible protein to digestible lipid ratio on the growth and whole body composition of Atlantic salmon (*Salmo salar*) (0.5-1.2 kg) reared in seawater»; *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences*; 2104, 20 pp; 1996.

Archive of SID

www.SID.ir