تأثیر سطوح متفاوت پروتئین و انرژی جیره غذایی بر رشد و ترکیب بدن لارو ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*)

علی صابر[1]*؛ عبدالمحمد عابدیان کناری[2] و فریده حیاتی[3]

omid00ali@yahoo.com

۱و۲- دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، نور صندوق پستی: ۳۵۶-۴۶۴۱۴

۳- دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، صندوق پستی: ۹۳۶-۱۹۵۸۵

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۸۵

چکیده

به منظور تعیین میزان مناسب پروتئین و انرژی جیره غذایی لارو ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*) یک آزمایش تغذیه‌ای با سه سطح پروتئین ۴۵، ۵۰ و ۵۵ درصد و دو سطح انرژی کل ۴۲۰۰ و ۴۶۰۰ کالری در گرم جیره غذایی در سه تکرار انجام شد. لاروها با میانگین وزنی ۰/۲۴±۱۳۵ میلی‌گرم به مدت ۴۵ روز با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. نتایج نشان داد که افزایش وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی، ضریب رشد ویژه و نسبت بازده پروتئین بطور معنی‌داری تحت تأثیر پروتئین و انرژی جیره قرار گرفتند (P<۰/۰۵). در یک سطح پروتئین ثابت با افزایش انرژی، شاخص‌های رشد افزایش یافتند و در یک انرژی ثابت نیز شاخص‌های رشد و میزان بازماندگی با افزایش پروتئین افزایش داشتند (P<۰/۰۵). شاخص‌های رشد در ماهیانی که از جیره با پروتئین ۵۰ و ۵۵ درصد و انرژی ۴۶۰۰ کالری در گرم تغذیه کرده بطور معنی‌داری بیشتر از ماهیانی بود که از دیگر سطوح پروتئین و انرژی تغذیه شده بودند (P<۰/۰۵). میزان چربی بدن ماهیانی که از انرژی بالاتر تغذیه کرده بودند بطور معنی‌داری بیشتر از ماهیانی بود که از انرژی پائین‌تر استفاده کرده بودند (P<۰/۰۵). مقدار رطوبت بدن با افزایش انرژی غذا بطور معنی‌داری کاهش می‌یافت (P<۰/۰۵). با توجه به نتایج حاصله برای بچه ماهیان آزاد دریای خزر، جیره با میزان پروتئین ۵۰ درصد و انرژی کل ۴۶۰۰ کالری در گرم پیشنهاد می‌گردد.

لغات کلیدی: پروتئین، جیره غذایی، ماهی آزاد دریای خزر، *Salmo trutta caspius* ، رشد

مقدمه

تعیین سطح مناسب پروتئین در جیره غذایی به منظور استفاده بهینه و کاهش هزینه‌ها، ضروری می‌باشد، چرا که استفاده بیش از حد از پروتئین سبب کاهش بازدهی پروتئین و افزایش غیرمعقول قیمت جیره غذایی می‌گردد و از طرف دیگر مقدار 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 پروتئین نیز مانع از تولید بافتهای جدید و در نتیجه موجب بروز اختلال در رشد می‌گردد (Brauge *et al.*, 1995).

از عوامل تعیین کننده دیگر در تنظیم جیرهٔ غذایی، سطح انرژی جیره می‌باشد که انرژی مورد نیاز موجود برای سوخت و ساز و فعالیتهای حیاتی را تامین می‌کنند. افزایش بیش از حد انرژی در جیره سبب تجمع چربی در بافتهای بدن بویژه کبد

* نویسندهٔ مسئول

می‌گردد و سلامت آبزی را به خطر می اندازد (Van der Meer *et al.*, 1997). همچنین کمبود انرژی جیرهٔ غذایی سبب تأمین انرژی از پروتئین می‌گردد که در نتیجه آن رشد کاهش یافته و فعالیت‌های حیاتی مختل می‌گردد (Brauge *et al.*, 1994).

در جیره‌نویسی و ترکیبات غذایی آزاد ماهیان طی ۱۵ تا ۳۰ سال گذشته تغییرات قابل ملاحظه‌ای رخ داده است که این تغییرات منجر به کاهش هزینه‌های غذایی و همچنین کاهش آلودگی ناشی از پساب پرورش ماهی با ساخت خوراکهای پر انرژی (high-energy feed) و خوراکهای با آلودگی کم (low-pollution feed) گردیده است. خوراکهای پر انرژی حاوی مقدار زیادی چربی بوده (۱۵ تا ۳۰ درصد) که انرژی غذایی را افزایش می‌دهد و در مصرف پروتئین صرفه‌جویی می‌گردد (Azevedo *et al.*, 2004).

همچنین ثابت شده است که نسبت مناسب پروتئین به چربی جیره غذایی نقش مهمی در استفاده بهینه آبزی از پروتئین و چربی جیره دارد (Kaushik, 1994). معمولاً برای گونه‌های مختلف آزاد ماهیان می‌توان از منبع غذایی مشابهی استفاده کرد ولی 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 نیز تفاوت دارد (Steffens *et al.*, 1999). در یک گونه نیز نیاز به پروتئین با توجه به سن، کیفیت پروتئین جیره، میزان انرژی غیر پروتئینی جیره و شرایط محیطی متفاوت می‌باشد (NRC, 1993).

آزمایش جیره‌های غذایی گوناگون به منظور 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*)، بعنوان یک گونهٔ بومی و در خطر انقراض آزمایش تغذیه‌ای با سطوح متفاوت پروتئین و انرژی بمنظور دستیابی به جیره غذایی مناسب برای این ماهی بویژه در دوران لاروی که بالاترین میزان تلفات را دارند، ضروری بنظر می‌رسد. به رغم فعالیت بازسازی ذخایر این ماهی که از سال ۱۳۶۲ تا کنون در حال انجام است، هنوز تحقیقی برای دستیابی به یک جیره غذایی مناسب برای آن صورت نگرفته و در حال حاضر از غذای ماهی قزل‌آلا برای رشد این ماهی استفاده می‌شود که از کارآیی مطلوبی برخوردار نمی‌باشد.

مواد و روش کار

این بررسی در سال ۱۳۸۴ در کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان سردآبی شهید باهنر کلاردشت انجام پذیرفت. تعداد ۳۶۰۰ عدد لارو ماهی آزاد دریای خزر با میانگین وزن ۰/۲۴± ۱۳۵ میلی‌گرم انتخاب شدند و بطور تصادفی و به تعداد مساوی در ۱۸ سینی مخصوص نگهداری تخم و لارو ماهی آزاد (۲۰۰ عدد در هر سینی) تقسیم گردیدند و به مدت یک هفته بمنظور سازگاری با محیط با همان غذای تجاری مورد استفاده در کارگاه تغذیه شدند (جدول ۱).

این تحقیق با استفاده از روش فاکتوریل ۲×۳ شامل سه سطح پروتئینی خام (۴۵، ۵۰ و ۵۵ درصد) و دو سطح انرژی خام (۴/۲ و ۴/۶ کیلو کالری بر گرم) با ۶ تیمار طراحی و در سه تکرار انجام شد. مواد اولیه برای ساخت جیره به منظور تعیین میزان پروتئین، انرژی، چربی، رطوبت و خاکستر مورد تجزیه قرار گرفت. میزان پروتئین کل با استفاده از دستگاه کجلدال (Kjeltec Analizer Unit 2300)، میزان انرژی با استفاده از دستگاه بمب کالریمتر (PARR 1261)، میزان چربی با استفاده از روش سوکسله، میزان رطوبت با استفاده از آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت و مقدار خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی (Muffle furnances) در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد و به مدت ۴ ساعت اندازه‌گیری گردید AOAC, (1990). پس از تجزیهٔ مواد اولیه، جیره‌نویسی با استفاده از نرم‌افزار لیندو (Lindo 1994) و با توجه به احتیاجات غذایی آزاد ماهیان برای هریک از جیره‌های آزمایشی انجام شد (Azevedo *et al.*, 2004). از پودر ماهی کیلکا بعنوان منبع اصلی پروتئین استفاده گردید و میزان پروتئین جیره با کاهش یا افزایش آن تنظیم گردید. از روغن ماهی، بعنوان 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 ۲ اجزا و ترکیب غذایی هر یک از جیره‌های آزمایشی نشان داده شده است. مواد اولیه ابتدا به آرد تبدیل شد و پس از وزن کشی با اضافه کردن مقداری آب داخل همزن با هم مخلوط

گردید. سپس با استفاده از چرخ گوشت به قطر ۲ میلیمتر به رشته‌های بلندی تبدیل شده و پس از خشک شدن در اندازه‌های مناسب بصورت گرانول (pellet) تهیه گردید (عابدیان کناری، ۱۳۸۰).

به منظور دستیابی به اندازه مناسب، حبه‌ها خورد شده و از الکهای با چشمه ۷۰۰ و ۳۰۰ میکرون عبور داده شدند و گرانولهایی به اندازه ۳۰۰ تا ۷۰۰ میکرون بدست آمد. لازم بذکر است که مواد غذایی، پخته یا حرارت دهی نشدند.

جدول ۱: اجزا و ترکیبات غذای مورد استفاده در کارگاه

حداقل پروتئین (درصد)	حداقل چربی (درصد)	حداکثر رطوبت (درصد)	حداکثر خاکستر (درصد)	حداقل انرژی کل (کالری بر گرم)
۴۵	۱۱	۱۲	۱۵	۴۳۰۰

ترکیبات: پودر ماهی، پودر اسکوئید، پودر جگر اسکوئید، پودر سر و دم میگو، کنجاله سویا، آرد گندم، روغن ماهی، روغن اسکوئید، روغن سویا، اینوزیتول، مکملهای ویتامینه و معدنی، ویتامین ث ویژه آبزیان، جاذبها، آنتی اکسیدان، متیونین، لیزین، لسیتین، ضد قارچ و سایر افزودنیهای مجاز

جدول ۲: اجزاء و ترکیب هر یک از جیره‌های غذایی 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 جیره‌ها (درصد)						
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 درصد مخلوط ویتامین‌ها (A ,D3 ,E ,K3 ,B1 ,B2 ,B6 ,B12 ,K، نیاسین، اسید فولیک و بیوتین)، ۲ درصد مخلوط مواد معدنی (کالت، ید، سلنیم، روی، آهن، مس و منگنز)، ۱ درصد کلسیم، ۰/۳ درصد کولین کلراید، ۰/۱۸ درصد ویتامین ث و ۰/۰۲ درصد آنتی اکسیدان بود.

** از ماسه بادی بعنوان پر کننده استفاده شد.

RICEST©

آزمایش اصلی پس از ساخت جیره‌های غذایی و سازگاری ماهیهای مورد مطالعه با محیط، در تاریخ ۱۳۸۴/۱/۲۷ آغاز گردید. غذادهی تا حد سیری و روزی شش بار (ساعات ۶، ۹، ۱۲، ۱۵، ۱۸ و ۲۱) انجام پذیرفت. زیست‌سنجی ۳ بار در ابتدا (۱۳۸۴/۱/۲۷)، وسط (۱۳۸۴/۲/۱۸) و پایان (۱۳۸۴/۳/۱۱) آزمایش انجام شد. میانگین دمای آب در طول دوره پرورش ۰/۷۳±۱۰ درجه سانتیگراد، دبی هر تراف ۱۰ لیتر در دقیقه و شرایط نوری برای حوضچه‌ها یکسان بود. آزمایش ۴۵ روز بطول انجامید و در پایان دوره لاروها جمع‌آوری و وزن کشی شدند.

در پایان دوره تمامی ماهیهای هر نمینی وزن کشی شدند و از هر نمینی ۵۰ عدد لارو ماهی برای آزمایش تجزیه لاشه بطور تصادفی انتخاب شد.

تاخص‌های رشد محاسبه شده برای مقایسه تیمارها بصورت زیر اندازه‌گیری گردید (Tacon, 1990):

(WG) افزایش وزن = میانگین وزن ابتدای دوره - میانگین وزن انتهای دوره

(PER) نسبت بازده پروتئین = مقدار مصرف پروتئین / افزایش ورن بدن

(FCR) ضریب تبدیل عذایی = افزایش وزن بدن / مقدار غذای خورده شده

(SGR) = {(Ln W_2 – Ln W_1) / دوره پرورش به روز} × ۱۰۰ ضریب رشد وبژه

W_2 = وزن ثانویه W_1 = وزن اولیه

درصد بازماندگی = تعداد لاروهای ابتدای دوره / تعداد لاروهای انتهای دوره × ۱۰۰

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از روش آنالیز واریانس دو طرفه و یکطرفه با استفاده از آزمون دانکن (Duncan) و با کمک نرم افزارهای SPSS و Excel انجام پذیرفت و وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اعتماد ۵ درصد تعیین گردید.

نتایج

نتایج حاصل از تاثیر سطوح پروتئین و انرژی و اثر متقابل آنها بر افزایش ورن بدن، ضریب تبدیل غذایی، ضریب رشد ویژه، نسبت بازده پروتئین، بازماندگی و مقدار غذای مصرفی در جدول ۳ نشان داده شده است. اثر سطوح پروتئین و انرژی در تمام شاخص‌های رشد با توجه به عدد مربوط به سطح اعتماد، معنی‌دار بود (P<۰/۰۵)، بطوریکه در تمام سطوح پروتئین با افزایش انرژی از ۴۲۰۰ به ۴۶۰۰ کالری بر گرم شاخص‌های رشد بهبود یافت. در یک انرژی ثابت نیز شاخص‌های رشد و بازماندگی با افزایش پروتئین از ۴۵ به ۵۰ درصد بطور معنی‌داری افزایش یافتند (P<۰/۰۵) ولی میان سطوح پروتئینی ۵۰ و ۵۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵). بین پروتئین و انرژی در شاخص‌های رشد اثر متقابل معنی دار وجود نداشت (P>۰/۰۵). بنابراین برای شاخصهای رشد و بازماندگی بهترین نتیجه در سطح پروتئین ۵۰ درصد و انرژی ۴۶۰۰ کالری بر گرم و بدترین نتیجه در سطح پروتئین ۴۵ درصد وانرژی ۴۲۰۰ کالری بر گرم حاصل گردید.

نتایج حاصل از تاثیر سطوح پروتئین و انرژی و اثر متقابل آنها بر ترکیبات بدن در جدول ۴ نشان داده شده است. سطوح متفاوت انرژی جیره غذایی بر میزان چربی و رطوبت بدن اثر معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵) بطوریکه با افزایش انرژی میزان چربی بدن افزایش و میزان رطوبت کاهش یافت. اثر پروتئین غذا بر ترکیبات بدن معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). نتایج همچنین نشان داد که بین پروتئین و انرژی جیره اثر متقابل بر ترکیبات بدن معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

نمودار ۱ نشاندهندهٔ 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 پروتئین ۵۰ درصد و انرژی ۴/۶ کیلوکالری بر گرم بیشترین رشد را طی مدت پرورش دارا بود.

جدول۳: مقایسه میانگین شاخص‌های رشد در تیمارهای مختلف

تیمارها / P/E	افزایش وزن در کل دوره (میلی‌گرم)	ضریب تبدیل غذایی	ضریب رشد ویژه	نسبت بازده پروتئین	بازماندگی (درصد)	غذای مصرفی روزانه (میلی‌گرم)
٤٥/٤٢٠٠	۱۷۰/۸۶ ±۰/۴۴^{a}	۲/۶۵ ±۰/۰۵۳^{e}	۰/۶۰ ±۰/۱۱^{a}	۰/۸۳ ±۰/۰۱۷^{a}	۵۲ ±۰/۳۶^{a}	۴۵۱±۰/۵۳^{a}
٤٥/٤٦٠٠	۲۴۹/۵۶ ±۰/۳۸^{ab}	۲/۲۸ ±۰/۰۶۴^{d}	۰/۷۷ ±۰/۰۷^{b}	۰/۹۷ ±۰/۰۲۷^{b}	۵۷ ±۰/۳۵^{ab}	۵۶۸ ±۰/۴۱^{a}
۵۰/٤٢٠٠	۳۱۲/۹ ±۰/۲۴^{b}	۱/۹۹±۰/۰۴۲^{b}	۰/۸۸±۰/۰۳^{b}	۱±۰/۰۲۱^{bc}	۶۳±۰/۶۴^{bc}	۶۲۳±۰/۳۵^{a}
۵۰/٤٦٠٠	۴۷۸/۰۶±۰/۸۴^{c}	۱/۷۳±۰/۰۵۹^{a}	۱/۱۱±۰/۱^{c}	۱/۱۵±۰/۰۳۹^{d}	۶۸±۰/۴۷^{c}	۸۲۹ ±۰/۷۱^{b}
۵۵/٤٢٠٠	۲۸۶/۲۶ ±۰/۲۸^{b}	۲/۱۶ ±۰/۰۵۹^{c}	۰/۸۴±۰/۰۴^{b}	۰/۸۴±۰/۰۲۳^{a}	۶۴±۰/۵۵^{bc}	۶۱۸ ±۰/۲۳^{a}
۵۵/٤٦٠٠	۴۶۰/۸۶ ±۰/۵۹^{c}	۱/۷۵ ±۰/۰۳۳^{a}	۱/۰۹ ±۰/۰۷^{c}	۱/۰۳ ±۰/۰۱۹^{c}	۶۷±۰/۷۱^{c}	۸۱۰±۰/۴۷^{b}
اثر سطوح پروتئین	۰/۰۰۰ *	۰/۰۰۰ *	۰/۰۰۰ *	۰/۰۰۰ *	۰/۰۰۵ *	۰/۰۰۴ *
اثر سطوح انرژی	۰/۰۰۰ *	۰/۰۰۰ *	۰/۰۰۰ *	۰/۰۰۰ *	۰/۱۱۵	۰/۰۰۳ *
اثر متقابل پروتئین× انرژی	۰/۲۴	۰/۹۲	۰/۶۸۴	۰/۱۹	۰/۹	۰/۷۱۵

میانگین± S.D، اعداد در یک ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی دار هستند (P<۰/۰۵).

* دارای اختلاف معنی‌دار.

بررسی اثر تیمارها با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه و بررسی اثر سطوح پروتئین و انرژی و اثر متقابل آنها با استفاده ار آنالیز واریانس دو طرفه انجام شده است

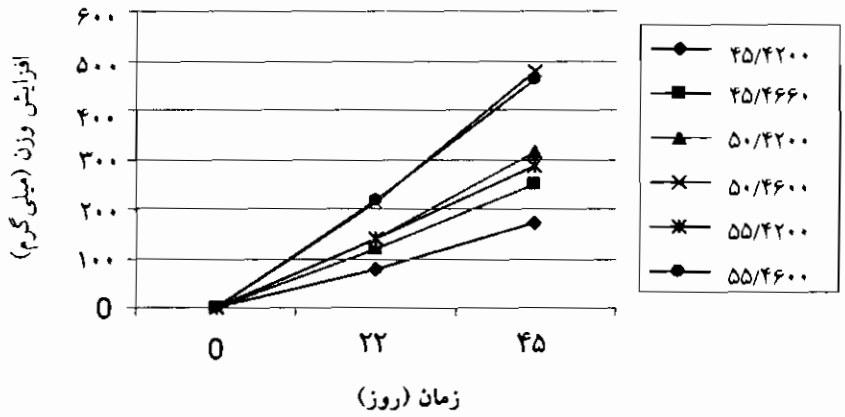
جدول ۴: مقایسه میانگین ترکیبات بدن در تیمارهای مختلف

تیمارها / P/E	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	خاکستر (درصد)	رطوبت (درصد)
٤٥/٤٢٠٠	۱۶/۸۵ ±۰/۴۷^{a}	۴/۴۳ ±۰/۳۴^{a}	۱/۹۱ ±۰/۰۹^{a}	۷۶/۴۱ ±۰/۳۶^{b}
٤٥/٤٦٠٠	۱۷/۱۷ ±۰/۶۹^{a}	۶/۲۲ ±۰/۲۳^{b}	۱/۹۱ ±۰/۰۴^{a}	۷۴/۵۸ ±۰/۴۲^{a}
۵۰/٤٢٠٠	۱۶/۹۸ ±۰/۳۲^{a}	۴/۲۵ ±۰/۵۷^{a}	۱/۸۰ ±۰/۱۴^{a}	۷۶/۷۸ ±۰/۵۱^{b}
۵۰/٤٦٠٠	۱۷/۳۵ ±۰/۷۶^{a}	۶/۱۲ ±۰/۲۸^{b}	۱/۸۲ ±۰/۱^{a}	۷۴/۳۹ ±۰/۶۲^{a}
۵۵/٤٢٠٠	۱۷/۲۸ ±۰/۸^{a}	۳/۸۵ ±۰/۴۵^{a}	۱/۸۳ ±۰/۱۸^{a}	۷۶/۷ ±۰/۴۱^{b}
۵۵/٤٦٠٠	۱۷/۴۱ ±۰/۷۲^{a}	۵/۶۷ ±۰/۳۱^{b}	۱/۸۶ ±۰/۱۱^{a}	۷۴/۶۷ ±۰/۲۶^{a}
اثر سطوح پروتئین	۰/۶۷۸	۰/۰۶۶	۰/۳۵۳	۰/۷۵۹
اثر سطوح انرژی	۰/۳۹۹	۰/۰۰۰ *	۰/۹۳۹	۰/۰۰۰ *
اثر متقابل پروتئین× انرژی	۰/۹۴۸	۰/۹۶۵	۰/۹۸	۰/۵۷

میانگین± S.D، اعداد در یک ستون با حررف متفارت دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

* دارای اختلاف معنی‌دار است.

بررسی اثر تیمارها با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه و بررسی اثر سطوح پرتئین و انرژی و اثر متقابل آنها با استفاده از آنالیز واریانس دو طرفه انجام شده است



نمودار ۱: مقایسه روند افزایش وزن در تیمارهای مختلف در دوره‌های زیست‌سنجی

بحث

همانطور که نتایج نشان می‌دهد سطوح متفاوت پروتئین بر کلیه شاخص‌های رشد و بازماندگی اثر معنی‌داری داشت، بطوریکه کمترین رشد، بازماندگی و بازده غذایی در سطح پروتئین ۴۵ درصد مشاهده شد. با افزایش پروتئین از سطح ۴۵ درصد به ۵۰ درصد میزان رشد، بازماندگی، ضریب تبدیل غذایی و ضریب رشد ویژه و بازماندگی بهبود یافت که شاید به دلیل نزدیک شدن پروتئین جیره به مقداری مناسب برای رشد ماهی و تأمین مقدار مناسب اسیدهای آمینه ضروری باشد ولی با افزایش پروتئین از ۵۰ به ۵۵ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. نسبت بازده پروتئین نیز بطور معنی‌داری تحت تاثیر سطوح متفاوت پروتئین جیره قرار دارد بطوریکه در سطح پروتئین ۵۰ درصد نتایج بهتری در مقایسه با دو سطح ۴۵ و ۵۵ درصد بدست آمد ($P<0/05$). شاید دلیل کاهش بازده پروتئین در پروتئین ۵۵ درصد نسبت به پروتئین ۵۰ درصد بهم خوردن تعادل جیره و افزایش اسیدهای آمینه آزاد باشد. در نتیجه این امر میزان آمونیوم تولیدی زیاد شده و ماهی برای دفع آن انرژی مصرف می‌نماید که باعث کاهش کارآیی پروتئین و انرژی می‌گردد (Brauge *et al.*, 1995). در این زمینه تحقیقات زیادی در جهان بر روی انواع گونه‌های مختلف انجام شده که همگی حاکی از مناسب بودن سطح خاصی از پروتئین در گونه‌های مختلف می‌باشد. Lee و Kim در سال ۲۰۰۱ با در نظر گرفتن سه سطح پروتئین ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد و دو سطح انرژی ۱۹ و ۲۱ (MJ/Kg) با تغذیه آزاد ماهی ماسو (*Oncorhynchus masou brevoort*) به وزن ۲۱/۹ گرم به مدت ۱۰ هفته به این نتیجه رسیدند که رشد، ضریب تبدیل غذایی و ضریب رشد ویژه ماهیانی که از جیره با پروتئین ۴۰ و ۵۰ درصد تغذیه شده بودند بطور معنی‌داری بیشتر از ماهیانی بود که از جیره با پروتئین ۳۰ درصد تغذیه شدند. نتایج مشابهی توسط دیگر محققین در این زمینه بدست آمده است (Shahidul Islam & Tanaka, 2004; Chan *et al.*, 2002). در مورد انرژی نیز با افزایش انرژی جیره از ۴۲۰۰ به ۴۶۰۰ کالری بر گرم در تمام سطوح پروتئینی، رشد، ضریب تبدیل غذایی، ضریب رشد ویژه و نسبت بازده پروتئین بطور معنی‌داری بهبود می‌یابد. بنابراین نتایج این تحقیق با این نظریه که تامین انرژی کافی از منابع غیرپروتئینی سبب بکارگیری پروتئین جیره غذایی در رشد می‌شود، مطابقت می‌نماید (Gunasekera, *et al.*, 2000; Lee & Kim, 2001; Salhi *et al.*, 2003). افزایش انرژی و چربی اثر مثبتی بر استفاده از پروتئین جیره بر رشد دارد که این نتیجه در تحقیقات مشابه در مورد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (Lee & Putname, 1973; LeGrow & Beamish, 1986; Kim & Kuashik, 1992; Weatherup *et al.*, 1997) ماهی آزاد قهوه‌ای (Arzel *et al.*, 1994). ماهی آزاد اقیانوس اطلس (Hillestad & Johnsen, 1994; Hillestad *et al.*, 1998; Einen & Roem, 1997) و ماهی آزاد ماسو (Lee & Kim, 2001) نیز مشاهده گردید.

افزایش منبع انرژی غیرپروتئینی تاثیر مثبتی بر استفاده از پروتئین جیره به منظور رشد دارد چرا که استفاده از پروتئین برای تامین انرژی (کاتابولیسم) کاهش یافته و استفاده از آن برای تولید بافت و رشد (آنابولیسم) افزایش می‌یابد. در واقع با استفاده از پدیدهٔ جایگزین کردن پروتئین (Protein-sparing) می‌توان ضمن حفظ عملکرد رشد از منابع غیرپروتئینی بیشتری استفاده نمود (Shimeno *et al.*, 1985 ;Machiels & Henken, 1985; Hillestad & ;Alsted & Jokumsen, 1989 ;Millikin, 1983 Dias *et al.*, ; Nordgarden *et al.*, 2001 ;Johnsen, 1994 1998; Silver *et al.*, 1993). در سال ۱۹۸۱، Shimeno و همکاران دریافتند که افزایش منابع انرژی غیرپروتئینی در جیره غذایی سبب کاهش فعالیت آنزیمهای تجزیه‌کننده اسیدهای آمینه در هپاتوپانکراس می‌شود که در نتیجه آن سوخت و ساز اسیدهای آمینه کاهش یافته و میزان نسبت بازده پروتئینی افزایش می یابد. Satpathy و همکاران در سال ۲۰۰۳ 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 و ۴۵۰ گرم در کیلوگرم و سطوح چربی ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ گرم در کیلوگرم به این نتیجه رسیدند که در ماهیانی که از جیره با پروتئین ۳۵۰ گرم در کیلوگرم و چربی ۱۵۰ گرم در کیلوگرم تغذیه کرده‌اند، ۳۵/۵ درصد پروتئین جیره تبدیل به بافت شده است ولی در همین سطح پروتئین با چربی ۵۰ گرم در کیلوگرم ۲۷/۵ درصد پروتئین جیره به بافت تبدیل می‌شد که دلیل این امر را چنین بیان کردند که حداکثر استفاده از پروتئین جیره به منظور رشد بستگی به مقدار پروتئین جیره و دسترسی به منابع انرژی غیرپروتئینی دارد. همچنین اذعان داشتند که بیشترین میزان رشد در سطح چربی ۱۵۰ گرم در کیلوگرم بدست آمد ولی افزایش بیش از این مقدار سبب افزایش رشد نشده یا رشد را به مقدار کمی افزایش داد چرا که این عمل سبب ذخیره و تجمع چربی در بافتها بویژه کبد می‌گردد. Machiels و Henken در سال ۱۹۸۵ و Silver و همکاران در سال ۱۹۹۳ مشاهده کردند که اضافه کردن مقدار زیاد چربی به جیرهٔ غذایی ماهیان به منظور جایگزین کردن پروتئین (Protein-sparing) کارآیی محدودی داشت زیرا چربی اضافه انباشته یا دفع می‌شود و پروتئین و اسید آمینه مورد نیاز برای رشد نیز در دسترس موجود قرار نمی‌گیرد.

مقایسه تاثیر جیره‌های غذایی مختلف بر ترکیبات بدن نیز نشان می‌دهد که با افزایش انرژی جیره، میزان چربی بدن بطور معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند که نشان از ذخیره چربی در بافتها دارد (Kim & Kuashik, 1992). همچنین با افزایش انرژی، میزان رطوبت بطور معنی‌داری کاهش می‌یابد که نتایج حاصل با نتایج دیگر محققان مطابقت دارد (Salhi *et al.*, 2003). Chan و همکاران (۲۰۰۲) با انجام مطالعه‌ای بر رروی ماهی کوهو سالمون اعلام کردند که ترکیبات بدن این ماهی با افزایش انرژی جیره تغییر می‌کند بطوریکه میزان چربی لاشه افزایش و رطوبت آن کاهش می‌یابد. نتایج این تحقیق توسط نتایج Anderson و همکاران (۱۹۹۶) نیز تایید شد و گزارش کردند که چربی بدن ماهی آزاد اقیانوس اطلس که از جیره‌ای با چربی ۲۰ تا ۲۱ درصد به مدت ۱۱۲ روز تغذیه کردند از ۷/۹ به ۴/۱ تا ۱۰/۹ درصد افزایش یافت. Einen و Roem (۱۹۹۷) نیز گزارش کردند چربی بدن ماهی آزاد اقیانوس اطلس که از جیره با چربی ۲۵/۶ تا ۳۸/۹ درصد تغذیه کردند از ۱۵ به ۱۷ درصد افزایش یافت. اختلاف موجود در نتایج این تحقیق و تحقیقات دیگر شاید به دلیل اختلاف وزن و تفاوت گونه ماهیان مورد مطالعه باشد. چرا که با افزایش وزن میزان چربی بدن افزایش می‌یابد و در گونه‌های مختلف سوخت و ساز چربی با بازدهی متفاوتی انجام می‌گیرد (Chan *et al.*, 2002).

بطور کلی می‌توان نتیجه گرفت که مناسب‌ترین میزان پروتئین و انرژی برای لارو ماهی آزاد دریای خزر در این تحقیق، پروتئین ۵۰ درصد و انرژی ۴۶۰۰ کالری در گرم می باشد و با توجه به اینکه در این تحقیق سطح انرژی ۴۶۰۰ کالری نتایج بهتری را نشان داد، پیشنهاد می‌گردد اثر سطوح انرژی بالاتر نیز مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد. همچنین با توجه به بالا بودن ضریب تبدیل غذایی در این تحقیق بدلیل واکنش دیر هنگام لارو ماهی آزاد دریای خزر به غذا و اتلاف زیاد غذا پیشنهاد می‌گردد تاثیر استفاده از مواد جاذب نظیر بتائین و متیونین بر غذا گیری لارو ماهی آزاد دریای خزر مورد مطالعه قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

از مسئولان و کارکنان محترم کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان سردآبی شهید باهنر کلاردشت و همچنین آقای مهندس عبدالحی صمیمانه تشکر می‌نماییم.

منابع

عابدیان کناری، ع.م. ، ۱۳۸۰. تاثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره بر توان تولید میگوی سفید هندی (*Penaeus indicus*, Milne Edvards) در شوریهای متفاوت آب. پایان‌نامه دکترا دانشگاه تربیت مدرس. ۱۳۱صفحه.

Alsted, N. and Jokumsen, A. , 1989. 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 (eds. M. Takeda and T. Watanabe). Toba, Japan. pp.209-220.

Anderson, J.S.; Higgs D.A.; Beames, R.M. and Rowshandeli, M. , 1996. 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. Vol. 20, 210P.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists) , 1990. Official Methods of Analysis AOAC, Washington DC, USA. 1263P.

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

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

Brauge, C.; Medale, F. and Corraze, G. , 1994. Effect of dietary carbohydrate levels on growth performance body composition and glycaemia in rainbow trout, reared in sea water. Aquaculture. Vol. 123, pp.109-120.

Brauge, C.; Corraze, G. and Medale, F. , 1995. 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. Vol. 35, pp.517-520.

Chan, J.C.K.; Manu, J.; Skura, B.J.; Rowshandeli, M.; Rowshandeli, N. and Higgs, D.A. , 2002. 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. Vol. 33, pp.1137-1156.

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

Einen, O. and Roem, A.J. , 1997. Dietary protein/cnergy ratios for Atlantic salmon in relation to fish size: growth, feed utilization and slaughter quality. Aquaculture Nutrition. Vol. 3, pp.115-126.

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

Hillestad, M. and Johnsen, F. , 1994. High-energy/low protein diets for Atlantic salmon: effects on growth, nutrient retention and slaughter quality. Vol. 124, pp.109-116.

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

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

Kim, K.I. and Kaushik, S.J. , 1992. Contribution of digestible energy from carbohydrates and estimation of protein/energy requirements for growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. Vol. 106. pp. 161-169.

Lee, D.J. and Putname, G.B. , 1973. The response of rainbow trout to varying protein/energy ratio in a test diet. Journal of Nutr. Vol. 103, pp.916-922.

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

LeGrow, S.M. and Beamish, F.W.H. , 1986. Influence of dietary protein and lipid on apparent heart increment of rainbow trout, *Salmo gairdnery*. Can. J. Fish. Aqua. Sci. Vol. 43, pp.19-25.

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

Millikin, M.R. , 1983. Interactive effects of dietary protein on growth and utilization of age-0 striped bass. Trans.Am. Fish. Soc. Vol. 112, pp.185-193.

National Research Council (NRC) , 1993. Nutrient requirement of fish. National Academy Press. Washington. DC, USA.

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

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

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

Shahidul Islam, M.D. and Tanaka, M. , 2004. Optimization of dietary protein requirement for pond-reared mahseer tor putitora Hamilton (Cypriniformes:Cyprinidae). Aquaculture Research. Vol. 35, pp.1270-1276.

Shimeno, S.; Takeda, M.; Takayama, S. and Sasaki, H. , 1981. Response of nitrogen excretion to change of dietary composition in carp. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries. Vol. 47, pp.191-195.

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

Silver, G.R.; Higgs, D.A.; Desanjh, B.S.; Meckeown, B.A.; Deacon, G. and French, D. , 1993. Effect of dietary protein to lipid ratio on growth and chemical composition of Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in sea water. *In*: Fish Nutrition in Practice. Proceedings of Fourth International Symposium on Fish Nutrition and Feeding, 24-27 June, 1991 (Eds. S.J. Kaushik and P. Luquet). INRA, Paris, France. pp.459-468.

Steffens, W.; Rennert, B.; Wirth, M. and Kruger, R. , 1999. Effect of two lipid levels on growth, feed utilization, body composition and some biochemical parameters of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum 1792). Journal of Appl. Ichthyol. Vol. 15, pp.159–164.

Tacon A.G.J. , 1990. Standard method for nutritional and feeding of farmed fish and shrimp. Argent Librations Press. pp.4-27.

Van der Meer, M.B.; Zamora, J.E. and Verdegem, M.C. , 1997. Effect of dietary lipid level on protein utilization and the size and proximate composition of body compartment of *Colosoma macropomum* (Cuvier). Aquaculture Research. Vol.28, pp.405-417.

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

RICEST

Effects of dietary protein and energy levels on growth and body composition of Caspian trout larva *(Salmo trutta caspius)*

Saber A.[(1)*]; Abedian Kinari A.M.[(2)] and Hayati F.[(3)]

Omid00ali@yahoo.com

1,2- Faculty of Natural Resources and Marine Science, Tarbiat Modarres University, P.O.Box: 46414-356 Noor, Iran

3- Science and Technology Faculty, Islamic Azad University, P.O.Box: 19585-936 Tehran, Iran

Received: May 2006 Accepted: January 2007

Keywords: Protein, Dietary, *Salmo trutta caspius,* Growth

Abstract

A 3 * 2 factorial feeding trial of three dietary protein levels (45, 50 and 55%) and two dietary crude energy levels (4200 and 4600cal/g) with three replications was conducted to investigate the proper dietary protein and energy levels for the growth of fingerling Caspian trout *(Salmo trutta caspius).* Fingerlings with average weight of 135±0.24mg were fed the experimental diets for 45 days. Results indicated that weight gain, FCR, SGR and PER were affected significantly by dietary protein and energy levels ($P<0.05$). At the constant protein levels, growth performance of the fishes were improved as dietary energy levels increased ($P<0.05$). Also, at the constant energy levels, growth indices and survival were increased significantly as dietary protein level increased ($P<0.05$). Growth performance of the fishes fed with 50 and 55% protein and 4600cal/g energy were significantly better than other treatments ($P<0.05$). Lipid content of the fishes fed with high-energy level was significantly higher than those of fed with the low dietary energy ($P<0.05$). Body moisture of the fishes fed with high-energy level was significantly lower than those fed with the low dietary energy ($P<0.05$). We suggest that for Caspian trout larva, a diet with 50% protein and 4600cal/g energy is appropriate.

* **Corresponding author**