فصلنامه علمی ـ پژوهش
دورهٔ ٤، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹٤، صفحه ۱۱۵-۱۲۰

پارامتر سازی اثرات میزان وترکیب غذا بر مدل رشد و ذخیره مواد مغذی در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان(*Oncorhynchusmykiss*)

سحر عباسی فرد[۱]، عبدالصمد کرامت[۲*]، اسدالله تیموری[۳]، حسین رحمانی[٤]

۱.دانش آموخته کارشناسی ارشد، رشته تکثیر و پرورش آبزیان،ساری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری
۲. استادیار، گروه شیلات، ساری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری
۳. دانشیار، گروه علوم دام، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری
٤. دانشیار، گروه علوم شیلات،ساری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری ، ساری

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹٤/۰۲/۰٦

*نویسنده مسئول مقاله: amirkola@yahoo.com.

یکی از اهدف علم تغذیهتبدیل مواد غذایی به بافت (افزایش رشد) با کارایی بالا در کمترین زمان ممکن است. به همراه افزایش رشد، کیفیت و ترکیبات تشکیل‌دهندهٔ محصولات تولید شده نیز می‌تواند با اهمیت باشد (Mohiti-Asliet al., 2012).در این باره تعیین رابطه کلی بین مصرف غذا، افزایش وزن و ترکیب شیمیایی بدن به‌منظور پیش‌بینی رشد واحتیاجات مواد مغذی ونیز مدیریت تولید مفید به‌نظر می‌رسد(Dumaset al., 2010).از طرفی تعیین روابط بین مصرف غذا و رشد برای انواع مختلف غذاوبرای دسته‌های وزنی مختلف ماهیان در شرایط پرورشی مختلف، نیازمند زمان وهزینه بالاست. به این منظورمدل‌سازی می‌تواند به کمک آید و ارتباط بین مصرف غذا و رشد را پیش‌بینی کند و نقش بسیار مهمی را در برنامه‌ریزی برای توسعه آبزی‌پروری ایفا کند (Ricker,1979; Tran-duy, 2008).مدل‌هایی که بتوانند پیش‌بینی دقیق‌تری از رشد و کارایی غذا داشته باشند، می‌توانند در برنامه‌ریزی‌های رشد اقتصادی و توسعه‌ای مفید باشند(Hua et al ., 2009). مدل‌های بیوانرژیتیک رایج که ذخیره انرژی بدن را تخمین می‌زنند، اطلاعات کمی در رابطه با ترکیب شیمیایی لاشه فراهم می‌کنند. از سوی دیگر، این مدل‌ها دارای محدودیت‌هایی هستند که برای شرایط پیچیده محیطی وتغذیه‌ای‌که آبزی‌پروری با آن مواجه است،کاربری چندانی ندارند. بنابراین نیاز برای مدل‌های تشریحی که بر پایه کاربرد مواد مغذی و فرایندهای بیوشیمیایی درون سلولی پس از مصرف غذا باشند، احساس می‌شود(Bureau &Hua 2008).

این تحقیق به‌منظور طراحی مدلی به‌منظور پیش‌بینی دقیق‌تر رشد و ترکیب شیمیایی بدن ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان انجام شد. چارچوب اصلی کار برگرفته از مدل رشد تحت عنوان(Fish growth simulator;FGS2)برای پیش‌بینی رشد ماهی قزل‌آلا بود که اثرهای سطوح غذا و ترکیب‌های مختلف غذا روی رشد این ماهی را بررسی

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.2.1.1]

کرده ودر زمان خود موفقیت خوبی به‌همراه داشت (Van Dam and Penning de Vries, 1995). مدل رشد (FGS2)می‌تواند رشد و چربی وپروتئین ذخیره شده را با توجه به میزان و ترکیب غذا ودرجه حرارت محیط پیش‌بینی کند.اما این مدل با توجه به گذر زمان و تغییرات به‌وجود آمده، نیاز به پارامترسازی دوباره دارد.بعضی از پارامترهای مدل FGS2 با پیشرفت تکنولوژی، تغییر ترکیب شیمیایی غذا و بهبود روش‌های اندازه‌گیری دستخوش تغییراتی شده که باید در مدل اصلاح شود. از جمله این پارامترها قابلیت هضم‌پذیری برای پروتئین،چربی وکربوهیدرات، متابولیسم روتین، متابولیسم تغذیه و رابطه بین پروتئین و وزن‌تر ماهی هستند.بنابراین هدف اصلی این تحقیق، اصلاح مدل FGS2به‌منظور پیش‌بینی دقیق‌تر رشد و ترکیب شیمیایی بدن ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان *Oncorhynchusmykiss*,است.

مهم‌ترین اجزای مدل و روابطشان در شکل ۱ نشان داده شده است که بر اساس مدل FGS2است.نقطه آغازین در این مدل میزان و ترکیب غذای مورد استفاده است. مهم‌ترین اجزای تشکیل‌دهندهٔ غذا شامل پروتئین، کربوهیدرات و چربی است. طی فرایند هضم پروتئین، کربوهیدرات و چربی به‌ترتیب به آمینو اسیدها، گلوکز واسیدهای چرب و گلیسرول تبدیل می‌شوند. با توجه به اهداف و نوع کارکرد هر مدل اجزای مدل بر اساس آن می‌تواند تعریف و بازنویسی گردد. این اجزا باید قابلیت کمی شدن (محاسبه) در مدل داشته باشند. این پارامترها شامل: ۱.*هضم پذیری:* که برای پروتئین،چربی و کربوهیدرات به‌ترتیب ۹۰ ،۹۳ و٤٥ درصد قرار داده شد.(Borquezet al., 2011;Zhang et al.,2012 ;Palmegianoetal., 2006;)

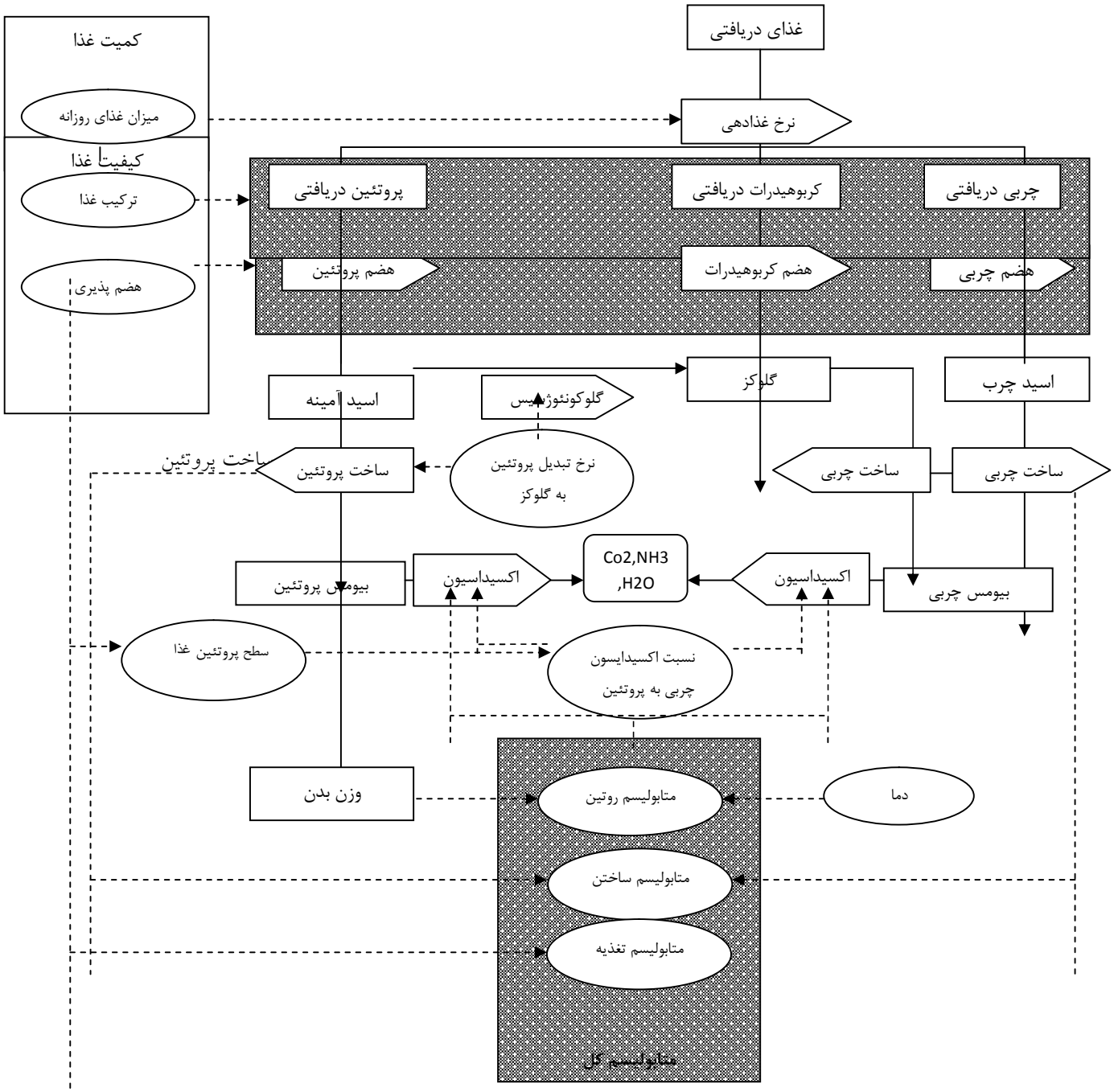
۲.*متابولیسم روتین :* از معادله Cho, 1992 برای تعیین متابولیسم روتین استفاده شد،

$$[HeE = (-0.01+ 3.26 \times T- 0.05\times T^2) \times MBW]$$

در حالی‌که HeE گرمای تولید شده در شرایط گرسنگی است (kj /day) ، T درجه حرارت آب (°C)و Metabolic Body Weight (MBW) =kg$BW^{-0.8}$(میزان وزنی متابولیسم)

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.2.1.1]



شکل ۱ دیاگرام روابط میان اجزای مدل (اقتباس از مدل FGS2)

۳.*متابولیسم تغذیه:*. تلفات گرمایی برای گلوکز ٦٪ میزان گلوکز مصرف شده از طریق غذا، برای چربی ۱۳٪و برایپروتئین ۳۰٪ اندازه‌گیری شد(Gordon et al ., 1977). در این مطالعه میزان تلفات گرمایی برای هر کدام از مواد مغذی به‌طور جداگانه بر اساس ترکیب غذا محاسبه و با هم جمع شد.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.2.1.1]

٤.انرژی بیوسنتز: انـرژی کـه بـرای سـاخت هـر گـرم از پروتئین و چربی مصرف می‌شود و بر اساس گزارش Jobling, 1985به ترتیب ۷۰ و۱۵ g^{-1} m mol ATP گزارش شد کـه در این مطالعه نیز همین مقدار قرار داده شد.

*۵.رابطه بین پروتئین و وزن بدن:*رابطه مستقیم بین وزن بدن و پروتئین ذخیره در بافت‌ها وجود دارد و بـا افـزایش وزن بدن میزانذخیره پروتئینافزایش می‌یابد (Dumas et al., 2007).

در این تحقیق داده‌های موجود در چهار آزمایش بـرای تست مدل استفاده شد Azevedo, et al.,1998)Azevedo et al., 2004 a; Azevedo et al., 2004 b; Bureau et al., 2006). دلیل انتخاب این آزمایش‌ها کامل‌تر بودن داده‌هـای انتشار یافته و نزدیک‌تربودن شرایط آزمایشی بـه همـدیگر بود.برای مقایسه نتایج پیش‌بینی مدل بـا نتـایج آزمـایش از مقـدار; RE(Relative error (خطـای نسـبی) و Average) relative error; ARE (میانگین خطای نسبی) استفاده شـد که به‌صورت زیر محاسبه شد (Tran Duy, 2008).

$$RE_i = 100 \times \frac{SWi - EWi}{.05 \times (SWi + EWi)}$$

$$ARE = \sum_{i=1}^{n} REi$$

در حالی‌که REiخطای نسبی برای مـوردiو SWiمقـدار پیش‌بینی شده توسط مدل و EWiمقدار مشـاهده شـده در آزمایش است.

نتایج این تحقیق نشان داد کهمیزان توافق بـین مقـادیر پیش‌بینی شـده(Y) و مشـاهده شـده (X)بـرای پـروتئین ذخیـره‌شـده بـدین صـورت بـه‌دسـت آمـد:(۰/۰۷۲- X (Y=۱/۳٤۷)، r^2=۰/۹۷، ٪ARE =۵/۷۷ با محدوده ٪۵۲/۵- تـا ٪۵۸/۲. ایـن مقـادیر بـرای چربـی ذخیـره شـده بـه‌صـورت(۰/۰۶۹ - ۱/۰۹۵X =Y)، ۰/۸۹۶ =r^2، ٪ARE = ۳۰/۰۶ بـا محـدوده ٪۲۸/۸-تـا ٪۵۷/۹و بـرای وزن‌تر ذخیره‌شده به این صورت به‌دست آمد (۰/۰۷۵۷ - X (Y = ۱/۵۵۲)، r^2= ۰/۹۲٤ ،٪ARE = -٦/٦۳ بـا محـدوده ٪۸٦/.-تا ٪٦۲/۷,است.

داده هـای مـورد اسـتفاده در ایـن آزمـایش بـرای مدل(FGS2): هم تسـت شـد. میـزان توافـق بـین مقـادیر پـیش‌بینـی شـده(Y) و مشـاهده شـده (X)بـرای پـروتئین ذخیره‌شده بدین صورت بـه‌دسـت آمـد:۰/۱۰۱ - ۱/۷۸۷X =Y ، r^2= ۰/۸۸٦ ، ٪ ARE =۲۰/۹ با محدوده ٪۱۹/٦–تا ٪۸٦/٤.این مقادیر بـرای چربـی ذخیـره‌شـده بـه‌یصـورت (۰/۰۵۳ - Y=۱/۰۹٤X)، ۰/۹۰٤ =r^2، ٪ ARE = ۲۹/٤ بـا محدوده ٪۱۲/۲-تا ٪ ۱۱۷و برای وزن تر ذخیره‌شده به این صورت به‌دسـت آمـد (۰/۹۸۲ - Y=۲/۰۵۱X، ۰/۹۰۲ =r^2 ،٪ ۲۱.٤ = ARE با محدوده ٪۳۵/۲- تا ٪۹۰/۹۳, که در نمودار ۲ نشان داده شده‌اند.

نتایج به‌دست آمده نشان داد که مدل پیشنهاد شده در این تحقیق پروتئین ذخیـره‌شـده و وزن تـر مـاهی را بـا درصد خطای کمتری نسـبت بـه مـدل FGS2 پـیش‌بینـی می‌کند ، ولی ARE (میانگین خطای نسبی) برای تخمین چربی ذخیره‌شده دراین مدل تقریباً با درصد خطـا بـرای تخمین چربی ذخیره‌شده در مدل FGS2 برابر بود. میـزان ضریب هضم‌پذیری می‌تواند یکی از دلایل ایـن اخـتلاف باشد.با گذشت سال‌ها و بهبود کیفیت غذا، هضـم‌پـذیری مواد مغذی افزایش یافته و همچنین عموماً هضـم‌پـذیری چربـی بیشـتر از پـروتئین اسـت (Cho andBureau, 2001).بنابراین بهبود ضرایب هضم‌پـذیری بـا در اختیـار قراردادن مقادیر واقعی‌ترمواد مغـذی در فراینـد سـوخت ساز می‌تواند منجر به پیش‌بینی دقیق‌تری از میزان پروتئین ذخیره‌شده و رشد گردد.

در مدل حاضر میـزان پـروتئین و چربـی ذخیـره‌شـده نسبت به مدل قبلی کمتر برآورد شد. تخمین بیشـتر میـزان

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.2.1.1]

پروتئین، چربی ذخیره‌شده و وزن تر ماهی توسط مدل FGS2در مقایسه با مدل ساخته‌شده در این تحقیق حاکی از این است که مدلFGS2قسمت بیشتری از مواد مغذی هضم‌شده را به نسبت میزان واقعی، به بیومس تبدیل می‌کند. چنین شرایطی می‌تواند نشان‌دهندهٔ این باشد که در ماهی میزان بیشتری از این مواد برای تأمین انرژی متابولیسمی اکسید می‌شوند و میزان انرژی متابولیسم کل بیشتر از مقداری است که در مدل FGS2 محاسبه شد.Machielsand Henken,1987 نیز در بررسی نتایج خود به این نتیجه رسیدند که میزان انرژی مورد نیاز برای متابولیسم تغذیه و متابولیسم روتین در آزمایش‌های تست شده بالاتر از میزانی است که آنها برآورد کرده‌اند.وجود چنین خطایی می‌تواند ناشی از انتخاب روش محاسبه متابولیسم روتین باشد.

مدل ساخته‌شده در این تحقیق عمدتاً برآورد کمتری از میزان وزن بدن در مقایسه با آزمایش می‌دهد. تخمین وزن تر ماهی به‌طور مستقیم با تخمین پروتئین ذخیره‌شده در ارتباط است وچون رابطه‌ای که از آن برای این برآورد استفاده می‌شود(From *&* Rasmussen (1984خود به‌تنهایی تخمین کمتری از میزان واقعی را نشان می‌دهد. بنابراین حتی اگر ما دقیق‌ترینپیش‌بینی را برای پروتئین ذخیره‌شده داشته باشیم، پیش‌بینی وزن تر ماهی همواره کمتر خواهد بود. بنابراین استفاده از یک رابطه مطمئن با پیش‌بینی دقیق می‌تواند در تخمین درست وزن تر ماهی مؤثر باشد.

با وجود اینکه مدل پیشنهادی این تحقیق در مقایسه با FGS2پیش‌بینی دقیق‌تری از ذخیره مواد مغذی دارد، اما به‌نظر لازم است تحقیقات بیشتری در این زمینه صورت گیرد تا زمینه استفاده بیشتر علم مدل‌سازی در پیش‌بینی فرایند رشد و ترکیب شیمیایی بدن فراهم شود. از جمله مواردی که نیاز به آزمایش‌های بیشتری دارند تعیین دقیق درصدی از انرژی مورد نیاز برای متابولیسم که توسط چربی تأمین می‌شود و رابطه میزان پروتئین به انرژی جیره با این پارامتر و همچنین ساخت معادله‌ای با درصد خطای پایین برای پیش‌بینی دقیق وزن تر بدن است.

منابع

Azevedo, P.A., Cho, C.Y., Leeson, S. & Bureau, D.P. 1998. Effects of feeding level and water temperature on growth, nutrient and energy utilization and waste outputs of Rainbow trout (*Oncorhynchusmykiss*).*Aquatic Living Resources,*11: 227-238.

Azevedo, P.A., Leeson, S., Cho, C.Y. & Bureau, D.P. 2004a. Growth, nitrogen and energy utilization of juveniles from four salmonid species: diet, species and size effects. *Aquaculture,* 234: 393-414.

Azevedo, P.A., Leeson, S., Cho, C.Y. & Bureau, D.P. 2004b. Growth and feed (*Oncorhynchusmykiss*) and Atlantic salmon (*Salmosalar*) reared in freshwater: diet and species effects, and responses utilization of large size rainbow trout over time. *Aquaculture Nutrition,* 10:401-411

Borquez, A., Serrano, E., Dantagnan, P., Carrasco,J .& Adrian, H. 2011. Feeding high inclusion of whole grain white lupinz(*Lupinusalbus*) to rainbow trout (*Oncorhynchusmykiss*): effects on growth, nutrient digestibility, liver and intestine histology and muscle fatty acid composition . *Aquaculture Research*, 42: 1067-1078.

Bureau, D.P., Hua, k. 2008. Models of nutrient utilization by fish and potential application for fish culturoperation.In*Mathematical Model in Animal Nutrition* (Eds J. France & E. Kebreab),pp.442-461.

Bureau, D.P, Hua, K. & Cho, C.Y. 2006. Effect of feeding level on growth and nutrient deposition in rainbow trout (*OncorhynchusmykissWalbaum*) growing from 150 to600 g. *Aquaculture Research,* 37:1090-1098.

Cho, C.Y., Bureau, D.P. 2001.A review of diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feedwastes in aquaculture.*Aquaculture Research*, 32: 349–360.

Dumas, A., de Lange, C.F.M., France,J. & Bureau, D.P. 2007.Quantitative description of body

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.2.1.1]

and*Oncorhynchusmykiss*(Walbaum) .*Aquaculture Researc*h,26: 415-425.

Zhang, Y., Overland, M., Sørensen, M ., Penn, M., Mydland, L. T., Shearer, K. D. &Storebakken, T., 2012. Optimal inclusion of lupin and pea protein concentrates in extruded diets for rainbow trout (*Oncorhynchusmykiss*).*Aquaculture,* 360-361: 344-349.

composition and rates of nutrient deposition in rainbow trout (*Oncorhynchusmykiss*).*Aquaculture,* 273:165-181.

Dumas, A., France , J.2010. Modelling growth and body composition in fish nutrition: where have we been and where are we going.*Aquaculture Research*, 41: 161-181

From J., Rasmussen, G. 1984.A growth model, gastric evacuation, and body composition in rainbow trout *Salmogairdneri Richardson. Dana,*3: 61-139.

Gordon, M.S., Bartholomew, C.A., Grinnell, A.D., Jorgensen, C.B. & White, F.N. 1977. Animal Physiology: Principle and Adaptations, 3rdedn, New York,Macmillan.

Hua, k., Birkett, S., de Lange, K.& Bureau, D.P. 2009. Adaptation of a non-ruminant nutrient-based growth model to rainbow trout (*Oncorhynchusmykiss*).*Agricultural Science,* 148: 17-29.

Machiels, M.A.M. and Henken,A.M.1986.A dynamic simulation model for growth of the African catfish, *Clariasgariepinus* (Burchell 1822) I. Effect of Feeding level on Growth and Energy Metabolism.*Aquaculture,* 56: 29-52.

Mohiti-Asli, M., Shivazad, M., Zaghari, M., Aminzadeh, S., Rezaian, M., Mateos, G.G. 2012. Dietary fibers and crude protein content alleviate hepatic fat deposition and obesity in broiler breeder hens. *Poultry Science,* 91: 3107–3114.

Palmegiano, G.B., Daprà, F., Forneris, G., Gai F., Gasco, L., Guo, K., Peiretti, P.G., Sicuro, B. and Zoccarato, I. 2006. Rice protein concentrate meal as a potential ingredient in practical diets for rainbow trout (*Oncorhynchusmykiss*). *Aquaculture,* 258: 357–367

Ricker, W.E. 1979. Growth rates and models. In: W.S. Hoar, D.J. Randall and J.R. Brett (Editors), Fish Physiology, Vol. VIII: Bioenergetics and Growth. Academic Press, New York, pp. 678-744 .

Tran Duy, A. 2008. Modeling fish growth using the concentration of metabolites to regulate feed intake and metabolism.PhD thesis at Wageningen University, The Netherlands.

Van Dam, A. A., Penning, De Vries, F. W.T. 1995. Parameterization and calibration of a model to simulate effects of feeding level and feed composition on growth of *Oreochromisniloticus*(L.)

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.2.1.1]

Parameterization of feeding levels and feed composition on growth model and nutrient retention in rainbow trout *(Oncorhynchusmykiss)*

Sahar Abbasyfar[1], Abdolsamad Kermat Amirkolaie[2*], Asadollah Taimouri Yansari[3], Hosein Rahmany[4]

1- M.Sc. Graduated, Department of Animal Sciences, Faculty of Animal Science and Fisheries, Sari Agricultural and Natural Resources University, Sari

2-Assistant Prof., Department of Fisheries, Faculty of Animal Science and Fisheries, Sari Agricultural and Natural Resources University, Sari

3- Associate Prof., Department of Fisheries, Faculty of Animal Science and Fisheries, Sari Agricultural and Natural Resources University, Sari

4- Associate Prof., Department of Fisheries, Faculty of Animal Science and Fisheries, Sari Agricultural and Natural Resources University, Sari

*Corresponding author: amirkola@yahoo.com

Abstract

This study was to up-grade a model leading to a more accurate prediction of growth and body composition in rainbow trout. Based on an earlier model (FGS2) predicting fat and protein retention in relation to feed level and composition, we tested the model using the latest nutritional experiment conducted on rainbow trout. The result showed that our model predicted more accurately by up-grading digestibility estimates for protein, fat and carbohydrate and also maintenance and feeding metabolism than that of FGS2. A more accurate prediction observed in relation to wet weight gain and protein retention can be resulted from the correction of digestibility estimates, calculation of heat loss based on feed composition and changing of routine metabolism coefficient.

Key words: Growth model, Routine metabolism, Rainbow trout, Digestibility

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.2.1.1]