نشریه آموزشی- پژوهشی موسسه تحقیقات علوم دامی کشور

فصلنامه تحقیقات کاربردی در علوم دامی

شماره ۴۱، زمستان ۱۴۰۰

ص‌ص: ۳~۱۲

ارزیابی کیفیت فیزیکی و ازت فرارکل برخی جیره‌های غذایی ماهی قزل آلای رنگین‌کمان

• **رضا وکیلی*[۱] ، جواد ایروانی[۲]**

۱- دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کاشمر، کاشمر،ایران.

۲- بخش تحقیق و توسعه ماکیان فسقات.

تاریخ دریافت : فروردین ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش : تیر ۱۴۰۰

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۳۱۶۸۵۱۰

Email: rezavakili2010@yahoo.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ aasrj.2021.354052.1228

چکیده:

افزایش تولید در آبزیان تابع کیفیت مواد خام جیره، فن‌آوری تهیه دان و تولید جیره غذایی بهینه است. در این آزمایش کیفیت فیزیکی و ازت فرار کل برخی جیره‌های غذایی پرواری (اکسترود و پلت سرد) مصرفی در مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان استان خراسان رضوی بررسی شده و با مقادیر توصیه شده استانداردهای موجود مقایسه گردیدند. بدین‌منظور از تعداد ۱۱ نمونه خوراک اکسترود و ۲ نمونه خوراک پلت سرد، به صورت تصادفی و تحت شرایط استاندارد به آزمایشگاه منتقل گردیدند. نتایج حاصل از بررسی کیفیت فیزیکی نمونه‌های جیره‌های غذایی نشان داد که بیشترین میزان معنی‌داری (P<۰/۰۵) خاکه (۰/۶ درصد) مربوط به جیره غذایی e_1B (پلت سرد) و کمترین میزان معنی‌دار (P<۰/۰۵) (۰/۱۳ درصد) مربوط به نمونه‌های $_1K$ ، $_1M$ (اکسترود) بود. نمونه‌های e_1B و e_2B (پلت سرد) به ترتیب با مقادیر (۰/۶ و ۰/۳ درصد) دارای بیشترین مقدار معنی‌داری (P<۰/۰۵) خاکه، نسبت به نمونه‌های اکسترود بودند. همچنین بیشترین میزان چگالی معنی‌دار (P<۰/۰۵) جیره‌های غذایی (- بر لیتر) مربوط به نمونه e_2B (پلت سرد) بود و کمترین مقدار معنی‌دار آن (۴۱۸/۶۰ گرم بر لیتر) مربوط به نمونه F3 (اکسترود) بود. نمونه‌های Be_1 و e_2B (پلت سرد) به ترتیب با مقادیر (۶۲۴ و ۶۳۴ گرم بر لیتر) دارای بیشترین میزان معنی‌دار (P<۰/۰۵) چگالی، نسبت به نمونه‌های اکسترود بودند. بیشترین (۹/۰۱ میلی‌متر) و کمترین (۴/۰۶ میلی‌متر) میزان معنی‌دار (P<۰/۰۵) قطر ذرات جیره‌های غذایی به ترتیب مربوط به نمونه‌های 3K و 1M بود. از این لحاظ بین اکثر نمونه‌ها به میزان ۱ تا ۲ میلی‌متر اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) مشاهده شد به جز نمونه‌های y3B و F2 و 2K که به ترتیب با مقادیر (۶/۸۶ ، ۶/۹۰ ، ۰/۹۴- میلی‌متر) اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده نشد. در بررسی نتایج حاصل از تجزیه بیوشیمیایی جیره‌های غذایی مشاهده شد که بیشترین میزان معنی‌دار (P<۰/۰۵) ازت فرار کل با میزان (۷۴ میلی‌گرم نیتروژن در۱۰۰ گرم جیره) مربوط به نمونه e2B (پلت- سرد) و کمترین میزان معنی‌دار (P<۰/۰۵) آن مربوط به نمونه 3By بود. به طور کل نتایج حاصله نشان‌دهنده این بود که میزان خاکه اکثر نمونه‌ها با استانداردهای موجود تا حدودی مطابقت داشت ولی نمونه‌های پلت سرد میزان معنی‌دار (P<۰/۰۵) خاکه بیشتری نسبت به نمونه‌های اکسترود داشتند. همچنین چگالی نمونه‌های پلت سرد با مقادیر توصیه‌شده برای این نوع جیره‌ها مطابقت می‌کرد ولی چگالی آنها نسبت به نمونه‌های اکسترود بیشتر بود. همچنین میزان چگالی اکثر نمونه‌های اکسترود با استانداردهای توصیه شده مطابق بود. قطر ذرات اکثر جیره‌های غذایی به جز نمونه‌های (F2 ، F3 ، K3،K2) با استانداردهای موجود و کلاسه وزنی و مقادیر درج شده بر روی کیسه‌ها مطابقت داشت. ازت فرار کل نمونه‌های (By1 ، By3) با استانداردهای موجود تا حدودی مطابق بود ولی سایر نمونه‌ها میزان بالاتری از ازت فرار کل را نشان دادند. خوراک‌های اکسترود از کیفیت فیزیکی مطلوب‌تری نسبت به خوراک‌های پلت سرد برخوردارند. تولیدکنندگان خوراک ماهی قزل آلای رنگین کمان و مسئولان مربوطه در خصوص بالا بودن میزان ازت فرار کل باید پیگیری‌های دقیق و منظم‌تری را اتخاذ نمایند.

واژه‌های کلیدی: ازت فرّار کل، اکسترود، پلت سرد، جیره تجاری، قزل آلای رنگین کمان،کیفیت فیزیکی.

Applied Animal Science Research Journal No 41 pp: 3-12

Evaluation of physical quality and total volatile nitrogen in diets of rainbow trout farms

By: Reza Vakili[*1], Javad Iravani[2]
1: Associate Professor of Animal Science Department,Kashmar Branch, Islamic Azad niversity,Kashmar,Iran.
2: Research& Development of Makian Phosphate.

Received: April 2021 **Accepted: July 2021**

Increasing production in aquatic animals depends on the quality of dietary raw materials, feed preparation technology and optimal diet production. In experiment physical and biochemical quality (total volatile nitrogen) of some diets consumed in rainbow trout farms (extruded and cold pellets) in Khorasan Razavi province were examined and compared with the recommended values. For this purpose, 11 samples of extruded feed and 2 samples of cold pellet feed were sampled and transferred to the laboratory under standard conditions. The results of the physical quality of diets showed that the most significant amount (P<0.05) of soil (0.6%) was related to diet Be1 (cold pellets) and the least significant amount (0.13%) was related to K1, M1 (extruded) samples (P<0.05). Samples Be1 and Be2 (cold pellet) with the amount (0.6 and 0.3%) had the highest significant amount of soil (P <0.05), respectively, compared to extruded samples. Also, the highest significant density (P <0.05) of diets (634 g / l) was related to Be2 sample (cold pellet) and the lowest significant amount (418.60 g / l) was related to the sample was F3 (extruded). Samples Be1 and Be2 (cold pellet) with the amount of (624 and 634 g / l) respectively had the highest significant amount (P<0.05) of density compared to extruded samples. The highest (9.01 mm) and lowest (4.06 mm) significant (P<0.05) particle diameters of diets were related to K3 and M1 samples, respectively. In this regard, a significant difference (P <0.05) was observed between most samples by 1 to 2 mm, except for By3, F2 and K2 samples with values (6.86, 6.90, 6.94 mm respectively).) no significant difference (P<0.05) was observed between them. In the study of the results of biochemical analysis of diets, it was observed that the highest significant amount (P<0.05) of total volatile nitrogen with the amount (74 mg of nitrogen per 100) was related to Be2 sample (cold pellet). And the lowest significant amount (P<0.05) was related to By3 sample. In general, the results showed that the soil content of most samples was somewhat in line with existing standards, but cold pellet samples had a significant amount (P<0.05) of more soil than extruded samples. also, the density of cold pellet samples corresponded to the recommended values for this type of diets, but their density was higher than extruded samples. Also, the density of most extruded samples was in accordance with the recommended standards. The particle diameter of most diets, except for samples (F2, F3, K2, K3), complied with existing standards, weight class, and quantities on bags. Total volatile nitrogen of the samples (By1 and By3) was somewhat in line with existing standards, but other samples showed higher levels of total volatile nitrogen. Extruded feeds have a better physical quality than cold pellet feeds. Rainbow trout feed producers and related authorities should take more precise and systematic follow-up on high total volatile nitrogen levels.

Key words: Cold pellets, Commercial diet, Extrusion, Rainbow trout, Physical quality, Total volatile nitrogen

مقدمه

کارایی مطلوب عملکرد مناسب و افزایش رشد جیره غذایی آبزیان، متأثر از ترکیبات مواد خوراکی، اثر متقابل مواد خوراکی روی همدیگر، پایداری جیره در آب، خوش خوراکی و اندازه ذرات غذایی مورد دسترس در مراحل مختلف رشد و نمو میباشد (NRC,2011). روند رو به رشد جمعیت، کاهش ذخایر دریایی، وصید آبزیان و افزایش تقاضای جهانی برای مصرف فرآورده‌های آبزیان ، پرداختن به صنعت آبزی‌پروری را به عنوان یک ضرورت مطرح ساخته است. تولید ماهیان پرورشی به خصوص قزل‌آلای

رنگین‌کمان در ایران با توجه به ذائقه‌پسند بودن این ماهی و استقبال مصرف‌کنندگان از آن، جایگاه ویژه‌ای در رژیم غذایی مردم پیدا نموده است. با توجه به پتانسیل موجود در زمینهٔ آبزی‌پروری و افق دراز مدت توسعهٔ شیلاتی کشور (افق۱۴۰۰) تولید خوراک مخصوص آبزیان به لحاظ کیفی و کمی مطابق با برنامه‌های توسعه کشور و افزایش بازدهٔ اقتصادی پرورش آبزیان بسیار حائز اهمیت می باشد.در سال ۹۸ تولید انواع آبزیان ۱۲۸۲۴۵۷تن، ماهیان سردابی ۱۸۲۶۰۱ تن (۹۴۶۷ تن در خراسان رضوی) درکشور بوده است (سالنامه آماری- شیلات کشور۱۳۹۹).

در گونه‌های مختلف آبزیان پرورشی، افزایش تولید به کیفیت و کمیت جیره غذایی شامل تازگی مواد خام جیره، وضعیت و کیفیت پروتئین، چربیهای باقیمانده در کنجاله های گیاهی، اقـام اولیه خورک و درجه حرارت حین فرآوری تولید دان بسـتگی دارد(Hardy and et al,1994 و Moren and et al, 2006).برای دستیابی به این بازده مطلوب استفاده از جیره‌های مناسب با ترکیبات شیمیایی و خواص فیزیکی مطلوب از اهمیت زیادی برخوردار است. با توجه به این که بعد از کیفیت آب و هوا، جیرهٔ مناسب از مهم‌ترین عوامل موفقیت در امر پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌باشد، ازاین‌رو توجه به مراحل تولید خوراک آبزیان و بررسی کیفی خوراک‌ها حائز اهمیت است. عدم وجود استاندارد ملی و مشکلات مربوط به نهادهای نظارتی، یکی از بزرگ‌ترین مشکلات پیش روی این صنعت در ارتباط با تولید جیره‌های غذایی متعادل از نظر ویژگی‌های کیفی و کمی می‌باشد، بنابراین تحقیق حاضر در مقیاسی کوچک به بررسی جیره‌های غالب مورد مصرف در پرورش ماهی قزل آلای مزارع استان خراسان‌رضوی با تولید حدود ۴۰۰۰ تن آبزی در سال می‌پردازد. اهمیت این پروژه زمانی بیشتر مشخص می‌شود که با مشکل کمبود منابع آبی با کیفیت در سطح استان و کشور و قیمت بالای این نوع جیره‌ها مواجه می‌باشیم. در جمع‌بندی کلی باید بیان کرد که با پایش‌های منظم جیره‌های تولیدی آبزی و انتخاب جیره غذایی مناسب می‌توان به تولید اقتصادی این ماهی و تولید محصول پروتئینی با کیفیت مطلوب کمک شایانی نمود. بر اسـاس گزارشTerjesen و همـکاران ۲۰۰۶ کیفیت پایین جیره غذایی در ماهی می‌تواند به کیفیت مواد خام، افزودن اوره، بالابودن خاکستر محلول در اسـید، استفاده از چربی‌های فاسد، مقادیر نامناسب ویتامین‌ها، مکمل‌ها و اسـیدهای-آمینه ضروری، عدم تعادل فسفر و کلسیم، رطوبت بالای جیره و مقادیر بالای نمک مورد استفاده نیز بایستی به دقت مورد توجه قرار گیرند. بررسـی Kaushik در سـال ۲۰۰۰ نشان داد که برای کنترل کیفیت غذای آبزیان از روش‌های مختلف فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی استفاده می شـود. هر کدام از ایـن روشها دارای معایب و مزایایی هسـتند که در هنگام ارزیابی کیفیت محصول با توجه به هدف مورد نظر می‌توان نسبت به انتخاب یک یا تعدادی از آنها اقدام کرد.

مهمترین شاخص‌ها در روش فیزیکی شـکل ظاهری غذا، رنگ، فرآوری مناسب و پخت یکنواخت، اندازه مناسـب با مشخصات اسـتاندارد داده شده روی کیسه خوراک است که باید مورد توجه قرار گیرند. اندازه نامناسـب غذا سبب از دسترس خارج شـدن غذا در استخر پرورشی، آلودگی آب و زیان اقتصادی پرورش دهنده می‌شود. از جمله شاخص‌های شیمیایی مورد بررسی میزان مواد مغذی، درصد رطوبت، پروتیین خام، چربی، فیبر، کربوهیدرات، کلسیم، فسفر و خاکستر می باشد. غذا نباید بیش از حد مرطوب و به هم چسبیده باشد، زیرا در محیط مرطوب بر اثر رشـد قارچ‌ها و فعالیت‌های میکروبی، کیفیت آن به شـدت کاهش یافته و فاسد می‌شود. جیره از نظر بو و مزه باید دارای بوی مطبوع باشـد که معمولاً بوی غذای آبزیان ناشـی از پودر ماهی و یا میگوی مورد اسـتفاده در آن است. اگر خوراک دارای بوی نامطبوع باشد، نشان دهنده اکسید شدن چربی‌های آن و این خود دلیل بر کهنگی غذا و مصرف مواد نا مرغوب در غذا می‌باشد. از روش های زیستی می‌توان بررسی وضعیت میکروارگانیسم‌ها، کپک‌ها و مخمرها، میزان سموم، ترکیبات بازدارنده در مواد اولیه خوراک و بررسی عملکرد رشد و نمو آبزیان را نام برد. برای بررسی کنترل شیمیایی غـذا پروتئین خام، رطوبت، چربی، فیبر،

کربوهیدرات، کلسیم، فسفر و خاکستر و ازت آزاد مواد خوراکی با استفاده از تجهیزات آزمایشگاهی تعیین می‌شود.

در تحقیقی، پروتئین خام، فسفر و چربی خام جیره‌های مورد بررسی با نیازها و استانداردهای ارائه شده برای ماهیان قزل آلای رنگین کمان مطابقت نداشت و در بسیاری موارد از میزان مورد نیاز کمتر بود .میزان ازت آزاد در نمونه‌های مورد بررسی بسیار بالاتر از حد استاندارد بود. شمارش کل میکروبی و تعداد کلی فرم بر حسب مورد بین کارخانه‌های مختلف متفاوت بود (شادنوش و پیرعلی، ۱۳۹۵). بررسی‌ها نشان داده که نوسانات میزان پروتئین در طی فصول سال در مزارع کم بوده ولی با کاهش درجه حرارت میزان غذادهی به ماهی کاهش یافته است. بررسی‌های انجام شده آزمایشگاهی مصرف مواد ضد تغذیه‌ای پروتئینی (اوره و...) را تائید نکرد (یوسقیان و همکاران، ۱۳۸۴). نتایج آزمایشی نشان داد، میزان ازت فرار کل غذای ماهی قزل آلا نیابد بیشتر از ۴۰ تا ۵۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم غذای ماهی شود و گرنه تلفات و مسمومیت ایجاد می‌شود (سلیمی؛ ۱۳۹۱). هدف از انجام این تحقیق بررسی کیفیت فیزیکی و میزان ازت فرار کل برخی جیره‌های غذایی مصرفی در مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان استان خراسان‌رضوی و مقایسه آنها با استانداردهای ارائه شده برای خوراک ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بود.

- مواد و روش ها

- تهیه جیره‌های غذایی

نمونه گیری براساس نوع تولیدات کارخانجات استان بود و با توجه به این که در استان خراسان رضوی فقط یک کارخانه تولید پلت سرد داشت تعداد دو نمونه خوراک پلت سرد از یک کارخانه (Be1 و Be2) وتعداد ۱۱ نمونه خوراک اکسترود از ۴ کارخانه (By1، By2، By3 ، F2 ، F3 ، K1 ، K2 ، K3 ، M1 ، M2 ، M3) به عنوان جیره‌های غالب تجاری مصرفی در مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در سطح استان خراسان رضوی به صورت تصادفی طبقه ای نمونه‌برداری به عمل آمد و طی شرایط یکسان به آزمایشگاه ارسال گردیدند.

-ارزیابی های فیزیکی

نمونه‌ها از نظرخواص فیزیکی شامل میزان خاکه، چگالی، و قطر ذرات خوراک بود. برای بدست آوردن میزان خاکهٔ نمونه‌ها، ابتدا مقدار ۲۰۰ گرم از نمونه‌ها وزن شدند. سپس توسط الک با اندازه مش ۲۰ به مدت ۲ دقیقه در شرایط یکسان الک شدند. تفاوت وزن اولیه و ثانویه آنها میزان خاکهٔ موجود در خوراک‌ها بود که به صورت درصد بیان شدند (Evans,1998). میزان چگالی نمونه‌ها از قرار دادن نمونه‌ها در یک بشر ۲۵۰ سی‌سی و وزن کردن بشر حاوی خوراک بوسیلهٔ ترازوی دیجیتال با دقت (۰/۰۱ گرم) بدست آمد. وزن بدست آمده بر حجم نمونه‌ها (حجم بشر) تقسیم شدند و مقادیر حاصله به صورت درصد بیان شدند (Evans,1998). برای بدست آوردن قطر ذرات نمونه‌ها، ابتدا تعداد ۱۰ عدد پلت از هر نمونه به صورت کاملا تصادفی و طی شرایط یکسان برداشته شد و بوسیله کولیس با دقت (۰/۰۵ میلی‌متر) قطر آنها اندازه‌گیری شد (Evans,1998).

- ارزیابی های شیمیایی

به منظور اندازه‌گیری میزان ازت فرار کل با استفاده از روش استاندارد ماکروکلدال ارائه شده در (AOAC) ، مقدار ۱۰ گرم از هر یک از نمونه‌های مورد نظر در دستگاه تقطیر کلدال قرار گرفت. ازت فرار تقطیر شده در بالن گیرنده حاوی ۲۵ میلی‌لیتر اسید بوریک ۲ درصد همراه با معرف متیل رد به‌علاوه بروموکروزول گرین جمع و با استفاده از اسید سولفوریک۰/۱ نرمال تیتراسیون شد و عدد بدست آمده در تیتراسیون در ۱۴ ضرب گردید تا مقدار ازت فرار کل بر حسب میلی‌گرم ازت در ۱۰۰ گرم نمونه غذا بدست آید (AOAC, 2012).

- آنالیز آماری

کلیه داده‌های درصدی به صورت $\sqrt{\arcsin^{\chi}}$ تبدیل شدند. بعد از تحقق دو شرط اصلی آزمون‌های پارامتریک تجزیه واریانس (همگن بودن واریانس و نرمال بودن داده‌ها به ترتیب با استفاده از آزمون‌های لیونز و کولموگروف اسیمرنوف) (zar,1999)، از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه برای مقایسه واریانس بین تیمارها و از آزمون دانکن برای بررسی وجود یا عدم وجود

اختلاف معنی‌داربین تیمارها (در سطح احتمال ۵ درصد) از نرم افزار آماری spss نسخه ۱۸ استفاده گردید. تمامی آنالیزها در سه تکرار (n=۳) انجام و داده‌ها به صورت میانگین (± انحراف معیار) گزارش شدند.

- نتایج و بحث

- خاکه

بیشترین میزان معنی‌دار (P<۰/۰۵) خاکه (۰/۶ درصد) مربوط به جیره غذایی Be_1 (پلت سرد) و کمترین میزان معنی‌دار (۰/۰۵>P) مربوط به جیره‌های غذایی M1 و K1 (اکسترود)، (۰/۱۳ درصد) بود (جدول ۱). در بین جیره‌های غذایی اکسترود بیشترین میزان خاکه (۰/۲۸ درصد) مربوط به جیره غذایی M_3 مشاهده شد که اختلاف آماری معنی‌داری (P<۰/۰۵) با جیره‌های غذایی K1، K2 و M1 نشان داد. در بین جیره‌های غذایی اکسترود ساخت یک کارخانه فقط بین جیره‌های غذایی M_1 (۰/۱۳ درصد) و M3 (۰/۲۸ درصد) تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده شد (جدول۱). بین نمونه‌های پلت Be1 (۰/۶ درصد) وBe2 (۰/۳ درصد) نیز اختلاف آماری معنی‌داری (P <۰/۰۵) مشاهده نشد.

گزارش شده است که میزان بیش از حد خاکه در خوراک ماهی می‌تواند موجب آلودگی آب استخر پرورش گردد و هزینه‌های اقتصادی پرورش دهندگان ماهی قزل‌آلا را افزایش دهد (علی زاده ، ۱۳۸۱). میزان خاکهٔ قایل قبول موجود در خوراک را یک درصد بیان عنوان شده است که در این ارتباط میزان خاکهٔ همهٔ نمونه‌ها از این میزان کمتر است و با این گزارش مطابقت نشان می‌دهد. با توجه به اینکه نمونه‌های Be1 وBe2 (پلت سرد) بیشترین میزان خاکه را شامل می‌شوند، می‌توان نتیجه گرفت میزان خاکهٔ خوراک‌های اکسترود نسبت به پلت سرد کمتر است و می‌تواند از این حیث کیفیت بالاتری داشته باشند. این امر سبب افزایش بهره‌وری و بهبود شرایط اقتصادی مزرعه پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان خواهد داشت. همچنین در مواردی خاکه ناشی از جیره‌های غذایی که به محیط آب پرورش وارد می‌شود، باعث می گردد که میزان تقاضای زیستی اکسیژن[1] (BOD) افزایش یابد و یا با نشست بر روی آبشش‌های ماهی توانایی جذب اکسیژن را به حداقل می‌رساند. لذا بزرگ‌ترین مشکل خاکه رها شده به استخر پرورش ماهی در سیستم‌های مدار بسته ظهور پیدا می‌کند که برای حذف آن باید از فیلترهای مکانیکی خاص استفاده نمود که خود هزینه اضافی را به پرورش دهنده تحمیل می‌کند (Halver, 2002).

- چگالی

بیشترین میزان معنی‌دار (P<۰/۰۵) چگالی (۶۳۴ گرم بر لیتر) مربوط به جیره غذایی Be_2 (پلت سرد) و کمترین میزان معنی‌دار (P<۰/۰۵) مربوط به جیره غذایی F_3 (اکسترود) به مقدار (۴۱۸/۶ گرم بر لیتر) بود (جدول ۱). جیره‌های غذایی پلت سرد Be1 (۶۲۴ گرم بر لیتر) و 2Be (۶۳۴ گرم بر لیتر) بیشترین میزان چگالی را شامل می‌شدند که اختلاف آماری معنی‌داری (۰/۰۵> P) با نمونه‌های اکسترود ساخت کارخانجات مختلف داشتند. در بین جیره‌های غذایی اکسترود، بیشترین مقدار چگالی (۵۷۵ گرم-لیتر) مربوط به نمونه M_1 بودکه اختلاف آماری معنی‌داری (P<۰/۰۵) با سایر نمونه‌ها نشان داد. در بین جیره‌های غذایی ساخت یک کارخانه فقط بین جیره‌های F2 (۴۱۹/۲ گرم بر لیتر) و F3 (۴۱۸/۶ گرم بر لیتر) تفاوت آماری معنی‌داری (P>۰/۰۵) مشاهده نشد. بهترین مقدار چگالی ذرات جیره های غذایی اکسترود ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان حدود ۴۰۰ تا۵۵۰ گرم بر لیتر و برای جیره‌های پلت سرد ۵۹۰ گرم بر لیتر گزارش شده است (Halver, 2002). بالاتر از این نقطه، ذرات خوراک در آب غرق می‌شوند. مقدار چگالی نمونه‌های اکسترود، با مقدار چگالی توصیه شده برای جیره‌های اکسترود توسط هالور(۲۰۰۲میلادی) تا حدودی مطابقت می‌کرد. اما چگالی نمونه‌های پلت سرد از مقدار گزارش شده هالور تا حدودی بیشتر بود. به دلیل اینکه چگالی ذرات خوراک روی کیسه‌ها درج نمی‌گردد، نیاز است که تولید کنندگان در این خصوص دقت بیشتری کنند تا کیفیت فیزیکی خوراک‌ها افزایش پیدا کند تا از این طریق هزینه‌های اقتصادی پرورش دهندگان کاهش یابد. همچنین می‌توان بیان کرد که به دلیل پایین‌تر بودن چگالی خوراک‌های اکسترود نسبت به پلت سرد، این نوع خوراک‌ها می‌تواند از این بابت کیفیت فیزیکی

[1] Biochemical Oxytion demand

بهتری نسبت به جیره‌های پلت داشته باشند.

- قطر ذرات جیره‌های غذایی

نتایج حاصله نشان داد که بیشترین میزان معنی‌دار (P<۰/۰۵) قطر ذرات جیره‌ها (۹/۰۱ میلی‌متر) مربوط به جیره غذایی K3 (اکسترود) و کمترین میزان معنی‌دار (P<۰/۰۵) مربوط به جیره غذایی M1 (اکسترود) به (۴/۰۶ میلی‌متر) بود (جدول ۱۱). در نمونه‌های اکسترود ساخت کارخانه‌های مختلف بین نمونه‌های By3 (۶/۸۶ میلی‌متر) و F2 (۶/۹۰ میلی‌متر) و K2 (۶/۹۴ میلی‌متر) اختلاف آماری معنی‌داری (P>۰/۰۵) مشاهده نشد. سایر نمونه‌های اکسترود با یکدیگر اختلاف آماری معنی‌داری (P<۰/۰۵) داشتند. اندازهٔ ذرات خوراک رابطهٔ مستقیمی با افزایش سن ماهی و اندازهٔ دهان آن دارد. هرچه قطر ذرات یکنواخت باشد، از قلمروطلبی ماهی جلوگیری خواهد شد و ماهی به طور یکنواخت در سطح مزرعه پرورش خواهدیافت (افشار مازندران، ۱۳۸۱). اکثر نمونه‌ها با قطرهای پیشنهادی، قطرهای درج شده بر روی کیسه‌ها وکلاسهٔ وزنی (جدول۱)، مورد نظر تا حدودی همخوانی دارند. به جز نمونه‌های F2،F3، K1، K2 وK3 که مغایرت چشم گیری با قطر مورد انتظار وگزارش‌های گذارد (۱۳۸۱) نشان دادند. کارخانجات جهت رفع نواقص احتمالی موجود در دستگاه‌های پلت زن و رعایت استانداردهای موجود نیاز به بررسی و تحقیق بیشتر دارند.

- میزان ازت فرار کل جیره‌ها

بیشترین میزان معنی‌دار (P<۰/۰۵) ازت فرار کل (۷۴ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم) مربوط به جیره غذایی Be_2 (پلت سرد) و کمترین آن مربوط به نمونه جیره غذایی By3 (اکسترود) به مقدار (۳۹/۷۳ میلی‌گرم نیتروژن در۱۰۰ گرم) بود (جدول ۱). بین جیره‌های غذایی اکسترود بیشترین میزان معنی‌دار (P<۰/۰۵) ازت فرار کل مربوط به نمونه M3 (میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم) و کمترین میزان معنی‌دار (P<۰/۰۵) مربوط به جیره غذایی By3 (۳۹/۷۳ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم) بود. در بین جیره‌های غذایی اکسترود ساخت کارخانه‌های مشابه، بین جیره‌های غذایی By1 (۴۰/۱۰ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰) و By3 (۰/۷۳- میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم) با نمونه y2B (۵۵/۸ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم) اختلاف آماری معنی‌داری (P<۰/۰۵) مشاهده شد. همچنین جیره‌های غذایی F2 (۶۴/۲۵ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم) و F3 (۵۸/۶۵ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم) اختلاف آماری معنی‌داری (P<۰/۰۵) با یکدیگر داشتند. جیره غذایی M3 (۷۰ میلی‌گرم نیتروژن در۱۰۰ گرم) با جیره‌های غذایی M2 و M1 (به ترتیب ۵۸/۹۰ و ۵۸/۱۵ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰گرم) اختلاف آماری معنی‌داری (P<۰/۰۵) داشت. بین جیره غذایی K3 (۴۷/۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم) نیز با جیره‌های K1 و K2 (به ترتیب ۵۳/۱۰ و۵۰/۵۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) اختلاف آماری معنی‌داری (P<۰/۰۵) وجود داشت. ازت فرار کل معیار مناسبی برای اندازه‌گیری پراکسید و فسادپذیری جیره‌ها بوده و یکی از فاکتورهای بسیار مهمی است که بوسیلهٔ آن می‌توان ازت غیرپروتئینی اضافه شده به جیره‌های غذایی را اندازه‌گیری کرد و به عنوان ملاک تازگی پودر ماهی استفاده می‌شود (Halver, 2002). مهم‌ترین ترکیبات ازت فرار کل، تری‌متیل‌آمین و آمونیاک است که مقدار آنها در پودر ماهی با طولانی‌شدن مدت نگهداری، افزایش می‌یابد. مقدار ازت فرار کل قابل پذیرش در خوراک ماهی ۲۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم پودر ماهی است (تبرایی وخانقاهی ابیانه ،۱۳۸۸). افزایش ازت غیرپروتئینی بیش از این مقدار می‌تواند سبب بروز مشکلات گوارشی و مسمومیت گردد و در نهایت میزان تلفات مزرعه را افزایش دهد (Halver, 2002).مقادیر بدست‌آمده در مورد نمونه‌های By1 و By3 تا حدودی با این گزارش مطابقت دارد ولی سایر نمونه‌ها دارای میزان بالاتر ازت فرار بودند و فاکتورهای ریسک مذکور در آنها بالاتر است.بالا بودن ازت فرار خوراک می تواند بر فساد ماهی هم اثر گذار باشد.در میان مواد غذایی مختلف ، ماهی به عنوان یکی از فساد پذیرترین مواد غذایی در نظر گرفته می شود. مصرف ماهی های خراب می تواند به طور جدی بر سلامت مصرف کننده تأثیر بگذارد. بنابراین ، برای ارزیابی و نظارت بر کیفیت و ایمنی این غذای دریایی ارزشمند و در عین حال فاسدشدنی، تشخیص سریع و غیر مخرب طراوت یک کار ضروری است(Mousavi-nasb و همکاران،۲۰۲۱).

جدول ۱- میانگین (± انحراف معیار) قطر (میلی‌متر)، چکالی (گرم بر لیتر)، خاکه (درصد) و ازت فرار کل (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) جیره‌های غذایی (پلت و اکسترود) تجاری کارخانجات مختلف تولید غذای ماهی) قزل آلای رنگین کمان به همراه کلاسه‌های وزنی پیشنهادی و قطر موردانتظار(n=۳)

کارخانه	نوع خوراک	کلاسه وزنی (گرم)	خاکه (درصد)	چگالی (گرم بر لیتر)	قطر سنجیده شده (میلی‌متر)	قطر مورد انتظار (میلی‌متر)	ازت فرار کل (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)
Be1	پلت	۲۰۰ - ۸۰	۰/۶۰±۰/۰۷^{d}	۶۲۴/ ۰۰± ۵/۶۶^{i}	۴/۴۳ ±۰/۱۴^{b}	۴	۵۸/۹۵±۰/۲۱^{e}
Be2	پلت	۷۰۰ - ۲۰۰	۰/۳۰±۰/۰۷^{c}	۶۳۴/۰۰ ±۲/۸۳^{j}	۵/۴۷ ± ۰/۱۷^{e}	۵	۷۴/۰۰±۱/۴۱^{h}
By1	اکسترود	۱۵۰ - ۷۵	۰/۲۳±۰/۰۴^{abc}	۴۹۰/۲۰ ±۳/۱۱^{e}	۴/۸۴ ± ۰/۲۰^{c}	۴/۸ -۴/۶	۴۰/۱۰±۱/۲۷^{a}
By2	اکسترود	۳۰۰ - ۱۵۰	۰/۲۰±۰/۰۰۱^{abc}	۴۹۱/۰۰ ±۱/۴۱^{e}	۵/۸۹ ± ۰/۲۰^{f}	۶/۴ -۶/۲	۵۵/۸۰±۰/۲۸^{d}
By3	اکسترود	۱۰۰۰ - ۳۰۰	۰/۲۰±۰/۰۷^{abc}	۴۷۱/۰۰±۱/۴۱$_{d}$	۶/۸۹ ± ۰/۱۵^{h}	۷ - ۶/۸	۳۹/۷۳±۰/۷۴^{a}
F2	اکسترود	۲۵۰ - ۱۰۰	۰/۱۸±۰/۰۴^{ab}	۴۱۹/۲۰±۱/۱۳^{a}	۶/۹۰ ±۰/۱۶^{h}	۵ - ۴/۵	۶۴/۲۵±۰/۲۱^{f}
F3	اکسترود	۱۰۰۰ -۲۵۰	۰/۲۳±۰/۰۴^{abc}	۴۱۸/۶۰±۰/۸۵^{a}	۷/۹۸ ± ۰/۳۸^{i}	۶ - ۵/۵	۵۸/۶۵±۰/۹۲^{e}
K1	اکسترود	۱۲۰ - ۴۰	۰/۱۳±۰/۰۴^{a}	۴۲۲/۰۰±۲/۸۳^{a}	۵/۶۴ ± ۰/۴۳^{e}	۴ ±۰/۳	۵۳/۱۰±۰/۱۴^{c}
K2	اکسترود	۲۵۰ - ۱۲۰	۰/۱۵±۰/۰۷^{a}	۴۵۰/۰۰±۸/۴۹^{b}	۶/۹۴ ± ۰/۴۰^{e}	۵ ±۰/۳	۵۱/۵۵±۰/۰۷^{c}
K3	اکسترود	۵۰۰ - ۲۵۰	۰/۱۸±۰/۰۴^{ab}	۴۶۲/۰۰±۲/۸۳^{c}	۹/۰۱ ± ۰/۲۱^{j}	۶ ±۰/۳	۴۷/۸۰±۰/۲۸^{b}
M1	اکسترود	۱۲۰ - ۵۰	۰/۱۳±۰/۰۴^{a}	۵۷۵/۶۰±۳/۳۹^{h}	۴/۰۶ ± ۰/۹۷^{a}	۳/۷	۵۸/۹۰±۰/۱۴^{e}
M2	اکسترود	۳۵۰ - ۱۲۰	۰/۲۳±۰/۰۴^{abc}	۵۳۱/۰۰±۱/۴۱^{f}	۵/۱۲ ± ۰/۱۵^{d}	۵	۵۸/۱۵±۰/۲۱^{e}
M3	اکسترود	۸۰۰ - ۳۵۰	۰/۲۸±۰/۰۴^{bc}	۵۵۱/۶۰±۲/۲۶^{g}	۶/۱۳ ± ۰/۱۴^{g}	۶/۵	۷۰/۰۰±۱/۴۱^{g}
سطح معنی داری			۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱		۰/۰۰۰۱

* مقادیر با حروف غیر مشترک در هر ستون در سطح آماری ۵٪ تفاوت آماری معنی‌داری با هم دارند (P<۰/۰۵)

بسیاری از نمونه‌های جمع‌آوری شده میزان خاکهٔ مناسبی داشتند و این میزان با استانداردهای توصیه شده تا حدودی همخوانی داشت. چگالی ذرات جیره‌های غذایی اکسترود با استانداردهای توصیه شده مطابقت داشت ولی چگالی جیره‌های پلت سرد تا حدودی از استاندارد توصیه شده بیشتر بود. همچنین قطرذرات خوراک بدست آمده در اکثر نمونه‌ها با اندازه‌های توصیه شده و درج شده بر روی کیسه‌ها تا حدودی مطابقت می‌کرد به جز جیره‌های غذایی F2، F3، K1، K2 وK3. در مقایسه کلی جیره‌های غذایی مشاهده می‌شود که خوراک‌های اکسترود از کیفیت فیزیکی مطلوبتری نسبت به خوراک‌های پلت سرد برخوردارند. میزان ازت فرار کل خوراک‌ها از استانداردهای توصیه شده بالاتر بود به غیر از نمونه‌های By1 و By3 ، تولیدکنندگان خوراک ماهی قزل‌آلای رنگین کمان و مسئولان مربوطه در خصوص بالا بودن میزان ازت فرار کل باید پیگیری‌های دقیق و منظم‌تری را اتخاذ نمایند.

توصیه ترویجی

۱. کاهش کیفیت فیزیکی خوراک ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، موجب افزایش قلمروطلبی ماهی و هزینه‌های اقتصادی مزرعه‌داران می‌گردد.

۲. افزایش ازت فرار کل خوراک‌ها سبب بروز خسارت‌های جبران‌ناپذیر در سطح مزرعه می‌شود، ازاین‌رو توصیه می‌گردد که یک واحد تحقیقاتی متخصص تولیدات جیره‌های غذایی آبزیان درکارخانه‌ها، بر مراحل تولید جیره‌ها نظارت مستمر داشته باشند.

۳. با بهبود کیفیت فیزیکی و بیوشیمیایی جیره‌های غذایی تولیدی توسط کارخانه‌های خوراک آبزیان از اثرات نامطلوبی که کیفیت نامناسب جیره‌ها بر تولید ماهی و محیط زیست می‌گذارد، جلوگیری شود.

۴. مدیریت مناسب تری در استفاده مواد خوراکی با کیفیت مناسب و تازه در جیر ه های غذایی ماهیان قزل آلای رنگین کمان برای مراحل مختلف پرورش در کارخانه های مذکور اعمال گردد.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با همکاری بخش تحقیق و توسعه شرکت ماکیان فسفات به انجام رسیده است، که بدین وسیله محققین، کمال تشکر و قدردانی را می‌نمایند.

منابع

افشار مازندران، ن. (۱۳۸۱). راهنمای عملی تغذیه و نهاده‌های غذایی و دارویی آبزیان در ایران. انتشارات نوربخش.چاپ دوم.تهران.۲۱۶ صفحه.

سالنامه آماری شیلات ایران۱۳۹۸-۱۳۹۳. (۱۳۹۹). دفتر برنامه و بودجه سازمان شیلات ایران. دفتر برنامه و بودجه. انتشارات تصویر گیلان.

سلیمی، ب. (۱۳۹۱). بررسی اثرات سطوح مختلف ازت فرار تام جیره غذایی بر روی رشد و بازماندگی ماهی قزل آلای رنگین کمان. مجله تحقیقات آزمایشگاهی دامپزشکی. دوره ۴ (۱). ۷۷-۷۴.

تبرایی، ه. خانقاهی ابیانه، ح. (۱۳۸۸). دستور العمل اجرایی کنترل و نظارت بهداشتی فرآورده های خام دامی.انتشارات سازمان دامپزشکی کشور.

شادنوش، غ. پیرعلی، ا. (۱۳۹۵).کنترل کیفیت برخی از جیره‌های غذایی ماهی قزل آالی رنگین کمان در استان چهارمحال و بختیاری. مجله تحقیقات دامپزشکی. شماره ۷۱ (۳) : ۲۶۹-۲۶۳.

گدارد، ا . (۱۳۸۱). مدیریت تغذیه در پرورش متراکم آبزیان. انتشارات معاونت تکثیر و پرورش آبزیان. تهران. ایران. ۱۹۰ صفحه.

یوسفیان فیروزکندیان، ش، غلام پور، س، و آذری، ع.ح. (۱۳۸۴). بررسی نسبت و نوع پروتئینی غذای دست ساز و کارخانه‌ای ماهی قزل آلای مزارع استان مازندران. ششمین همایش علوم و فنون دریایی. تهران. ایران.

AOAC.(2012).Official Methods of Analysis.17th (Ed).off.Anal.Chem.,Washington,DC

Evans, A. J., Cleeson,V.P.,Mc Cann ,S.L.(1998).Manual for the Measurement of Aquaculture feed pellet quality.North Ryde,NSW1670.Australia.23pp

Halver , J.E. ,Hardy,R.w.(2002).Fish nutrition. 3.rd(Ed).Academic press. new York.

Hardy, R.W., Castro, E. (1994) Characteristics of the Chilean salmonid feed industry. Aquaculture. 124: 307-320.

Kaushik, S.J., Medale, F. (2000) Energy requirements, utilization and dietary supply to salmonids.

Aquaculture. 124: 81-97.

Moosavi-Nasab, M., Khoshnoudi-Nia, S., Azimifar,Z., Kamyab,S.2021.Evaluation of the total volatile basic nitrogen (TVB-N) content in fish fillets using hyperspectral imaging coupled with deep learning neural network and meta-analysis.Scientific Reports.11.5094.

Moren, M., Suontama, J., Hemre, G.I., Karlsen, Ø., Olsen, R.E., Mundheim, H., Julshamn, K. (2006) Element concentrations in meals from krill and amphipods, possible alternative protein sources in complete diets for farmed fish. Aquaculture. 261: 174-181.

NRC. (2011) Nutrient Requirement of Fish and Shrimp. Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture, National Research Council, National Academy press, Washington, D.C., USA. p. 392.

Zar,J.H. (1999). Biostatistical Analysis. New Jersy, USA. Prentice, Inc.

Terjesen, B.F., Lee, K.J., Zhang, Y., Failla, M.,Dabrowski K. (2006) Optimization of dipeptideprotein

mixtures in experimental diet formulations for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) alevins. Aquaculture. 254: 517-525.