گواهینامه پذیرش، ارائه مقاله و حضور در همایش

تاریخ صدور: ۱۴۰۱/۱۲/۱۱

کد احراز اصالت: HG1401_61465

بدینوسیله گواهی می گردد مقاله تحت عنوان:

مروری بر روش های فرمولاسیون جیره غذایی گونه های آبزی با تاکید بر نسبت کربوهیدرات به انرژی در راستای بهبود شاخص های زیستی

ارائه شده توسط: محمد جواد نورآبادی ، امید صفری

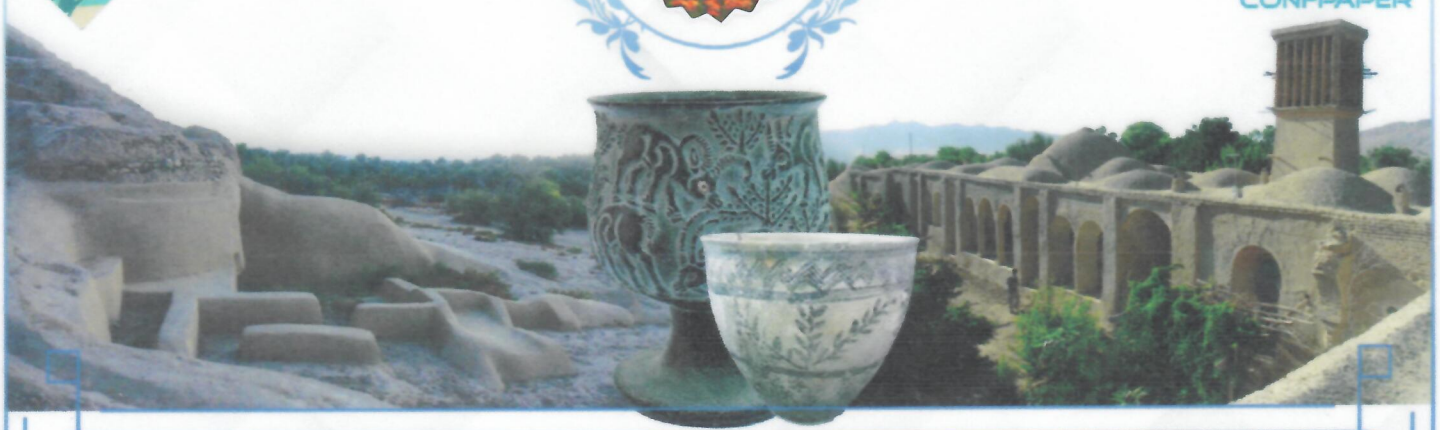
در **هفتمین همایش ملی یافته های نوین در علوم کشاورزی، محیط زیست و منابع طبیعی پایدار** که در تاریخ **۱۱ اسفند ۱۴۰۱** در شهر جیرفت برگزار شد، مورد پذیرش کامل بوده و در مجلات علمی پژوهشی همایش به چاپ رسیده است.

در همین راستا، موفقیت و توفیق روز افزون نویسنده را در پیشبرد امور علمی کشور عزیزمان از خداوند متعال خواستاریم.

- کلیه مقالات تایید شده این همایش در کتاب الکترونیکی مجموعه مقالات به صورت تمام متن چاپ و نمایه می گردد.
- کلیه مقالات پذیرفته شده این همایش در پایگاه سیویلیکا نمایه می گردد.

مهندس امیر میرزائی
رئیس همایش

دکتر محمد نصری
دبیر علمی همایش



2 March 2023 ۱۱ اسفند ۱۴۰۱
hgconf6.ir
هفتمین همایش ملی یافته های نوین در
علوم کشاورزی، محیط زیست و منابع طبیعی پایدار
Seventh National Conference on New Findings in
AGRICULTURE, ENVIRONMENT AND SUSTAINABLE NATURAL RESOURCES

مروری بر روش های فرمولاسیون جیره غذایی گونه های آبزی با تاکید بر نسبت کربوهیدرات به انرژی در راستای بهبود شاخص های زیستی

محمد جواد نورآبادی*[1]، امید صفری[2]

1-گروه علوم و مهندسی شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد
(nourabadi.mohammadjavad@mail.um.ac.ir)
2-گروه علوم و مهندسی شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد
(omidsafari@um.ac.ir)

نویسنده اول، نویسنده مسئول* می باشد.

چکیده

تغذیه، درصد غذادهی، دمای‌آب و اندازه ماهی از جمله عواملی هستند که قابلیت تولید تجاری ماهیان را تعیین می کنند. لذا به منظور افزایش بازده تولید و فراهم آوردن سوددهی بیشتر، ارزیابی اقتصادی تغذیه و تعیین نیازهای غذایی ماهیان ضروری است. برای تولید تجاری و کارآمد، مدیریت قوی، شرایط مناسب پرورش، غذادهی با جیره‌های مناسب که حاوی ترکیبات ارزان‌تر و در عین حال مؤثر بر رشد مطلوب و کمترین مقدارضریب تبدیل غذایی‌را داشته باشد، ضروری به نظر می‌رسد. اگر در جیره، پروتئین در سطح مطلوب و مطابق با نیاز ماهی وجود داشته باشد، اما جیره دارای انرژی کافی (کربوهیدرات و چربی) نباشد، بخشی از پروتئین به جای تشکیل بافت و رشد، صرف تامین انرژی در ماهیان می‌گردد و آبزی به رشد و تولید مورد انتظار نمی‌رسد. تعیین سطح بهینه کربوهیدرات در جیره غذایی ماهیان ضروری است تا کاتابولیسم پروتئین به منظور تامین انرژی کاهش یابد و برای سوخت و ساز به طور حد واسط از سایر ترکیبات زیستی مهم استفاده شود. از سمتی دیگر چون کربوهیدرات ارزان ترین منبع انرژی به شمار می‌آید و در سطح گسترده ایی در غذای حیوانات اهلی به کار می‌رود، علاقه بسیار شدیدی برای افزودن آن به غذای ماهیان وجود دارد تا هزینه های غذا کاهش یابد. استفاده از منابع مختلف کربوهیدرات به گونه ماهی، منبع کربوهیدرات، سطح مورد استفاده، منشاء گیاهی آن، شرایط فرآوری، فیزیولوژی دستگاه گوارش ماهی، ساختار فیزیکی و پیچیدگی مولکول های کربوهیدرات و دمای آب بستگی دارد. با توجه به ارزان بودن، فراوانی و در دسترس بودن منابعی چون گلوکز و نشاسته ذرت، انتظار می‌رود تمرکز و تحقیقات بیشتری پیرامون تاثیر سطوح مختلف منابع کربوهیدراتی بر کارآیی رشد و ترکیب لاشه انجام پذیرد.

کلمات کلیدی : آبزی، رشد بهینه، فرمولاسیون، انرژی ناخالص، کربوهیدرات

مقدمه

کربوهیدرات ها فراوان ترین دسته از مواد مغذی انرژی زا هستند که از نظر اقتصادی در فرمولاسیون جیره های غذایی ماهیان تجاری ضروری هستند اما توانایی ماهیان پرورشی برای استفاده از انرژی به اشکال قابل هضم کربوهیدرات ها بر اساس عادات تغذیه، ویژگی های آناتومیکی-فیزیولوژیکی و شرایط پرورش متفاوت است. به ویژه ماهیان گوشت‌خوار در استفاده از کربوهیدرات های غذایی ضعیف در نظر گرفته می‌شوند که عمدتاً به دلیل نرخ پایین جذب گلوکز از روده و پاکسازی آهسته گلوکز خون است. از این رو، موضوع اکثر مطالعات با تمرکز بر تغذیه و متابولیسم کربوهیدرات می‌باشد.

از سوی دیگر، روندهای تغییر در فرمولاسیون خوراک ماهی با سطوح مختلف استفاده از مواد گیاهی، همواره کربوهیدرات‌های بیشتری را معرفی می‌کند و استراتژی فرآیندهای هضم و جذب را در ماهی ضروری می‌سازد. لذا محققین تمام تلاش خود را در زمینه استفاده از کربوهیدرات های غذایی در جیره غذایی ماهی ها با توجه به عواملی مانند:

1) عوامل مختلف بیولوژیکی، تغذیه ای و محیطی موثر بر استفاده از کربوهیدرات ها، تفاوت‌های ژنوتیپی، تحرک و فعالیت پایدار، تاثیر متقابل سایر اجزای رژیم غذایی، ویژگی های منبع کربوهیدرات، ژلاتینه شدن، فرآیند پخت غذا و تغییرات در رژیم حرارتی

2) مراحل ذاتی محدودکننده که با سازگاری کم در ظرفیت های گوارشی و انتقال گلوکز شروع می شود همچون هموستاز ضعیف گلوکز، مکانیسم‌های تشخیص وتمایز گلوکز، انرژی و مواد مغذی، کمبودهای تنظیمی در متابولیسم واسطه‌ای کبدی و استفاده ضعیف از گلوکز در بافت‌های محیطی

3) رویکردهای امیدوارکننده آینده برای افزایش استفاده از کربوهیدرات در ماهیان مانند برنامه‌ریزی تغذیه در اوایل دوران لاروی، انتخاب ژنتیکی، تنظیم دقیق تعادل درشت مغذی‌های غذایی و ترویج استفاده از پروبیوتیک های مفید در تعامل با باکتری های دستگاه گوارش (Gule and Geremew, 2022).

افزایش پرورش ماهی تیلاپیا منجر به توسعه و بهبود فرمولاسیون های غذایی شده است. مواد مغذی بخشی از رژیم غذایی ماهی را تشکیل می دهد و برای تنظیم متابولیسم، به حداکثر رساندن رشد، تولید مثل و سلامت ماهی حیاتی هستند. بیش از 40 مورد از این مواد مغذی مورد نیاز ماهی است که نیاز به مواد مغذی متناسب با سن، وزن و ترکیب بدن ماهی متفاوت خواهد بود.

این مواد مغذی در طی فرآیند هضم غذا آزاد می‌شوند و بسته به مقدار مورد نیاز می‌توانند به درشت مغذی‌ها (پروتئین‌ها، لیپیدها و کربوهیدرات‌ها) و ریز مغذی‌ها (ویتامین‌ها، مواد معدنی) دسته بندی شوند. مهم است که این مواد مغذی در مقادیر مناسب تامین شوند تا عملکرد و کارآیی آنان بهینه شود (Ren *et al*., 2021).

در جهت افزایش کارآیی خوراک مصرفی توسط آبزیان پرورشی، افزودنی هایی شامل: آنزیم‌ها، پریبیوتیک‌ها، پروبیوتیک‌ها، هورمون‌ها، محرک‌های تغذیه و آنتی اکسیدان‌ها استفاده میشود. برخی از این افزودنی‌ها، به ویژه با منشاء گیاهی، شامل عوامل ضدتغذیه هستند که می‌توانند ارزش غذایی خوراک را کاهش دهند. به عنوان مثال، 70 درصد فسفر در منابع غذایی گیاهی به صورت فیتات موجود است که باید با آنزیم فیتاز هیدرولیز شود تا فسفر معدنی، اینوزیتول و سایر مواد مغذی آن آزاد شود.

با این حال، ماهی فاقد فیتاز روده ای برای هیدرولیز فیتات در طول مدت زمان هضم است. از این رو، فسفر موجود در جیره غذایی آن‌ها به آسانی برای استفاده ماهیان پرورشی در دسترس نمی‌باشد. وجود فیتات‌ها در غذای ماهی همچنین دسترسی به پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، فراهمی زیستی سایر مواد معدنی مانند مس، آهن، روی، کلسیم، منیزیم و منگنز کاهش می‌یابد.

مطالعات قبلی نشان داده است که مکمل رژیم غذایی با آنزیم فیتاز می تواند یک راه حل موثر باشد (Mass *et al*. 2017). فیتاز به منظور بهبود هضم پروتئین و در دسترس بودن مواد معدنی مانند فسفر و کلسیم و همچنین بهبود استفاده از آنها ضروری است. این به بهبود کیفیت خوراک و متعاقباً رشد ماهی تیلاپیا کمک می کند. کارایی آنزیم فیتاز به روش فرآوری خوراک بستگی دارد و بایستی در دمای بهینه قرار بگیرد و کارایی آن نیز به سازگاری آن با فیزیولوژی ماهی بستگی دارد.

لیپیدها و کربوهیدرات ها منابع غیر پروتئینی در رژیم غذایی هستند که در مصرف پروتئین به عنوان منبع انرژی برای رشد ماهی نقش دارند و همچنین نشان داده شده است که سلامت ماهی و وضعیت آنتی اکسیدانی را تعدیل می‌کنند. لیپیدها می توانند به خوبی توسط اکثر گونه های آبزیان به عنوان منابع انرژی و اسیدهای چرب مورد استفاده قرار گیرند اما مقادیر اضافی چربی در جیره به طور کلی دشواری تولید خوراک را افزایش می‌دهد و باعث ایجاد استرس اکسیداتیو و مهار رشد در گونه‌های ماهی می‌شود.

کربوهیدرات ها به عنوان منبع انرژی در جیره غذایی آبزیان محسوب شده و همچنین به عنوان اتصال دهنده (بایندر) برای بهبود کیفیت خوراک استفاده می‌شوند. همچنین کربوهیدرات موجود در جیره آبزیان باعث کاهش هزینه نهایی جیره غذایی آبزیان می‌شود. با این حال، در مقایسه با دام، ماهی‌ها توانایی استفاده از کربوهیدرات ضعیفی دارند و مطالعات

متعدد نشان می‌دهد که مصرف بیش از حد کربوهیدرات در جیره غذایی منجر به کاهش رشد، اختلالات متابولیک، آنتی اکسیدان کبدی و پاسخ‌های ایمنی ضعیف در ماهی می‌شود. در تغذیه ماهیان 33 گرمی به‌مدت 60 روز با 6 نوع جیره غذایی حاوی سطوح مختلف نشاسته ذرت (10-33/5 درصد) و روغن ماهی (11-1 درصد)، نشان داد که شاخص کبدی و محتوای گلیکوژن به طور مثبت با نسبت (CHO:L) جیره غذایی مرتبط بود و محتوای چربی کل بدن با افزایش نسبت (CHO:L) جیره غذایی کاهش یافت. همچنین فعالیت آلانین آمینوترانسفراز پلاسما و آسپارتیک ترانس آمیناز و محتوای پروتئین کل، آلبومین، تری گلیسرید تام و گلوکز در بین گروه‌های جیره غذایی مشابه بود. کمترین میزان کلسترول تام در ماهیان تغذیه شده با بیشترین نسبت CHO:L جیره مشاهده شد (Kamalam *et al.*, 2016).

1- عوامل موثر بر متابولیسم و مصرف کربوهیدرات جیره غذایی آبزیان

1-1- دما

فیزیولوژی ماهی ها همیشه با دما مرتبط است زیرا آنها گرما دوست هستند. در نتیجه، تغییرات دما می‌تواند بر میزان هضم و بازده جیره غذایی آبزیان تاثیز مستقیم داشته باشد. از نظر استفاده از کربوهیدرات، افزایش دمای آب پرورش در محدوده بهینه اغلب برای بهبود فعالیت آمیلاز شناخته شده است. مسلم است که متابولیسم انرژی تحت تأثیر تعامل بین دما و منابع انرژی غیر پروتئینی (کربوهیدرات و لیپید) قرار می گیرد. ماهیان گرمابی دارای مزیت در زمینه استفاده از کربوهیدرات نسبت به ماهیان سردابی هستند. به عنوان مثال، یک مطالعه مقایسه‌ای در میان ماهیان گوشت‌خوار نشان داد مارماهی‌های اروپایی آب گرم در مقایسه با ماهی قزل آلای رنگین‌کمان پتانسیل بیشتری در زمینه افزایش متابولیسم جیره‌های غنی از کربوهیدرات دارند (Mass *et al*. 2017).

1-2- شوری

میزان ذخایر انرژی به طور غیرمستقیم مرتبط با نیاز و متابولیسم اندام های تنظیم کننده اسمز است. ارتباط متقابل بین تنظیم اسمزی و کربوهیدرات های غذایی در مقاله تحقیقاتی ماهی آزاد اقیانوس اطلس، بیشتر اثبات شد.

3-1- شنای مداوم ماهی

مشخص شد که شنای مداوم باعث کاهش هیپرگلایسمی پس از صرف غذا در ارتباط با مصرف جیره غذایی با کربوهیدرات بالا (30 درصد نشاسته قابل هضم) در ماهی قزل آلای رنگین کمان می شود. این امر مربوط به افزایش اکسیداسیون گلوکز و بهبود رسوب پروتئین، لیپید و گلیکوژن در ماهیچه های اسکلتی قرمز و سفید است (Kamalam *et al*., 2016).

دلایل احتمالی کاهش هیپرگلایسمی از افزایش مصرف اکسیژن در حین شنا، که می تواند حدود دو برابر مصرف ماهی قزل آلای در حال استراحت باشد، که منجر به افزایش متابولیسم انرژی و استفاده از گلوکز خون به عنوان سوخت می شود. بنابراین می توان از فعالیت شنا به عنوان یک محرک متابولیک برای افزایش مصرف کربوهیدرات در رژیم غذایی در ماهیان پرورشی استفاده کرد.

2- هضم نشاسته و انتقال گلوکز روده و کبد

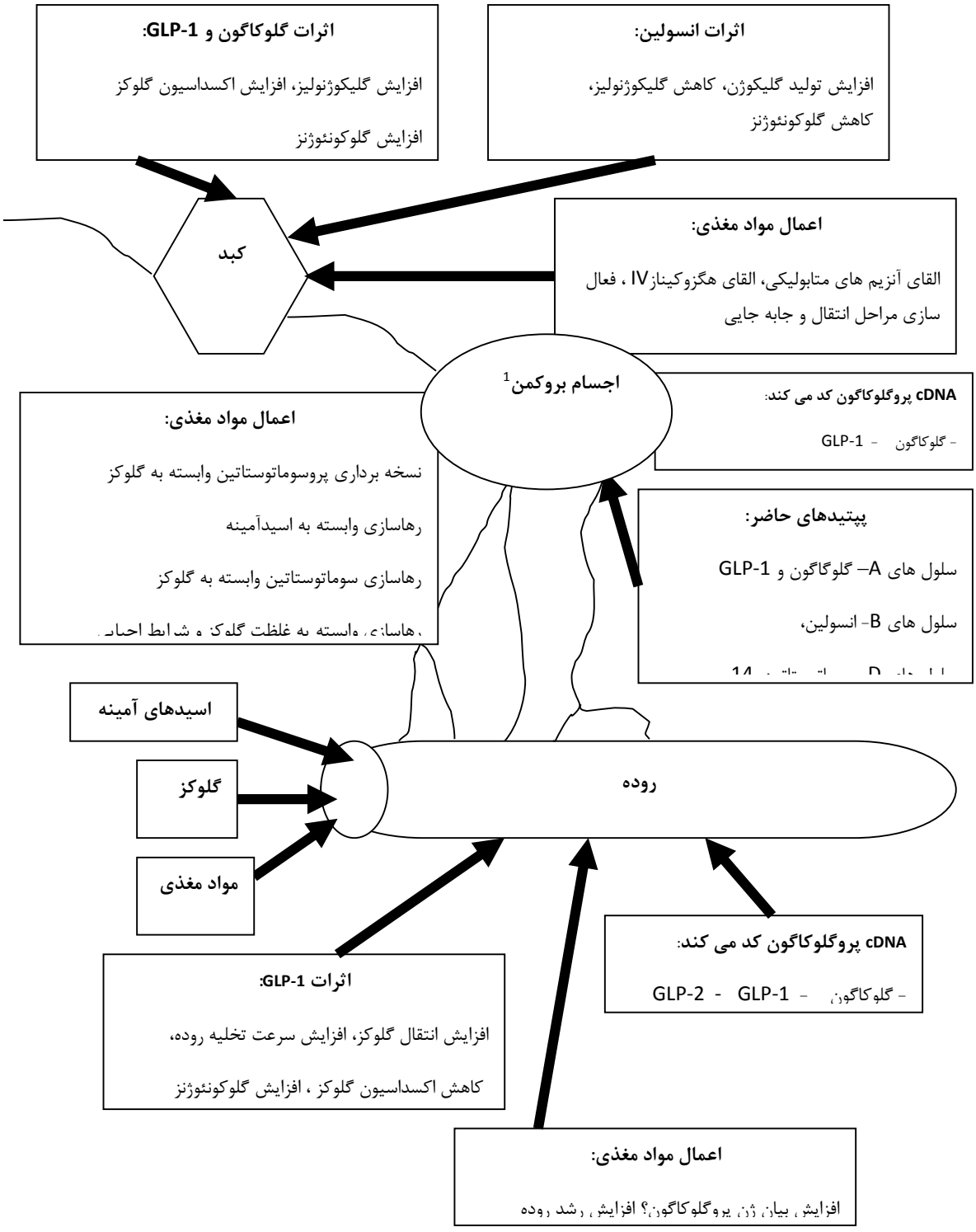
علی‌رغم تغییرات زیادی در آناتومی ساختاری و عملکردی دستگاه گوارش، همه گونه‌های ماهی که تا به امروز مورد بررسی قرار گرفته‌اند، دارای دستگاه آنزیمی برای هیدرولیز و جذب کربوهیدرات‌های ساده و پیچیده‌تر هستند. اجزای نشاسته، آمیلوز و آمیلوپکتین توسط α-آمیلاز (یک اندوگلوکوزیداز ترشح شده توسط پانکراس اگزوکرین) به الیگوساکاریدهای کوتاه‌تر (دکسترین‌های زنجیره کوتاه، مالتوتریوز و مالتوز) هیدرولیز می‌شوند.

این باقیمانده‌ها بیشتر توسط آنزیم‌های مرزی مختلف (دی ساکاریدازها یا گلوکوزیدازها) به مونوساکاریدهای تشکیل دهنده آن‌ها (عمدتاً گلوکز) هیدرولیز می‌شوند که می‌توانند در سراسر پرزها منتقل شوند (Mass *et al*. 2017). در میان آبزیان مختلف، میزان کل فعالیت کربوهیدرازی در ماهیان گوشت‌خوار مانند سالمون اقیانوس اطلس، قزل آلای رنگین کمان، ماهی باس اروپایی و ماهی گیتی به ترتیب 9، 22، 31 و 33 درصد است (Mass *et al*. 2017). با وجود فعالیت بالای کربوهیدرازی در این‌گونه ماهیان، مهار فعالیت آمیلاز توسط سطوح بالای کربوهیدرات را می‌توان به جذب نشاسته خام با آنزیم، حضور احتمالی مهارکننده های آمیلاز و تسریع انتقال روده نسبت داد (Mass *et al*. 2017). بنابراین هضم و جذب گلوکز روده ای به عنوان یک عامل محدود کننده اولیه برای استفاده موثر از یک رژیم غذایی غنی از کربوهیدرات در ماهیان گوشت‌خوار است. با این وجود، توجه به این نکته مهم است که کاربرد کلی کربوهیدرات ها به عنوان منبع انرژی تنها به قابلیت هضم آن مرتبط نیست. حتی زمانی که نشاسته به خوبی هضم شود، استفاده متابولیکی از گلوکز جذب شده ممکن است کم باشد. کبد، مکان اصلی تولید چربی در ماهیان می باشد و کربوهیدرات های موجود

در کبد این فرآیند را کنترل می کنند (شکل1). لذا استفاده از کربوهیدرات ها و اسکلت کربنی آن ها در فرآیند تولید چربی، امری واضح است.اثر همپوشانی پروتئین با افزایش میزان تثبیت پروتئین اندازه گیری می شود و زمانی مشاهده می شود که کربوهیدرات ها به اشکال زیست فراهم (ژلاتینه شده) باشند. بنابراین، استنباط می شود در محدوده ای که نیاز متابولیکی (کاهش فعالیت گلوکونئوژنزی) تامین شود، باعث ایجاد شرایط غیر قابل تحمل نخواهد شد. علاوه بر ترکیب جیره غذایی و تفاوت گونه ای، عوامل دیگری مانند درجه حرارت ممکن است بر استفاده از کربوهیدرات ها موثر باشند (Hemre *et al*., 2002).

نتیجه گیری کلی

در صنعت آبزی پروری ارگانیک توجه به کاهش آلاینده های زیست محیطی حاصل از پساب‌های تولید گونه‌های آبزی و همچنین تولید اقتصادی از اهمیت ویژه ایی برخوردار است. در زمان فرمولاسیون جیره غذایی آبزیان باید به نسبت انرژی ناخالص مورد نیاز از منابع کربوهیدراتی و غیر کربوهیدراتی توجه نمود. در این رابطه توجه به نوع گونه آبزی (گوشت خوار، گیاه‌خوار، همه‌چیزخوار)، مرحله تکامل رشدی(لارو، بچه ماهی، پیش پروار،پروار و مولد) و فاکتورهای فیزیکی – شیمیایی آب محیط پرورش می‌تواند در زمان فرموله کردن جیره غذایی و استفاده از پلت‌های تولیدی بر عملکرد برنامه تولید گونه های آبزی تاثیر مستقیمی بگذارد.



شکل1- اثر متقابل مواد مغذی با محور روده- اجسام بروکمن- کبد ([1] توده های متعدد لوزالمعده درون ریز و برون ریز در بسیاری از ماهیان استخوانی را اجسام بروکمن گویند) (Hemre *et al.*, 2002)

مراجع

1. Gule, T. T., Geremew, A. 2022. Dietary strategies for better utilization of aquafeeds in tilapia farming. Aquaculture Nutrition. https://doi.org/10.1155/2022/9463307.
2. Hemre, G. I., Mommsen, T. P., Krogdahl, Å. (2002). Carbohydrates in fish nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. Aquaculture Nutrition, 8: 175-194.
3. Kamalam, S., B., Medale, F., Panserat, S. 2016. Utilization of dietary carbohydrates in farmed fishes: New insights on influencing factors, biological limitations and future strategies. Aquaculture. 467, 3-27.
4. Mass, R. M., Verdegem, M. C. J., M., Dersjant-Li, Y., Schrama, J. W. 2017. The effect of phytase, xylanase and their combination on growth performance and nutrient utilization in Nile tilapia. Aquaculture. 487: 7-14.
5. Ren, M., Liang, H., Ge, X., Chen, X., Mi, H., Ji, K. 2021. Effects of dietary carbohydrate-to-lipid ratio on growth performance, plasma parameters and hepatic antioxidant status in ide (*Leuciscus idus*, Linnaeus, 1758). Aquaculture Reports. 19, 100618.
6. Stone, D. A. J. (2003). Dietary carbohydrate utilization by fish. Reviews in Fisheries Science, 11 (4): 337-369.