

فرمولاسیون جیره غذایی و تغذیه‌ی ماهی صبیتی پرورشی

*(Sparidentex hasta)*منصور طرفی موزان‌زاده^{۱*}، جاسم غفله مرمری^۲، اسمعیل یقه^۱، مجتبی ذبایح نجف آبادی^۲

۱. ایستگاه تحقیقات ماهیان دریایی بندر امام خمینی، پژوهشکده آبی پروری جنوب کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، بندر امام خمینی، ایران

۲. پژوهشکده آبی پروری جنوب کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

چکیده

ماهی صبیتی یکی از گونه‌های کاندید جهت پرورش در خلیج فارس و دریای عمان است. از این رو تحقیقاتی در جهت فرمولاسیون جیره‌ی غذایی مناسب برای این گونه صورت گرفته است. نتایج این تحقیقات نشان داد که جیره غذایی ماهی صبیتی پرورشی حداقل باید حاوی ۴۸٪ پروتئین خام، ۱۵٪ چربی خام، ۱۵٪ کربوهیدرات و ۲۰ کیلوژول بر گرم انرژی باشد. علاوه بر آن میزان بهینه اسیدهای آمینه ضروری در جیره غذایی این گونه (بر اساس گرم بر ۱۶ گرم نیتروژن) برابر است با: آرژنین ۵/۳، لیزین ۶، ترئونین ۵/۲، هیستیدین ۲/۵، ایزولوسین ۴/۶، لوسین ۵/۴، متیونین و سیستئین ۴، فنیل آلانین و تیروزین ۵/۶، تریپتوفان ۱ و والین ۴/۶. همچنین، میزان مناسب اسیدهای چرب بلند زنجیره چند غیراشباع سری n-3 و مکمل لسیتین سویا در جیره غذایی این گونه به ترتیب ۰/۸٪ و ۶٪ پیشنهاد شد. حداکثر جایگزینی پودر ماهی با پروتئین سویا در جیره غذایی (ایزوله سویا و پودر سویا ۴۸٪) در حدود ۲۷/۳٪ می‌باشد. از سوی دیگر روغن‌های گیاهی برای جایگزینی کامل با روغن ماهی در جیره غذایی این گونه پیشنهاد می‌گردد. این گونه رشد جبرانی را در دوره‌های محدودیت‌های غذایی کوتاه مدت از خود نشان می‌دهد و بهترین نحوه‌ی غذایی در مرحله پرورشی این گونه تغذیه حداقل دو بار در روز تا حد سیری می‌باشد.

واژگان کلیدی: ماهی صبیتی، جیره غذایی، رشد، کارایی تغذیه، پرورش

مقدمه

ماهی صبیتی با نام علمی «*Sparidentex hasta*»، به دلیل سازگاری و تکثیر آسان در شرایط اسارت، رشد سریع و ارزش اقتصادی زیاد، به عنوان یکی از مهمترین گونه‌های ماهیان دریایی گرمسیری بومی جهت افزایش تنوع زیستی در آبروی پروری کشور و گسترش فعالیت‌های پرورش ماهی در قفس در خلیج فارس و دریای عمان مطرح می‌باشد. این ماهی یک گونه‌ی گوشتخوار بوده و در محیط طبیعی از ماهی‌های کوچک و نرم‌تنان تغذیه می‌کند و الگوی فعالیت آنزیم‌های گوارشی آن مشابه سایر ماهیان گوشتخوار با فعالیت آنزیم‌های پروتئولیتیک و لیپولیتیک زیاد، اما فعالیت آمیلولیتیک کم می‌باشد (Jahantigh, 2015). در سال ۲۰۱۳ میزان تولید این گونه در منطقه در حدود ۵۰۰ تن بوده، اما با ورود گونه‌های ماهی غیربومی نظیر باس آسیایی (*Lates calcalifer*) و سیم سرطلا (*Sparus aurata*) میزان تولید ماهی صبیتی از سال ۲۰۱۴ به شدت کاهش یافته است (FAO, 2016). در سال‌های اخیر ماهی صبیتی به‌طور منظم در ایستگاه تحقیقات ماهیان دریایی بندر امام خمینی (ره) در جهت افزایش ذخایر این گونه در آب‌های منطقه‌ای تکثیر شده و همچنین در جهت ترویج آبروی پروری ماهیان دریایی به قفس‌های دریایی و مزارع پرورش انتقال یافته است. دانستن نیازهای تغذیه‌ای یک گونه‌ی پیشنهادی برای آبروی پروری از مهمترین اقدامات در جهت فرمولاسیون جیره غذایی مناسب آن می‌باشد. در این جهت در سال‌های اخیر مطالعات قابل توجهی با هدف دانستن نیازهای تغذیه‌ای ماهی صبیتی در مرحله پرورش صورت پذیرفته است که در مقاله‌ی حاضر به مرور این مطالعات پرداخته خواهد شد.

نسبت پروتئین به انرژی

نیازهای پروتئین و انرژی یک گونه ماهی با یکدیگر ارتباط نزدیک دارند. به طوری که با تأمین مناسب انرژی جیره غذایی، کارایی پروتئین جیره غذایی افزایش یافته که نه تنها سبب صرفه جویی در مصرف منابع پروتئینی در جیره غذایی و به نوبه آن کاهش هزینه تولید جیره غذایی می‌گردد، بلکه منجر به

کاهش تولید مواد زاید آمونیاکی توسط ماهی در آب نیز خواهد شد. بنابراین تعیین نسبت مناسب بین پروتئین و انرژی جیره غذایی برای یک گونه‌ی آبروی بهتر از بیان نیاز مطلق پروتئین است. در سال‌های اخیر سه مطالعه جهت تعیین نسبت مناسب پروتئین به انرژی در جیره غذایی ماهی صبیتی صورت گرفته است. در مطالعه اول، اژدری و همکاران، (۱۳۹۳) یک طرح فاکتوریل با جیره‌های غذایی حاوی سه سطح پروتئین (۳۵٪، ۴۰٪ و ۴۵٪) و دو سطح انرژی (۱۷ و ۱۹ کیلو ژول بر گرم جیره غذایی) را بر ماهی صبیتی جوان با وزن اولیه ۳۷ گرم، به مدت هشت هفته اجرا نمودند. این محققان مشاهده نمودند که جیره حاوی ۴۰٪ پروتئین و ۱۹ کیلوژول انرژی دارای رشد بهتری (نرخ رشد ویژه معادل ۰/۷٪) نسبت به تیمارهای دیگر بوده است. در مطالعه‌ی دیگر مرمضی و همکاران (۱۳۹۶)، یک طرح فاکتوریل با جیره‌های غذایی حاوی چهار سطح پروتئین (۴۵٪، ۵۰٪، ۵۵٪ و ۶۰٪) و سه سطح انرژی (۲۰، ۲۲ و ۲۴ کیلو ژول بر گرم جیره غذایی) را بر ماهی صبیتی جوان با وزن اولیه ۲۸ گرم، به مدت هشت هفته اجرا نمودند. بهترین رشد (نرخ رشد ویژه معادل ۰/۹٪) در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۵۰٪ پروتئین و نسبت پروتئین به انرژی ۲۲/۷ کیلوژول بر گرم گزارش شد. در آخرین مطالعه، ماهیان صبیتی (با وزن اولیه ۵۱/۴ گرم) با چهار نوع جیره غذایی تجاری به مدت شش ماه تغذیه شدند و بهترین رشد با جیره غذایی حاوی ۴۸/۸٪ پروتئین و ۲۳/۴ کیلوژول بر گرم انرژی گزارش گردید (Hossain et al., 2014).

اسیدهای آمینه ضروری

تاکنون نیاز به ۱۰ اسید آمینه ضروری شامل آرژنین، هیستیدین، ایزولوسین، لوسین، لیزین، متیونین، فنیل آلانین، ترئونین، تریپتوفان و والین برای بیشتر ماهیان پرورشی توصیف شده است (NRC, 2011). اسیدهای آمینه ضروری مولکول‌هایی کلیدی در ساختمان پروتئین‌های ساختاری بدن بوده و نقش‌های کلیدی در تنظیم مسیرهای متابولیک نظیر انتقال پیام‌های سلولی، ایمنی، تنظیم اسمزی، اشتها، دفاع آنتی

بوده که تأمین کننده اسیدهای چرب ضروری، کلسترول، فسفولیپیدها و ویتامین‌های محلول در چربی برای رشد و حفظ سلامت آبی می‌باشند (NRC, 2011). در کنار چربی‌ها، کربوهیدرات‌ها به دلیل ارزان بودن، دسترسی زیاد و کاهش کاتابولیسم چربی‌ها و پروتئین‌ها برای تولید انرژی حائز اهمیت هستند. با این وجود ماهیان گوشتخوار توانایی اندکی در متابولیز سطح زیاد کربوهیدرات‌ها در جیره غذایی دارند که ممکن است منجر به افزایش شدید قند خون، اختلال در عملکرد کبد و در نهایت سرکوب سیستم ایمنی گردد (Alexander et al., 2011). از سوی دیگر سطوح زیاد چربی در جیره غذایی علاوه بر افزایش چربی لاشه، حساسیت بافت‌های بدن را به اکسیداسیون چربی افزایش داده که ممکن است در نهایت تأثیر منفی بر پاسخ‌های ایمنی و مقاومت در برابر بیماری‌ها داشته باشد (Rueda-Jasso et al., 2004). به این دلیل تعیین نسبت مناسب چربی‌ها و کربوهیدرات‌ها در جیره غذایی آبیان نه تنها باعث افزایش کیفیت محصول تولید شده می‌شود بلکه منجر به صرفه‌جویی در مصرف منابع پروتئین و چربی در جیره غذایی نیز خواهد شد. در این راستا، تحقیقی به مدت هشت هفته برای مقایسه اثرات چهار سطح مختلف نسبت کربوهیدرات به چربی (۰/۳، ۰/۶، ۱/۱ و ۱/۸) در جیره غذایی ماهی صبیتی ۱۵ گرمی صورت پذیرفت (Torfi Mozanzadeh et al., 2017b). نتایج این مطالعه نشان داد که سطوح مختلف کربوهیدرات به چربی در جیره غذایی ماهی صبیتی تأثیری بر رشد و کارایی جیره غذایی ندارد. محققان این مطالعه به این نتیجه رسیدند که سطوح چربی جیره غذایی بین ۱۵ تا ۲۰٪ و نسبت کربوهیدرات‌ها به چربی‌های جیره غذایی بین ۰/۶ تا ۱/۱ برای ماهی صبیتی پرورشی مناسب است، چرا که سطح بالای چربی جیره غذایی (جیره ۰/۳) منجر به افزایش شاخص‌های پراکسیداسیون چربی و آسیب‌های کبدی

اکسیدانی، دگردیسی، تولید مثل، تکامل سیستم عصبی، تکامل سیستم گوارش، پاسخ‌های استرسی و سرکوب رفتارهای تهاجمی در آبیان دارند (Li et al., 2009). بنابراین، تعیین نیازهای اسیدهای آمینه ضروری برای یک گونه ماهی کاندید در جهت فرمولاسیون جیره غذایی متعادل و مقرون به‌صرفه برای آن بسیار اهمیت دارد. بر این اساس، یک مطالعه شش هفته‌ای با روش حذف اسید آمینه برای تعیین نیاز به اسیدهای آمینه ضروری در جیره غذایی ماهی صبیتی (۴/۷ گرمی) صورت پذیرفت (Marammazi et al., 2017). در روش حذف اسید آمینه در واقع حذف هر کدام از اسیدهای آمینه ضروری از جیره غذایی منجر به کاهش ترسیب پروتئین (نیترژن) در بدن ماهی خواهد گشت، و بر اساس کاهش ترسیب نیترژن در بدن میزان نیاز به آن اسید آمینه در جیره غذایی برآورد می‌گردد (Peres and Oliva-Teles, 2009). بر این اساس محققان یازده جیره غذایی شامل جیره کنترل که در آن همه‌ی اسیدهای آمینه ضروری متعادل بوده و ۱۰ جیره غذایی دیگر که در هر کدام از آنها، یک اسید آمینه ضروری به میزان ۴۰٪ جیره کنترل کمبود داشت، فرموله شدند (Marammazi et al., 2017). نتیجه این مطالعه نشان داد که نیاز ماهی صبیتی به اسیدهای آمینه ضروری (گرم بر ۱۶ گرم نیترژن) با مقدارهای آرژنین ۵/۳، لیزین ۶، ترئونین ۵/۲، هیستیدین ۲/۵، ایزولوسین ۴/۶، لوسین ۵/۴، متیونین و سیستئین ۴، فنیل آلانین و تیروزین ۵/۶، تریپتوفان ۱ و والین ۴/۶ برابر است. کمبود هر کدام از اسیدهای آمینه ضروری در جیره غذایی منجر به کاهش معنی‌دار رشد و کارایی جیره غذایی و سرکوب پاسخ‌های ایمنی همورال در ماهی صبیتی گردید (Yaghoubi et al., 2017).

نسبت کربوهیدرات به چربی

چربی‌های مستخرج از منابع گیاهی و جانوری مهم‌ترین منبع انرژی در جیره غذایی بیشتر آبیان

فسفولیپیدها

به‌عنوان مهمترین بخش غشاءهای سلولی، فسفولیپیدها نقش مهمی در حفظ ساختار و عملکرد غشاءها و شکل‌گیری اندامک‌های سلولی دارند (Tocher et al., 2008). فسفولیپیدها همچنین در فرآیند هضم و جذب چربی‌ها به‌عنوان امولسیفایر عمل کرده و با تحریک سنتز لیپوپروتئین‌ها در روده، انتقال چربی‌ها را تسهیل نموده و مانع از تجمع چربی در بافت انتروسیت‌ها می‌شوند. علاوه بر آن، فسفولیپیدها منجر به افزایش کیفیت جیره غذایی از طریق جلوگیری از دست رفتن ریزمغذی‌های محلول در آب، به‌عنوان آنتی‌اکسیدان، ماده جاذب غذایی و تأمین‌کننده اینوزیتول، کولین، فسفر و اسیدهای چرب ضروری مورد نیاز ماهی می‌باشد (Tocher et al., 2008). در این میان، لسیتین سویا به دلیل دسترسی زیاد و نسبت تقریباً یکسان فسفولیپیدهای مختلف در آن منبعی آسان برای تأمین فسفولیپیدها در جیره غذایی آبزیان به‌شمار می‌رود. با این وجود لسیتین سویا غنی از اسید چرب لینولئیک اسید بوده و فاقد اسیدهای چرب ضروری است که در منابع فسفولیپیدی با منشأ دریایی فراوان می‌باشد (Tocher et al., 2008). جهت تعیین نیاز به فسفولیپیدهای جیره غذایی در ماهی صبیتی (با وزن اولیه ۳۷/۹ گرم)، مطالعه‌ای به مدت هشت هفته با چهار جیره حاوی سطوح مختلف لسیتین سویا (۰٪، ۳٪، ۶٪ و ۹٪) صورت پذیرفت (Pagheh et al., 2016). نتایج این مطالعه نشان داد که ماهیان صبیتی تغذیه شده با جیره حاوی مکمل لسیتین سویا دارای رشد بیشتری نسبت به جیره کنترل (۰٪) و ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی سطح لسیتین سویا ۶٪ دارای بیشترین میزان رشد نسبت به سایر تیمارها بود.

منابع پروتئین و چربی جایگزین

یکی از مهمترین تنگناهای آبی‌پروری پایدار، یافتن منابع پروتئین و چربی برای پودر و روغن ماهی است

و از سوی دیگر سطوح بالای کربوهیدرات جیره غذایی (جیره ۱/۸) منجر به افزایش قند خون و سرکوب پاسخ‌های ایمنی در این گونه شده است.

اسیدهای چرب ضروری

اسیدهای چرب ضروری شامل اسیدهای چرب بلند زنجیره چند غیراشباع ایکوزاپنتائوئیک اسید (EPA)، دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) و آراشیدونیک اسید (ARA) نقش‌های مهمی در فرآیندهای فیزیولوژیک و پروسه‌های بیوشیمیایی سلولی شامل تکامل سیستم عصبی، تنظیم اسمزی، رشد، تولید مثل، ایمنی و هورمون‌های درون‌ریز دارند. ماهیان دریایی توانایی بسیار اندکی در سنتز این مواد مغذی دارند، بنابراین این مواد مغذی در جیره غذایی آنها باید تأمین گردد (Tocher, 2010). علاوه بر این نسبت بین این اسیدهای چرب ضروری نیز بر فعالیت‌های فیزیولوژیک ماهیان مؤثر است (Tocher, 2010). سطح مناسب اسیدهای چرب ضروری سری n-3 شامل EPA و DHA در جیره غذایی ماهیان دریایی بین ۰/۵٪ تا ۲٪ وزن خشک جیره غذایی و نسبت مناسب بین این دو اسید چرب EPA/DHA بین ۲-۱ برآورد شده است (NRC, 2011). در این رابطه، محققان اثر پنج سطح مختلف اسیدهای چرب سری n-3 (۰/۱٪، ۰/۲٪، ۰/۴٪، ۰/۷٪ و ۱/۱٪) را بر ماهی صبیتی ۱۳ گرمی به مدت هشت هفته بررسی نمودند (Mozanzadeh et al., 2015). بر اساس نتایج رگرسیون خط شکسته، حداقل نیاز اسیدهای چرب ضروری در جیره غذایی ماهی صبیتی بین ۰/۶٪ تا ۰/۸٪ معین گردید. همچنین این محققان در مطالعه‌ای دیگر به این نتیجه رسیدند که زمانی که حداقل نیاز به اسیدهای چرب ضروری بلند زنجیره چند غیراشباع سری n-3 در جیره غذایی تأمین شود، نسبت بین اسیدهای چرب EPA/DHA اثری بر پارامترهای رشد و بازماندگی این گونه نخواهد داشت (Mozanzadeh et al., 2016b).

هیدرولیز شده اشاره کرد (Oliva-Teles et al., 2015).

از سوی دیگر ماهیان دریایی نیاز مبرم به اسیدهای چرب بلند زنجیره‌ی چند غیراشباع دارند و روغن ماهی تنها تأمین کننده‌ی این مواد مغذی در جیره غذایی آنهاست. اما ثابت ماندن میزان صید جهانی ماهیان پلاژیک، اثرات زیست‌محیطی طبیعی همانند «ال نینو» و رقابت برای استفاده از روغن ماهی در تغذیه دام‌های خشکی‌زی و همچنین مصارف انسانی منجر به افزایش شدید تقاضا و قیمت روغن ماهی شده است. همچنین رشد سریع صنعت آبی‌پروری و استفاده از جیره‌های غذایی پر انرژی برای ماهیان گوشتخوار منجر به تشدید این مشکل شده است (Nasopoulou and Zabetakis, 2012). اگر حداقل نیاز به اسیدهای چرب ضروری در جیره غذایی ماهیان تأمین شود می‌توان بین ۶۰٪ تا ۷۵٪ روغن ماهی جیره غذایی را با منابع چربی جایگزین نظیر روغن‌های گیاهی و چربی‌های حیوانی جایگزین نمود (Nasopoulou and Zabetakis, 2012). در این رابطه، محققان مطالعه‌ای را درباره جایگزینی نسبی (۵۰٪) و کامل (۱۰۰٪) روغن ماهی با منابع چربی دیگر (روغن آفتابگردان، روغن کانولا و پی حیوانی) بر ماهی صبیتی (با وزن اولیه ۱۴ گرم) انجام داده‌اند (Mozanzadeh et al., 2016). نتایج این مطالعه نشان داد که جایگزینی نسبی و کامل روغن ماهی با منابع روغنی گیاهی (روغن آفتابگردان و کانولا) تأثیر منفی بر کارایی رشد و تغذیه ماهی صبیتی ندارد به شرط آن که حداقل ۵٪ چربی کل جیره غذایی از طریق چربی موجود در پودر ماهی که حاوی اسیدهای چرب چند غیراشباع بلند زنجیره است، تأمین گردد. اما منبع چربی حیوانی (پی گوسفند) منجر به کاهش معنی‌دار رشد و کارایی تغذیه در این گونه گردید.

که به لحاظ اقتصادی به صرفه بوده و به لحاظ زیست‌محیطی نیز پاک باشد. از سوی دیگر کاهش ترکیبات غذایی دریایی در جیره غذایی برای ماهیان گوشتخوار نسبت به ماهیان همه چیزخوار یا گیاهخوار بسیار چالش‌برانگیز است. برای جایگزین کردن یک منبع پروتئینی با پودر ماهی در جیره غذایی باید جوانب مختلف از قبیل قیمت، میزان پروتئین، پروفیل اسیدآمینه، قابلیت هضم، کمبود یا عدم تعادل اسیدهای آمینه، مطبوعیت و میزان مواد ضد تغذیه‌ای مد نظر قرار گیرند (Hardy, 2010). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که در جیره غذایی ماهیان گوشتخوار می‌توان زمانی که از اسیدهای آمینه کریستاله به عنوان مکمل استفاده شود، بین ۲۰٪ تا ۶۰٪ پودر ماهی را با منابع مختلف گیاهی جایگزین نمود (NRC, 2011). در این راستا، مطالعه‌ای به مدت ۶۰ روز در مورد سطوح مختلف جایگزینی (۰٪، ۱۵٪، ۳۰٪، ۴۵٪، ۶۰٪ و ۷۰٪) پودر ماهی با پروتئین سویا (ایزوله سویا و پودر سویا ۴۸٪) در جیره غذایی ماهی صبیتی (با وزن اولیه ۱۶/۷ گرم) صورت پذیرفت (Yaghoubi et al., 2016). نتایج این مطالعه نشان داد که میزان تغذیه، رشد و کارایی جیره غذایی با افزایش سطح پروتئین سویا در جیره غذایی به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. بر اساس رگرسیون خط شکسته، حداکثر میزان قابل تحمل پروتئین سویا در جیره غذایی ماهی صبیتی در حدود ۲۷/۳٪ برآورد شد. محققان این مطالعه، وجود سطح بالای مواد ضدتغذیه‌ای در پروتئین سویا را دلیل کارایی کم پروتئین سویا در جیره غذایی ماهی صبیتی عنوان نمودند. از استراتژی‌های مهم در جهت جایگزینی پودر ماهی با منابع پروتئینی گیاهی در جیره غذایی ماهیان می‌توان به استفاده از مخلوط پروتئین‌های گیاهی، افزودن مکمل‌های جاذب تغذیه، اسیدهای آمینه ضروری کریستاله و همچنین آنزیم‌های گوارشی با منبع خارجی (مانند فیتاز) و پروتئین‌های

استراتژی تغذیه و رشد جبرانی

در مدیریت تغذیه آبی پروری، گرسنگی ممکن است به عنوان ابزاری برای کاهش استرس دستکاری (همانند حمل و نقل ماهی، درمان دارویی و قرنطینه)، کاهش مرگ و میر در اثر بیماری‌ها و بهبود شرایط کیفی آب به کار برود. همچنین گرسنگی ممکن است برای اهداف تولید نظیر بالا بردن کیفیت ترکیب لاشه و خودداری از تولید مازاد نیز استفاده گردد (Davis and Gaylord, 2011). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که ماهیان قادر هستند دوره‌های گرسنگی یا شرایط بد تغذیه‌ای را از طریق کاهش هدر رفت انرژی و اختصاص دادن انرژی و مواد مغذی بدن برای حفظ فعالیت‌های فیزیولوژیک حیاتی (همانند تنظیم اسمزی، تنفس و عملکرد مغز) از طریق کاهش وزن تحمل کنند (McCue, 2010). این محدودیت‌های تغذیه‌ای منجر به تحریک فرآیند رشد جبرانی، افزایش کارایی تغذیه و کاهش مدت زمان تولید بعد از شروع تغذیه نرمال در ماهی خواهد شد (McCue, 2010). افزایش اشتها یا پرخوری، افزایش کارایی سنتز پروتئین در بدن و تغییر ترشح هورمون‌های درون‌ریز برای تنظیم تغییرات ایجاد شده در شرایط تغذیه‌ای از دلایل مهم رشد جبرانی پس از دوره‌های گرسنگی است (Davis and Gaylord, 2011). در ارتباط با استراتژی‌های تغذیه و رشد جبرانی در ماهی صبیتی تا کنون دو تحقیق صورت گرفته است. در مطالعه‌ی اول ملایم رفتار و همکاران، (۱۳۹۰) دوره‌های مختلف محرومیت غذایی و تغذیه مجدد را بر ماهی صبیتی (با وزن اولیه ۲۸/۵ گرم) به مدت ۸۰ روز بررسی نمودند. این مطالعه دارای چهار تیمار شامل تیمار شاهد که به طور دائم در طول دوره‌ی آزمایش دو بار در روز تا حد سیری غذایی می‌شد، تیمار دو روز محرومیت غذایی، تیمار چهار روز محرومیت غذایی و تیمار هشت روز محرومیت غذایی. طول دوره‌ی غذایی مجدد در تیمارهای تحت محرومیت غذایی چهار برابر دوره‌ی محرومیت غذایی

بود و تا انتهای دوره به طور متناوب متحمل دوره‌های محرومیت غذایی و تغذیه می‌شدند. نتایج این مطالعه نشان داد که بعد از اعمال دوره‌های غذایی، تیمارهایی که محرومیت غذایی را تجربه کرده‌اند رشد جبرانی کاملی را نشان دادند؛ چرا که میزان رشد در این تیمارها در مقایسه با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت و بچه ماهیان صبیتی توانایی رسیدن به رشد مطلوب پس از اعمال دوره‌های متناوب محرومیت غذایی و غذایی مجدد را دارند.

در مطالعه‌ای دیگر محققان دوره‌های مختلف محرومیت غذایی و تغذیه مجدد را بر ماهی صبیتی (وزن اولیه معادل ۳۳/۳ گرم) به مدت ۶۰ روز بررسی نمودند (Torfi Mozanzadeh et al., 2017a). این مطالعه دارای شش تیمار شامل تیمار شاهد که به طور دائم در طول دوره‌ی آزمایش دو بار در روز تا حد سیری غذایی می‌شد، تیماری که به صورت متناوب یک روز گرسنگی و دو روز تغذیه می‌شد و تیمارهایی که به ترتیب به صورت یک روز در میان، دو روز در میان، سه روز در میان و شش روز در میان به طور متناوب متحمل دوره‌های محرومیت غذایی و تغذیه می‌شدند. با افزایش دوره‌های گرسنگی، کارایی رشد جبرانی در ماهی صبیتی به طور معنی‌داری کاهش یافت و تنها تیماری که به صورت متناوب یک روز گرسنگی و دو روز تغذیه می‌شد، رشد جبرانی کامل را از خود نشان داد و در این تیمار رشد اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد نداشت.

کاربرد مکمل‌های پروبیوتیک، پریبیوتیک و محرک

ایمنی در جیره غذایی

در مطالعه‌ای محققان اثرات لاکتوفرین، پروبیوتیک «لاکتوباسیلوس پلاتاروم»^۱ و پریبیوتیک «زایلوالیگوساکارید» را بر عملکرد رشد، تغذیه و ایمنی ماهی صبیتی (با وزن اولیه ۷/۶ گرم) در ۱۴ تیمار به

1 *Lactobacillus plantarum*

مثبتی بر عملکرد رشد و تغذیه و بار باکتریایی روده ماهی صبیتی ندارد و پاسخ ایمنی را بهبود نمی‌بخشد.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعات فوق نشان می‌دهد جیره غذایی ماهی صبیتی پرورشی حداقل باید حاوی ۴۸٪ پروتئین خام، ۱۵٪ چربی خام، ۱۵٪ کربوهیدرات و ۲۰ کیلوژول بر گرم انرژی باشد. علاوه بر آن میزان بهینه اسیدهای آمینه ضروری در جیره غذایی این گونه (بر اساس گرم بر ۱۶ گرم نیتروژن) برابر است با: آرژنین ۵/۳، لیزین ۶، ترئونین ۵/۲، هیستیدین ۲/۵، ایزولوسین ۴/۶، لوسین ۵/۴، متیونین و سیستئین ۴، فنیل آلانین و تیروزین ۵/۶، تریپتوفان ۱ و والین ۴/۶. علاوه بر آن، میزان مناسب اسیدهای چرب بلند زنجیره چند غیر اشباع سری ۳-۱۱ و مکمل لسیتین سویا در جیره غذایی این گونه به ترتیب ۰/۸٪ و ۶٪ پیشنهاد گردید. حداکثر جایگزینی پودر ماهی با پروتئین سویا در جیره غذایی (ایزوله سویا و پودر سویا ۴۸٪) در حدود ۲۷/۳٪ می‌باشد. از سوی دیگر به شرط تأمین حداقل نیاز این گونه به اسیدهای چرب ضروری در جیره غذایی، روغن‌های گیاهی برای جایگزینی کامل با روغن ماهی در جیره غذایی این گونه پیشنهاد می‌گردد. این گونه رشد جبرانی را در دوره‌های محدودیت‌های غذایی کوتاه مدت از خود نشان داده، اما دوره‌های گرسنگی بلند و تغذیه مجدد سبب کاهش چشمگیر رشد این گونه می‌گردد و بهترین نحوه‌ی غذادهی در مرحله پرورشی این گونه تغذیه حداقل دو بار در روز تا حد سیری می‌باشد.

تشکر و قدر دانی

نویسندگان این مقاله مراتب تشکر و قدردانی صمیمانه خود را از مدیر، کارمندان و پرسنل زحمتکش ایستگاه تحقیقاتی ماهیان دریایی بندر امام که در همه پروژه‌های تحقیقاتی در کنار محققان بودند اعلام می‌دارند.

مدت ۴۲ روز بررسی نمودند (مرشدی و همکاران، ۱۳۹۴). تیمارهای تغذیه‌ای استفاده شده در این تحقیق عبارت بودند از: تیمار شاهد: تغذیه با جیره پایه، تیمارهای یک و دو: به ترتیب جیره پایه حاوی به ترتیب ۴۰۰ و ۸۰۰ میلی‌گرم لاکتوفرین در هر کیلوگرم غذا، تیمارهای سه و چهار: به ترتیب جیره پایه حاوی به ترتیب ۰/۵٪ و ۱٪ پروبیوتیک زایلوالیگوساکارید، تیمار پنج: جیره پایه حاوی 10^6 CFU پروبیوتیک «لاکتوباسیلوس پلانتاروم» در هر گرم غذا، تیمارهای شش و هفت: جیره پایه حاوی ۱٪ پروبیوتیک زایلوالیگوساکارید بعلاوه به ترتیب ۸۰۰ میلی‌گرم لاکتوفرین در هر کیلوگرم غذا و 10^6 CFU پروبیوتیک «لاکتوباسیلوس پلانتاروم» در هر گرم غذا، تیمارهای هشت و نه: جیره پایه حاوی ۰/۵٪ و ۱٪ پروبیوتیک زایلوالیگوساکارید بعلاوه به ترتیب ۸۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم لاکتوفرین در هر کیلوگرم غذا، تیمارهای ۱۰ و ۱۱: جیره پایه حاوی ۴۰۰ میلی‌گرم لاکتوفرین در هر کیلوگرم غذا بعلاوه به ترتیب 10^6 CFU پروبیوتیک «لاکتوباسیلوس پلانتاروم» در هر گرم غذا و ۰/۵٪ پروبیوتیک زایلوالیگوساکارید و تیمارهای ۱۲ و ۱۳: جیره پایه حاوی 10^6 CFU پروبیوتیک «لاکتوباسیلوس پلانتاروم» در هر گرم غذا به علاوه به ترتیب ۸۰۰ میلی‌گرم لاکتوفرین در هر کیلوگرم غذا و ۰/۵٪ پروبیوتیک زایلوالیگوساکارید می‌باشد. نتایج بدست آمده نشان داد که لاکتوفرین، پروبیوتیک و پروبیوتیک جیره عملکرد رشد و تغذیه ماهیان شامل وزن نهایی، شاخص وضعیت، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و ضریب کارایی پروتئین و پارامترهای ایمنی شامل ایمنوگلوبولین کل، فعالیت لیزوزیم پلاسما، فعالیت کمپلمان پلاسما، فعالیت باکتری کشی پلاسما و موکوس را تحت تأثیر قرار نداد. به طور کلی، این مطالعه نشان داد که افزودن لاکتوفرین، پروبیوتیک و پروبیوتیک به جیره در مقادیر استفاده شده اثرات

منابع

- مرشدی، و.، آق، ن.، مرمضی، ج.، نوری، ف. و محمدیان، ت.، ۱۳۹۴. اثر مکمل سازی جیره با لاکتوفرین، *Lactobacillus plantarum* و زایلواولیگوساکارید در پرورش بچه ماهی صبیتی (*Sparidentex hasta*). رساله دکتری، دانشگاه ارومیه، ۱۵۰ ص.
- غفله مرمضی، ج.، ذبایح نجف آبادی، م.، پقه، ا. و حافظیه، م. ۱۳۹۴. تأثیر سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره بر شاخص‌های رشد، کارایی غذایی، بازماندگی و ترکیب شیمیایی بدن ماهی صبیتی *Sparidentex hasta* جوان. مجله علوم و فنون دریایی، (در حال انتشار).
- ملایم رفتار، ط.، کوچنین، پ.، ذاکری، م.، یآوری، و. و موسوی، م.، ۱۳۹۴. اثر گرسنگی کوتاه مدت و تغذیه مجدد بر شاخص‌های رشد، تغذیه و ترکیب بیوشیمیایی بدن در ماهی صبیتی انگشت قد (*Sparidentex hasta*). مجله علوم و فنون دریایی، شماره ۱۲، ۱-۱۰.
- ALEXANDER, C., SAHU, N., PAL, A. & AKHTAR, M. 2011. Haemato-immunological and stress responses of *Labeo rohita* (Hamilton) fingerlings: effect of rearing temperature and dietary gelatinized carbohydrate. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 95, 653-663.
- DAVIS, K. B. & GAYLORD, T. G. 2011. Effect of fasting on body composition and responses to stress in sunshine bass. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 158, 30-36.
- FAO. 2016. *Report of the Seventh Meeting of the Recofi Working Group on Aquaculture* [Online]. Doha, Qatar: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available: Available online: <http://www.fao.org/3/a-i5708e.pdf> [Accessed 15 november 2016].
- HARDY, R. W. 2010. Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal. *Aquaculture Research*, 41, 770-776.
- HOSSAIN, M., AL-ABDUL-ELAH, K. & EL-DAKOUR, S. 2014. Evaluation of different commercial feeds for culture of juvenile Sobaity (*Sparidentex hasta* Valenciennes) in Kuwait. *APCBEE Procedia*, 8, 310-316.
- JAHANTIGH, M. 2015. Characteristics of some digestive enzymes in sobaity, *Sparidentex hasta*. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*, 9, 213-218.
- LI, P., MAI, K., TRUSHENSKI, J. & WU, G. 2009. New developments in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aquafeeds. *Amino acids*, 37, 43-53.
- MARAMMAZI, J., YAGHOUBI, M., SAFARI, O., PERES, H. & MOZANZADEH, M. 2017. Establishing the optimum dietary essential amino acid pattern for silvery-black porgy (*Sparidentex hasta*) juveniles by deletion method. *Aquaculture Nutrition*, 00, 1-9.
- MCCUE, M. D. 2010. Starvation physiology: reviewing the different strategies animals use to survive a common challenge. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 156, 1-18.

- MOZANZADEH, M. T., AGH, N., YAVARI, V., MARAMMAZI, J. G., MOHAMMADIAN, T. & GISBERT, E. 2016a. Partial or total replacement of dietary fish oil with alternative lipid sources in silvery-black porgy (*Sparidentex hasta*). *Aquaculture*, 451, 232-240.
- MOZANZADEH, M. T., MARAMMAZI, J. G., YAVARI, V., AGH, N., MOHAMMADIAN, T. & GISBERT, E. 2015. Dietary n-3 LC-PUFA requirements in silvery-black porgy juveniles (*Sparidentex hasta*). *Aquaculture*, 448, 151-161.
- MOZANZADEH, M. T., YAVARI, V., MARAMMAZI, J. G., AGH, N., MOHAMMADIAN, T., YAGHOUBI, M. & GISBERT, E. 2016b. Dietary docosahexaenoic acid to eicosapentaenoic acid ratios effects on hemato-immunological and plasma biochemical parameters in silvery-black porgy (*Sparidentex hasta*) juveniles. *Comparative Clinical Pathology*, 25, 1107-1114.
- NASOPOULOU, C. & ZABETAKIS, I. 2012. Benefits of fish oil replacement by plant originated oils in compounded fish feeds. A review. *LWT-Food Science and Technology*, 47, 217-224.
- NRC 2011. *Nutrient requirements of fish and shrimp*, National Research Council of the National Academies: Washington, DC, USA. , National academies press.
- OLIVA-TELES, A., ENES, P. & PERES, H. 2015. Replacing fishmeal and fish oil in industrial aquafeeds for carnivorous fish. *Feed and Feeding Practices in Aquaculture*; Davis, AD, Ed.; Elsevier: Cambridge, UK, 203-233.
- PAGHEH, E., MARAMMAZI, J., AGH, N., KAHKESH, S., OSOULI, R. & NAJAFABADI, M. The effects of different dietary soybean phospholipid levels on growth performance, survival and feed utilization in Sobaity seabream (*Sparidentex hasta*) juveniles. Proceedings of the National and Regional Conference of Mariculture, Ahwaz, Iran, 2016.
- PERES, H. & OLIVA-TELES, A. 2009. The optimum dietary essential amino acid profile for gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles. *Aquaculture*, 296, 81-86.
- RUEDA-JASSO, R., CONCEIÇÃO, L. E., DIAS, J., DE COEN, W., GOMES, E., REES, J.-F., SOARES, F., DINIS, M. T. & SORGELOOS, P. 2004. Effect of dietary non-protein energy levels on condition and oxidative status of Senegalese sole (*Solea senegalensis*) juveniles. *Aquaculture*, 231, 417-433.
- TOCHER, D. R. 2010. Fatty acid requirements in ontogeny of marine and freshwater fish. *Aquaculture Research*, 41, 717-732.
- TOCHER, D. R., BENDIKSEN, E. Å., CAMPBELL, P. J. & BELL, J. G. 2008. The role of phospholipids in nutrition and metabolism of teleost fish. *Aquaculture*, 280, 21-34.
- TORFI MOZANZADEH, M., MARAMMAZI, J., YAGHOUBI, M., YAVARI, V., AGH, N. & GISBERT, E. 2017a. Somatic and physiological responses to cyclic fasting and re-feeding periods in sobaity sea bream (*Sparidentex hasta*, Valenciennes 1830). *Aquaculture Nutrition*, 23, 181-191.
- TORFI MOZANZADEH, M., YAVARI, V., MARAMMAZI, J., AGH, N. & GISBERT, E. 2017b. Optimal dietary carbohydrate-to-lipid ratios for silvery-black porgy (*Sparidentex hasta*) juveniles. *Aquaculture Nutrition*, 23, 470-483.

-
- YAGHOUBI, M., MOZANZADEH, M. T., MARAMMAZI, J. G., SAFARI, O. & GISBERT, E. 2016. Dietary replacement of fish meal by soy products (soybean meal and isolated soy protein) in silvery-black porgy juveniles (*Sparidentex hasta*). *Aquaculture*, 464, 50-59.
- YAGHOUBI, M., MOZANZADEH, M. T., MARAMMAZI, J. G., SAFARI, O. & GISBERT, E. 2017. Effects of dietary essential amino acid deficiencies on the growth performance and humoral immune response in silvery-black porgy (*Sparidentex hasta*) juveniles. *Aquaculture Research*.

Feed formulation and the feeding of Sobaity sea bream

(*Sparidentex hasta*)

Mansour Torfi Mozanzadeh ^{1*}, Jasem Ghafleh Marammazi ², Esmail Pagheh ¹, Mojtaba Zabayah Najafabadi ¹

1. Marine fish research station, South IRAN Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar-e- Imam Khomai, Iran
2. South IRAN Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran

Abstract

Sobaity seabream is one of the candid species for mariculture in the Persian Gulf and Oman Sea, in this regard; several studies have been done to find optimum feed formulation for this species. The results of these researches revealed that feed formulation for this species should have at least *ca.* 48% crude protein, 15% crude lipid, 15% carbohydrates, and 20 KJ/g gross energy. In addition, the optimum essential amino acid profile for this species (expressed as g 16 g N), should be approximately arginine 5.3, lysine 6.0, threonine 5.2, histidine 2.5, isoleucine 4.6, leucine 5.4, methionine + cysteine 4.0 (in a diet containing 0.6 cysteine), phenylalanine + tyrosine 5.6 (in a diet containing 1.9 tyrosine), tryptophan 1.0 and valine 4.6. Moreover, the optimum dietary n-3 long chain polyunsaturated fatty acids and soybean lecithin are recommended to be 0.8% and 6%, respectively. The maximum replacement of fish meal with soy protein is recommended to be 27.3%. On the other hand, this recommends partial or almost complete replacement of fish oil in diets by different vegetal oil. This species shows compensatory growth in short term feed limitation periods and the best feeding method in an on-growing stage is at least twice a day to satiety.

Key words: Sobaity seabream, diet, growth, feed efficiency, culture

* Corresponding Author's Email: Mansour.Torfi@gmail.com