[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.5.7.6]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119534]

تاثیر برخی از منابع مختلف کربوهیدراتی بر عملکرد رشد، شاخص های بدنی و فعالیت آنزیم گوارشی آمیلاز در ماهی پنگوسی *Pangasiandon hypopthalmus*

مهدی آسمانی[۱]، ابوالفضل سپهداری*[۱]، محمود حافظیه[۱]، شهرام دادگر[۱]

*asepahdari@yahoo.com

۱- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۸

چکیده

در مطالعه حاضر اثر هفت نوع کربوهیدرات خوراکی بر عملکرد رشد، مصرف خوراک و میزان فعالیت آنزیم هضمی آمیلاز ماهی پنگوسی به مدت ۱۲ هفته مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش نشان داد که ماهیان تغذیه شده با جیره دکسترین و نشاسته سیب زمینی عملکرد رشد بهتری را نسبت به ماهیان تغذیه شده با سایر جیره‌های آزمایشی بجز ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی نشاسته گندم داشتند. میزان چربی احشایی ماهیان تغذیه شده با نشاسته گندم و ذرت به صورت معنی‌داری بیشتر از میزان چربی احشایی ماهیان تغذیه شده با نشاسته سیب زمینی، آلفا و وکسی مایز[۱] بود. همچنین فعالیت آنزیم آمیلاز ماهیان تغذیه شده با نشاسته گندم بیشتر از فعالیت آنزیم آمیلاز ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی نشاسته آلفا، نشاسته ساگو[۲]، دکسترین و نشاسته سیب زمینی بود. به طور کلی، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که دکسترین و نشاسته سیب زمینی منابع مناسبی برای رشد ماهی پنگوسی و مطالعات بعدی در زمینه نیازهای تغذیه‌ای این ماهی می‌باشند.

واژگان کلیدی : ماهی پنگوسی، منابع کربوهیدرات، رشد، فعالیت آنزیمی

[۱] نشاسته مشتق شده از ذرت که محتوای آمپلوپکتین بالایی است.

[۲] نشاسته ای که از درخت Palm بدست می آید.

***نویسنده مسئول**

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.5.7.6]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119534]

مقدمه

با توجه به رشد روزافزون آبزی پروری، نیاز دسترسی به جیره مناسب و مقرون به صرفه جهت پرورش آبزیان نیز ضرورت یافته است. ماهی پنگوسی (*Pangasiandon hypopthalmus*) یکی از گونه‌های همه چیزخوار است (Da *et al*., 2013) که زادگاه آن رودخانه مکونگ در ویتنام بوده و یکی از گونه‌های مهم در صنعت شیلات دنیا به شمار می‌آید. در حال حاضر بزرگترین پرورش دهنده و صادر کننده این ماهی کشور ویتنام است و در سال‌های اخیر بسیاری از کشورها، مانند روسیه نیز به پرورش این گونه جهت مصرف داخلی و صادرات روی آورده‌اند. هرچند به دلایل مذهبی این گونه در ایران مصرف خوراکی ندارد، اما به دلیل ظاهر شبیه به کوسه ماهی به عنوان ماهی زینتی طرفداران زیادی در ایران یافته است. در مطالعه انجام شده توسط باقری و همکاران (۱۳۹۵) بر تنوع گونه‌های موجود در دریاچه شهدای خلیج فارس (بزرگترین دریاچه مصنوعی خاورمیانه) (باقری و همکاران، ۱۳۹۴) وجود ماهی پنگوسی در دریاچه مذکور گزارش شد. با توجه به این مهم که پرورش ماهی پنگوسی در دنیا اهمیت بسیار فراوانی دارد، لذا ضروری است که نیازهای غذایی این گونه از ماهی مشخص گردد. منابع کربوهیدراتی به عنوان ارزان‌ترین در دسترس ترین منابع موجود برای تهیه جیره دام و آبزیان اهمیت بسزایی دارند (Zhu *et al*., 2013). فواید استفاده از میزان بهینه و نوع مناسب کربوهیدرات در جیره آبزیان اثبات گردیده است. بکار بردن میزان مناسب کربوهیدرات در جیره، نه تنها سبب کاهش قیمت جیره بلکه موجب کاهش دفع نیتروژن در محیط زیست نیز می‌گردد (Enes *et al*., 2009; Hemre *et al*., 2002). میزان هضم و قابلیت استفاده از منابع کربوهیدراتی گونه‌های مختلف ماهی متفاوت است (Krogdahl *et al*., 2005). برای مثال، ماهی *Pacu* (Muñoz-Ramirez, 2005)، گربه ماهی کانال (Wilson and Poe, 1987) *Carrassius auratus gibelio*، (Tan *et al*., 2006)، سوکلا (Cui *et al*., 2010) و ماهی سیم پوزه گرد (Ren *et al*., 2015) کربوهیدرات‌ها با ساختار پیچیده مانند دکسترین را بهتر از کربوهیدرات با ساختار ساده را هضم و جذب کردند. هرچند برخی از گونه‌ها مانند ماهی گوشتخوار سالمون (Arnesen *et al*., 1995) رشد بهتری را با کربوهیدرات با ساختار ساده مانند گلوکز نشان داده‌اند. از سویی، نوع کربوهیدرات خوراکی تاثیری بر رشد ماهی سیم سرطلایی (*Sparus aurata*) نداشت (Enes *et al*., 2010). این گزارش‌ها نشان‌دهنده تفاوت توانایی گونه‌های مختلف ماهی در استفاده از منابع کربوهیدراتی می‌باشد. از اینرو، مطالعه حاضر با هدف انتخاب نوع مناسب کربوهیدرات طراحی و انجام شد تا قدمی در جهت یافتن نیازهای تغذیه‌ای ماهی پنگوسی برداشته شود.

مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر هفت جیره آزمایشی با میزان انرژی یکسان ۱۷/۷ مگاژول در کیلوگرم، میزان پروتئین یکسان ۳۵ درصد، چربی یکسان ۱۰/۲۸ درصد و میزان کربوهیدرات یکسان ۳۰/۳۷ درصد ، فرمولاسیون و ساخته شد. برای جیره‌های آزمایشی از هفت منبع مختلف کربوهیدرات (تیمار۱: نشاسته آلفا، تیمار۲: نشاسته ساگو، تیمار۳: دکسترین، تیمار۴: نشاسته گندم، تیمار۵: نشاسته سیب زمینی، تیمار۶: نشاسته وکسی مایز، تیمار۷: نشاسته ذرت) استفاده شد. جدول ۱ ترکیبات جیره‌های غذایی و آنالیز تقریبی جیره‌ها را نشان می‌دهد. در آزمایش حاضر برای تأمین چربی جیره از روغن ماهی و روغن ذرت و جهت تامین پروتئین جیره‌ها از پودر ماهی و کازئین استفاده شد. میزان کربوهیدرات استفاده شده در جیره از نتایج مطالعه Asemani و همکاران (۲۰۱۸) انتخاب شد. برای ساخت جیره‌ها ابتدا مواد اولیه بر اساس فرمولاسیون بدقت وزن شده و سپس با یکدیگر مخلوط شدند و طی مخلوط شدن روغن و سپس آب اضافه گردید. در نهایت محتوای بدست آمده از داخل دستگاه رشته ساز عبور داده شده و رشته‌های بدست آمده پس از خشک شدن در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به قطعات کوچکتر به اندازه ۳ میلی‌متر تبدیل و تا زمان مصرف در فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. قبل از شروع آزمایش تعداد دو هزار عدد ماهی خریداری شد و به آزمایشگاه

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.5.7.6]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119534]

انتقال یافت. پس از آن در تانک ۱۲۰۰ لیتری فایبرگلاس به مدت ۳ هفته با جیره تجاری کارگیل تولید کشور مالزی (Cargill) سازگار شدند. قبل از انجام آزمایش، ماهیان رقم بندی شدند و تعداد ۲۱۰ ماهی با محدوده وزنی ۶/۱-۵۵/ گرم به طور تصادفی در ۲۱ آکواریوم ۴۰ لیتری (۶۲×۴۰×۳۰ سانتی‌متر) ذخیره‌سازی شدند. آزمایش با ۷ تیمار در ۳ تکرار صورت پذیرفت. میزان ۸۰-۷۵ درصد آب آکواریوم‌ها هر دو روز یکبار تعویض شد. در طول انجام آزمایش به صورت یک روز در میان، پارامترهای کیفیت آب شامل درجه حرارت، pH و میزان اکسیژن مورد بررسی قرار گرفتند. میزان دمای آب ۲۸-۲۷ درجه سانتی‌گراد، میزان pH آب ۷-۵/۷ و میزان اکسیژن ۶/۹-۴/۸ میلی‌گرم بر لیتر ثبت گردید. ماهیان تحت رژیم نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی پرورش یافتند. سپس ۲ بار در روز در ساعت‌های ۹ و ۱۷ بتدریج تا حد اشباع تغذیه شدند. پس از ۱۲ هفته، در پایان آزمایش به مدت ۲۴ ساعت تغذیه قطع شد. پس از آن ماهیان بیهوش شده و سپس به طور جداگانه وزن شدند. جهت نمونه برداری نهایی، تعداد ۳ عدد ماهی از هر تکرار جهت آنالیز تقریبی ترکیبات بدن و ۳ ماهی جهت محاسبه شاخصهای بدنی به صورت تصادفی انتخاب شدند و تا زمان انجام آزمایش در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. ترکیبات بیوشیمیایی نمونه‌های آزمایشی با استفاده از روش‌های استاندارد (AOAC, 1995) با سه تکرار انجام شد. محاسبات فاکتورهای اندازه گیری شده از طریق فرمول های ذیل صورت پذیرفت:

میزان افزایش وزن (گرم)/ مقدار غذای خورده شده (گرم) = ضریب تبدیل غذایی

روزهای آزمایش/۱۰۰ × (تعداد روزها) لگاریتم وزن اولیه (گرم) - لگاریتم وزن نهایی (گرم) = ضریب رشد ویژه

میزان پروتئین خام مصرفی/ ۱۰۰ × میزان افزایش وزن (گرم) = ضریب کارایی پروتئین

۱۰۰/ وزن ابتدایی × وزن ابتدایی (گرم) - وزن نهایی (گرم) = (درصد) افزایش وزن بدن

۱۰۰ × وزن بدن (گرم)/ وزن کبد (گرم) = (درصد) شاخص کبدی

۱۰۰ × وزن کل بدن (گرم)/ وزن امعاء و احشاء (گرم) = (درصد) شاخص احشایی

۱۰۰ × وزن کل بدن (گرم)/ وزن چربی احشایی (گرم) = (درصد) شاخص چربی احشایی

برای اندازه‌گیری آنزیم هضمی، تعداد ۳ عدد ماهی از هر تکرار به صورت تصادفی انتخاب، بیهوش و پس از استخراج روده به صورت کامل و درج وزن آن داخل محلول سرد فسفات بافر با pH ۶/۷ (۱۰ میلی لیتر فسفات بافر به ازاء هر ۱ گرم نمونه) نگهداری شدند و سپس نمونه‌ها در آزمایشگاه هموژن شدند. در مرحله بعد سوسپانسیون حاصله با استفاده از سانتریفیوژ یخچال‌دار (Eppendorf 5415R) به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۱±۴ درجه سانتی‌گراد با دور ۱۵۰۰۰ g سانتریفیوژ شد. سپس جهت اندازه‌گیری فعالیت آنزیم، محلول رویی نمونه‌ها با پیپت جمع‌آوری و در دمای ۸۰- درجه تا زمان اندازه گیری فعالیت آنزیم گوارشی نگهداری شد. اندازه‌گیری پروتئین محلول در عصاره آنزیمی به روش Bradford (۱۹۷۶) با استفاده از سرم آلبومین گاوی Bovine Albumin Serum (BSA) به عنوان استاندارد انجام شد. منحنی استاندارد با غلظت‌های مختلف BSA تهیه گردید. میزان جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۵۹۵ نانومتر توسط دستگاه مایکروپلیت ریدر ساخت شرکت BioRad- Model 680 مشاهده و ثبت گردید. اندازه‌گیری فعالیت آنزیم آمیلاز هضمی بر اساس روش Worthington (۱۹۹۳) انجام شد. در این روش نشاسته به عنوان سوبسترا تحت تاثیر آنزیم تجزیه و مالتوز تولید می‌شود که از طریق رنگ سنجی و تغییر شدت رنگ (نارنجی) در معرف دی نیترو سالسیلیک اسید (Dinitrosalicylic acid) قابل سنجش می‌باشد. میزان جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۵۶۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومیتر مشاهده و ثبت گردید.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.5.7.6]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119534]

جدول ۱: فرمولاسیون مواد اولیه و آنالیز تقریبی جیره های آزمایشی

Table 1: Ingredient, feed formulation and diet composition of experimental diets

	جیره ۱	جیره ۲	جیره ۳	جیره ۴	جیره ۵	جیره ۶	جیره ۷
پودر ماهی	۴۷۳	۴۷۳	۴۷۳	۴۷۳	۴۷۳	۴۷۳	۴۷۳
کازئین	۱۹/۲	۱۸/۳	۱۹/۲	۱۸/۶	۱۸/۹	۱۹/۲	۱۹/۲
نشاسته ذرت	.	.	.	.	.	.	۲۸۰/۱
نشاسته وکسی مایز	.	.	.	.	.	۲۸۰/۱	.
نشاسته سیب زمینی	.	.	.	.	۲۸۰/۱	.	.
نشاسته گندم	.	.	.	۲۸۲/۱	.	.	.
دکسترین	.	.	۲۸۱/۰	.	.	.	.
نشاسته ساگو	.	۲۸۱/۱	.	.	.	.	.
نشاسته آلفا	۲۸۰/۸	.	.	.	.	.	.
سلولز	۱۰۷/۸	۱۰۸/۱	۱۰۷/۲	۱۰۷/۵	۱۰،۸/۴	۱۰۸/۱	۱۰۸
روغن ذرت	۲۸/۶۰	۲۸/۸۰	۲۸/۸۲	۲۸/۴۱	۲۸/۸۲	۲۸/۸۲	۲۸/۸۲
روغن ماهی	۲۸/۶۰	۲۸/۸۰	۲۸/۸۲	۲۸/۴۱	۲۸/۸۲	۲۸/۸۲	۲۸/۸۲
مواد معدنی	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲	۲۰
ویتامینها	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
ویتامینC	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
کولینکلراید	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
CMC	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
آنالیز تقریبی جیره‌ها (ماده خشک (g/Kg^{-1})							
پروتئین	۳۴۷/۵	۳۴۹	۳۴۸/۳	۳۵۱/۴	۳۴۷/۴	۳۴۸/۰	۳۴۷/۹
چربی	۱۱۰/۰	۱۱۰/۴	۱۰۸	۱۰۶/۳	۱۰۷	۱۰۷/۰	۱۰۹
خاکستر	۱۵۸/۳	۱۵۹/۴	۱۵۹/۸	۱۵۹	۱۶۰/۴	۱۶۱/۳	۱۵۸/۱
فیبر	۸۰/۰	۷۲/۴	۷۳/۷	۷۲	۷۵/۸	۷۶/۸	۷۵/۵
کربوهیدرات	۳۰۴/۲	۳۰۸/۸	۳۱۰/۶	۳۱۱/۳	۳۰۹/۴	۳۰۶/۹	۳۰۹/۵
انرژی ($MJKg^{-1}$)	۱۷/۶۵	۱۷/۶۱	۱۷/۵۴	۱۷/۷	۱۷/۵۲	۱۷/۶۳	۱۷/۵۹

واحد فعالیت آنزیمی بر حسب میکرو مول مالتوز آزاد شده در هر دقیقه به ازاء هر میلی‌گرم پروتئین بیان شد. پارامترهای رشد ماهیان شامل درصد افزایش وزن، ضریب رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و ضریب کارایی پروتئین در پایان دوره از طریق داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار SPSS 16 آنالیز گردید. برای مقایسه داده‌ها روش One Way ONOVA استفاده و برای مقایسه میانگین ها بین تیمارها از آزمون چند دامنه Multiplie -range test Duncan در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. برای نشان دادن اختلاف آماری از حروف الفبای لاتین استفاده شد.

نتایج

نتایج رشد نمونه‌ها در تیمارهای آزمایشی در جدول ۲ نشان داده شده است. در طول انجام آزمایش تمامی جیره‌های آزمایشی توسط ماهیان مورد پذیرش قرار گرفت و هیچ تلفاتی ثبت نگردید.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.5.7.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119534]

جدول ۲: تاثیر انواع کربوهیدرات خوراکی بر عملکرد رشد ماهی پنگوسی *Pangasiandon hypopthalmus*

Table: Effect of different source and form of dietary carbohydrate on growth performance and feed utilization of *p. hypothalamus*

	تیمارهای آزمایشی						
	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵	تیمار ۶	تیمار ۷
وزن ابتدایی(گرم)	۵/۹۳±۰/۱۱	۵/۹۲±۰/۱۳	۵/۹۴±۰/۱۶	۵/۹۵±۰/۰۹	۵/۵۵±۰/۹۲	۵/۹۹±۰/۱۸	۵/۹۱±۰/۲۳
وزن نهایی(گرم)	۱۹/۶۳±۰/۷۸^{a}	۲۳/۹۷±۱/۹۵^{b}	۲۸/۶۸±۱/۸۴^{d}	۲۵/۱۲±۰/۵۳^{bc}	۲۶/۴۸±۰/۲۲^{c}	۲۳/۰۰±۰/۷۶^{b}	۲۴/۱۳±۱/۴۴^{b}
افزایش وزن(٪)	۲۳۱/۰±۱۷/۹۳^{a}	۳۰۵/۰±۳۹/۰۷^{ab}	۳۸۲/۴±۱۷/۵۰^{c}	۳۲۱/۸±۱۴/۰۲^{bc}	۳۸۶/۵±۹۳/۰۴^{c}	۲۸۴/۱±۱۶/۸۷^{ab}	۳۰۸/۱±۱۲/۰۲^{b}
رشد ویژه	۱/۷۰±۰/۰۷^{a}	۱/۹۸±۰/۱۳^{b}	۲/۲۴±۰/۰۵^{c}	۲/۰۴±۰/۰۴^{bc}	۲/۲۴±۰/۲۶^{c}	۱/۹۱±۰/۰۶^{b}	۲/۰۰±۰/۰۴^{b}
خوراک مصرفی	۲۹/۲۹±۰/۷۵^{a}	۳۲/۲۶±۱/۸۷^{b}	۴۱/۰۳±۲/۰۵^{d}	۳۳/۰۰±۱/۰۰^{b}	۳۹/۰۰±۱/۳۱^{cd}	۳۷/۳۶±۰/۶۷^{c}	۴۰/۰۰±۱/۵۸^{d}
ضریب تبدیل غذایی	۲/۱۴±۰/۱۲^{b}	۱/۸۰±۰/۲۹^{a}	۱/۸۰±۰/۱۶^{a}	۱/۷۲±۰/۰۹^{a}	۱/۸۶±۰/۰۵^{a}	۲/۱۹±۰/۱۲^{b}	۲/۱۹±۰/۱۳^{b}
ضریب کارایی پروتئین	۱/۳۳±۰/۰۷^{a}	۱/۵۹±۰/۲۶^{b}	۱/۵۹±۰/۱۵^{b}	۱/۶۵±۰/۰۹^{b}	۱/۵۴±۰/۰۴^{b}	۱/۳۰±۰/۰۷^{a}	۱/۳۰±۰/۰۸^{a}
زنده ماندن	۱۰۰±۰	۱۰۰±۰	۱۰۰±۰	۱۰۰±۰	۱۰۰±۰	۱۰۰±۰	۱۰۰±۰

حروف لاتین متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی است ($p<۰/۰۵$) .(میانگین ± انحراف استاندارد، $n=۳$)

در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی دکسترین و نشاسته سیب زمینی میزان وزن نهایی بدن، درصد افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه بالاتری از ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی نشاسته‌های آلفا، ذرت، وکسی مایز و ساگو نشان دادند. هر چند میزان افزایش وزن بدن و ضریب رشد ویژه ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی گندم نسبت به ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی نشاسته سیب زمینی و دکسترین کمتر بود، اما این تفاوت از لحاظ آماری معنی‌دار نبود ($p<۰/۰۵$). بیشترین میزان مصرف خوراک در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ذرت و دکسترین مشاهده شد. در صورتی که میزان ضریب تبدیل غذایی ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی دکسترین، نشاسته سیب زمینی، گندم و ساگو به طور معنی‌داری کمتر ($p<۰/۰۵$) از ضریب تبدیل غذایی ماهیان تغذیه شده با جیره ذرت، وکسی مایز و نشاسته آلفا بود. همچنین میزان ضریب کارآیی پروتئین ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی دکسترین، گندم و ساگو به طور معنی‌داری بیشتر از ($p<۰/۰۵$) میزان ضریب کارآیی پروتئین ماهیان تغذیه شده با سایر جیره‌های آزمایشی بجز جیره حاوی نشاسته سیب زمینی بود. همانطوریکه نتایج جدول ۳ نشان میدهد، میزان چربی محوطه شکمی ماهیان تغذیه شده با گندم و ذرت، به طور معنی‌داری بیشتر از ($p<۰/۰۵$) ماهیان تغذیه شده با نشاسته سیب زمینی، وکسی مایز و آلفا می‌باشد. همچنین ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی دکسترین و وکسی مایز میزان شاخص کبدی بیشتری ($p<۰/۰۵$) از ماهیان تغذیه شده با سیب زمینی و ساگو نشان دادند. همانطوریکه در جدول ۴ نشان داده شده است، فعالیت آنزیم آمیلاز ماهیان تغذیه شده با نشاسته گندم به عنوان منبع کربوهیدرات به طور معنی‌داری بیشتر ($p<۰/۰۵$) از فعالیت آنزیم آمیلاز ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی سیب زمینی، دکسترین و نشاسته آلفا می‌باشد.

جدول ۳: تاثیر منابع مختلف کربوهیدراتی بر شاخص های بدنی ماهی پنگوسی *Pangasiandon hypopthalmus*

Table 3: Effect of different source and form of dietary carbohydrate on body indices of *P. hypophthalmus*

منابع کربوهیدراتی	چربی احشایی (درصد)	شاخص احشایی (درصد)	شاخص کبدی (درصد)
تیمار ۱	۰/ ۹۹± ۰/۶۳^{a}	۱۵/۸۵±۱/۵۰^{cd}	۲/۵۶± ۰/۲۳^{ab}
تیمار ۲	۲/۲۵ ±۰/۹۷^{bc}	۱۵/۹۸ ± ۱/۷۲^{cd}	۲/۳۶±۰/۲۹^{a}
تیمار ۳	۱/۹۵ ± ۰/۶۳^{bc}	۱۴/۵۸±۲/۲۴^{bc}	۲/۸۴± ۰/۴۳^{b}
تیمار ۴	۲/۶۴ ± ۰/۷۷^{c}	۱۲/ ۹۱±۱/۲۵^{a}	۲/۶۲± ۰/۳۵^{ab}
تیمار ۵	۱/۵۲ ± ۰/۴۷^{ab}	۱۶/۸۷± ۱/۵۸^{d}	۲/۳۷±۰/۲۳^{a}
تیمار ۶	۱/ ۱۸± ۰/۶۳^{a}	۱۳/۹۴±۱/۴۵^{ab}	۲/۷۵± ۰/۴۰^{b}
تیمار ۷	۲/۳۶ ± ۰/۷۷^{c}	۱۳/۰۲ ± ۱/۰۹^{a}	۲/۵۶±۰/۲۰^{ab}

حروف لاتین متفاوت در ستون ها نشان دهنده اختلاف معنی دار بین گروه های آزمایشی است ($p<۰/۰۵$). (میانگین ± انحراف استاندارد، $n=۳$)

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.5.7.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119534]

جدول ۴: تاثیر منابع مختلف کربوهیدراتی بر فعالیت آنزیم هضمی آمیلاز ماهی پنگوسی(*Pangasiandon hypopthalmus*)

Table 4: Effect of different source and form of dietary carbohydrate on Amylase activity of *P. hypopthalmus*

تیمار های آزمایشی (منابع کربوهیدراتی)	آنزیم آمیلاز (U/mg Protein)
تیمار ۱	۴/۰۰ ±۰ /۵۱^{a}
تیمار ۲	۳/۶۴ ± ۱/۷۴^{a}
تیمار ۳	۳/۳۳ ±۰ /۳۱^{a}
تیمار ۴	۵/ ۶۴± ۱/۱۸^{b}
تیمار ۵	۳/ ۸۳±۱/۱۶^{a}
تیمار ۶	۴/۴۰ ± ۰/۹۳^{ab}
تیمار ۷	۴/۸۲ ± ۱/۷۹^{ab}

حروف لاتین متفاوت در ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار بین گروه های آزمایشی است ($p<۰/۰۵$). (میانگین ± انحراف استاندارد، $n=۳$).

بحث

در مطالعه حاضر نوع کربوهیدرات‌های خوراکی استفاده شده اثر مستقیمی بر عملکرد رشد ماهی پنگوسی داشت. همانطوریکه در جدول ۲ نشان داده شده، ماهیان آزمایشی تغذیه شده با جیره حاوی دکسترین و نشاسته سیب زمینی بهترین عملکرد رشد را نشان دادند. از سویی، میزان رشد ویژه ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی نشاسته آلفا به طور معنی‌داری کمتر از ماهیان تغذیه شده با سایر جیره‌های آزمایشی بود. همچنین مطالعات نشان داده است که پیچیدگی مولکولی، نوع و حضور آنزیم‌های درگیر در هضم کربوهیدرات تاثیر مستقیمی بر استفاده ماهی از کربوهیدرات خوراکی دارد (Wilson 1994; NRC,1993; Hemre *et al.*, 2002). این نتایج با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. در مطالعه حاضر رشد کمتری در ماهیان پنگوسی تغذیه شده با ذرت در مقایسه با ماهیان تغذیه شده با دکسترین مشاهده شد. در گزارشی مشابه، بررسی انجام شده بر میزان رشد ماهی همه چیز خوار گربه ماهی کانال نشان داد که ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی دکسترین رشد بیشتری در مقایسه با ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی نشاسته ذرت دارند (Wilson and Poe, 1987). به طور کلی، اختلاف در استفاده از کربوهیدرات در بین گونه‌های مختلف ماهی که توسط مطالعات مختلف گزارش شده است می‌تواند مربوط به فیزیولوژی و آناتومی هضمی متفاوت در گونه‌های مختلف، پاسخ هورمونی، فرمولاسیون جیره، استراتژی خوراک دهی متفاوت یا درجه آب در آزمایش‌های مختلف باشد (Li *et al.*, 2016; Hung *et al.*, 1989). همچنین مطالعات نشان داده است که اختلاف در میزان هضم انواع مختلف نشاسته، مربوط به ساختار فیزیکی، میزان آمیلوز و اندازه گرانول‌های نشاسته است (French, 1973; Manners, 1974). از دلایل اصلی رشد متفاوت ماهیان پنگوسی تغذیه شده با انواع مختلف نشاسته در مطالعه حاضر تفاوت ساختار فیزیکی و اندازه گرانول‌های نشاسته مختلف استفاده شده می‌باشد. میزان رشد و میزان وزن نهایی بدن ماهیان پنگوسی تغذیه شده با نشاسته گندم به طور معنی‌داری بیشتر از ماهیان پنگوسی تغذیه شده با جیره حاوی نشاسته ذرت است. در مطابقت با نتایج آزمایش حاضر، Cui و همکاران (۲۰۱۰) گزارش دادند که رشد ماهیان سوکلا تغذیه شده با گندم بهتر از رشد گروه تغذیه شده با ذرت است. دلیل هضم و استفاده بهتر ماهیان از نشاسته گندم در مقایسه با انواع دیگر در مقایسه با انواع دیگر نشاسته مثل نشاسته ذرت می‌تواند میزان بالاتر نسبت آمپلوپکتین به آمیلوز باشد که باعث هضم و استفاده بهتر آن در مقایسه باسایر انواع نشاسته باشد (Suarez *et al.*, 1995). در مطالعه حاضر، ماهیان پنگوسی تغذیه شده با جیره دکسترین عملکرد رشد بهتری نسبت به ماهیان تغذیه شده با نشاسته ذرت داشتند، برخلاف این نتایج عملکرد رشد ماهی گوشتخوار گربه ماهی bagrid تغذیه شده با دکسترین کمتر از رشد ماهیان تغذیه با جیره نشاسته ذرت و یا نشاسته ساگو بود (Hamid *et al.*, 2011). به طور کلی، گزارش شده که اکثر گونه‌های ماهی بخصوص ماهیان همه چیزخوار، کربوهیدرات‌های دارای ساختار مولکولی پیچیده مشابه با دکسترین را به دلیل جذب آهسته‌تر، بهتر از کربوهیدراتهای با ساختار ساده منوساکارید یا دی ساکارید هضم و استفاده می‌کنند (Lee *et al.*, 2003; Tan *et*

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.5.7.6]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119534]

al., 2006). نتایج آزمایش حاضر نشان داد ماهی همه چیزخوار پنگوسی کربوهیدرات‌های دارای ساختار مولکولی پیچیده (دکسترین) را بهتر از کربوهیدرات‌های با ساختار ساده تر را هضم و استفاده می‌کنند. Wilson (۱۹۹۴) گزارش داد که هضم آهسته کربوهیدرات قند خون را تنظیم می‌کند و جذب و میزان رشد را بهبود می‌بخشد. هرچند مکانیسم دقیق استفاده از کربوهیدرات‌های مختلف هنوز ناشناخته است (Tian *et al.*, 2010). اما به طور کلی، اختلاف در گزارش‌ها مطالعات مختلف با انواع کربوهیدرات مربوط به ترکیبات مختلف جیره، فرمولاسیون جیره، شرایط پرورش (Lee *et al.*, 2003) استراتژی خوراک دهی، درجه حرارت آب، فیزیولوژی متفاوت گونه‌های مختلف، آناتومی، هضم، جذب و ترشحات هورمونی (Hung *et al.*, 1989) متفاوت میان گونه‌ها در مطالعات مختلف مربوط می‌باشد. مطالعات نشان داده است اگر کربوهیدرات جذب شده برای تولید انرژی مصرف نشود، در کبد به صورت گلیکوژن یا چربی ذخیره می‌شود (Lanari *et al.*, 1999; Brauge *et al.*, 1994). Cui و همکاران (۲۰۱۰) گزارش دادند میزان شاخص کبدی ماهیان سوکلا تغذیه شده با دکسترین، نشاسته گندم و نشاسته ذرت اختلاف معنی‌داری نداشت. این گزارش با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. Planchot و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند که منشأ نشاسته گیاهی و ساختار کریستاله گرانولهای نشاسته بر تاثیرپذیری نشاسته نسبت به فعالیت آنزیم اثر مستقیمی دارد. در آزمایش حاضر میزان فعالیت آنزیم آمیلاز ماهی پنگوسی تغذیه شده با دکسترین، ساگو و ذرت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بر خلاف نتایج آزمایش حاضر، فعالیت آنزیم آمیلاز ماهی گوشتخوار گربه ماهی bagrid تغذیه شده با دکسترین به طور معنی‌داری کمتر از فعالیت آنزیم آمیلاز ماهیان تغذیه با جیره نشاسته ذرت و یا نشاسته ساگو بود (Hamid *et al.*, 2011). همچنین در مطالعه حاضر میزان فعالیت آنزیم آمیلاز ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی نشاسته گندم به طور معنی‌داری بیشتر از فعالیت آنزیم آمیلاز ماهیان تغذیه شده با نشاسته آلفا، دکسترین، نشاسته ساگو و نشاسته سیب زمینی بود. از سویی، میزان رشد ویژه ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی نشاسته گندم به طور معنی‌داری کمتر از رشد ویژه ماهیان تغذیه شده با دکسترین بود که امر دلالت بر هضم پذیری کمتر نشاسته گندم در مقایسه با دکسترین توسط ماهی پنگوسی دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که دکسترین و نشاسته سیب زمینی منابع مناسب کربوهیدراتی برای رشد بهتر ماهی پنگوسی می باشد. همچنین نشاسته گندم منبع بهتری در مقایسه با نشاسته ساگو، آلفا و وکسی مایز بود.

منابع

باقری، س.، مرادی، م.، عباسی، ک.، میرزاجانی، ع.و رامین، م.، ۱۳۹۴. گزارش تکمیلی ماهیان دریاچه چیتگر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی کشور. ۹۱ صفحه.

باقری، س.، عباسی، ک.، مرادی، م.، میرزاجانی، ع.و رامین، م.، ۱۳۹۵. مطالعه تنوع گونه‌ای و فراوانی ماهیان دریاچه شهدای خلیج فارس، چیتگر- تهران. مجله علمی شیلات ایران. ۲۵ (۳): ۲۴-۱۵. DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110254

AOAC, 1997. Animal feeds. Chapter 4. In: Official Methods of Analysis Association of official Analytical Chemists International (ed. by P.A. Cunniff), 16th edn. Vol. 1, pp. 1–3. AOAC, Arlington, VA, USA.

Arnesen, P., Krogdahl, A. and Sundby, A., 1995. Nutrient digestibilities, weight gain and plasma and liver levels of carbohydrate in Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.) fed diets containing oats and maize. *Aquaculture Nutrition*, 1(3): 151-158. DOI:10.1111/j.1365-2095.1995.tb00039.x

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.5.7.6]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119534]

Asemani, M., Sepahdari, A., Hafezieh., M. and Dadgar, S., 2018. Effect of different carbohydrate-to-lipid ratios elicits on growth, feed utilization, lipid deposition and lipogenic enzyme activity of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*, Sauvage, 1878) fingerlings. *Iranian Journal of Fisheries Science*. (Article in press). DOI:10.22092/ijfs.2018.117924

Bradford, M.M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72(1): 248-254. DOI:10.1016/ 0003-2697(76)90527-3

Brauge, C., Medale, F. and Corraze, G., 1994. Effect of dietary carbohydrate levels on growth, body composition and glycaemia in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, reared in seawater. *Aquaculture*, 123(1): 109-120. DOI:10.1016/0044-8486 (94)90123-6

Cui, X.J., Zhou, Q.C., Liang, H.O., Yang, J. and Zhao, L.M., 2010. Effects of dietary carbohydrate sources on the growth performance and hepatic carbohydrate metabolic enzyme activities of juvenile cobia (*Rachycentron canadum Linnaeus*.). *Aquaculture Research*, 42(1): 99-107. DOI:10.1111/j.1365-2109.2010.02574.x

Da, C.T., Lundh, T. and Lindberg, J.E., 2013. Digestibility of dietary components and amino acids in animal and plant protein feed ingredients in striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) fingerlings. *Aquaculture Nutrition*, 19 (5): 741-750. DOI:10.1111/anu.12021

Enes, P., Panserat, S., Kaushik, S. and Oliva-Teles, A., 2009. Nutritional regulation of hepatic glucose metabolism in fish. *Fish Physiology and Biochemistry*, 35(3): 519-539. DOI:10.1007/s10695-008-9259-5

Enes, P., Peres, H., Couto, A. and Oliva-Teles, A., 2010. Growth performance and metabolic utilization of diets including starch, dextrin, maltose or glucose as carbohydrate source by gilthead sea bream (*Sparus aurata*) juveniles. *Fish Physiology and Biochemistry*, 36(4): 903-910. DOI:10.1007 /s10695-009-9366-y

French, D., 1973. Chemical and physical properties of starch. *Journal of Animal Science*, 37(4): 1048-1061. DOI:10.2527/ jas1973.3741048x

Hamid, N., Mahayat, M. and Hashim, R., 2011. Utilization of different carbohydrate sources and starch forms by bagrid catfish (*Mystus nemurus*) (Cuv and Val). *Aquaculture Nutrition*, 17(2): 10-18. DOI:10.1111/j.1365-2095.2009.00713.x

Hemre, G.I., Mommsen, T. and Krogdahl, Å., 2002. Carbohydrates in fish nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. *Aquaculture Nutrition*, 8(3): 175-194. DOI:10.1046/j.1365-2095.2002.00200.x

Hung, S.S., Fynn-Aikins, F.K., Lutes, P.B. and Xu, R., 1989. Ability of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) to utilize different carbohydrate sources.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.5.7.6]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119534]

Journal of Nutrition, 119: 727-733. DOI:10.1093/jn/119.5.727

Krogdahl, Å., Hemre, G.I. and Mommsen, T., 2005. Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in postlarval stages. *Aquaculture Nutrition*, 11(2): 103-122. DOI:10.1111/j.1365-2095.2004.00327.x

Lanari, D., Poli, B.M., Ballestrazzi, R., Lupi, P., D'Agaro, E. and Mecatti, M., 1999. The effects of dietary fat and NFE levels on growing European sea bass (*Dicentrarchus labrax L.*). Growth rate, body and fillet composition, carcass traits and nutrient retention efficiency. *Aquaculture*, 179 (1): 351-364. DOI:10.1016/S0044-8486(99)00170-2

Lee, S.M., Kim, K.D. and Lall, S.P., 2003. Utilization of glucose, maltose, dextrin and cellulose by juvenile flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture*, 221(1): 427-438. DOI:10.1016/S0044-8486(03)00061-9

Li, J.N., Wang, C.A., Luo, L., Wang, L.S., Xu, Q.Y. and Zhao, Z.G., 2016. Effects of dietary glucose and starch levels on the growth, haematological indices and hepatic hexokinase and glucokinase mRNA expression of juvenile mirror carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture nutrition*. *Aquaculture Nutrition*. 22: 550-558. DOI:10.1111/anu.12278

Manners, D., 1974. The structure and metabolism of starch. *Essays in biochemistry*, 37 (10): 37-71. DOI:1974; 10:37-71.

Muñoz-Ramirez, A.P., 2005. Utilizac¸a˜o de carboidratos digestı´veisem dietas para pacu, *Piaractus mesopotamicus* (HOLMBERG, 1887). Master,s Thesis, Aquaculture Center, Sa˜o Paulo State University, Jaboticabal, SP, Brazil.

NRC (National Research Council), 1993. Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press, Washington, DC, 112 pp.

Planchot, V., Colonna, P. and Buleon, A., 1997. Enzymatic hydrolysis of α-glucan crystallites. *Carbohydrate Research*, 298(4): 319-326. DOI:10.1016/S0008-6215(96)00317-5

Ren, M., Habte-Tsion, H.M., Xie, J., Liu, B., Zhou, Q. and Ge, X., 2015. Effects of dietary carbohydrate source on growth performance, diet digestibility and liver glucose enzyme activity in blunt snout bream, *Megalobrama Amblycephala*. *Aquaculture*, 438:75–81. DOI:10.1016/j.aquaculture.2015.01.008

Suarez, M., Hidalgo, M., Gallego, M.G., Sanz, A. and De la Higuera, M., 1995. Influence of the relative proportions of energy yielding nutrients on liver intermediary metabolism of the European eel. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 111(3): 421-428. DOI:10.1016/0300-9629(95)00035-6

Tan, Q., Xie, S., Zhu, X., Lei, W. and Yang, Y., 2006. Effect of dietary carbohydrate sources on growth performance and utilization for gibel carp (*Carassius auratus gibelio*) and Chinese longsnout catfish

(*Leiocassis longirostris Günther*). *Aquaculture Nutrition*, 12(1): 61-70. DOI:10.1111/j.1365-2095.2006.00382.x

Tian, L., Liu, Y., Hung, S., Deng, D., Yang, H., Niu, J. and Liang, G.Y., 2010. Effect of feeding strategy and carbohydrate source on carbohydrate utilization by Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*). *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 5(2): 135. DOI**:** 10.3844/ajabssp. 2010.135.142

Wilson, R.P. and Poe, W.E., 1987. Apparent inability of channel catfish to utilize dietary mono-and disaccharides as energy sources. *The Journal of Nutrition*, 117 (2): 280-285. DOI:10.1093/jn%2F117.2.280

Wilson, R., 1994. Utilization of dietary carbohydrate by fish. *Aquaculture*, 124 (1): 67-80. DOI:10.1016/0044-8486(94) 90363-8

Worthington, C. C., 1993. Worthington enzyme manual: enzymes and related biochemicals: Worthington Biochemical Corporation.

Zhu, H., Jiang, Q., Wang, Q., Yang, J., Dong, S. and Yang, J., 2013. Effect of Dietary Carbohydrate-to-lipid Ratios on Growth Performance, Body Composition, Hepatic Enzyme Activities, and Digestive Enzyme Activities of Juvenile Australian Redclaw Crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens). *Journal of the World Aquaculture Society*, 44: 73-186. DOI:10. 1111/jwas.12024

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.5.7.6]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119534]

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.5.7.6]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.119534]

Effect of different dietary carbohydrate source on growth performance, body indices and activity of digestive enzyme (amylase) of *Pangasiandon hypopthalmus*

Asemani M.[1]; Sepahdari A.[1*]; Hafezieh M.[1]; Dadgar Sh.[1]

*asepahdari@yahoo.com

1- Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Abstract

In the present study, the effect of seven dietary carbohydrate sources on growth performance, feed utilization and amylase activity of *Pangasiandon hypopthalmus* was evaluated for 12 weeks. Fish subjected to diets containing raw dextrin and potato starch showed a significantly ($p< 0.05$) higher growth rate than those fish consuming other experimental diets, except wheat starch diet. Furthermore, fish fed with wheat and corn starch showed significantly higher ($p<0.05$) Interaperitoneal fat value than that of fish fed with potato, Alfa and waxy maize starch. Moreover, fish fed with wheat starch had significantly higher ($p<0.05$) amylase activity than that of those subjected to other experimental diets, except corn and waxy maize diets. Overall, this study showed that the raw forms of dextrin starch and potato were suitable dietary carbohydrate sources for further scientific studies on the carbohydrate utilisation of *P. hypophthalmus*.

Keywords: *Pangasiandon hypopthalmus,* Carbohydrate sources, Growth, Enzyme activity

*Corresponding author