

(OPEN ACCESS)

The effect of replacing dried sugarcane bagasse with wheat flour in the diet on growth performance, survival and carcass composition of Benni fish fingerlings (*Mesopotamichthys sharpeyi*)

Zeinab Pourtaherzadeh^{*1}, Mehran Javaheri Baboli²

1. Corresponding Author, Ph.D. Student of Aquatics Production and Exploitation, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: zeinab.pourtaherzadeh@gmail.com
2. Associate Prof., Dept. of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran. E-mail: mehranjavaheri@gmail.com

Article Info

Article type:

Full Length Research Paper

Article history:

Received: 05.04.2024

Revised: 06.10.2024

Accepted: 11.09.2024

Keywords:

Benni fish,
Dried sugarcane bagasse,
Growth,
Replacement

ABSTRACT

Background and Objectives: Alternative sources of wheat flour, such as dried sugarcane bagasse, contain carbohydrate components that can be utilized as a carbohydrate source after physical processing of the dried sugarcane bagasse. Wheat flour is an essential ingredient in the production of aquatic and livestock feed. In recent years, due to its rising price, the production costs of aquatic and livestock feed have also increased. To address this issue, dried sugarcane bagasse is used in livestock feed due to its low cost. However, to incorporate it into aquatic feed, it is necessary to study the effects of the feed manufacturing process on its usability. This study was conducted to investigate the effects of replacing wheat flour with dried sugarcane pulp on growth, survival, and body composition in Benni fish (*Mesopotamichthys sharpeyi*) fed diets containing different levels of dried sugarcane bagasse.

Materials and Methods: The fry were purchased from the Shahid Malaki Warm-water Fish Breeding and Rearing Workshop and transferred to the fish rearing hall of the Research Center for Aquaculture Breeding and Rearing at Islamic Azad University, Ahvaz Branch (Khuzestan, Iran). A total of 450 Benni fish fingerlings with an average weight of 2.24 ± 0.1 g were randomly distributed into 15 fiberglass tanks (135 L each) at a density of 30 fish per tank. Five experimental diets (with three replicates each) were formulated and produced, containing equal levels of energy and protein but with varying replacement levels (0%, 20%, 30%, 50%, and 70%) of sugarcane bagasse with wheat flour. The fish were fed the experimental diets five times daily at a rate of 10% of their body weight for 60 days.

Results: The results showed that the growth indices of fish fed with different experimental treatments did not have a significant difference with each other ($P>0.05$). There was no significant difference in survival among the different experimental treatments ($P>0.05$). The percentage of carcass protein in fish fed with 30% and 50% replacement levels was higher compared to the other treatments ($P<0.05$). The highest percentage of

carcass fat was observed in fish fed with 20%, 30%, and 70% replacement levels ($P < 0.05$). The percentage of ash in the carcass of fish fed with different experimental treatments showed no significant difference ($P > 0.05$).

Conclusion: Based on the obtained results, dried sugarcane bagasse can replace wheat flour in the diet of Benni fish up to 70% without negatively affecting growth and survival indices. Moreover, the body's fat and protein content increased with higher replacement levels. Therefore, dried sugarcane bagasse can be recommended as a cheaper carbohydrate source in Benni fish fingerlings' diet.

Cite this article: Pourtaherzadeh, Zeinab, Javaheri Baboli, Mehran. 2025. The effect of replacing dried sugarcane bagasse with wheat flour in the diet on growth performance, survival and carcass composition of Benni fish fingerlings (*Mesopotamichthys sharpeyi*). *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 14 (3), 139-152.



© The Author(s).

Doi: 10.22069/japu.2025.22406.1870

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تأثیر جایگزینی پیت خشک نیشکر به جای آرد گندم در جیره غذایی بر عملکرد رشد، بقا و ترکیب لاشه بچه‌ماهی بنی (*Mesopotamichthys sharpeyi*)

زینب پورطاهرزاده^{۱*}، مه‌ران جواهری بابلی^۲

۱. نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری تولید و بهره‌برداری آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: zeinab.pourtaherzadeh@gmail.com
۲. دانشیار گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. رایانامه: mehranjavaheri@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی - پژوهشی	سابقه و هدف: منابع جایگزین آرد گندم مانند پیت خشک نیشکر دارای اجزای کربوهیدرات است که می‌توان پس از عمل‌آوری فیزیکی پیت خشک نیشکر از منبع کربوهیدرات آن استفاده کرد. آرد گندم یکی از اجزاء ضروری در تولید جیره آبزیان و دام محسوب می‌شود که در چند سال اخیر به دلیل افزایش قیمت آن، هزینه‌های تولید غذای آبزیان و دام نیز افزایش یافته است. برای حل این مشکل از پیت خشک نیشکر به دلیل قیمت پایین در تغذیه دام استفاده می‌شود اما به‌منظور مصرف آن در غذای آبزیان لازم است اثر فرآیند ساخت خوراک بر قابلیت استفاده از آن بررسی شود. این پژوهش به‌منظور بررسی اثرات جایگزینی پیت خشک نیشکر به جای آرد گندم بر رشد، بقا و ترکیب لاشه در بچه‌ماهی بنی (<i>Mesopotamichthys sharpeyi</i>) تغذیه شده با جیره حاوی سطوح مختلف پیت خشک نیشکر صورت گرفت.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۱۵ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۱۹	
واژه‌های کلیدی: پیت خشک نیشکر، جایگزینی، رشد، ماهی بنی	مواد و روش‌ها: بچه‌ماهیان از کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان گرمابی شهید ملکی خریداری و به سالن پرورش ماهی مرکز تحقیقات تکثیر و پرورش آبزیان دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز (خوزستان، ایران) منتقل شدند. تعداد ۴۵۰ قطعه بچه‌ماهی بنی با میانگین وزن 0.1 ± 0.024 گرم در قالب طرحی کاملاً تصادفی در ۱۵ تانک ۱۳۵ لیتری با تراکم ۳۰ عدد در هر تانک تقسیم شدند. پنج جیره آزمایشی (سه تکرار)، دارای انرژی و پروتئین یکسان با مقادیر جایگزینی به ترتیب صفر، ۲۰، ۳۰، ۵۰ و ۷۰ درصد پیت خشک نیشکر با آرد گندم طراحی و تولید شد. ماهی‌ها روزانه در پنج نوبت به میزان ۱۰ درصد وزن بدن با جیره‌های آزمایشی به مدت ۶۰ روز تغذیه شدند.
	یافته‌ها: نتایج نشان داد که شاخص‌های رشد ماهیان تغذیه‌شده با تیمارهای آزمایشی مختلف اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند ($P > 0.05$). اختلاف معنی‌دار در بقا تیمارهای مختلف آزمایشی

وجود نداشت ($P>0/05$). درصد پروتئین لاشه بدن در ماهیان تغذیه شده با سطح جایگزینی ۳۰ درصد و ۵۰ درصد نسبت به دیگر تیمارها بیش تر بود ($P<0/05$). بیش ترین درصد چربی لاشه بدن در ماهیان تغذیه شده با سطح جایگزینی ۲۰ درصد، ۳۰ درصد و ۷۰ درصد مشاهده شد ($P<0/05$). درصد خاکستر لاشه بدن ماهیان تغذیه شده با تیمارهای آزمایشی مختلف اختلاف معنی داری باهم نداشتند ($P>0/05$).

نتیجه گیری: با توجه به نتایج به دست آمده، پیت خشک نیشکر می تواند بدون اثر منفی بر روی شاخص های رشد و بقا تا سطح ۷۰ درصد جایگزین آرد گندم در جیره ماهی بنی شود و میزان چربی و پروتئین لاشه نیز با افزایش سطح جایگزینی افزایش یابد. بنابراین، می توان استفاده از پیت خشک نیشکر را به منزله منبع کربوهیدرات ارزان تر در بچه ماهی بنی پیشنهاد کرد.

استناد: پورطاهرزاده، زینب، جواهری بابلی، مهران (۱۴۰۴). تأثیر جایگزینی پیت خشک نیشکر به جای آرد گندم در جیره غذایی بر عملکرد رشد، بقا و ترکیب لاشه بچه ماهی بنی (*Mesopotamichthys sharpeyi*). نشریه بهره برداری و پرورش آبزیان، ۱۴ (۳)، ۱۵۲-۱۳۹.

Doi: 10.22069/japu.2025.22406.1870



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

تغذیه ماهیان از مهم ترین عوامل تعیین کننده در افزایش موفقیت در آبی پروری بوده و بخش عمده ای از کل هزینه اجرایی مزارع پرورشی را در بر می گیرد (۱، ۲) و از طرف دیگر تضمین کننده بقا، رشد مناسب و سلامت آبی می باشد (۳) بنابراین با توجه به رشد روزافزون آبی پروری، دسترسی به جیره مناسب و مقرون به صرفه جهت پرورش آبزیان نیز ضرورت یافته است (۴، ۵) به همین دلیل در رابطه با جیره غذایی، تنها بیشینه رشد مطرح نبوده، بلکه کاهش هزینه تولید از طریق به حداقل رساندن هزینه جیره به خصوص صرفه جویی در منابع پروتئینی با در نظر گرفتن رشد بهینه آبی و به حداقل رساندن تبعات نامطلوب زیست محیطی در بوم سازگان مرتبط با آبی پروری از ملاحظات بسیار مهم و حساس تلقی می شود (۶، ۷). اگر در جیره، پروتئین در سطح مطلوب و مطابق با نیاز ماهی وجود داشته باشد، ولی جیره دارای انرژی کافی (کربوهیدرات و چربی) نباشد، بخشی از پروتئین به جای تشکیل بافت و رشد، صرف تأمین انرژی در ماهی می گردد و آبی به رشد و تولید مورد انتظار نمی رسد. تعیین سطح بهینه کربوهیدرات در جیره غذایی ماهیان ضروری است تا کاتابولیسم پروتئین به منظور تأمین انرژی کاهش یابد و برای سوخت و ساز به طور حد واسط از سایر ترکیبات زیستی مهم استفاده شود (۴، ۸) از سوی دیگر منابع کربوهیدراتی به عنوان ارزان ترین و در دسترس ترین منبع موجود برای تهیه جیره آبزیان از اهمیت به سزایی برخوردار است (۴) و در سطح گسترده ای در غذای حیوانات اهلی به کار می رود، علاقه بسیار شدیدی برای افزودن آن به غذای ماهیان وجود دارد تا هزینه های غذا کاهش یابد البته ماهیان گرمابی گیاهخوار و یا همه چیزخوار قابلیت بالاتری در هضم انواع کربوهیدرات ها نسبت به ماهیان گوشت خوار سردابی و دریایی دارند (۹). ماهی بنی با نام علمی

Barbus sharpeyi از خانواده کپور ماهیان و از

جنس باریوس ها است (۱۰) که از گونه های بومی استان خوزستان در منطقه هورالعظیم و شادگان محسوب می شوند (۱۱) با ارزش تجاری نسبتاً بالا که در سال های اخیر به سرعت وارد چرخه تولید صنعت آبی پروری در استان های جنوبی کشور شده است (۱۲). هم چنین خوزستان به علت داشتن انرژی بالای خورشیدی و خاک حاصلخیز از نوع رسوبی دارای استعداد بالقوه و بالایی جهت تولید نیشکر می باشد (۱۸) و فرآیند تولید این محصول، ضایعات بالایی به دنبال دارد (۱۹). باگاس (پیت خشک نیشکر) یکی از پسماندهای کشاورزی در کشت و صنعت های نیشکر و صنایع جانبی است (۲۰) و پیت نیشکر پس از پوسته گیری از باگاس به دست می آید (۱۳) که به دلیل دارا بودن درصد بالایی از کربوهیدرات ها و نیز ارزان، فراوان و در دسترس بودن مورد توجه قرار دارد (۱۴) و از طرف دیگر به عنوان منبع کربوهیدرات ارزان قیمت که پس از عمل آوری فیزیکی و یا زیستی می تواند جایگزین بخشی از خوراک آبزیان باشد (۱۵، ۲۱) پژوهش ها در خارج از ایران در زمینه استفاده از این منبع غذایی ارزشمند و ارزان قیمت در صنعت آبی پروری تنها محدود به ۲ گونه از آبزیان پرورشی می باشد. مطالعات نشان داده که استفاده از پیت خشک نیشکر در جیره غذایی ماهی کپور معمولی *Cyprinus carpio* (۱۵) و میگوی سفیدغری *Litopenaeus vannamei* (۲۱) نه تنها تأثیر منفی بر رشد و ترکیب لاشه نداشته بلکه باعث بهبود رشد و افزایش میزان پروتئین بدن آبزیان نیز شده است. با این وجود تاکنون گزارشی مبنی بر استفاده از پیت خشک نیشکر در جیره غذایی آبزیان پرورشی در ایران منتشر نشده است. ولی در حال حاضر مطالعات انجام شده در زمینه استفاده از پیت خشک نیشکر در تهیه خوراک دام در ایران محدود است (۱۶). پژوهش ها نشان داده است که علاوه بر

پیت خشک نیشکر، ضایعات کشاورزی دیگری مانند شیره ضایعات خرما در میگوی سفیدغربی *Litopenaeus vannamei* (۲۲)، پودر هسته خرما در میگوی سفیدغربی *Litopenaeus vannamei* (۲۳) و کپور معمولی *Cyprinus carpio* (۲۴) می‌تواند منبع کربوهیدرات و ارزانی در استفاده به عنوان خوراک آبزیان به عنوان درصدی از جیره روزانه باشد. با توجه به وجود پتانسیل‌های بالقوه در خصوص اراضی مستعد پرورش ماهیان گرمابی مانند بنی در خوزستان و نیز اهمیت اقتصادی و اجتماعی صنعت تکثیر و پرورش ماهیان گرمابی به خصوص ارزآوری و اشتغال‌زایی، انجام تحقیقات علمی روز دنیا در جهت به‌کارگیری تکنیک‌ها و فن‌آوری‌های نوین به منظور افزایش میزان تولید، کاهش هزینه‌های تولید و دستیابی به تولید پایدار در این صنعت ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. برای نیل به این هدف باید در درجه اول و به طرق مختلف سعی در استفاده از منابع ارزان‌قیمت جهت بالابردن کیفیت غذا نمود تا با بهبود ضریب تبدیل غذایی و بالا رفتن کیفیت لاشه در مدت زمان کم‌تر به رشد مطلوب‌تر دست یافت. وجود منابع غنی و بومی کربوهیدرات در استان خوزستان به‌ویژه اراضی نیشکر، فرصت بی‌نظیری را فراهم می‌کند تا بتوان با انجام پژوهش‌های جامع در خصوص استفاده از ضایعات نیشکر در جیره غذایی ماهیان گرمابی این صنعت را به درجات عالی کمی و کیفی رساند. در مطالعه حاضر برای نخستین بار تأثیر جایگزینی پیت خشک نیشکر به جای آرد گندم در جیره غذایی بچه‌ماهی بنی بر عملکرد رشد، بقا و ترکیب لاشه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

ماهی و جیره‌های آزمایشی: ۴۵۰ قطعه بچه‌ماهی بنی با میانگین وزنی $0.1 \pm 2/24$ گرم در تابستان ۱۳۹۴ از کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان گرمابی شهید ملکی

اهواز خریداری، و به سالن پرورش ماهی مرکز تحقیقات تکثیر و پرورش آبزیان دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز منتقل و به مدت ۱۴ روز با شرایط محیطی سازگار شدند. این آزمایش در ۵ تیمار با سه تکرار در سطوح صفر، ۲۰، ۳۰، ۵۰ و ۷۰ درصد پیت خشک نیشکر جایگزین آرد گندم جیره در قالب طرحی کاملاً تصادفی در ۱۵ تانک ۱۳۵ لیتری با تراکم ۳۰ عدد در هر تانک به مدت ۶۰ روز انجام شد و فرمولاسیون جیره‌ها با توجه به نتایج حاصل از آنالیز تقریبی اجزای غذایی اولیه، توسط نرم‌افزار جیره نویسی WUFFDA صورت پذیرفت. با توجه به تعداد ماهیان ۳۰ عدد در هر تانک و میانگین وزن اولیه $0.1 \pm 2/24$ که برابر می‌شود با $67/2$ گرم بیومس که جهت غذایی ۱۰ درصد این مقدار بیومس یعنی $67/2$ گرم در طی روز در ۵ وعده که به صورت پلت تهیه شده بود به ماهیان داده شد. همچنین با توجه به دوره زمانی آزمایش (۶۰ روز)، انتخاب ماهیان با سایز کوچک منجر به این می‌شود که در پایان آزمایش بتوان اختلافات مشهود را مشاهده کرد و از سوی دیگر در آن مقطع زمانی، ماهیان با میانگین وزنی $0.1 \pm 2/24$ گرم در دسترس بیش‌تر و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه‌تر بود. برای آماده‌سازی غذا ابتدا اقدام به عمل‌آوری فیزیکی پیت شد. بدین منظور پیت خشک نیشکر را ابتدا با دستگاه آسیاب‌کن برقی، پودر کرده و ناخالصی‌های پودر پیت خشک نیشکر شامل مواد خشبی یا فیبر جدا گردیده و با الک ۱۰۰ میکرونی جدا شدند. دیگر مواد اولیه مورد نیاز برای ساخت جیره‌های غذایی به کمک ترازوی دیجیتال وزن و به خوبی با پودر پیت خشک نیشکر، پودر ماهی و آرد سویا مخلوط شدند. پس از آن روغن به مخلوط مواد اضافه و برای ۱۵ دقیقه کاملاً با هم مخلوط شدند. پس از آن آب به تدریج به مخلوط مواد اضافه گردید تا حدی که مخلوط حاصل شکل خمیری به خود گرفت. سپس مخلوط حاصل به کمک چرخ‌گوشت خانگی (ساخت شرکت پارس

خزر) به صورت رشته‌هایی با قطر ۲ تا ۲/۵ میلی‌متر درآمدند. رشته‌های خارج شده از چرخ‌گوشت روی سینی‌های توری گسترده شده و در داخل آن در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت کاملاً خشک شد. در زمان خشک‌شدن رشته‌های غذا زیر و رو شدند تا تمام رشته‌ها به‌طور یکنواخت خشک شوند. پس از خشک‌شدن، جیره‌های غذایی خرد شدند تا اندازه مناسب پیدا کنند، سپس در بسته‌هایی

شماره‌گذاری شده و در پلاستیک بسته‌بندی و تا زمان مصرف در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. هم‌زمان با شروع فعالیت کارگاهی، مقدار غذای مورد نیاز به‌صورت روزانه از فریزر خارج و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری و استفاده شد. در شروع دوره، هر دو هفته یکبار و انتهای آزمایش ماهیان مربوط به هر تکرار به‌صورت جداگانه زیست‌سنجی و اطلاعات به‌دست آمده ثبت شد.

جدول ۱- ترکیب جیره و نتایج آنالیز تقریبی.

Table 1. Diet composition and proximate analysis results.

اجزای جیره (درصد)	شاهد	تیمار ۱ (۲۰ درصد)	تیمار ۲ (۳۰ درصد)	تیمار ۳ (۵۰ درصد)	تیمار ۴ (۷۰ درصد)
پودر ماهی ^۱	25	25	25	25	25
آرد سویا	38	38	38	38	38
آرد گندم	30	24	21	15	9
پیت نیشکر ^۲	-----	6	9	15	21
روغن ماهی	1	1	1	1	1
روغن سویا	1	1	1	1	1
پرمیکس مواد معدنی ^۳	1	1	1	1	1
پرمیکس ویتامین ^۳	1	1	1	1	1
آمت (بایندر)	1	1	1	1	1
ترکیب جیره (درصد)					
درصد ماده خشک	88.81	88.96	89.04	89.19	89.34
درصد پروتئین	42.65	42.20	41.98	41.54	41.09
درصد چربی	11.73	11.65	11.61	11.54	11.46
انرژی (کیلوکالری در گرم)	3.09	3.05	3.03	3	2.95

^۱ شرکت صدف، خوزستان، ایران

^۲ شرکت کشت و صنعت نیشکر

^۳ شرکت داروسازی ارس بازار، آمل، ایران، مکمل مواد معدنی و ویتامین

در انتهای دوره آزمایش، ۲۴ ساعت بعد از آخرین غذادهی از ماهیان هر تیمار به‌صورت جداگانه نمونه‌برداری و همه ماهی‌ها زیست‌سنجی شد و شاخص‌های رشد شامل افزایش وزن بدن، نرخ رشد

ویژه، ضریب چاقی، درصد افزایش وزن بدن، شاخص‌های تغذیه‌ای شامل بازده پروتئین و ضریب تبدیل غذایی براساس رابطه‌های زیر محاسبه شد (۱۷).

افزایش وزن بدن = وزن اولیه - وزن نهایی

درصد افزایش وزن = (متوسط وزن نهایی - متوسط وزن اولیه) / متوسط وزن اولیه $\times 100$

نرخ رشد ویژه = Ln وزن نهایی - Ln وزن اولیه / دوره پرورش به روز $\times 100$

ضریب چاقی = وزن نهایی بر حسب گرم / (طول کل ماهی بر حسب سانتی‌متر)^۳ $\times 100$

ضریب تبدیل غذایی = مقدار غذای خورده شده به گرم / افزایش وزن بدن به گرم

نرخ کارایی پروتئین = افزایش وزن بدن به گرم / مقدار پروتئین مصرفی به گرم

برای آنالیز بیوشیمیایی لاشه نیز تعداد ۵ عدد ماهی از هر تکرار به صورت تصادفی انتخاب شدند. به منظور آنالیز بیوشیمیایی لاشه و جیره‌های غذایی از روش کار استاندارد (AOAC, 1995) استفاده شد (۲۵). به منظور سنجش میزان رطوبت، ابتدا پتری‌دیش‌های لازم، در آون کاملاً خشک شده و پس از سرد شدن در دسیکاتور توزین شدند. پس از آن مقداری از هر ماهی در داخل آن قرار داده شده و وزن ظرف و نمونه ثبت گردید. بعد از آن پتری‌دیش‌های حاوی نمونه در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. پس از ۲۴ ساعت نمونه‌ها از آون خارج و در دسیکاتور سرد شده و مجدداً توزین شده و با محاسبه اختلاف وزن به دست آمده درصد رطوبت مشخص گردید (AOAC, 1995). (۲۵)

درصد رطوبت = (وزن نهایی (گرم) - وزن اولیه (گرم)) / وزن اولیه (گرم) $\times 100$

میزان پروتئین ماهیان نیز براساس روش کج‌لدال و با استفاده از دستگاه کج‌لدال اتوماتیک تعیین گردید. برای سنجش درصد پروتئین، نمونه‌های خشک (فاقد رطوبت) درون لوله آزمایش مخصوص هضم ریخته شد، به هر لوله ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال، یک عدد قرص هضم حاوی سولفات مس و چند قطره اکتان نرمال به عنوان ضد کف اضافه گردید. در هر بار کار با دستگاه ۲ نمونه شاهد همراه نمونه‌های ماهی مورد سنجش قرار گرفت. حمام هضم قبلاً روشن و پس از قرار دادن لوله‌ها در دستگاه مورد نظر، دمای آن به تدریج به ۴۲۰ درجه سانتی‌گراد رسانده شد تا هضم صورت گیرد. هضم نمونه‌ها تقریباً ۴ ساعت به طول انجامید. پس از هضم نمونه‌ها و سرد شدن آن‌ها مقداری آب مقطر به هر لوله اضافه گردید و در قسمت تیتراسیون دستگاه کج‌لدال قرار

داده شد. دستگاه به سه ظرف حاوی اسیدکلریدریک ۰/۱ نرمال، سود ۴۰ درصد و آب مقطر متصل است، که با توجه به میزان نیتروژن نمونه، به طور خودکار از هر ظرف به میزان مورد نظر استفاده می‌کند. پس از چند دقیقه تیتراسیون نمونه‌ها صورت گرفته و درصد نیتروژن نمونه‌ها روی صفحه نمایشگر دستگاه ثبت می‌شود، با ضرب این اعداد در عدد ۶/۲۵، میزان پروتئین نمونه‌ها به دست آمد (AOAC, 1995).

به منظور سنجش میزان چربی نیز مقدار ۲ گرم نمونه خشک ماهی، وزن و درون کاغذ صافی قرار داده شد. کاغذ صافی حاوی نمونه در دستگاه سوکسله قرار داده شد. سپس ظرفی که محل تجمع چربی می‌باشند، با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین و در داخل دستگاه قرار داده شدند. بعد از طی برنامه زمانی مشخص، چربی نمونه‌ها در ظرف‌هایی

که قبلاً توزین شده بودند تجمع یافت. ظرف‌ها از دستگاه خارج شده و در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا تمام محلول حلال چربی (اتر) تبخیر شده و تنها چربی در ظرف باقی بماند.

درصد چربی = (وزن ظرف و چربی (گرم) - وزن ظرف (گرم) / وزن نمونه (گرم)) × ۱۰۰

به منظور سنجش میزان خاکستر نیز بوت‌های چینی (کروزه) خالی در آون با دمای ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۰ دقیقه قرار داده شدند. پس از سرد شدن در دسیکاتور توزین گردیده و سپس ۰/۵ گرم از نمونه خشک در بوت‌های چینی ریخته شده و سپس وزن بوت‌ها همراه با نمونه اندازه‌گیری شد.

درصد خاکستر = (وزن بوت همراه با نمونه نهایی (گرم) - وزن بوت چینی (گرم)) / وزن نمونه (گرم) × ۱۰۰

نتایج

نتایج مربوط به شاخص‌های افزایش وزن بدن، درصد افزایش وزن بدن، وزن نهایی، فاکتور وضعیت، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و نسبت بازده پروتئین بچه‌ماهیان بنی نسبت به اثر سطوح مختلف پیت خشک نیشکر در جدول ۲ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد در انتهای دوره آزمایش شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای ماهیان تغذیه شده با تیمارهای آزمایشی مختلف اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند ($P > 0/05$). اختلاف معنی‌دار در بقا تیمارهای مختلف آزمایشی وجود نداشت ($P > 0/05$)، به عبارت دیگر استفاده از پیت خشک نیشکر تا سطح ۷۰ درصد جیره تأثیر منفی بر رشد و بقا بچه‌ماهیان بنی نداشته است.

میزان انرژی کل در جیره‌های غذایی با توجه به سطح انرژی پروتئین (۴ کیلو کالری به ازای هر گرم)، چربی (۹ کیلو کالری به ازای هر گرم) و کربوهیدرات (۴ کیلو کالری به ازای هر گرم) محاسبه گردید.

آنالیز آماری: آنالیز آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ و آنالیز واریانس یک‌طرفه (One way ANOVA) جهت مقایسه میانگین تیمارها صورت گرفت، پس از آن آزمون Tukey در سطح معنی‌دار ۰/۰۵ و رسم نمودارها در ۲۰۱۰ Excel انجام شد. داده‌ها در نتایج به صورت میانگین $\pm$ خطای استاندارد ($Mean \pm SE$) بیان شده است. نرمال بودن داده‌ها به وسیله آزمون Shapiro-Wilk بررسی شد.

جدول ۲- شاخص‌های رشد در بچه‌ماهی بنی تغذیه شده با سطوح مختلف پیت خشک نیشکر.

Table 2. Growth indices in Benni fish fed with different levels of dried sugarcane bagasse.

شاخص	شاهد	تیمار 1	تیمار 2	تیمار 3	تیمار 4
میانگین وزن نهایی	10.67±0.03	10.63±0.07	10.52±0.04	10.62±0.11	10.58±0.21
افزایش وزن	8.43±0.28	8.39±0.07	8.28±1.30	8.38±1.87	8.34±1.77
درصد افزایش وزن	376.33±23.05	374.55±9.31	369.64±1.22	374.10±22.47	372.32±3.49
فاکتور وضعیت	2.00±0.80	2.00±0.78	2.00±0.78	2.00±0.81	2.00±0.82
نرخ رشد ویژه	2.60±0.18	2.59±0.07	2.57±0.02	2.59±0.16	2.58±0.02
ضریب تبدیل غذایی	2.07±0.61	1.93±0.24	2.14±0.01	1.88±0.41	1.69±0.05
نسبت بازده پروتئین	0.72±0.21	0.67±0.08	0.73±0.00	0.63±0.14	0.56±0.01
زنده‌مانی (درصد)	100%	100%	100%	100%	100%

حروف متجانس دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد نمی‌باشند ($P>0.05$)

نتایج تأثیرات سطوح مختلف پیت خشک نیشکر در ترکیبات بیوشیمیایی لاشه در انتهای دوره پرورش در جدول ۳ آورده شده است. در انتهای دوره آزمایش در شاخص پروتئین و چربی اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P<0.05$). با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه، ماهیان پرورشی بعد از ۶۰ روز پرورش و تغذیه با جیره‌های غذایی سطوح مختلف جایگزینی پیت خشک نیشکر به جای آرد گندم، در تیمار ۲ و ۳ با سطح جایگزینی ۳۰ درصد و ۵۰ درصد بالاترین میزان پروتئین را نشان دادند $0.06 \pm 18/48$ و $0.16 \pm 18/50$ و همین‌طور در تیمار ۲، ۳ و ۴ با سطح جایگزینی ۲۰ درصد، ۳۰ درصد و ۷۰ درصد نیز بالاترین میزان چربی $0.08 \pm 2/17$ ، $0.01 \pm 2/16$

و $0.04 \pm 2/22$ مشاهده شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تیمارهای تغذیه شده با سطوح مختلف جایگزینی پیت خشک نیشکر به جای آرد گندم، بعد از ۶۰ روز غذادهی در شاخص ترکیبات شیمیایی لاشه به‌جز در پروتئین و چربی در سایر موارد اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند ($P>0.05$). میزان چربی و پروتئین لاشه با افزایش سطح جایگزینی افزایش پیدا نمودند. افزایش پروتئین و چربی در رژیم غذایی سلولز نشان می‌دهد که منابع کربوهیدراتی پیشنهادی در رژیم تغذیه‌ای بچه‌ماهی بر ترکیب شیمیایی لاشه مناسب بوده و اثرات منفی بر روی رشد و سلامتی ماهیان پرورشی و هم‌چنین مصرف غذایی آن‌ها ندارد.

جدول ۳- ترکیب لاشه بچه‌ماهی بنی تغذیه شده با سطوح مختلف پیت خشک نیشکر.

Table 3. Composition of Benni fish fed with different levels of dried sugarcane bagasse.

شاخص	شاهد	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴
پروتئین (درصد)	17.91±0.14 ^a	18.14±0.03 ^a	18.48±0.06 ^b	18.50±0.16 ^b	17.88±0.04 ^a
چربی (درصد)	2.00±0.30 ^a	2.17±0.08 ^b	2.16±0.10 ^b	2.1±0.05 ^{ab}	2.22±0.04 ^b
خاکستر (درصد)	2.05±0.07 ^a	2.23±0.14 ^a	2.10±0.19 ^a	2.05±0.07 ^a	2.03±0.16 ^a
رطوبت (درصد)	76.29±0.05 ^a	75.98±0.17 ^a	76.36±0.03 ^a	76.12±0.40 ^a	76.47±0.33 ^a

حروف متجانس دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد نمی‌باشند ($P>0.05$)

بحث و نتیجه گیری

آبزیان با ارائه مواد غذایی و منبع درآمد بهتر، نقش حیاتی را در بسیاری از کشورها ایفا می کنند (۲۶) و در این میان، ماهی بنی با نام علمی *Mesopotamichthys sharpeyi* که جزء ماهیان تجاری تالاب های استان خوزستان می باشد به دلیل رشد نسبتاً مناسب، تحمل شرایط نامساعد محیطی و ارزش اقتصادی بالای آن برای پرورش در بین ماهیان بومی از اهمیت زیادی برخوردار است (۲۷). در جنوب ایران به علت وجود ظرفیت ها و پتانسیل های مناسب از نظر منابع طبیعی و آب و هوایی می توان پرورش ماهیان گرمابی مانند بنی را اقتصادی تر کرد و سود به دست آمده در این مزارع را بالاتر برد. هم چنین وجود منابع غنی و بومی کربوهیدرات در استان خوزستان به ویژه اراضی نیشکر، فرصت بی نظیری را فراهم می کند تا بتوان با انجام پژوهش های جامع در خصوص استفاده از ضایعات نیشکر در جیره غذایی ماهیان گرمابی این صنعت را به درجات عالی کمی و کیفی رساند. در پژوهش حاضر تأثیر استفاده از پیت خشک نیشکر به عنوان یک منبع با ارزش و ارزان قیمت کربوهیدرات که به طور بومی در دسترس است در جیره غذایی ماهی بنی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که می توان پیت خشک نیشکر را پس از عمل آوری فیزیکی به جای منابع گران قیمت تر کربوهیدرات مانند آرد گندم در جیره غذایی ماهی بنی پرورشی استفاده کرد و ضمن حفظ ارزش غذایی جیره، قیمت تمام شده برای تهیه آن را کاهش داد. نتایج نشان داد که استفاده از پیت خشک نیشکر تا میزان ۷۰ درصد هیچ تأثیر منفی بر عملکرد رشد و ترکیب لاشه بچه ماهی بنی در مقایسه با ماهی تغذیه شده با جیره حاوی آرد گندم نداشت، به طوری که در پایان دوره آزمایش تغذیه میزان افزایش طول و وزن، نرخ رشد ویژه و شاخص وضعیت ماهی

تغذیه شده با سطوح مختلف پیت خشک نیشکر نسبت به تیمار کنترل از نظر آماری اختلاف معنی دار نداشت و میزان پروتئین و چربی لاشه نیز با افزایش سطح جایگزینی افزایش پیدا نمودند. این نتایج نشان می دهد ماهی بنی پرورشی می تواند به خوبی از این ماده غذایی برای تأمین انرژی مورد نیاز برای فعالیت های متابولیکی و رشد استفاده کند. باگاس نیشکر، باقی مانده پس از استخراج نیشکر، یک زیست توده غنی از کربن است که مانند بسیاری از بقایای کشاورزی دیگر، فراوان و مناسب است (۲۸، ۳۲). علاوه بر این، خواص باگاس مانند مساحت سطح، ویژگی های منافذ و ظرفیت جذب را می توان از طریق عمل آوری فیزیکی، زیستی یا شیمیایی افزایش داد (۲۹). پژوهش گران اخیراً به دلیل توانایی آن در افزایش رشد و بقای ماهی های پرورشی به باگاس علاقه مند شده اند. هم چنین باگاس سوخته معمولاً به عنوان افزودنی خاک برای افزایش حاصلخیزی و بهبود احتباس آب توصیه می شود (۳۰). علاوه بر این، وجود مکمل غذایی باگاس در جیره ماهی منجر به بهبود رشد می شود زیرا می تواند باعث رشد فلور میکروبی مفید روده و تسهیل هضم غذا در موجودات آبزی می شود (۲۱، ۳۱). هم چنین لازم به ذکر است که طبق تجربیات و مشاهدات نگارنده در طی روند آزمایش، سطح بالاتر از ۷۰ درصد به دلیل اثر منفی که بر خصوصیات فیزیکی و شکل پلت های غذایی داشت در جیره استفاده نگردید و نیز به نظر می رسد که علت اثرگذاری مثبت پیت خشک نیشکر بر روی رشد ماهیان بنی به دلیل عمل آوری فیزیکی پیت بوده است. بدین صورت که در پژوهش های انجام شده بر روی شیره ضایعات خرما در جیره میگوی سفید غربی و پودر هسته خرما در جیره ماهی کپور معمولی و میگوی سفید غربی بیان شده است که عملیاتی مانند پوسته گیری، آسیاب کردن، خیساندن، حرارت دادن،

خردکردن، تخمیر و یا استفاده از مواد اسیدی و بازی می‌تواند منجر به کاهش سطح سلولز ضایعات کشاورزی استفاده شده مانند شیر ضایعات خرما و هسته خرما در جیره آبزیان شود (۲۲، ۲۳، ۲۴) از این‌رو از آنجایی‌که در این مطالعه قبل استفاده از باگاس (پیت خشک نیشکر) اقدام به عمل‌آوری فیزیکی (آسیاب کردن و الک کردن) شد، بنابراین به‌نظر می‌رسد که کاهش سطح سلولز آن منجر به امکان جایگزینی سطوح بالاتری از باگاس نیشکر بدون اثر منفی بر عملکرد رشد و ترکیب لاشه بچه ماهیان بنی پرورشی شده است. در این راستا مطالعات بسیار کمی در خارج کشور نیز وجود دارد که در برخی آن‌ها اشاره شده است امکان استفاده از باگاس نیشکر به‌صورت عمل‌آوری و کاهش سطح فیبر آن امکان‌پذیر است. برای مثال در مطالعه صورت گرفته بر روی کپور معمولی در جایگزینی باگاس عمل‌آوری شده به‌صورت فیزیکی به جای جو به‌عنوان منبع کربوهیدرات مشاهده شد که در سطوح بالای جایگزینی فاقد اثر منفی بر روی شاخص‌های رشد بوده است (۱۵). هم‌چنین طبق گزارش رن و همکاران (۲۰۲۱) که بیان کردند ۹۷ سویه باکتری هضم‌کننده سلولز جهت عمل‌آوری زیستی باگاس نیشکر به‌عنوان بستر استفاده شد که در این میان ۲ سویه *Vibrio* و *Microbulbifer* توانایی بالایی را برای

کاهش سطح سلولز باگاس و نیز استفاده آن برای میگوی سفید غربی نشان داد که می‌تواند آن را تبدیل به منبع ارزان‌قیمت کربوهیدرات بکنند و می‌تواند از طریق خواص پری‌بیوتیکی مانند تخمیر در لومن روده منجر به افزایش سیستم ایمنی و مقاومت میگوها گردد (۲۱) و هم‌چنین در تشابه با سایر مطالعات صورت گرفته در ارتباط با ضایعات کشاورزی به‌عنوان منبع کربوهیدرات در مقاله اکبرزاده و همکاران (۲۰۱۹) بر روی هسته خرما در میگوی سفید غربی، فیبر درون هسته خرما منجر به اثرگذاری مثبت بر لومن میکروبی دستگاه گوارش میگوی سفید غربی گردیده است (۲۳).

در مجموع نتایج این بررسی نشان داد که پیت خشک نیشکر می‌تواند به‌عنوان یک منبع ارزان‌قیمت کربوهیدرات تا ۷۰ درصد در جیره غذایی بچه‌ماهی بنی مورد استفاده قرار گیرد و جایگزین منابع گران‌قیمت‌تر کربوهیدرات مانند آرد گندم شود. با توجه به این‌که گندم یک محصول استراتژیک می‌باشد استفاده از محصولات بومی محلی جایگزین که بتواند علاوه بر عملکرد مناسب ماهی بنی پرورشی باعث حفظ کیفیت جیره و کاهش هزینه ساخت جیره شود ضروری به‌نظر می‌رسد. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش استفاده از پیت خشک نیشکر در جیره غذایی ماهی بنی پرورشی توصیه می‌شود.

منابع

1. New, M. B. (1996). Responsible use of aquaculture feeds. *Aquaculture Asia*, 1(1), 3-15.
2. Williams, K. C., Irvin, S., & Barclay, M. (2004). Polka dot grouper *Cromileptes altivelis* fingerlings require high protein and moderate lipid diets for optimal growth and nutrient retention. *Aquaculture nutrition*, 10(2), 125-134.
3. Jafari, V. A., Nourqholipour, S., Imanpour, M. R., & Hosseini Far, S. H. (2020). Effects of different levels of the amino acid glycine on growth indices, feed intake, survival rate and salinity stress resistance in common carp *Cyprinus carpio*. *Journal of Animal Environment*, 11(2), 197-204.

4. Noorabadi, M. J., Safari, O. (2023). A review on the use of carbohydrate sources in the diet of aquatic animals with an emphasis on improving the growth performance of aquatic species. Seventh National Conference on New Findings in Agriculture, Environment and Sustainable Natural Resources. [In Persian]
5. Da, C. T., Lundh, T., & 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.
6. Bureau, D. P., Hua, K., & Cho, C. Y. (2006). Effect of feeding level on growth and nutrient deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) growing from 150 to 600 g. *Aquaculture research*, 37(11), 1090-1098.
7. Mohapatra, S. B., & Patra, A. K. (2014). Growth response of common carp (*Cyprinus carpio*) to different feed ingredients incorporate diets. *Advances in Applied Science Research*, 5(1), 169-173.
8. Webster, C. D., & Lim, C. (Eds). (2002). Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. *CABI Publishing*, 184-201p.
9. Wilson, R. P. (1994). Utilization of dietary carbohydrate by fish. *Aquaculture*, 124(1-4), 67-80.
10. Coad, B. W. (1991). Fishes of The Tigris-Euphrates Basin: A critical check list. *Syllogeus*, 68, 31.
11. Nick Pi, M., Dehghan, S., Esmaili, F., & Marashi, Z. (2003). Final report of the *Barbus grypus* fish and *Barbus sharpeyi* fish biological survey project. *Agricultural Research, Education and Extension Organization*, 124p. [In Persian]
12. Mousavi, S. M., Majdi Nasab, E., Yavari, V., Rajabzadeh Ghatrami, E., & Razi Jalali, M. (2012). Effects of two anaesthetic regimes, MS-222 and eugenol, on plasma biochemical profile in *Barbus sharpeyi*. *Comparative Clinical Pathology*, 21, 859-863.
13. Castro, F. D., & Machado, P. F. (1990). Feeding value of steam treated sugar cane bagasse in ruminant rations. *Journal of Livestock Research for Rural Development*, 2(1), 1-6.
14. Tabandeh, F., Roaiaie, M., Bambai, B., Molaie, M., & Ghasemi, F. (2009). Isolation and identification of the bagasse degrading microorganisms. *Iranian Journal of Biology*, 442-451p.
15. Jaferian, A., & Fayazi, J. (2011). Introduction of pit instead of barley grain in common carp feed. *Journal of Global Veterinaria*, 7(1), 7-9.
16. De La Cruz, H. O. (1990). Steam treated bagasse for fattening cattle. Effect of supplementation with Gliricidia sepium and urea/molasses. *Livestock Research for Rural Development*, 2(2), 77-91.
17. Nya, E. J., & Austin, B. (2011). Dietary modulation of digestive enzymes by the administration of feed additives to rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* Walbaum. *Aquaculture Nutrition*, 17(2), 459-466.
18. Najafabadi, R. T., & Asodar, M. A. (2010). Investigation of the effect of organic matter by vertical mulching method on physical and chemical properties of soil and improvement of sugarcane yield. National Conference on Water, Soil, Plant and Agricultural Mechanization Sciences. [In Persian]
19. Zaki Dizaji, H., & Monjezi, N. (2018). Evaluation of Loss Resources during Sugarcane Production Process and Provide Solutions to Reduce Waste. *Journal of Agricultural Machinery*, 8(1), 67-77.
20. Karimi, A., Abbasi, N., & Siavoshnia, M. (2018). Stabilization of clayey soils using Bagasse fly ash and lime. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 49(1), 1-12.
21. Ren, W., Xu, X., Long, H., Zhang, X., Cai, X., Huang, A., & Xie, Z. (2021). Tropical cellulolytic bacteria: potential utilization of sugarcane bagasse as low-cost carbon source in aquaculture. *Frontiers in Microbiology*, 12, 745853.
22. Abaszadeh, A., Yavari, V., Hoseini, J., & Nafidi Bahabadi, M. (2017). The effect of different carbon sources

- (molasses and spoilage date palm fruit juice) on water quality, growth performance and body composition of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) culture in biofloc system. *Journal of Aquatic Ecology*, 6(4), 21-38.
23. Akbarzadeh, A., Babanejad Abkenar, K., Eshagh Nimvari, M., Karimi, K., & Niroomand, M. (2019). Using date pits powder as a low-cost carbohydrate ingredient in the diet of whiteleg shrimp *Penaeus vannamei*. *Journal of Aquaculture Development*, 13(1), 1-10.
 24. Ahmed, V. M., Abdulrahman, N. M., HamaAmeen, S. A., Hassan, B. R., Abbas, A. B., Hussien, B. A., & Aziz, K. M. (2017). Impacts of date palm seeds (*Phoenix dactyliferous* L.) on growth indices and nutrient utilization of common carp *Cyprinus carpio* L. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 7(4), 280-284.
 25. Cunniff, P. (1995). Association of official analytical chemists. *Official Methods of AOAC Analysis*.
 26. Direkbusarakom, S. (2004). Application of medicinal herbs to aquaculture in Asia. *Walailak Journal of Science and Technology (WJST)*, 1(1), 7-14.
 27. Ahmadi, S., Khodadadi, M., Roomiani, L., & Hakimi Mofrad, R. (2014). The embryonic development and formation of Bunnei (*Barbus sharpeyi* Gunther, 1874). *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 22(4), 1-12.
 28. Inyang, M., Gao, B., Pullammanappallil, P., Ding, W., & Zimmerman, A. R. (2010). Biochar from anaerobically digested sugarcane bagasse. *Bioresource technology*, 101(22), 8868-8872.
 29. Sawalha, H., Maghalseh, M., Qutaina, J., Junaidi, K., & Rene, E. R. (2020). Removal of hydrogen sulfide from biogas using activated carbon synthesized from different locally available biomass wastes-a case study from Palestine. *Bioengineered*, 11(1), 607-618.
 30. Raul, C., Prakash, S., Lenka, S., & Bharti, V. S. (2021). Sugarcane bagasse biochar: a suitable amendments for inland saline pond water productivity. *Journal of Environmental Biology*, 42(5), 1264-1273.
 31. Lan, T. T., Preston, T. R., & Leng, R. A. (2016). Feeding biochar or charcoal increased the growth rate of striped catfish (*Pangasius hypophthalmus*) and improved water quality. *Livestock Research for Rural Development*, 28(5), 84.
 32. Jateen, S., Bharti, V. S., Prakash, S., Krishnan, S., Paul, T., & Kumar, S. (2023). Sugarcane bagasse biochar-amended sediment improves growth, survival, and physiological profiles of white-leg shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) reared in inland saline water. *Aquaculture International*, 31(4), 2145-2164.