



University of Tehran

Journal of Fisheries

Home Page: <https://jfisheries.ut.ac.ir>

Online ISSN: 2423-7809

The effect of replacing sugar beet molasses with wheat bran in the diet on growth performance, nutrition and composition of gastrointestinal bacteria of Common carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) fry

Mehran Avakh Keysami^{1*} | Ahmad Rohani² |
Abdolsamad Keramat³ | Hosain Ouraji³

1. Corresponding Author, Department of Fisheries and Aquatics, Mirzakocheh Khan Fisheries Sciences and Industries Training Unit, Agricultural Research, Education and Extension Organization Rasht, Rasht, Iran. Email: dr.keysami@gmail.com

2. Shahid Ansari Fish Culture and Propagation Center, Rasht, Iran. Email: ahmadrouhany@gmail.com

3. Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. Email: amirkola@yahoo.com

4. Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. Email: ouraj.h@yahoo.com

ARTICLE INFO

Article type:

Research Article

Article History:

Received: 16 Jun 2025

Revised: 12 August 2025

Accepted: 15 August 2025

Published online: 22 November 2025

Keywords:

Bacterial composition,
Carp fry,
Digestibility,
Growth,
Sugar beet molasses.

ABSTRACT

This study was conducted to determine the effects of sugar beet molasses on improving growth, digestibility and bacterial load of the digestive tract of common carp fry (*Cyprinus carpio*) at the Shahid Ansari Center for Reproduction and Restoration of Bone Fish Stocks in Gilan. Sugar beet molasses was replaced with part of the wheat bran in the diet at four levels of 1.5, 3, 4.5 and 6%. Also, a diet without beet molasses was used as a control diet. In this experiment, 300 common carp fry (28.38 ± 1.87 g) were reared for 8 weeks in 5 treatments with 3 replications (20 fish per tank). The results of growth parameter measurements showed that different levels of sugar beet molasses in the diet of common carp fry increased the percentage of body weight gain (BW1%), specific growth index (SGR), protein and fat digestibility compared to the control treatment ($P < 0.05$). The number of gram-positive and gram-negative bacteria in the digestive tract of fry and the water of the rearing tanks was significantly different between the treatments containing sugar beet molasses and the control treatment ($P < 0.05$). The feed conversion ratio (FCR) showed a significant difference between the treatments containing 1.5, 3 and 4.5% sugar beet molasses compared to the control treatment ($P < 0.05$). The best performance of growth indices was observed in the treatment fed with 4.5% sugar beet molasses replaced with bran in the diet. Increasing sugar beet molasses in the diet by more than 4.5% did not affect the performance of growth indices compared to the control treatment ($P > 0.05$). Based on the results of this study, in order to improve growth parameters, wheat bran can be replaced with sugar beet molasses at a level of 4.5% in the food composition of common carp fry.

Cite this article: Avakh Keysami, M., Rohani, A., Keramat, A., Ouraji, H. (2025). The effect of replacing sugar beet molasses with wheat bran in the diet on growth performance, nutrition and composition of gastrointestinal bacteria of Common carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) fry. *Journal of Fisheries*, 78 (4), 331-344. DOI: <http://doi.org/10.22059/jfisheries.2025.397200.1462>



© The Author(s) **Publisher:** University of Tehran Press.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jfisheries.2025.397200.1462>



دانشگاه تهران

شیلات، مجله منابع طبیعی ایران

شاپا الکترونیکی: ۲۴۲۳-۷۸۰۹

سایت نشریه: <https://jfisheries.ut.ac.ir>

تأثیر جایگزینی ملاس چغندر قند با سبوس گندم در جیره بر عملکرد رشد، تغذیه و ترکیب باکتری‌های دستگاه گوارش بچه‌ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758)

مهران آوخ کیسمی^{۱*} | احمد روحانی^۲ | عبدالصمد کرامت^۳ | حسین اورجی^۳

۱. نویسنده مسئول، گروه شیلات و آبزیان، واحد علوم و صنایع شیلاتی میرزا کوچک خان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران. رایانامه: dr.keysami@gmail.com
۲. مرکز تکثیر و بازسازی ذخائر ماهیان استخوانی شهید انصاری گیلان، رشت، ایران. رایانامه: ahmadrouhany@gmail.com
۳. گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: amirkola@yahoo.com
۳. گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: ouraj.h@yahoo.com

چکیده

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۲۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۵/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۲۴

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۹/۰۱

کلیدواژه:

بچه‌ماهی کپور،
ترکیب باکتریایی،
رشد،
ملاس چغندر قند،
هضم‌پذیری.

این تحقیق به منظور تعیین اثرات ملاس چغندر قند بر بهبود رشد، هضم پذیری و بار باکتریایی دستگاه گوارش بچه‌ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در مرکز تکثیر و بازسازی ذخائر ماهیان استخوانی شهید انصاری گیلان انجام شد. ملاس چغندر قند در چهار سطح ۱/۵، ۳، ۴/۵ و ۶ درصد جایگزین بخشی از سهم سبوس گندم در جیره گردید. همچنین جیره بدون ملاس چغندر به عنوان جیره شاهد، استفاده شد. در این آزمایش ۳۰۰ قطعه بچه‌ماهی کپور معمولی (28.38 ± 1.87 گرم) به مدت ۸ هفته در ۵ تیمار با ۳ تکرار (۲۰ قطعه ماهی در هر مخزن) پرورش داده شد. نتایج اندازه‌گیری شاخص‌های رشد نشان داد که سطوح مختلف ملاس چغندر قند در جیره بچه‌ماهیان کپور معمولی باعث افزایش درصد وزن (BW)، شاخص رشد ویژه (SGR)، هضم‌پذیری پروتئین و چربی نسبت به تیمار شاهد گردید ($P < 0.05$). تعداد باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی موجود در دستگاه گوارش بچه‌ماهیان و آب مخازن پرورش بین تیمارهای حاوی ملاس چغندر قند و تیمار شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0.05$). ضریب تبدیل غذایی (FCR) اختلاف معنی‌داری را بین تیمارهای حاوی ۱/۵، ۳ و ۴/۵ درصد ملاس چغندر قند نسبت به تیمار شاهد نشان داد ($P < 0.05$). بهترین عملکرد شاخص‌های رشد در تیمار تغذیه‌شده با سطح ۴/۵ درصد ملاس چغندر قند جایگزین با سبوس در جیره غذایی مشاهده گردید. افزایش ملاس چغندر قند در جیره غذایی بیش از ۴/۵ درصد در عملکرد شاخص‌های رشد نسبت به تیمار شاهد مؤثر نبود ($P > 0.05$). براساس نتایج این تحقیق، به منظور بهبود شاخص‌های رشد می‌توان در ترکیب غذای بچه‌ماهی کپور معمولی سبوس گندم را با ملاس چغندر قند در سطح ۴/۵ درصد جایگزین نمود.

استناد: آوخ کیسمی؛ مهران، روحانی؛ احمد، کرامت؛ عبدالصمد، اورجی؛ حسین (۱۴۰۴). فعالیت آنزیم‌های وابسته به متابولیسم پروتئین، چربی، گوارش و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی کپور معمولی تغذیه شده با مکمل معدنی تحت سیستم بیوفلاک. نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، ۷۸ (۴)، ۳۴۴-۳۳۱. DOI: <https://doi.org/10.22059/jfisheries.2025.397200.1462>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jfisheries.2025.397200.1462>



۱. مقدمه

صنعت آبی‌پروری به‌عنوان یک منبع پایدار تولید غذا است که باید مورد توجه قرار گیرد (Martínez et al., 2016). با افزایش محدودیت‌های صید از منابع دریایی و اقیانوسی، یکی از مهم‌ترین راه‌های جایگزین برای افزایش تولید محصولات دریایی در صنعت شیلات، آبی‌پروری است (Naylor and Burke, 2005). ماهی کپور معمولی، بومی آسیای مرکزی است که طی قرن‌های متمادی در نواحی مختلف جهان گسترش پیدا کرده است و امروزه پرورش آن در سراسر مناطق مستعد جهان مرسوم شده است (Kohlmann et al., 2003). کپور معمولی به‌دلیل رشد سریع، امکان تکثیر مصنوعی، تغذیهٔ دستی، نگهداری به‌صورت متراکم و دارا بودن مقاومت بالا در مقابل عوامل فیزیکی و شیمیایی آب از جمله مهم‌ترین ماهیان پرورشی جهان است (Kohlmann et al., 2003). این گونه امروزه به‌طور گسترده در بسیاری از نقاط دنیا به‌صورت تک‌گونه‌ای یا کشت توأم با سایر کپور ماهیان پرورش داده می‌شود (Moffitt and Cajas-Cano, 2014). ماهی کپور معمولی همه‌چیزخوار بوده و به‌طور کلی کفزی‌خوار است همچنین قابلیت استفاده از غذاهای دستی شامل سبوس‌ها، غلات و گنجاله‌ها را به‌آسانی دارد (Mazid et al., 1997) علاوه بر این غذای کنسانتره به‌صورت پلت و اکستروده به‌طور گسترده در مزارع متراکم و نیمه‌متراکم برای پرورش کپور استفاده می‌شود (Bakhshi et al., 2018).

ملاس چغندر قند مادهٔ غذایی طبیعی بوده که بعد از جوشاندن چغندر قند در کارخانه و خارج نمودن شکر از آن باقیمانده و به‌عنوان محصول جانبی از خط تولید کارخانه‌های قند و شکر خارج می‌گردد (Baptista et al., 2006). ملاس چغندر قند یک منبع هیدروکربنی ارزان‌قیمت است که حاوی ۷۵-۷۰ درصد مادهٔ خشک است. این مادهٔ اولیهٔ غذایی همچنین دارای حدود ۵۱ درصد قند قابل تبدیل به الکل بوده و قند آن نیز از نوع ساکارز است (Mordenti et al., 2021). میزان مواد ازت خام در ملاس ۷۴ درصد است که قسمتی از آن پروتئین و بخش عمدهٔ آن شامل ترکیبات نیتروژن‌دار غیر پروتئینی ازجمله بتائین (betaine) است (Aderolu et al., 2013). بتائین باعث خوش‌خوراکی غذا و افزایش مصرف آن می‌شود (Mordenti et al., 2021; Aderolu et al., 2013). استفاده از ملاس در تغذیهٔ دام و طیور به قرن نوزدهم برمی‌گردد؛ که ملاس در غذا به‌منظور از بین بردن ضایعات غذا، افزایش خوش طعمی و به‌عنوان منبع انرژی استفاده می‌گردد (Waldroup, 1981; Mordenti et al., 2021). استفاده از ملاس در ماهی به‌دلیل ارزش غذایی ملاس چغندر قند از نظر تغذیه‌ای قابل توجه است به‌طوری‌که سطوح کالری، مواد معدنی ضروری، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، گوگرد، کلرید آهن و ویتامین بیوتین قابل توجهی دارد (Mordenti et al., 2021). به‌واسطهٔ سطح پروتئین پایین و سطح بسیار کم فسفر، فیبر، ویتامین‌های محلول در چربی و مواد معدنی کمیاب انرژی قابل هضم دارد. کربوهیدرات قابل هضم (ازجمله قندها)، عوامل اصلی انرژی قابل هضم در ملاس هستند (Primera-Campos et al., 2020). قندهای ملاس (گلوکز، فروکتوز و ساکارز) می‌تواند منبع اصلی انرژی قابل هضم برای باکتری‌ها در جیره‌های ماهی و دام باشد. ملاس می‌تواند به‌عنوان یک پری‌بیوتیک بخشی از نیاز به قندهای ساده برای باکتری‌های مفید دستگاه گوارش آبزیان را تأمین نماید (Aderolu et al., 2013). استفاده از ملاس چغندر قند به‌عنوان مادهٔ اولیه غذا به‌دلیل افزایش جذابیت غذا، بهبود کارایی مصرف غذا، تأمین انرژی و نقش پری‌بیوتیکی آن می‌تواند در پرورش ماهی کپور معمولی مفید باشد (Bakhshi et al., 2018). استفاده از ملاس چغندر قند به‌عنوان مادهٔ اولیه غذا در پرورش ماهی کپور معمولی باعث افزایش رشد، درصد بازماندگی و بهبود شاخص‌های خونی و ایمنی گردید (Jafer Sadique et al., 2018; Beigi et al., 2019; Beigi et al., 2020; Beigi et al., 2021; Veisi et al., 2021; Sheikh et al., 2022). استفاده از ملاس چغندر قند به‌عنوان مادهٔ اولیه غذا در پرورش ماهی تیلاپپای نیل (*Oreochromis niloticus*) نیز باعث افزایش رشد، درصد بازماندگی و بهبود شاخص‌های خونی و ایمنی گردیده است (Khanjani et al., 2021).

اگرچه استفاده از ملاس در غذای دام و طیور متداول است اما در حال حاضر استفاده از ملاس چغندر قند در تولید غذای آبی‌پروری محدود است (Khanjani et al., 2021). ملاس چغندر قند به‌عنوان مادهٔ همبند نیز در فرآیند تولید و ساخت غذای آبزیان، به‌صورت جزئی استفاده می‌گردد و باعث حفظ ساختار غذا، جلوگیری از انحلال املاح معدنی و ویتامین غذا در آب و بهبود کارایی غذا می‌شود (Bakhshi et al., 2018). لذا در این تحقیق به تعیین درصد مناسب جایگزینی ملاس چغندر قند با بخشی از سبوس گندم در جیره بر بهبود رشد، هضم‌پذیری و جمعیت باکتریایی دستگاه گوارش بچه ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) پرداخته شد.

۲. روش‌شناسی پژوهش

۲-۱. طرح و شرح آزمایش

در این آزمایش ۴ تیمار با جایگزینی ملاس چغندر قند در چهار سطح ۱/۵، ۳، ۴/۵ و ۶ درصد (تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ۴)، با بخشی از درصد سبوس گندم براساس کارهای قبلی پژوهشگران، Beigi و همکاران (۲۰۲۱) و در نظر گرفتن درصد آب در جیره غذایی تر بچه‌ماهی کپور معمولی و جیره بدون ملاس چغندر به‌عنوان تیمار شاهد آماده شد.

ترکیب شیمیایی ملاس مورد استفاده با مقدار $(77/08 \pm 1/87)$ درصد ماده خشک شامل پروتئین خام $(7/3 \pm 0/63)$ ، خاکستر $(8/11 \pm 1/1)$ ، هیدرات کربن $(62/18 \pm 1/5)$ ، فیبر $(0/6 \pm 0/01)$ ، چربی $(0/13 \pm 0/1)$ و رطوبت $(18/8 \pm 0/17)$ درصد بود. میزان آمینواسیدها، قندها، املاح معدنی و اسیدهای آلی موجود در ملاس مورد استفاده برحسب گرم در ۱۰۰ گرم نمونه به شرح زیر بود: آمینواسیدها: بتائین $(3/5 \pm 0/50)$ ، پیروگلوتامیک اسید $(2/48 \pm 1/07)$ ، نوکلئک اسید $(2/31 \pm 1/01)$ ، تیروزین $(28/38 \pm 1/87)$ ، والین $(0/10 \pm 0/03)$ ، پرولین $(0/36 \pm 0/1)$ و گلايسین $(0/46 \pm 0/1)$ ، قندها: ساکارز $(38/3 \pm 1/4)$ ، گلوکز $(7/3 \pm 0/17)$ و فروکتوز $(8/38 \pm 0/53)$ ،

اسیدهای آلی: لاکتیک اسید، پیروکربنیک، مالیک اسید و سیتریک اسید، گلیکولیک اسید، اگزالیک اسید و اسید استیک در مجموع $(8/02 \pm 0/10)$

املاح معدنی: کلسیم $(0/62 \pm 1/1)$ ، منیزیم $(0/02 \pm 0/00)$ ، سدیم $(0/5 \pm 0/1)$ ، پتاسیم $(3/3 \pm 0/2)$ ، فسفات $(0/65 \pm 1/0)$ ، فسفر $(0/3 \pm 1/1)$ ، سولفات و سولفور $(0/7 \pm 1/0)$ ، نیتрат $(4/5 \pm 1/00)$ ، نیتريت $(11/02 \pm 1/00)$ و کلريد $(0/38 \pm 0/07)$

جیره‌های آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار جیره غذایی (Aquafeed) فرموله شد (جدول ۱). تجزیه بیوشیمیایی ترکیبات مورد استفاده در جیره‌ها براساس نرم‌افزار و نیازهای غذایی بچه‌ماهی کپور انجام شد. جهت تهیه جیره‌های آزمایشی ابتدا اقلام غذایی بر اساس جدول ۱ تهیه شده و بعد از الک کردن و آسیاب نمودن به‌صورت کاملاً پودری آماده شدند. هر کدام به‌طور جداگانه از الک ۵۰۰ میکرون عبور داده شدند تا نمونه‌ای یکدست حاصل شود. سپس اقلام غذایی مورد نظر بر اساس فرمولاسیون، با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت توزین و با یکدیگر مخلوط شدند. و این مواد ۱۵ دقیقه با استفاده از دستگاه مخلوط‌کن برقی جهت یکدست شدن، مخلوط شدند. سپس روغن و مکمل ویتامینی بر اساس وزن محاسبه شده اضافه گردید. در جیره غذایی نهایی به‌منظور ایجاد حالت خمیری، آب اضافه شد و تا تهیه خمیر یکدست مخلوط گردید. خمیر حاصل به‌وسیله چرخ گوشت با اندازه چشمه ۲ میلی‌متر پلت شد و به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد آن کاملاً خشک گردید. پلت‌های خشک شده در کیسه‌های پلاستیکی و در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) تا قبل از مصرف نگهداری شدند (Glencross et al., 2003; Thiessen et al., 2004).

در این آزمایش ۳۰۰ قطعه بچه‌ماهی کپور معمولی $(28/38 \pm 1/87)$ گرم) به مدت ۸ هفته به‌صورت یک طرح کاملاً تصادفی در ۵ تیمار و ۳ تکرار با تراکم ۲۰ قطعه ماهی در هر مخزن فایبرگلاس به حجم تقریبی یک مترمکعب آب $(0/3 \times 1/85 \times 1/85)$ (متر) و دبی آب ورودی ۰/۵ لیتر بر ثانیه پرورش داده شدند. بچه‌ماهی‌ها که از یک جفت مولد در این مرکز تکثیر تهیه شده بودند به مدت ۱ هفته قبل از شروع آزمایش به‌منظور سازگاری با شرایط آزمایش در این مخازن نگهداری و با جیره شاهد غذادهی شدند. سپس بچه‌ماهیان با جیره‌های آزمایشی بین ماه‌های اردیبهشت تا خرداد به مدت ۸ هفته تغذیه شدند. میزان غذادهی ۵-۳ درصد وزن بدن بچه‌ماهیان در نظر گرفته شد. میزان غذادهی به‌طور روزانه با توجه به میزان مصرف غذا در مخازن برای تیمارها و تکرارها تا حد سیری ظاهری تنظیم گردید.

میزان غذای محاسبه شده در روز به ۲ قسمت تقسیم شد و ۲ مرتبه در روز در ساعت‌های ۸ صبح به میزان ۵۰ درصد و ۱۵ ظهر به میزان ۵۰ درصد، به بچه‌ماهیان داده شد. در طول دوره در تمام تکرارهای آب ورودی از بالای حوضچه‌های پرورش به‌صورت بارانی و پیوسته وارد شد و از لوله خروجی واقع در مرکز حوضچه خارج گردید. فضولات و غذای خورده نشده در صافی خروجی سه‌تکه این مخازن در طول دوره پرورش جمع‌آوری گردید. روشنایی به‌صورت طبیعی برای همه تیمارها و تکرارها یکسان در نظر گرفته شد. هوادهی حوضچه‌ها به‌وسیله دو دستگاه هواده که در ابتدا و انتهای حوضچه‌ها به‌وسیله لوله پلی‌اتیلن پرفشار متصل به یکدیگر انجام شد. هر دو هفته یکبار، بچه‌ماهیان زیست‌سنجی و به‌صورت روزانه تلفات ثبت گردید.

کیفیت آب به طور روزانه اندازه گیری شد. دما و pH با استفاده دستگاه دیجیتال Multi-parameter WTW اندازه گیری گردید. اکسیژن محلول نیز با اکسیژن متر YSI، مدل ۵V (USA) ثبت گردید. هدایت الکتریکی، کل جامدات محلول در آب و درصد شوری با دستگاه هدایت سنج (EC متر) قابل حمل مدل HI98192 محصول کمپانی هانا (HANNA) اندازه گیری و ثبت شد.

جدول ۱- ترکیب درصد مواد اولیه به کاررفته در چهار جیره تهیه شده با جایگزینی سطوح مختلف ملاس چغندر قند با سبوس گندم در غذای بچه ماهی کپور و یک جیره شاهد بدون ملاس چغندر قند و درصد ترکیبات بیوشیمیایی جیره های تهیه شده (میانگین $\pm$ انحراف معیار).

اقدام غذایی (درصد)	شاهد	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴
آرد گندم (%)	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵
کنجاله سویا (%)	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
کنجاله ذرت (%)	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
گلوتن ذرت (%)	۵	۵	۵	۵	۵
پودر ماهی (%)	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
روغن ماهی (%)	۵	۵	۵	۵	۵
مکمل معدنی (%)	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
مکمل ویتامین (%)	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
سبوس گندم (%)	۱۴	۱۲/۵	۱۱	۹/۵	۸
ملاس چغندر قند (%)	۰	۱/۵	۳	۴/۵	۶
پروتئین خام (%)	۳۵/۳۳	۳۵/۱۳	۳۵/۰۸	۳۴/۹۹	۳۴/۸۸
چربی خام (%)	۱۱/۸	۱۱/۷۸	۱۱/۷۰	۱۱/۶۸	۱۱/۵۰
تیدرات کربن	۲۶/۴۵	۲۶/۶۹	۲۶/۸۶	۲۷/۰۷	۲۷/۳۹
خاکستر (%)	۱۴/۲۱	۱۴/۲	۱۴/۱۸	۱۴/۰۸	۱۴/۰۶
رطوبت (درصد)	۱۲/۲۱	۱۲/۲	۱۲/۱۸	۱۲/۱۸	۱۲/۱۷
انرژی قابل هضم (کیلوگرم/کیلوکالری)	۳۳۳۱	۳۲۳۳	۳۲۴۰	۳۲۴۲	۳۲۴۵

۲-۲. اندازه گیری ترکیب شیمیایی

اندازه گیری ترکیب بیوشیمیایی جیره ها و ماهی در آزمایشگاه آزمایشگاه تغذیه و بیولوژی آبزیان دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان و مرکز آموزش شیلاتی میرزا کوچک خان و ملاس در آزمایشگاه کنترل کیفی اداره کل دامپزشکی بوشهر انجام گردید. سه ماهی مربوط به هر مخزن، همگن شد و پس از آن برای اندازه گیری شاخص های بیوشیمیایی لاشه استفاده شد. بعد از محاسبه ماده خشک (T.S) با روش خشک کردن تحت خلاء در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد و فشار ۵۰ میلی متر اندازه گیری رطوبت (رطوبت % = ۱۰۰ - ماده خشک %) انجام شد. مقدار پروتئین خام پس از تعیین نیتروژن کل با روش MicroKjedahl تعیین شد. اندازه گیری چربی کل به کمک دستگاه سوکسله نیمه خودکار (Bakhshi، تهران، ایران) و با استفاده از اتر به عنوان حلال انجام گردید. تعیین خاکستر در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد با ۲ گرم نمونه انجام شد. انرژی ناخالص با استفاده از مقادیر ۳۹/۵ مگاژول بر کیلوگرم چربی، ۲۳/۶ مگاژول بر کیلوگرم پروتئین و ۱۷/۳ مگاژول بر کیلوگرم کربوهیدرات محاسبه شد. سدیم، پتاسیم و کلسیم با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر "Carl Zeiss" تعیین شد. یون های فلزی با استفاده از دستگاه طیفسنجی جذب اتمی - Pye UniCam sp 9- 8 تعیین شدند. قندها با استفاده از دستگاه کروماتوگراف مایع (Höganäs، optilab 5931 (Tecator AB)، سوئد مجهز به آشکارساز انکسارسنجی با HPLC تعیین شدند. اسیدهای آلی از ۳۰ گرم ملاس نهایی قبلاً با بخار تقطیر شدند. محلول تقطیر روی pH 2 تنظیم و مستقیماً به ستون تزریق شد. اسیدهای آمینه با استفاده از دستگاه آنالیزور خودکار اسید آمینه (Hitachi KL A-5) با کروماتوگرافی تبادل یونی تخمین زده شدند. کلیه اندازه گیری ها براساس استاندارد (AOAC, 2005) انجام شد (Thiex, 2009).

۲-۳. اندازه‌گیری هضم پذیری ظاهری

به‌منظور تعیین قابلیت هضم مواد مغذی جیره‌ها توسط ماهی، در انتهای دوره پرورش به‌مدت یک هفته ماهیان با جیره محتوی ۰/۶ درصد مارکر اکسید کروم در دو نوبت در ساعات ۸ صبح و ۱۴ بعد از ظهر مورد تغذیه قرار گرفتند. سپس بعد از گذشت ۴ ساعت از زمان غذادهی در هر روز، غذای مصرف نشده و یا از دسترس ماهی خارج شده، از کف حوضچه‌های پرورش جمع‌آوری شد تا با مدفوع ماهی تداخل پیدا نکند. پس از گذشت ۲۴ ساعت از زمان غذادهی، فضولات ماهیان در هر تکرار به‌صورت جداگانه به‌روش سیفون کردن و جمع‌آوری از صافی خروجی مخازن جمع‌آوری گردید. فضولات جمع‌آوری شده توسط آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت خشک گردید و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد برای انجام آزمایش‌های بعدی منجمد شد. تعیین مواد مغذی (ماده خشک، پروتئین خام و چربی خام) نمونه‌های خشک‌شده مدفوع و جیره‌های آزمایشی (محتوی مارکر اکسید کروم) با استفاده از روش استاندارد (AOAC, 2005) انجام شد (Thiex, 2009). اندازه‌گیری اکسید کروم موجود در مدفوع و جیره‌ها پس از هضم خاکستر نمونه‌ها با تبدیل اکسید کروم به اسید کرومیک با استفاده از جذب فتومتری با دستگاه اسپکتروفتومتر (Jenway, 6105، انگلستان) اندازه‌گیری شد (Fenton et al., 1979). برای تعیین هضم‌پذیری، از روش سنجش مقایسه‌ای مقادیر اکسید کروم موجود در نمونه‌های مدفوع براساس رابطه ۱ استفاده شد (Divakaran et al., 2002).

رابطه ۱:

$$\text{درصد ضریب هضم‌پذیری ظاهری} = \left(\frac{(\text{درصد غلظت اکسید کروم مدفوع} \times \text{درصد مواد مغذی مدفوع})}{(\text{درصد غلظت اکسید کروم جیره} \times \text{درصد مواد مغذی جیره})} \times 100 \right) - 100$$

۲-۴. تعیین تعداد کلنی‌های باکتریایی

به‌منظور بررسی تغییرات در تشکیل پرگنه‌های باکتریایی در انتهای دوره نمونه‌برداری انجام شد. برای انجام این آزمایش، ابتدا دو روز قبل از نمونه‌برداری تغذیه ماهیان قطع شد و در ادامه از هر تکرار ۳ عدد ماهی به‌طور تصادفی صید گردید. از هر کدام از مخازن نمونه آب و ۳ عدد ماهی نمونه‌برداری شد و از روده و معده آنها برای کشت و شمارش باکتریایی نمونه‌برداری گردید. بعد از گرفتن هر ماهی با وارد کردن ضربه به سر، ماهی کشته شد و سپس وزن و طول ماهی به‌طور دقیق اندازه‌گیری و ثبت شد. روده ماهی در شرایط استریل خارج گردید و از وسط در جهت طولی برش داده شد و محتویات آن خارج گردید. روده با سرم فیزیولوژی شستشو گردید. سپس روده با قیچی استریل تکه‌تکه و وزن آن تعیین گردید. تکه‌های روده داخل ارلن استریل ریخته شد و با پیت استریل به‌میزان ۹ برابر وزن آن سرم فیزیولوژی به آن اضافه گردید. بعد از تکان دادن ارلن به‌منظور شمارش باکتریایی رقت‌های سریالی در محلول سرم فیزیولوژی (۵/۸ گرم در لیتر نمک طعام) در ۱۰ رقت تهیه گردید و سپس در نوترینت آگار و TSA برای کشت پخش گردید. بعد از ۲۴ ساعت از پرورش کشت باکتریایی در داخل گرمخانه در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد، پرگنه‌های رشد یافته شمارش (CFU/g) و لگاریتم میانگین آنها ثبت گردید. همزمان با شمارش نمونه‌ها از آنها لام تهیه گردید و پس از رنگ‌آمیزی گرم درصد باکتری‌های گرم منفی و گرم مثبت تعیین شد (Hosseiniifar et al., ۲۰۱۱; Keysami et al., 2022).

۲-۵. تعیین شاخص‌های رشد، تغذیه و درصد بازماندگی

شاخص‌های رشد شامل افزایش وزن (WG)، درصد افزایش وزن بدن (BWI)، ضریب رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، و میزان کارایی پروتئین و درصد بازماندگی (SR) بچه‌ماهی‌ها طی ۸ هفته دوره پرورش براساس رابطه‌های ۲ تا ۸ محاسبه شد (Felix and Sudharsan, 2004):

رابطه ۲: افزایش وزن به گرم = وزن نهایی به گرم - وزن اولیه به گرم

رابطه ۳: درصدافزایش وزن (درصد) = ((وزن نهایی(گرم) - وزن اولیه (گرم) \ وزن اولیه (گرم)) × ۱۰۰

رابطه ۴: ضریب رشد ویژه (درصد) = ((لگاریتم نپری وزن نهایی - لگاریتم نپری وزن اولیه) \ مدت زمان پرورش) × ۱۰۰

- رابطه ۵: ضریب تبدیل غذایی = مقدار غذای خورده شده (گرم) / مقدار وزن اضافه شده (گرم)
- رابطه ۶: میزان کارایی پروتئین = مقدار وزن اضافه شده (گرم) / مقدار پروتئین مصرفی (گرم)
- رابطه ۷: درصد بازماندگی (درصد) = (تعداد ماهیان در انتهای دوره پرورش / تعداد ماهیان در ابتدای دوره پرورش) × ۱۰۰

۲-۶. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

برای بررسی توزیع نرمال داده‌های کیفیت آب، میانگین تعداد باکتری‌ها و شاخص‌های رشد در تیمارها از آزمون Shapiro-Wilk استفاده شد. در صورت نرمال بودن داده‌ها برای مقایسه آماری تیمارها از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P < 0.05$) و برای مقایسه گروه‌ها با یکدیگر از آزمون دانکن استفاده شد. کلیه آزمون‌های آماری و تجزیه و تحلیل داده‌ها، با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام شد. داده‌ها به صورت میانگین $\pm$ انحراف معیار در هر تیمار گزارش شد.

۳. یافته‌های پژوهش

مقادیر متغیرهای فیزیکی و شیمیایی آب محل آزمایش در طول دوره پرورش شامل اکسیژن محلول در آب (5.71 ± 0.23) میلی گرم در لیتر، اکسیژن محلول خروجی (5.48 ± 0.11) میلی گرم در لیتر، دمای آب (29.54 ± 0.19) درجه سانتی‌گراد، دمای هوا (31.44 ± 0.21) درجه سانتی‌گراد، ضریب هدایت الکتریکی (394 ± 3) میکروزیمنس بر سانتی‌متر، کل جامدات محلول در آب (11 ± 1) میلی گرم در لیتر، شوری (۰ درصد)، pH (8.26 ± 0.01)، به دست آمد و فاقد اختلاف معنی‌دار بین تیمارها با یکدیگر و تیمارها با شاهد بود ($P > 0.05$). نتایج این تحقیق نشان داد که در تیمارهای ۱/۵، ۳ و ۴/۵ درصد ملاس، افزایش شاخص‌های رشد نسبت به تیمار شاهد مشاهده گردید هر چند که در برخی موارد اختلاف‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۲). در بچه‌ماهی کپور معمولی حداکثر میزان افزایش شاخص‌های رشد در تیمار حاوی ۴/۵ درصد ملاس چغندر قند بود. در این غلظت درصد افزایش وزن و شاخص رشد ویژه تفاوت معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد نشان دادند ($P < 0.05$). تیمار حاوی ۴/۵ درصد ملاس بهترین مقدار ضریب تبدیل غذایی و بیشترین درصد کارایی پروتئین را داشت ($P < 0.05$). با افزایش مقدار ملاس چغندر قند از ۴/۵ درصد شاخص‌های رشد در تیمارها گرچه نسبت به تیمار شاهد بالاتر بود اما نسبت به تیمار ۳ کاهش پیدا کرد (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج شاخص‌های رشد و درصد بازماندگی بچه‌ماهیان کپور معمولی تغذیه شده با سطوح مختلف ملاس چغندر قند جایگزین با سبوس گندم در تیمارهای مختلف (میانگین $\pm$ انحراف معیار)

تیمارها	شاهد	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴
وزن اولیه (گرم)	28.37 ± 2.54^a	28.45 ± 2.16^{ab}	28.48 ± 2.87^a	28.38 ± 2.7^a	28.27 ± 2.07^a
وزن نهایی (گرم)	44.78 ± 6.09^b	48.21 ± 5.96^b	49.92 ± 6.63^a	51.0 ± 5.56^a	48.22 ± 4.41^a
مقدار مصرف غذا (%)	81.21 ± 3.15^d	91.22 ± 2.15^c	92.12 ± 3.14^c	100.0 ± 1.73^a	96.31 ± 2.55^b
میانگین افزایش وزن (گرم)	36.61 ± 8.71^b	39.05 ± 10.09^a	39.83 ± 10.73^a	42.57 ± 12.29^a	39.32 ± 8.98^a
درصد افزایش وزن (%)	65.63 ± 2.87^b	75.55 ± 2.69^b	82.16 ± 3.91^a	97.22 ± 3.75^a	69.19 ± 2.36^b
نرخ رشد ویژه (%)	0.823 ± 0.25^b	0.924 ± 0.215^b	0.973 ± 0.272^b	1.115 ± 0.254^a	0.854 ± 0.218^b
ضریب تبدیلی غذایی	1.24 ± 0.12^b	1.21 ± 0.85^b	1.12 ± 0.03^b	1.02 ± 0.88^c	1.39 ± 0.01^a
نسبت کارایی پروتئین	0.807 ± 0.632^b	0.841 ± 0.369^b	0.919 ± 0.429^b	1.358 ± 0.784^a	0.868 ± 0.367^b
درصد بازماندگی (%)	96.7 ± 0.17^b	97.3 ± 1.39^a	97.5 ± 1.19^a	97.5 ± 1.21^a	96.3 ± 1.11^b

حروف غیر همسان لاتین در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار است ($P < 0.05$)

ترکیب بیوشیمیایی لاشه بچه‌کپورماهیان در این تحقیق (جدول ۳) نشان داد که میزان پروتئین خام در حدود ۱۶/۶۳-۱۷/۱۳ درصد بود. همچنین میزان چربی خام در محدوده ۷/۵۱-۸/۰۱ درصد متغیر بود. نتایج نشان داد که اگرچه اختلاف معنی‌دار آماری بین

ترکیب بیوشیمیایی جیره‌ها وجود نداشت اما در ترکیب بیوشیمیایی لاشه بچه‌ماهیان کپور معمولی بین تیمارها و شاهد در طی ۸ هفته غذایی تنها در مورد چربی خام و بین تیمارهای ۳ و ۴ با تیمار شاهد در مورد پروتئین خام اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($P < 0.05$).

جدول ۳- درصد ترکیب بیوشیمیایی لاشه بچه ماهیان کپور معمولی بر اساس وزن خشک (میانگین $\pm$ انحراف معیار) تحت تأثیر تغذیه با سطوح مختلف ملاس چغندر قند جایگزین با سبوس گندم

متغیر	شاهد	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴
پروتئین خام (%)	۱۶/۶۳ $\pm$ ۰/۳۵ ^b	۱۶/۶۷ $\pm$ ۰/۴۷ ^b	۱۶/۷۱ $\pm$ ۰/۰۹ ^b	۱۷/۴۸ $\pm$ ۰/۴۹ ^a	۱۷/۱۲ $\pm$ ۰/۱۹ ^a
چربی خام (%)	۸/۰۱ $\pm$ ۰/۲۳ ^a	۷/۸۵ $\pm$ ۰/۱۷ ^b	۷/۶۵ $\pm$ ۰/۱۳ ^b	۷/۵۱ $\pm$ ۰/۰۶ ^b	۷/۶۸ $\pm$ ۰/۰۹ ^b
خاکستر (%)	۱۴/۵۵ $\pm$ ۰/۴۸ ^a	۱۴/۸۱ $\pm$ ۰/۵۱ ^a	۱۴/۱۳ $\pm$ ۰/۱۱ ^a	۱۴/۲۲ $\pm$ ۰/۲۸ ^a	۱۴/۴۳ $\pm$ ۰/۲۹ ^a
رطوبت (%)	۷۵/۳۳ $\pm$ ۰/۰۹ ^a	۷۵/۲۳ $\pm$ ۰/۴ ^a	۷۵/۶۳ $\pm$ ۰/۴۴ ^a	۷۵/۰۳ $\pm$ ۰/۳۳ ^a	۷۵/۰۶ $\pm$ ۰/۷ ^a

حروف غیر همسان لاتین در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار است ($P < 0.05$).

با بررسی نتایج حاصل از تعیین هضم‌پذیری پروتئین مصرفی، چربی غذای مصرفی و مقدار خاکستر غذای مصرفی، بیشترین مقدار هضم‌پذیری پروتئین مصرفی در تیمار ۳ برابر ۸۶/۱ درصد و کمترین مقدار هضم‌پذیری پروتئین در تیمار شاهد مشاهده شد ($P < 0.05$). افزایش مقدار ملاس چغندر در جیره غذایی تا میزان ۴/۵ درصد باعث افزایش هضم‌پذیری مقدار پروتئین مصرفی در بچه‌ماهی کپور و با افزایش بیشتر از ۴/۵ درصد هضم‌پذیری پروتئین مصرفی در بچه‌ماهی کپور کاهش پیدا کرد. در مورد هضم‌پذیری چربی غذا بیشترین مقدار چربی در مدفوع تیمار شاهد مشاهده گردید و کمترین مقدار چربی در تیمارهای ۳ و ۴ ثبت شد. نتایج نشان داد که افزایش ملاس چغندر قند تا سطح ۴/۵ درصد جایگزین با سبوس در جیره غذایی بچه‌ماهیان کپور معمولی باعث کاهش جذب چربی و افزایش جذب پروتئین گردید (جدول ۴).

جدول ۴- درصد هضم‌پذیری کل برای غذای مصرفی بچه‌ماهیان کپور تغذیه شده با سطوح مختلف ملاس جایگزین با سبوس گندم در جیره پس از ۸ هفته (میانگین $\pm$ انحراف معیار)

متغیر	شاهد	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴
قابلیت هضم پروتئین (%)	۷۸/۹۵ $\pm$ ۱/۵۷ ^a	۸۱/۲۲ $\pm$ ۲/۷۱ ^b	۸۳/۴۱ $\pm$ ۲/۸۹ ^b	۸۶/۱۳ $\pm$ ۳/۱ ^b	۸۰/۲۵ $\pm$ ۲/۰۳ ^a
قابلیت هضم چربی غذا (%)	۹۲/۲ $\pm$ ۱/۷۷ ^a	۹۱/۶ $\pm$ ۰/۱۸ ^a	۹۱/۱۸ $\pm$ ۰/۰۶ ^a	۹۰/۶۳ $\pm$ ۱/۱۳ ^b	۹۱/۰۱ $\pm$ ۰/۷۱ ^a
قابلیت هضم خاکستر (%)	۷۴/۸ $\pm$ ۱/۶ ^a	۷۵ $\pm$ ۱/۵ ^a	۷۵/۹ $\pm$ ۲/۱ ^a	۷۵/۱ $\pm$ ۱/۶ ^a	۷۵/۷ $\pm$ ۱/۹ ^a

حروف غیر همسان در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار است ($P < 0.05$).

بر اساس نتایج به دست آمده در این تحقیق تعداد کل باکتری‌ها در دستگاه گوارش و آب مخازن پرورش در تیمارهای مختلف یکسان بود، اما در تعداد باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی بین تیمار شاهد و سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید ($P < 0.05$) (جدول‌های ۵ و ۶). در این بررسی مشاهده شد که افزایش غلظت ملاس چغندر قند در جیره غذایی باعث افزایش باکتری‌های گرم مثبت و کاهش باکتری‌های گرم منفی در آب مخازن پرورش و روده بچه‌ماهیان کپور شد. در این پژوهش حداکثر تعداد باکتری‌های گرم مثبت در مخازن پرورش و دستگاه گوارش تیمارهای ۳ و ۴ مشاهده گردید که نشان‌دهنده اثرات مثبت ملاس چغندر قند بر تراکم باکتری‌های مفید (گرم مثبت) است. حداکثر تعداد باکتری‌های شمارش شده گرم منفی در دستگاه گوارش و مخازن پرورش تیمار شاهد و حداقل تعداد باکتری‌های گرم منفی در تیمارهای ۱، ۲ و ۳ مشاهده گردید.

جدول ۵- لگاریتم تعداد باکتری‌های کل و باکتری‌های گرم مثبت و منفی شمارش شده از دستگاه گوارش بچه‌ماهی کپور معمولی تغذیه شده با سطوح مختلف ملاس چغندر قند در تیمارهای مختلف (میانگین $\pm$ انحراف معیار)

متغیر	شاهد	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴
لگاریتم شمارش باکتری‌های کل (CFU/g)	$7/8 \pm 1^a$	$7/9 \pm 1^a$	$7/9 \pm 1^a$	$7/9 \pm 1^a$	$7/9 \pm 1^a$
لگاریتم باکتری‌های گرم مثبت شمارش شده (CFU/g)	1 ± 1^b	$7/4 \pm 1^a$	$7/4 \pm 1^a$	$7/5 \pm 1^a$	$7/5 \pm 1^a$
لگاریتم باکتری‌های گرم منفی شمارش شده (CFU/g)	$5/9 \pm 1^a$	$2/05 \pm 1^b$	$2/03 \pm 1^b$	$2/01 \pm 1^b$	$2/01 \pm 1^b$

حروف غیر همسان در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار است ($P < 0/05$)

جدول ۶- لگاریتم تعداد باکتری‌های کل و باکتری‌های گرم مثبت و منفی شمارش شده از مخازن آب بچه‌ماهی کپور معمولی تغذیه شده با سطوح مختلف ملاس چغندر قند در تیمارهای مختلف (میانگین $\pm$ انحراف معیار)

متغیر	شاهد	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴
لگاریتم شمارش باکتری‌های کل (CFU/g)	$5/9 \pm 1^a$	$5/9 \pm 1^a$	$5/9 \pm 1^a$	$5/9 \pm 1^a$	$6/0 \pm 1^a$
لگاریتم باکتری‌های گرم مثبت شمارش شده (CFU/g)	1 ± 1^b	$5/01 \pm 1^a$	$4/09 \pm 1^a$	$5/5 \pm 1^a$	$4/5 \pm 1^a$
لگاریتم باکتری‌های گرم منفی شمارش شده (CFU/g)	$5/3 \pm 1^a$	$2/3 \pm 1^b$	$2/2 \pm 1^b$	$2/01 \pm 1^b$	$3/01 \pm 1^b$

حروف غیر همسان در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار است ($P < 0/05$)

۴. بحث و نتیجه‌گیری نهایی

در این تحقیق که به منظور تعیین اثرات ملاس چغندر قند بر بهبود رشد، هضم‌پذیری و بار باکتریایی دستگاه گوارش بچه‌ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) انجام شد، ملاس چغندر قند در چهار سطح ۱/۵، ۳، ۴/۵ و ۶ درصد جایگزین بخشی از سهم سبوس گندم در جیره گردید. در مدت ۸ هفته پرورش ۳۰۰ قطعه بچه‌ماهی کپور معمولی ($28/38 \pm 1/87$ گرم) در ۵ تیمار با سطوح مختلف ملاس چغندر قند در جیره بچه‌ماهیان کپور معمولی ترکیب شیمیایی جیره‌ها و ماهی، هضم‌پذیری ظاهری، تعداد کلنی‌های باکتریایی و شاخص‌های رشد، تغذیه و درصد بازماندگی اندازه‌گیری و با شاهد (جیره بدون ملاس چغندر) مقایسه گردید.

اگرچه استفاده از ملاس برای افزایش پایداری و جلوگیری از خرد شدن پلت غذای ماهی و به‌عنوان همبند در جیره غذایی استفاده می‌شود اما ملاس چغندر قند منبع مناسبی از ریبوفلاوین، کولین، نیاسین، بتاین و اسید پنتوتنیک است (Glencross, 2020). میزان پروتئین خام آن ۶-۱۰ درصد خاکستر ۱۶-۱۰ درصد و فیبر ۱۰-۶ درصد است و پتاسیم، مس، آهن و منگنز بالایی دارد (Long et al., 2015). ملاس مورد استفاده در این تحقیق از نظر درصد ترکیبات مذکور کمی متفاوت بود. درصد فیبر پایین‌تر و اسید آمینه‌ها و املاح معدنی متفاوت داشت. پایین‌تر بودن درصد فیبر ملاس این تحقیق این امکان را ایجاد نمود که بتوان از درصد‌های بالاتری از ملاس در جیره استفاده نمود. تفاوت ترکیبات شیمیایی ملاس‌ها با توجه به فرآیند تولید آن در کارخانه متغیر خواهند بود (Heinitz et al., 2018). نتایج این تحقیق نشان داد که در تیمارهای ۱/۵، ۳ و ۴/۵ درصد ملاس، افزایش شاخص‌های رشد نسبت به تیمار شاهد مشاهده گردید. با افزایش مقدار درصد ملاس چغندر قند از ۴/۵ درصد شاخص‌های رشد کاهش پیدا کرد. همسو با این نتایج در تحقیق Aderolu و همکاران (۲۰۱۳) استفاده از ملاس چغندر قند به‌عنوان جایگزین منبع کربوهیدرات در جیره غذایی گربه‌ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) در غلظت‌های ۱، ۱/۵، ۲ درصد، میانگین افزایش وزن در مقدار ۱ و ۱/۵ درصد اختلاف معنی‌دار نسبت به گروه شاهد نشان داد و با افزایش مقدار درصد ملاس به ۲ درصد افزایش وزن محسوسی مشاهده نگردید. افزایش رشد با جایگزینی ملاس چغندر قند به‌جای سبوس گندم در جیره غذایی می‌تواند به‌خاطر میزان قند و ترکیبات کربنی قابل توجه آن در غذا به‌عنوان منبع انرژی باشد. تفاوت افزایش میانگین مصرف غذا، میانگین افزایش وزن و نرخ رشد گربه‌ماهی آفریقایی تغذیه شده با ملاس نشان داد که ملاس هم می‌تواند منبع انرژی جیره باشد (Heinitz et al., 2018). در این بررسی مشخص گردید افزودن مقدار ملاس از ۴/۵ درصد به بالاتر تأثیری در بهبود شاخص‌های رشد شاید به دلیل آن وجود مقدار زیادی عناصری چون پتاسیم، مس، آهن و منگنز در ملاس چغندر قند ندارد (Mordenti et al., 2021). وجود املاحی چون پتاسیم

باعث افزایش سرعت حرکت مواد غذایی در داخل روده و کاهش میزان جذب مواد غذایی در روده و در نهایت به کم شدن رشد و کاهش درصد بازماندگی در ماهی کپور معمولی منجر می‌گردد (Baccarin and Pezzato, 2001). از طرف دیگر براساس گزارش Aderolu و همکاران (۲۰۱۳) ترکیب جیره حاوی ملاس کمتر، فیبر کمتری دارد. بنابراین در تیمار با درصد ملاس بیشتر از ۴/۵ درصد فیبر اضافی در رژیم غذایی ماهی باعث کاهش جذب مواد مغذی در دستگاه گوارش به دلیل تجمع فیبر روی دیواره روده ماهی و در نتیجه کاهش رشد می‌گردد. در گزارش Baccarin و Pezzato (۲۰۰۱) همچنین همراستا با نتایج این تحقیق، استفاده از ملاس چغندر قند در جیره غذایی تیلاپپای نیل (*Oreochromis niloticus*) باعث تحریک رشد، افزایش درصد بازماندگی و بهبود کیفیت لاشه از طریق کاهش درصد چربی و افزایش پروتئین آن گردید. بعضی محققین کاهش درصد چربی و افزایش پروتئین را به بتائین تولیدی به عنوان محصول جانبی ملاس چغندر، در طول فرآیند تولید قند بهبود متابولیسم چربی در مرحله سنتز فسفات دی‌کولین و اکسیداسیون اسیدهای چرب، نسبت داده‌اند (Wray-Cahen et al., 2004). شاید یکی از دلایل افزایش پروتئین با بکارگیری ملاس چغندر به دلیل تأمین انرژی نگهداری ماهی با مصرف ترکیبات کربنی ملاس در تأمین انرژی و نیاز کمتر به مصرف پروتئین غذای مصرف شده برای تأمین انرژی باشد که منجر به افزایش درصد پروتئین لاشه شده است. بالاترین میانگین افزایش وزن مشاهده شده در تحقیق ممکن است به دلیل مصرف غذای بیشتر در تیمار با ملاس بالاتر باشد. خوش طعمی بهتر در جیره حاوی ۴/۵ درصد ملاس به دست آمد. براساس نتایج تحقیقات Glencross (۲۰۲۰)، بالا رفتن مصرف غذا معیاری برای خوش طعم بودن جیره است بنابراین استفاده مؤثر از مواد مغذی در جیره غذایی تا ۴/۵ درصد ملاس ممکن است به دلیل این واقعیت باشد. در کنار یک منبع انرژی کربوهیدراتی جیره مثل آرد ذرت، خوش طعم بودن ملاس آن را تبدیل به یک حامل عالی برای سایر مواد مغذی جیره به خصوص مواد غذایی ناخوشایند می‌کند (Mordenti et al., 2021). وجود ماده بتائین در ملاس چغندر باعث افزایش میزان خوش خوراکی غذا و افزایش بیشتر مصرف آن گردید (Primera-Campos et al., 2020).

در این تحقیق بیشترین درصد بازماندگی در تیمار ۳ با سطح ۴/۵ درصد ملاس چغندر و کمترین درصد بازماندگی در تیمار شاهد مشاهده گردید. این تفاوت درصد بازماندگی شاید به این دلیل باشد که در پرورش متراکم آبزیان که افزایش قابل توجه عوامل استرس‌زا بر سلامت ماهی تأثیر منفی دارند می‌توان با استفاده از ملاس در ترکیب مواد تشکیل دهنده غذا استرس را کاهش داد (Chen et al., 2004). به علاوه گزارش گردید که در هر شرایطی استفاده از ملاس در جیره آبزیان افزایش هموگلوبین خون، خون‌سازی و اکسیژن‌رسانی به بافت‌ها را تقویت نموده و استرس را کاهش می‌دهد (Veisi et al., 2021).

در این تحقیق حداقل مقدار چربی لاشه در تیمار ۴/۵ درصد ملاس مشاهده گردید. همسو با نتایج این تحقیق بنا به گزارش Khanjani و همکاران (۲۰۲۱) در تیلاپپای نیل، ماهیانی که از جیره حاوی ملاس چغندر تغذیه نمودند حاوی میزان کمتری از چربی ذخیره شده در لاشه بودند و ملاس چغندر به عنوان منبع ویتامین‌های قابل حل در آب عمل کرده بود علاوه بر این، بتائین که در ملاس چغندر وجود دارد به عنوان یک دهنده گروه متیل می‌تواند جایگزین متیونین موجود در جیره غذایی شده و موجب ساخته شدن سایر اسیدآمینه‌های مورد نیاز ماهی شود و از این طریق هم به افزایش رشد و درصد بقاء کمک نماید (Aderolu et al., 2013). بدین ترتیب که در اثر جداسازی عامل متیلی، بتائین به اسیدآمینه گلايسین تبدیل می‌شود که این اسیدآمینه به نوبه خود پیش‌ساز تعدادی از اسیدهای آمینه دیگر است (Felix and Saharan, 2004). وجود بتائین موجود در ملاس می‌تواند موجب بهبود فرآیند ساخت بافت‌ها و عضلات شده و در نتیجه کارایی پروتئین و ضریب تبدیل غذا را بهبود بخشد (Felix and Saharan, 2004). گزارش‌هایی از بهبود کارایی پروتئین، افزایش رشد و بهبود کیفیت لاشه با کاهش چربی و افزایش پروتئین با استفاده از افزودن ملاس در غذای جوجه گوشتی نیز ثبت شده است (Mordenti et al., 2021; Glencross, 2020).

افزایش تعداد باکتری‌های گرم مثبت در مخازن پرورش و دستگاه گوارش تیمارهای ۳ و ۴ این پژوهش نشان‌دهنده اثرات مثبت ملاس چغندر قند بر تراکم باکتری‌های مفید (گرم مثبت) است. افزودن منابع مختلف کربنی از جمله ملاس و گلوکز به عنوان یک ماده مغذی کربوهیدراتی باعث تحریک رشد باکتری‌های هتروترفیک و ازدیاد انواع باکتری‌ها می‌شود و می‌توان گفت که ملاس چغندر نقش پری‌بیوتیک برای افزایش باکتری‌های مفید یا پروبیوتیک بومی دستگاه گوارش ماهی داشته است (Long et al., 2015). این باکتری‌ها به عنوان منبع بالقوه آنزیمی در محیط و محرک آنزیم‌های داخل دستگاه گوارش آبزیان شناخته شده‌اند.

(Najdegerami et al., 2016; Zhang et al., 2016). از طرفی باکتری‌های گرم مثبت هوازی تشکیل‌دهنده اندوسپور، یعنی باسیلوس، به‌عنوان پروبیوتیک ارزیابی شده‌اند که باعث بهبود کیفیت آب به‌وسیله اثر بر ترکیب جمعیت‌های باکتریایی آبزی می‌شود (Keysami et al., 2011). با توجه به نتایج تحقیقات انجام‌شده اغلب باکتری‌های گرم مثبت جزء باکتری‌های مفید برای پرورش بوده و مقاومت موجود را در برابر بیماری‌ها افزایش می‌دهد (Chen et al., 2004; Keysami and Mohammadpour, 2012). در چنین محیط‌هایی بر اساس نتایج به‌دست آمده از تحقیق Kuhn و همکاران (۲۰۱۶)، به‌کارگیری ملاس در جیره غذایی و آب پرورش ماهی باعث تحریک آنزیم پروتئاز گردید، درحالی‌که آنزیم آمیلاز و لیپاز در تیمارها کاهش معنی‌دار داشت (Najdegerami et al., 2016). همراستا با نتایج حاضر، در مطالعه‌ای، استفاده از ملاس در محیط پرورش کپور، باعث بهبود فعالیت پپسین و پروتئاز شد و فعالیت آمیلاز و لیپاز بین تیمارهای آزمایشی کاهش داشت (Najdegerami et al., 2016). براساس گزارش‌های منتشرشده، به‌کارگیری منابع مختلف کربنی مانند ملاس چغندر، شکر، نشاسته ذرت در پرورش کپور معمولی، باعث افزایش فعالیت پروتئاز، لیپاز و آمیلاز تولیدشده به‌وسیله باکتری‌ها در مقایسه با گروه شاهد شد (Bakhshi et al., 2018 و Veisi et al., 2021). ملاس چغندر نسبت به دیگر منابع کربنی با دارا بودن ساختار کربوهیدراتی ساده به‌آسانی باعث جذب باکتری‌ها در آب و دستگاه گوارش آبزی می‌شود (Samocha et al., 2007; Fetterer et al., 2003). بنابراین، به‌نظر می‌رسد افزایش باکتری‌ها در دستگاه گوارش و محیط پرورش ماهی، پس از ورود به دستگاه گوارش آبزی آنزیم‌هایی ترشح می‌کند که باعث تحریک دستگاه گوارش و افزایش قابلیت هضم غذا می‌شود (Najdegerami et al., 2016). به‌طور کلی، منبع کربوهیدرات مصرفی در غذای ماهی با توجه به نوع قند آن آثار متفاوتی بر کارکرد دستگاه گوارش و به‌دنبال آن بر رشد گونه دارد (Heinitz et al., 2018). وجود ملاس چغندر قند در جیره که قسمت عمده آن از کربوهیدرات‌ها (گلوکز، فروکتوز و ساکارز) است فرآیند هضم و جذب مواد مغذی را از طریق نقش پری‌بیوتیکی برای فلور میکروبی دستگاه گوارش تحت تأثیر قرار می‌دهد (Mordenti et al., 2021). نقش منابع کربوهیدراتی در جیره غذایی آزیان به‌دلیل افزایش سهم مواد گیاهی جیره از طریق اثرگذاری بر فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی آنزیم‌های گوارشی بسیار حائز اهمیت است (Fernandes et al., 2022; Maas et al., 2019). تغییر شرایط فیزیکی و شیمیایی آنزیم‌های گوارشی، سرعت حرکت مواد و یا تأثیر بر فلور میکروبی دستگاه گوارش تحت تأثیر منابع مختلف کربوهیدراتی می‌تواند بر فرآیند هضم و جذب و کارایی رشد ماهی مؤثر باشد (Baccarin and Pezzato, 2001).

۵. نتیجه‌گیری کلی

براساس نتایج این تحقیق، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که جایگزینی ملاس چغندر قند به‌میزان ۴/۵ درصد به‌جای سهم سبوس گندم در جیره می‌تواند به‌عنوان همبند در فرآیند تولید و ساخت غذا و ماده جاذب، در بهبود ساخت بافت و عضله، افزایش کارایی پروتئین، افزایش تراکم باکتری‌های مفید، تسریع هضم و جذب غذا، کاهش استرس و افزایش درصد بازماندگی، افزایش رشد، بهبود ضریب تبدیل غذا و کاهش میزان چربی لاشه کپور معمولی مفید باشد. بنابراین استفاده از ۴/۵ درصد ملاس در جیره بچه‌ماهی کپور معمولی به‌منظور افزایش تولید توصیه می‌گردد.

سپاسگزاری

نویسندگان در انجام تحقیق و نگارش این مقاله از همکاری و مساعدت کارکنان آزمایشگاه تغذیه آزیان دانشکده منابع طبیعی صومعه‌سرا، آزمایشگاه میکروبیولوژی واحد آموزش علوم شیلاتی میرزا کوچک‌خان، کارگاه تکثیر ماهیان استخوانی شهید انصاری رشت و دانشکده منابع طبیعی ساری بهره‌مند گردیده‌اند که بدینوسیله قدردانی می‌گردد.

References

- Aderolu, A.Z., Aarode, O.O., Bello, R.A., 2013. Inclusion effect of graded levels of molasses in the diet of *Clarias gariepinus* juvenile. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 5(7), 172-176. DOI: 10.5897/IJFA11.055
- AOAC., 2005. Official Methods of Analysis (18th ed.). Maryland, USA: Association of Official Analytical Chemists International.
- Baccarin, A.E., Pezzato, L.E., 2001. Effects of molasses yeast in diets of Nile tilapia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 36(1), 549-556. DOI: 10.1590/S0100-204X2001000300021
- Beigi, M., Hajimoradu, A., Hosseinifar, S.H., Jafer, A., 2019. Effect of different levels of dietary beet molasses on some mucus immunity parameters and serum biochemical indices of common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Animal Environment* 11(2), 22-38.
- Beygi, M., Moradlou, A.H., Nodeh, A.J., 2021. Effect of different levels of dietary beet molasses on growth and survival indices, intestinal flour bacillus and papyrus length of common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Animal Environment* 13(1), 325-330.
- Beigi, M., Hajimoradlou, A., Hosseinifar, S.H., Jafarinoodeh, A., 2020. Effect of different levels of dietary beet molasses on carcass composition and liver enzymes Common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Animal Environment* 12(3), 111-132.
- Baptista, C.M.S.G., Córias, J.M.A., Oliveira, A.C.M., Oliveira, N.M.C., Rocha, J.M.S., Dempsey, M.J., Lannigan, K.C., Benson, P.S., 2006. Natural immobilisation of microorganisms for continuous ethanol production. *Enzyme and Microbial Technology* 40(1), 127-131. DOI: 10.1016/j.enzmtec.2005.12.025
- Bakhshi, F., Najdegerami, E.H., Manaffar, R., Tukmechi, A., Farah, K.R., 2018. Use of different carbon sources for the biofloc system during the grow-out culture of common carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings. *Aquaculture* 484(1), 259-267. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2017.11.036
- Chen, C.Y., Wooster, G.A., Bowser, P.R., 2004. Comparative blood chemistry and histopathology of tilapia infected with *Vibrio vulnificus* or *Streptococcus iniae* or exposed to carbon tetrachloride, gentamicin, or copper sulfate. *Aquaculture* 239(4), 421-443. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2004.05.033
- Divakaran, S., Obaldo, L.G. Forster, I.P., 2002. Note on the methods for determination of chromic oxide in shrimp feeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(3), 464-467. DOI: 10.1021/jf011112s
- Felix, N., Sudharsan, M., 2004. Effect of glycine betaine, a feed attractant affecting growth and feed conversion of juvenile freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture Nutrition* 10(3), 193-197. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2004.00292.x
- Fenton, J.D., 1979. A high-order cnoidal wave theory. *Journal of Fluid Mechanics* 94(1), 129-161.
- Fernandes, H., Salgado, J. M., Ferreira, M., Vršanská, M., Fernandes, N., Castro, C., Belo, I., 2022. Valorization of brewer's spent grain using biological treatments and its application in feeds for European seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* 10, 732948.
- Fetterer, R.H., Augustine, P.C., Allen, P.C., Barfield, R.C., 2003. The effect of dietary betaine on intestinal and plasma levels of betaine in uninfected and coccidia-infected broiler chicks. *Parasitology Research* 90(4), 343-348. DOI: 10.3923/ajava.2010.193.201
- Glencross, B.D., Hawkins, W.E. Curnow, J.G., 2003. Restoration of the fatty acid composition of red seabream (*Pagrus auratus*) using a fish oil finishing diet after grow-out on plant oil based diets. *Aquaculture Nutrition* 9(6), 409-418. DOI: 10.1046/j.1365-2095.2003.00272.x
- Glencross, B.D., 2020. A feed is still only as good as its ingredients: An update on the nutritional research strategies for the optimal evaluation of ingredients for aquaculture feeds. *Aquaculture Nutrition* 26(6), 1871-1883. DOI: 10.1111/anu.13138
- Heinitz, M.C., Silva, C., Schulz, C., Lemme, A., 2018. The effect of varying dietary digestible protein and digestible non-protein energy sources on growth, nutrient utilization efficiencies and body composition of carp (*Cyprinus carpio*) evaluated with a two-factorial central composite study design. *Aquaculture Nutrition* 24(2), 723-740. DOI: 10.1111/anu.12601

- Hoseinifar, S.H., Mirvaghefi, A., Mojazi Amiri, B., Rostami, H.K., Merrifield, D.L. 2011. The effects of oligofructose on growth performance, survival and autochthonous intestinal microbiota of beluga (*Huso huso*) juveniles. *Aquaculture Nutrition* 17(5), 498-504. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2010.00828.x
- Jafer Sadique, K., Pandey, A., Khairnar, S.O., BT, N.K., 2018. Effect of molasses-fermented water hyacinth feed on growth and body composition of common carp, *Cyprinus carpio*. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 6(1), 1161-1165.
- Khademi Hamidi, M., Adineh, H., Harsij, M., Gholipour Kanani, H., 2019. Effects of adding molasses in water and diet of common carp on growth, blood biochemical indices, digestive enzymes and water quality in a biofloc system. *Aquatic Animals Nutrition* 5(1), 25-34. DOI: 10.22124/JANB.2019.13636.1063
- Keysami, M. A., Mohammadpour, M., 2013. Effect of *Bacillus subtilis* on *Aeromonas hydrophila* infection resistance in juvenile freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de man). *Aquaculture International* 21(3), 553-562. DOI: 10.1007/s10499-012-9588-3
- Keysami, M. A., Zoughi Shalmani A, Zahmatkesh Kumleh A, Karimi A., 2022. Isolation and identification of bacterial flora of the digestive tract of silver carp broodstock. *Quarterly Journal of Animal Environment* 14(4), 173-180. (In Persian)
- Khanjani, M.H., Alizadeh, M., Mohammadi, M., Aliabad, H.S., 2021. The Effect of Adding Molasses in Different Times on Performance of Nile Tilapia Raised in a Low-Salinity Biofloc System. *Annals of Animal Science* 21(4), 1435-1454. DOI: 10.2478/aoas-2021-0011
- Kohlmann, K., Gross, R., Murakaeva, A., Kersten, P., 2003. Genetic variability and structure of common carp (*Cyprinus carpio*) populations throughout the distribution range inferred from allozyme, microsatellite and mitochondrial DNA markers. *Aquatic Living Resources* 16(5), 421-431. DOI: 10.1016/S0990-7440 (03)00082-2
- Kuhn, D., Lawrence, D., Ex-situ, A., 2012. biofloc technology. In: Avnimelech, Y, editor. Biofloc Technology-a practical guide book, 2nd ed., The World Aquaculture Society Baton Rouge, Louisiana, USA.
- Long, L., Yang, J., Li, Y., Guan, C., Wu, F., 2015. Effect of biofloc technology on growth, digestive enzyme activity, hematology, and immune response of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 448(1), 135-141. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2015.05.017
- Martínez-Córdova, L.R., Martínez-Porchas, M., Emerenciano, M.G.C., Miranda-Baeza, A., Gollas-Galván, T., 2017. From microbes to fish the next revolution in food production. *Critical Reviews in Biotechnology* 37(3), 287-295. DOI: 10.3109/07388551.2016.1144043
- Mazid, M.A., Zaher, M., Begum, N.N., Ali, M.Z., Nahar, F., 1997. Formulation of cost-effective feeds from locally available ingredients for carp polyculture system for increased production. *Aquaculture* 151(1), 71-78. DOI: 10.1016/S0044-8486(96)01504-9
- Moffitt, C. M., Cajas-Cano, L., 2014. Blue growth: the 2014 FAO state of world fisheries and aquaculture. *Fisheries* 39(11), 552-553.
- Mordenti AL, Giaretta E, Campidonico L, Parazza P, Formigoni A., 2021. A Review Regarding the Use of Molasses in Animal Nutrition. *Animals* 11, 115. DOI: 10.3390/ani11010115
- Najdegerami, E.H., Bakhshi, F., Lakani, F.B., 2016. Effects of biofloc on growth performance, digestive enzyme activities and liver histology of common carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings in zero-water exchange system. *Fish Physiology and Biochemistry* 42(2), 457-465. DOI: 10.1007/s10695-015-0151-9
- Naylor, R., Burke, M., 2005. Aquaculture and ocean resources: raising tigers of the sea. *Annual Review of Environment and Resources* 30(1), 185-218. DOI: 10.1146/annurev.energy.30.081804.121034
- Nikoskelainen, S., Ouwehand, A.C., Bylund, G., Salminen, S., Lilius, E.M., 2003. Immune enhancement in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by potential probiotic bacteria (*Lactobacillus rhamnosus*). *Fish and Shellfish Immunology* 15(5), 443-452. DOI: 10.1016/s1050-4648(03)00023-8
- Primera-Campos, F., Nouel-Borges, G.E. Sánchez-Blanco, R., 2020. Intake and digestibility of rations with distillery yeasts byproducts, molasses and ammoniated sugar cane tops in lambs in total confinement. *Revista Colombiana de Ciencia Animal Recia* 12(1), 5-14. DOI: 10.24188/recia.v12.n1.2020.731

- Samocha, T.M., Patnaik, S., Speed, M., Ali, A.M., Burger, J.M., Almeida, R.V., Ayub, Z., Harisanto, M., Horowitz, A., Brock, D.L., 2007. Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. *Aquacultural Engineering* 36(2), 184-191. DOI: 10.1016/j.aquaeng.2006.10.004
- Sheikh Veisi, R., Hedayati, A., Mazandarani, M., Jafar Nodeh, A., Bagheri, T., 2022. Dietary beet molasses improved the immune system of common carp (*Cyprinus carpio*) after exposure to titanium oxide nanoparticles, TiO₂-NPs. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 108(5), 969-975.
- Thiex, N., 2009. Evaluation of analytical methods for the determination of moisture, crude protein, crude fat, and crude fiber in distillers dried grains with solubles. *Journal of AOAC international* 92(1), 61-73.
- Thiessen, D.L., Maenz, D.D., Newkirk, R.W., Classen, H.L., Drew, M.D., 2004. Replacement of fishmeal by canola protein concentrate in diets fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition*, 10(6), 379-388.
- Veisi, R. S., Hedayati, A., Mazandarani, M., Nodeh, A. J., Bagheri, T., 2021. Dietary beet molasses enhanced immunity system of common carp (*Cyprinus carpio*) exposed to copper nano oxide, CuO-NP. *Aquaculture Reports* 19(1), 100589.
- Waldroup, P. W., 1981. Use of molasses and sugars in poultry feeds. *World's Poultry Science Journal* 37(3), 193-202.
- Wray-Cahen, D., Fernandez-Figares, I., Virtanen, E., Steele, N.C., Caperna, T.J., 2004. Betaine improves growth, but does not induce whole body or hepatic palmitate oxidation in swine (*Sus scrofa domestica*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology* 137(1), 131-140.
- Zhang, N., Luo, G., Tan, H., Liu, W., Hou, Z., 2016. Growth, digestive enzyme activity and welfare of tilapia (*Oreochromis niloticus*) reared in abiofloc-based system with polyβhydroxybutyric as a carbon source. *Aquaculture* 464(1), 710-717. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2016.08.013