JOMB
Journal of Marin Biology
J Marin Bio, 2025; 17(2): 64-78 Doi
https://jmb.ahvaz.iau.ir

Journal of Marin Biology

Islamic Azad university
Ahvaz Branch

Original Article

Investigation of the trend of changes in volatile nitrogen and the total bacterial load of the complete diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under natural conditions

Mina Sanchuli[1], Mohammad Sudagar[1*], Ali Hajibeglou[1], Reza Nahavandi[2], Hamideh Zakaryaei[1]

1. Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
2. Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.

Article history:

Received: 25 April 2025
Revised: 5 July 2025
Accepted: 11 July 2025
ePublished: 11 July 2025

***Corresponding author:** Mohammad Sudagar, Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

E-mail: Sudagar_m@gau.ac.ir

Abstract

Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) is one of the most important farmed fish species worldwide for cold-water aquaculture, and maintaining the quality of its consumed diet is of great importance. The present study was conducted to measure volatile nitrogen as an important indicator of protein degradation and to evaluate the trend of changes in the total bacterial load of the diet under environmental conditions in spring 1402 (2023) at the Genetics and Biotechnology Laboratory of the Faculty of Fisheries and Environment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. In this study, random time treatments including 0, 2, 4, 6, 8, and 10 weeks with five replicates were considered, and volatile nitrogen and bacterial load were measured over a 70-day period. Volatile nitrogen was determined using the standard macro-Kjeldahl method, and bacterial load was measured using conventional culture-based laboratory methods. Plates were incubated for 24–48 hours at 37 ± 3 °C. To ensure data normality, the Kolmogorov–Smirnov test was applied, and in the case of normal distribution, data were analyzed using one-way ANOVA at a 95% confidence level ($P < 0.05$). First, overall differences among means were identified, and then Duncan's multiple range test was used to separate the groups. The results showed an increasing trend in bacterial load up to week 6, with a statistically significant difference ($P < 0.05$) compared to the week-zero treatment. Measurement of volatile nitrogen revealed a statistically significant difference ($P < 0.05$) from week zero to the end of the experiment, and the results indicated a direct relationship between total bacterial load and volatile nitrogen content. Overall, the crude protein of rainbow trout feed remained unchanged for a certain period at a temperature of 20–25 °C and constant humidity; however, after two weeks, bacterial growth increased, leading to protein degradation, release of volatile nitrogen, and a decline in the initial desirable quality of the diet. Therefore, it is recommended that fish feed be purchased for short-term use, such as two weeks and at most one month, for feeding fish.

Keywords: Rainbow trout, diet, Total Volatile Nitrogen, bacterial load.

Please cite this article as follows: Sanchuli M., Sudagar M., Hajibeglou A., Nahavandi R., Zakaryaei H. Investigation of the trend of changes in volatile nitrogen and the total bacterial load of the complete diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under natural conditions. J Mar Bio, 2025; 17(2): 64–78. DOI:

Copyright © 2025 Journal of Marin Biology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (*http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/*) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-29]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴، صفحات: ۶۴-۷۸
https://jmb.ahvaz.iau.ir

مقاله اصلی

بررسی روند تغییرات ازت فرار و بار باکتریایی کل جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در شرایط طبیعی

مینا سنچولی[۱]، محمد سوداگر[۱*]، علی حاجی‌بگلو[۱]، رضا نهاوندی[۲]، حمیده ذکریایی[۱]

۱. گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی،گرگان، ایران.
۲. موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

چکیده

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) یکی از مهم‌ترین ماهیان پرورشی در جهان برای پرورش در آب‌های سرد است و حفظ کیفیت جیره مصرفی آن از اهمیت بسزایی برخوردار است. تحقیق حاضر با هدف اندازه‌گیری ازت فرار به‌عنوان یک شاخص مهم تخریب پروتئین و روند تغییرات بار باکتریایی کل جیره غذایی این ماهی در شرایط محیطی در بهار ۱۴۰۲ در آزمایشگاه ژنتیک و بیوتکنولوژی دانشکده شیلات و محیط زیست دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه تیمارهای زمانی تصادفی شامل ۰، ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ هفته با ۵ تکرار در نظر گرفته شد و ازت فرار و بار باکتریایی در بازه زمانی ۷۰ روز مورد سنجش قرار گرفت. جهت اندازه‌گیری ازت فرار از روش استاندارد ماکروکلدال و برای اندازه‌گیری بار باکتریایی از روش معمول آزمایشگاهی مبتنی بر کشت استفاده شد. انکوباسیون پلیت‌ها به مدت ۴۸-۲۴ ساعت در دمای ۳±۳۷ درجه سانتی‌گراد و جهت اطمینان از نرمال بودن داده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و در صورت نرمال بودن، توزیع داده‌های مورد بررسی با استفاده از آزمون (Oneway ANOVA) در سطح اطمینان ۹۵٪ ($P<0/05$)، ابتدا اختلاف کلی میانگین‌ها مشخص و سپس با آزمون دانکن، گروه‌ها از یکدیگر تفکیک گردیدند. نتایج روند رو به رشد میزان بار باکتریایی را تا هفته ۶ نشان داد و اختلاف آماری معنی‌داری ($P<0/05$) را با تیمار هفته صفر داشت. اندازه‌گیری ازت فرار اختلاف معنی‌دار آماری ($P<0/05$) را از هفته صفر تا آخر نمایان کرد و نتایج رابطه مستقیم بین بار باکتریایی و ازت فرار کل را نشان داد. به‌طور کلی پروتئین خام جیره ماهی قزل‌آلا تا مدت زمان معینی در دمای ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ثابت تغییر نداشت ولی با گذشت دو هفته باکتری‌ها رشد کردند و باعث تخریب پروتئین‌ها شدند و ازت فرار آزاد و جیره دیگر کیفیت مطلوب اولیه را نداشت. لذا بهتر است جیره برای مدت کوتاه مثلا دو هفته‌ای و حداکثر یک ماه برای مصرف ماهیان خریداری گردد.

واژگان کلیدی: قزل‌آلای رنگین‌کمان، جیره غذایی، ازت فرار کل، بار باکتریایی.

تاریخچه مقاله
تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۴/۲/۵
تاریخ ویرایش مقاله: ۱۴۰۴/۴/۱۴
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۴/۲۰
تاریخ انتشار مقاله: ۱۴۰۴/۴/۲۰

تمامی حقوق برای دانشگاه آزاد اهواز محفوظ است.

* نویسنده مسئول: محمد سوداگر، گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی،گرگان، ایران.

ایمیل: Sudagar_m@gau.ac.ir

استناد: سنچولی، مینا؛ سوداگر، محمد؛ حاجی‌بگلو، علی؛ نهاوندی، رضا؛ ذکریایی، حمیده. بررسی روند تغییرات ازت فرار و بار باکتریایی کل جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در شرایط طبیعی. مجله زیست شناسی دریا، تابستان ۱۴۰۴؛ ۱۷(۲): ۶۴-۷۸

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-29]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴، صفحات: ۶۴-۷۸
https://jmb.ahvaz.iau.ir

مقدمه

صنعت آبزی‌پروری امروزه یکی از منابع مهم تامین پروتئین در جهان به‌حساب می‌آید، در این خصوص پرورش ماهیان سردآبی و به‌ویژه قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) از جایگاه خاصی برخوردار است (Faramarzian, 2013). آبزی‌پروری در سال ۲۰۲۴ به رقم بی‌سابقه ۱۳۰/۹ میلیون‌تن رسیده است که از این مقدار حدود ۹۴ میلیون‌تن سهم آبزیان پرورشی بوده که ۵۱ درصد از کل تولیدات آبزیان جهان را را تشکیل می‌دهند و طبق گزارش FAO مشخص شده که تولید جهانی آبزی‌پروری به اوج خود رسیده و برای اولین بار از صید پیشی گرفته است (FAO, 2024). با توجه به گزارش‌های FAO پیش‌بینی می‌شود که جمعیت جهان در سال ۲۰۵۰ به بیش‌از ۱۰ میلیارد نفر برسد؛ به‌دلیل رشد سریع جمعیت، آبزی‌پروری به‌عنوان سریع‌ترین روش تامین غذا در دنیا شناخته می‌شود (Engin et al., 2023; FAO, 2022). پرهزینه‌ترین بخش آبزی‌پروری را کمیت و کیفیت خوراک تعیین می‌کند. از نظر زیست‌محیطی و اقتصادی استفاده از غذای مناسب و ایجاد سلامت و رشد در آبزی و نهایتا تولید گوشت ماهی با کیفیت برای انسان اهمیت بالایی دارد (قائدی و حافظه، ۱۳۹۷).

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان یکی از مهم‌ترین ماهیان پرورشی در جهان برای پرورش در آب‌های سرد است (Barbosa et al., 1999). محل اصلی زندگی این ماهی سواحل غربی آمریکای شمالی از مکزیک تا آلاسکا می‌باشد (فراهانی، ۱۳۸۹) و در برابر تغییرات محیطی مانند تغییر مقدار اکسیژن و دی‌اکسید کربن محلول در آب و آلودگی‌های کم مقاوم بوده و از سرعت رشد مناسبی برخوردار است. به دلیل رشد مناسب، ارزش غذایی بالا و پذیرش شرایط مختلف پرورشی باعث شده است که در تمام دنیا به‌عنوان یک گونه تجاری با ارزش شناخته شود (عباسی و همکاران، ۱۳۹۲). مواد تشکیل دهنده ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان که یکی از ماهیان گوشت‌خوار است پروتئین‌ها، کربوهیدارت‌ها، لیپیدها، ویتامین‌ها و مواد معدنی تشکیل داده که وجود هر یک از آن‌ها در فرمول غذایی با مقدار مشخص لازم و ضروری می‌باشد، عمده‌ترین ماده غذایی ماهیان گوشت‌خوار پروتئین‌ها می‌باشند (بیرمی و همکاران، ۱۳۹۳). پروتئین‌ها از اجزای کوچک‌تری به‌نام اسیدآمینه تشکیل شده (فراهانی و همکاران، ۱۳۹۴) که معمولا گران بوده و باید به میزان کافی مصرف شوند و از مصرف بی‌رویه آن جلوگیری شده تا جیره اقتصادی شود (Ariyawansa, 2000).

غذای مورد استفاده این ماهی شامل غذای خشک که حدود ۱۲-۸ درصد رطوبت و حدود ۹۲-۸۸ درصد آن را مواد مغذی تشکیل می‌دهد و غذای تر که حدود ۸۰-۶۰ درصد آن را رطوبت و حدود ۴۰-۲۰ درصد غذا را مواد مغذی تشکیل می‌دهد و غذای مرطوب که حدود ۴۰-۲۰ درصد آن را رطوبت و حدود ۸۰-۶۰ درصد آن را مواد مغذی تشکیل می‌دهد. انواع غذای خشکی که مورد استفاده ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان قرار می‌گیرد باید متناسب با اندازه ماهی از زمان شروع تغذیه خارجی باشد، که از این غذای خشک به نام‌های آغازین، رشد، پرواری و مولدین تولید می‌شود کع از نظر میزان مواد مغذی و اندازه با هم متفاوت هستند (قانعی‌تهرانی، ۱۳۹۴).

ازت فرار مهم‌ترین ملاک کیفی برای تازگی مواد اولیه خوراک بوده و اگر مقدار آن بیش‌از حد استاندارد تعیین شده باشد، به‌عنوان شاخص کیفی رشد باکتریایی و کاهش کیفیت پروتئین خوراک محسوب می‌شود (Haaland and Njaa, 1989). بالا بودن ازت فرار خوراک می‌تواند روی فساد ماهی هم اثر بگذارد (Moosavi-nasd et al., 2021). هرچه مدت زمان انبارداری مواد خام افزایش پیدا کند، میزان ازت فرار و قارچ‌ها و کپک‌ها در غذای آبزیان افزایش یافته و کیفیت غذا کاهش و در کل عملکرد ماهیان تغذیه شده با چنین جیره‌هایی کاهش می‌یابد. برای کنترل کیفیت غذای آبزیان از روش‌های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی استفاده می‌شود که هر کدام از این‌ها مزایا و معایبی دارند. از شاخص‌های شیمیایی می‌توان به میزان مواد مغذی، درصد رطوبت، چربی، پروتئین خام، کربوهیدرات، فسفر و خاکستر اشاره کرد، غذا نباید بیش‌تر از حد نیاز مرطوب و چسبنده باشد زیرا کیفیت غذا در محیط مرطوب بر اثر فعالیت‌های میکروبی و رشد قارچ‌ها کاهش یافته و فاسد می‌شود. هم‌چنین غذا باید از نظر مزه و بو دارای بوی مطبوعی باشد، زیرا بوی نامطبوع در خوراک نشان‌دهنده اکسیدشدن چربی‌های آن و کهنگی غذا و مصرف مواد نامرغوب در غذا می‌باشد (NRC, 2011).

احتمال فساد پروتئین‌های موجود در جیره غذایی ماهی به دلیل فعالیت میکروارگانیسم‌های موجود در جیره و محیط و به‌دنبال آن افزایش میزان ازت فرار در جیره زیاد می‌باشد (سلیمی، ۱۳۹۱). روش‌های زیادی برای بررسی مدت زمان ماندگاری پروتئین‌های موجود در جیره مورد استفاده قرار

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-29]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴، صفحات: ۶۴-۷۸
https://jmb.ahvaz.iau.ir

می‌گیرد، که یکی از این راه‌ها بررسی رابطه میان ازت‌های فرار جیره و بار باکتریایی کل می‌باشد. از این رو، این تحقیق به‌منظور بررسی روند تغییرات ازت فرار و بار باکتریایی کل جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در شرایط نگهداری محیطی انجام خواهد شد.

مواد و روش‌ها

زمان و مکان آزمایش

این پژوهش در بهار ۱۴۰۲ در آزمایشگاه ژنتیک و بیوتکنولوژی دانشکده شیلات و محیط زیست دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام گرفت. جهت انجام این تحقیق میزان ۵ کیلوگرم جیره تجاری ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان از شرکت فرادانه واقع در شهرکرد خریداری شد. سپس با استفاده از آسیاب به‌صورت پودر کاملا یکنواخت درآمد و در شرایط محیطی نگه‌داری شد. اندازه خوراک این جیره ۲/۵ تا ۴/۵ میلی‌متر و جیره حاوی ۴۴-۴۲ درصد پروتئین خام، ۱۶-۱۳ درصد چربی خام، ۵-۳ درصد فیبر، ۹-۷ درصد خاکستر و ۱۱-۸ درصد رطوبت براساس جدول (۱) بود. پس از خریداری و آسیاب کردن جیره، میزان ازت فرار و بار باکتریایی کل مورد ارزیابی قرار گرفت و از آن پس هر ۲ هفته یک‌بار به‌مدت ۱۰ هفته این اندازه‌گیری تکرار شد.

جدول ۱: مشخصات غذای اکسترود ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان برای تغذیه ماهیان پیش‌پرواری (شرکت فرادانه)

ترکیب شیمیایی	آنالیز تقریبی
پروتئین خام	۴۴-۴۲
چربی خام	۱۶-۱۳
فیبر خام	۵-۳
خاکستر	۹-۷
رطوبت	۱۱-۸

روش تهیه محیط کشت

برای تهیه ۳۰۰ میلی‌لیتر از محلول، ۷/۵ گرم از محیط کشت نوترینت آگار وزن شده و داخل ارلن ۵۰۰ سی‌سی به همراه ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر ریخته شد و مخلوط گردید و از دستگاه هیتر برای به‌جوش آوردن مایع استفاده گردید. مایع داخل ارلن حدودا پس از ۲۰ دقیقه به‌جوش آمد، سپس درب ارلن به واسطه پنبه، گاز استریل و فویل پوشانده و برای اتوکلاو شدن درون دستگاه قرار گرفت.

پس از گذشت مدت زمان لازم برای اتوکلاو محیط کشت، ارلن حاوی محیط کشت از دستگاه خارج شده تا دمای مایع درون ارلن کم‌تر گردد (تا دمایی که پوست مچ دست نسوزد)، در ادامه مقادیر کافی از محیط کشت درون پلیت‌های ۱۰ سانتی‌متری استریل از قبل پشت‌نویسی شده ریخته شد و پس از منسجم شدن بافت محیط کشت درب آن‌ها کاملا بسته و سپس درون پک‌های استریل قرار داده شدند و تا زمان انجام آزمایش پلیت‌های آماده به‌مدت ۲۴ ساعت درون یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. تمامی ابزار و محیط زیر هود میکروبی از قبل توسط الکل ۷۰ درصد و اشعه UV استریل گردیده بود.

سنجش میزان Total Volatile Nitrogen (TVN) جیره

برای اندازه‌گیری میزان ازت فرار (TVN) از روش استاندارد ماکروکلدال که در AOAC سال ۲۰۱۲ ارائه شده بود، استفاده گردید (Cunnia, 1995). در این روش برای اندازه‌گیری میزان ازت فرار نمونه، در ابتدا ۲ گرم از غذای آسیاب‌شده ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به همراه ۲ گرم اکسید منیزیم وزن شده که نقش کاتالیزور را دارد درون یک لوله آزمایش کلدال ریخته شد؛ سپس ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه گردید. در ادامه مخلوط حاضر توسط یک میله شیشه‌ای یکنواخت شده و از حالت پودری خارج گردید و پس از آن برای خواندن میزان ازت فرار لوله آزمایش داخل دستگاه کلدال قرار داده شد.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-29]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴، صفحات: ۶۴-۷۸
https://jmb.ahvaz.iau.ir

$$TVN\ (\frac{mg}{100gr}) = \frac{(\text{حجم ثانویه} - \text{حجم اولیه}) * 1.4 * 0.1 * 100}{\text{وزن نمونه}}$$

برای جمع‌آوری نمونه تقطیر شده مقدار ۲۵ میلی‌لیتر اسید بوریک ۲ درصد به همراه چند قطره معرف متیل‌رد به همراه بروموکروزول‌گرین در یک ارلن ۲۵۰ سی‌سی ریخته شد تا محلولی زرد رنگ حاصل گردد و از قسمت خروجی مایع تقطیر شده به دستگاه متصل گردید. بعد از آن دستگاه را روشن کرده و مخلوط درون لوله آزمایش شروع به جوشیدن کرد. فرآیند حرارت دادن به‌مدت ۳ دقیقه و ۷ ثانیه ادامه پیدا کرد و بخارهای حاصل از آن به‌دلیل جریان داشتن آب در اطراف مبرد سرد شده و به مایع تبدیل گردید و درون ارلن مخصوص جمع‌آوری شد. به منظور تیتراسیون مایع درون ارلن که در قسمت قبل از دستگاه کلدال به‌دست آمده بود از اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال استفاده شد. اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تا زمانی به مایع اضافه می‌گردد که رنگ مایع بنفش شود.

سنجش بار باکتریایی کل جیره

برای اندازه‌گیری بار باکتریایی کل از روش مبتنی بر کشت که از روش‌های استاندارد آزمایشگاهی است، استفاده شد؛ قبل از شروع آزمایش کلیه وسایل از جمله فالکون‌های با حجم ۵۰ میلی‌لیتر، سرم فیزیولوژی و سرسمپلرها توسط دستگاه اتوکلاو استریل شدند و تمامی مراحل آزمایش زیر هود میکروبی و تحت شرایط کاملا استریل انجام شد (Pagel et al., 1982).

برای سنجش بار باکتریایی جیره پیش از انجام هر کاری هود میکروبی توسط الکل ۷۰ درصد استریل گردید و وسایل مورد نیاز که شامل سمپلر ۱۰۰ و ۱۰۰۰ میکرولیتر، سرسمپلر زرد و آبی، فالکون ۵۰ میلی‌لیتری (۷ عدد)، چراغ الکلی، پیپت شیشه‌ای پاستور، فندک، ماژیک و سرم فیزیولوژی ضدعفونی و زیر هود قرار داده شد؛ و پس از آن یک گرم از غذای آسیاب شده زیر هود قرار داده شد. بعد از انجام این مراحل دکمه UV هود زده شد و بعد از مدت زمان مشخص UV خاموش گردید و مراحل سنجش بار باکتریایی شروع گردید (Pagel et al., 1982).

در ادامه روند اندازه‌گیری بار باکتریایی کل ابتدا رقت‌های سریالی تا 10^{-7}، به نحوی که در ادامه ذکر می‌گردد، تهیه شد. درون فالکون شماره ۱۰ تا 10^{-7} ابتدا ۹ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی اضافه گردید. در فالکون شماره ۱۰ به میزان ۱ گرم از غذای آسیاب شده، ریخته و مایع درون آن با استفاده از دستگاه ورتکس کاملا یکنواخت گردید.

پس از آن ۱ میلی‌لیتر محلول از فالکون شماره ۱۰ را برداشته و به فالکون شماره 10^{-1} اضافه شد و مایع درون آن توسط دستگاه ورتکس گردید. بعد از آن ۱ میلی‌لیتر از محلول فالکون شماره 10^{-1} به فالکون شماره 10^{-2} اضافه شد، این روند تا آخرین فالکون که شماره 10^{-7} است، به همین صورت ادامه پیدا کرد. پس از تهیه رقت‌های سریالی مورد نیاز، کشت جیره روی محیط کشت نوترینت آگار صورت گرفت. به این صورت که از فالکون شماره ۱۰، ۱۰۰ میکرولیتر محلول برداشته و روی سطح محیط کشت نوترینت آگار ریخته شد. در ادامه به وسیله پیپت شیشه‌ای پاستور که توسط الکل و شعله ضدعفونی شده، محلول درون پلیت‌ها پخش گردید.

از محلول فالکون شماره 10^{-1} تا فالکون شماره 10^{-7} به مقدار ۵۰۰ میکرولیتر محلول را برداشته و روی سطح محیط کشت ریخته و توسط پیپت شیشه‌ای پاستور روی سطح پلیت پخش گردید.

انکوباسیون پلیت‌ها به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت در دمای ۳۷±۳ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت (Pagel et al., 1982) و پس از گذشت دوره انکوباسیون تعداد کلنی‌های ظاهر شده بر روی محیط کشت شمارش شد. برای شمارش کلنی‌ها، پلیت‌هایی مورد بررسی قرار گرفتند که بین ۳۰ تا ۳۰۰ عدد کلنی داشتند. میزان بار باکتریایی کل با ضرب تعداد کلنی‌های به‌دست آمده از هر پلیت در عکس ضریب رقیق‌سازی به‌دست آمد، برای اینکه بیان اعداد بهتر و راحت‌تر باشد می‌توان آن‌ها را در لگاریتم پایه ۱۰ به‌دست آورد (Gabriel, 2005).

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-29]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴، صفحات: ۶۴-۷۸
https://jmb.ahvaz.iau.ir

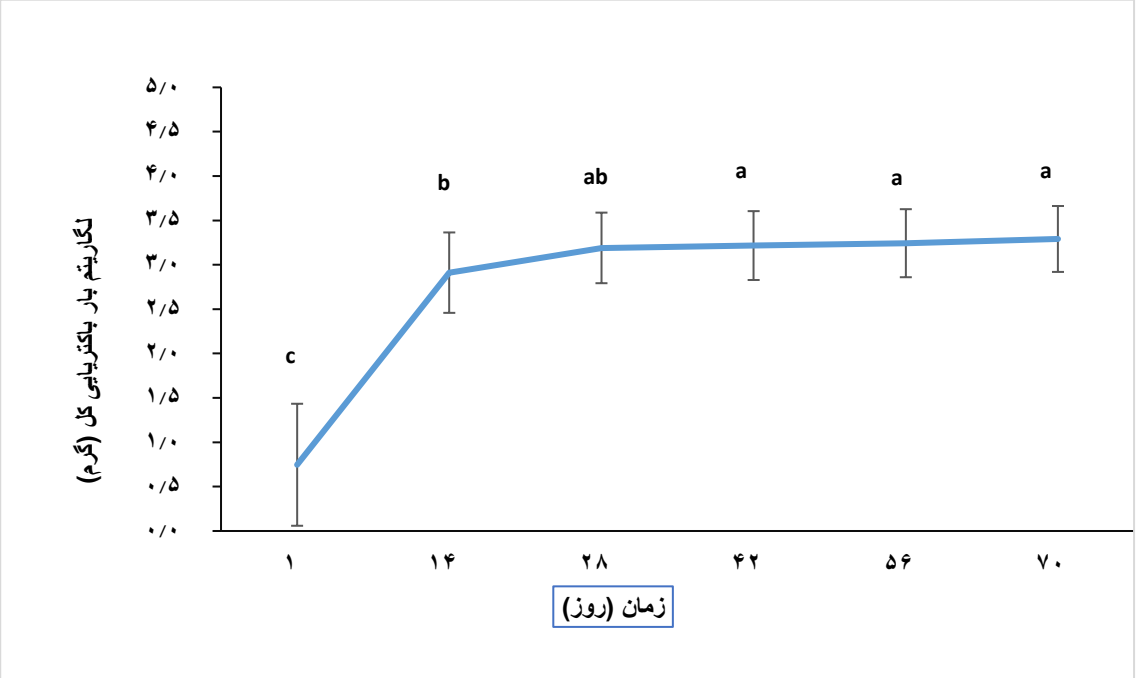
تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

طرح آماری مورد استفاده در این آزمایش به‌صورت سیستماتیک و تصادفی شامل تیمارهای زمانی (دفعات اندازه‌گیری) ۰، ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ هفته با ۵ تکرار در نظر گرفته شد. برای آنالیز آماری تمامی داده‌ها، از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ و برای رسم تمامی نمودارها از برنامه Excel 2020 استفاده گردید. جهت اطمینال از نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد و در صورت نرمال بودن، توزیع داده‌های مورد بررسی با استفاده از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (Oneway ANOVA) در سطح اطمینان ۹۵ درصد (سطح معنی‌داری $P<۰/۰۵$)، ابتدا اختلاف کلی بین میانگین‌ها مشخص و سپس با آزمون دانکن، گروه‌ها از یکدیگر تفکیک گردیدند. سطح معنی‌داری برای تمام محاسبات ($P<۰/۰۵$) در نظر گرفته شد.

نتایج

نتایج بررسی بار باکتریایی کل

میانگین لگاریتم بار باکتریایی کل جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در شکل (۱) نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود، میزان لگاریتم بار باکتریایی کل جیره در روز اول آزمایش ۰/۷۴۶ اندازه‌گیری شد. پس از گذشت ۲ هفته نگهداری جیره در دمای محیط، میزان لگاریتم بار باکتریایی کل تغییرات قابل توجهی را نشان داد و به میزان ۰/۹۱۲ رسید. نتایج نشان داد که روند تغییرات بار باکتریایی کل با گذشت زمان در شرایط نگهداری در محیط به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ولی از روز ۴۲ به بعد روند تقریبا یکسانی را نشان داد. حروف لاتین غیرمشابه نشان‌دهنده اختلاف بین تیمارها است ($P<۰/۰۵$).



شکل ۱. نمودار لگاریتم بار باکتریایی کل برحسب زمان

نتایج حاصل از بررسی ازت فرار کل

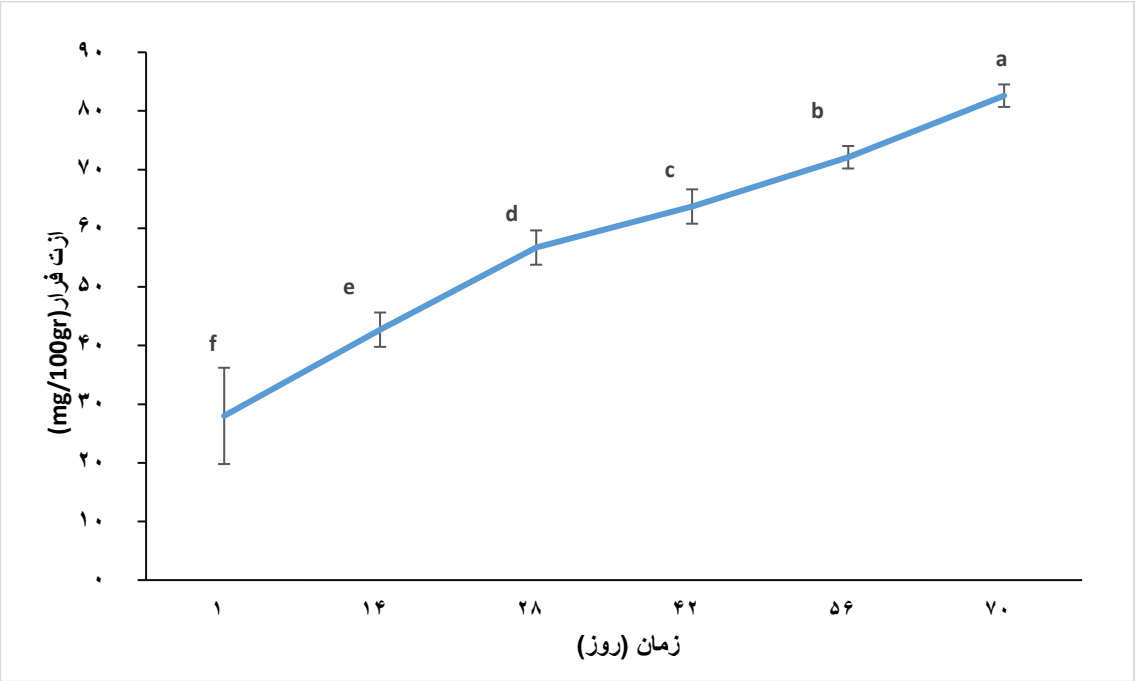
نتایج حاصل از بررسی ازت فرار کل جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در شکل (۲) نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل (۲) مشاهده می‌شود، میزان ازت فرار کل جیره در روز نخست پس از خریداری ۲۸ میلی‌گرم ازت در ۱۰۰ گرم اندازه‌گیری شد. پس از گذشت ۲ هفته از

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-29]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴، صفحات: ۶۴-۷۸
https://jmb.ahvaz.iau.ir

نگهداری جیره در دمای محیط، میزان ازت فرار جیره به‌میزان ۴۲/۷ میلی‌گرم ازت در ۱۰۰ گرم رسید. نتایج نشان داد که روند تغییرات ازت فرار کل جیره با گذشت زمان در محیط نگهداری به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و در پایان دوره بررسی به میزان ۸۲/۶ میلی‌گرم ازت در ۱۰۰ گرم رسید.

با توجه به آزمون واریانس یکطرفه بین تیمارهای زمانی مورد بررسی از نظر لگاریتم میانگین TVN اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده گردید و براساس آزمون دانکن اختلاف TVN بین تیمارهای زمانی مورد بررسی معنی‌دار بوده است. حروف لاتین غیرمشابه نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری است ($P<۰/۰۵$).



شکل ۲. نمودار ازت فرار (TVN) برحسب زمان

بررسی رابطه بین دو متغییر زمان و TVN با استفاده از مدل رگرسیون خطی ساده

در تحلیل‌های چند متغیره آماری، روش‌های گوناگونی برای اندازه‌گیری وابستگی یا ارتباط بین متغیرها وجود دارد. برای بیان رابطه بین دو متغیر از مدل رگرسیون خطی ساده استفاده می‌نماییم که یکی از شیوه‌های نمایش ارتباط بین دو متغیر است.

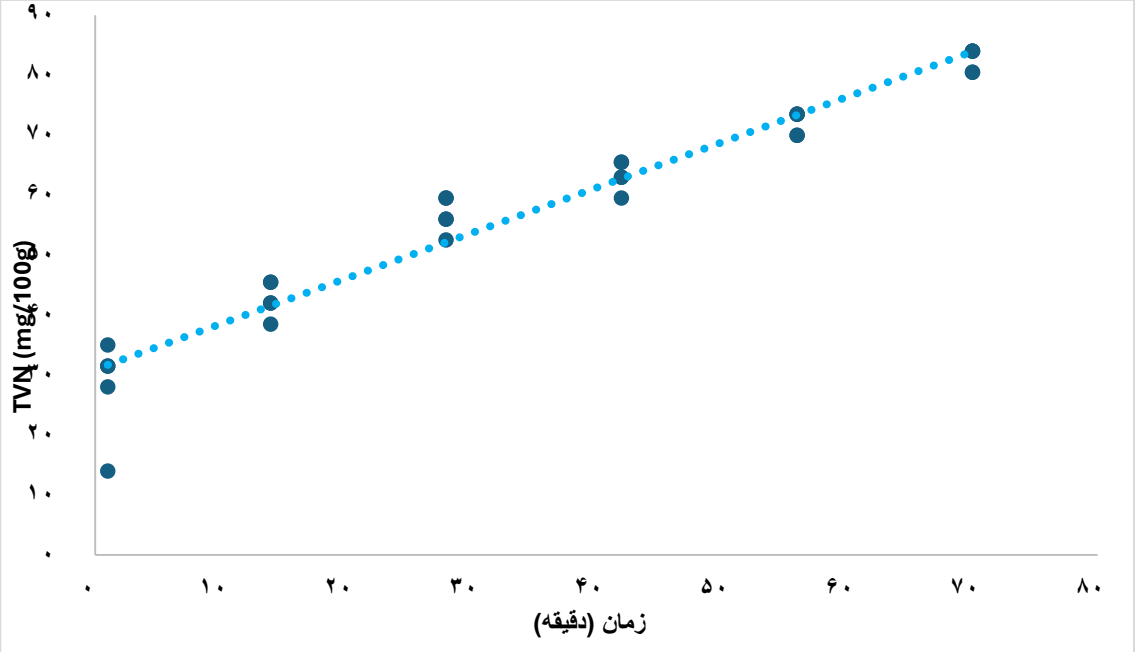
در این بررسی، زمان به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شده و متغیر وابسته TVN می‌باشد. بعد از ترسیم نمودار، که در آن متغیر مستقل یعنی زمان بر روی محور X واقع شده و متغیر وابسته یعنی TVN بر روی محور Y واقع شده، یک معادله خطی ساده به همراه R^2 حاصل می‌شود.

مطابق شکل (۳)، رابطه بین دو متغیر به‌صورت خطی و از نوع مثبت بوده، یعنی با افزایش یک متغیر دیگری نیز افزایش می‌یابد. ضریب تعیین یا R^2 با میزان ۰/۹۴ حاکی از آن است که ۹۴ درصد از تغییرات متغیر TVN توسط متغیر زمان تبیین می‌شود.

با گرفتن جذر از R^2 می‌توان به R یا ضریب همبستگی رسید که با میزان ۰/۹۷ و مطابق با منبع میلر بیان می‌کند که بین دو متغیر رابطه بسیار قوی وجود دارد.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-29]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴، صفحات: ۶۴-۷۸
https://jmb.ahvaz.iau.ir



شکل ۳. رابطی خطی بین دو متغیر زمان و TVN با استفاده از رگرسیون خطی ساده

معادله رگرسیونی مقدار TVN با زمان‌های تعیین شده به شرح زیر به‌دست آمد:

$Y= ۰/۷۵۷۳X + ۳۰/۹۳۶$

این معادله نشان می‌دهد که با افزایش ۱ واحد به زمان به‌طور متوسط ۰/۷۶ به مقدار TVN اضافه می‌شود (Y= TVN و زمان= X).

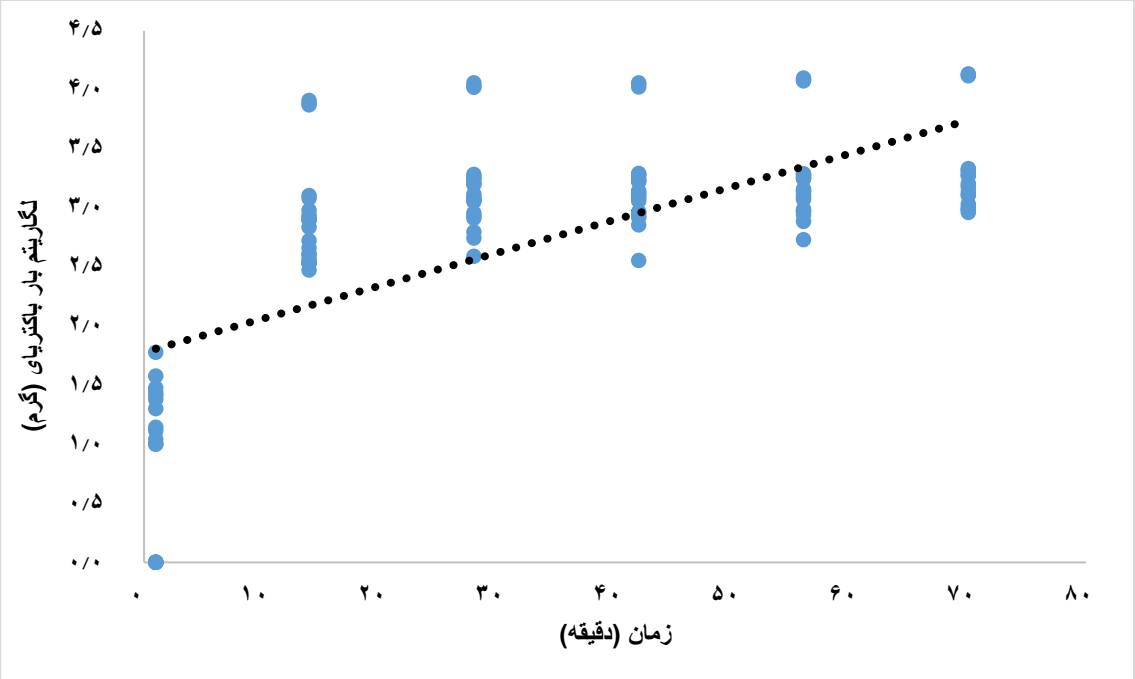
بررسی رابطه بین دو متغیر زمان و بار باکتریایی با استفاده از مدل رگرسیون خطی ساده

مطابق نمودار ترسیم شده در شکل (۴)، ضریب R^2 با مقدار ۰/۴۲۶ بیان می‌کند که چیزی حدود ۴۳ درصد از تغییرات متغیر بار باکتریایی توسط متغیر زمان محاسبه شده است. این نمودار به‌صورت خطی و از نوع مثبت است.

با گرفتن جذر از R^2 می‌توان به R یا ضریب همبستگی رسید که با عدد ۰/۶۵ و مطابق با منبع میلر بیان می‌کند که بین دو متغیر رابطه متوسط وجود دارد.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-29]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴، صفحات: ۶۴-۷۸
https://jmb.ahvaz.iau.ir



شکل ٤. رابطه خطی بین دو متغیر زمان و لگاریتم بار باکتریایی با استفاده از رگرسیون خطی ساده بر حسب زمان

معادله رگرسیونی شمارش کلی بار باکتریایی جیره غذایی ماهی قزل‌آلا با زمان‌های تعیین شده به شرح ذیل به‌دست آمد:

$Y= ۰/۰۲۸X + ۱/۷۸۰۹$

این معادله نشان می‌دهد که با افزایش ۱ واحد به زمان به‌طور متوسط ۰/۰۲ به لگاریتم بار باکتریایی اضافه می‌شود (لگاریتم بار باکتریایی =Y و زمان =X).

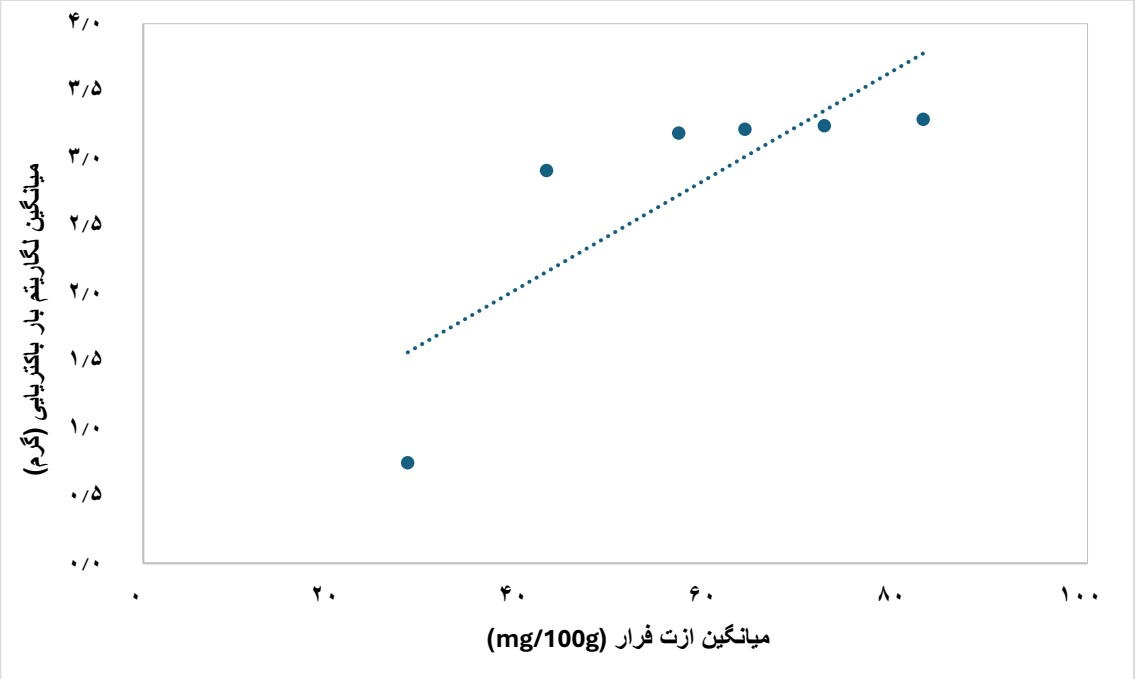
بررسی رابطه بین دو متغیر ازت فرار و بار باکتریایی با استفاده از مدل رگرسیون خطی ساده

مطابق نمودار ترسیم شده در شکل (۵)، ضریب R^2 با مقدار ۰/۶۵۱ بیان می‌کند که چیزی حدود ۶۵ درصد از تغییرات متغیر بار باکتریایی توسط متغیر ازت فرار محاسبه شده است. این نمودار به‌صورت خطی و از نوع مثبت است.

با گرفتن جذر از R^2 می‌توان به R یا ضریب همبستگی رسید که با عدد ۰/۸۱ و مطابق با منبع میلر بیان می‌کند که بین دو متغیر رابطه قوی وجود دارد.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-29]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴، صفحات: ۶۴-۷۸
https://jmb.ahvaz.iau.ir



شکل ۵. رابطه خطی بین دو متغیر ازت فرار و لگاریتم بار باکتریایی (Lbl) با استفاده از رگرسیون خطی ساده

معادله رگرسیونی شمارش کلی بار باکتریایی جیره غذایی ماهی قزل‌آلا با متغیر ازت فرار تعیین شده به شرح ذیل به‌دست آمد:

$Y= ۰/۰۴۰۶x + ۰/۴۲۶۷$

این معادله نشان می‌دهد که با افزایش ۱ واحد به ازت فرار به‌طور متوسط ۰/۰۴ به لگاریتم بار باکتریایی اضافه می‌شود (لگاریتم بار باکتریایی = Y و ازت فرار =X).

بحث و نتیجه‌گیری

در امر پرورش آبزیان هزینه‌های تغذیه به‌طور کلی بیش‌از ۶۰ درصد کل هزینه‌ها را شامل می‌شود (رابرتس و شفرد، ۱۳۷۸)، به‌همین دلیل تولید اقتصادی ماهیان پرورشی وابسته به تهیه جیره‌های مناسب و بهداشتی طبق احتیاجات آن ماهی می‌باشد (Hardy, 2002). غذاهایی که در کارخانه‌ها برای مصرف آبزیان پرورشی تولید می‌شود قبل از آن‌که به شکل اکسترود یا شناور در سطح آب در بیایند، به‌مدت زمان ۳ دقیقه در مجاورت دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد و فشار بخارآب قرار می‌گیرند تا رطوبت آن‌ها کم‌تر از ۱۰ درصد شود و بخشی از بار میکروبی آن کاسته شود و این کاهش بیش‌تر مربوط به بخش‌هایی می‌شود که در مجاورت با دما و فشار بخارآب قرار دارد، می‌گردد (Joseph et al., 2011).

جیره غذایی که پرورش‌دهندگان برای آبزیان خریداری می‌کنند در محیط طبیعی و انبارها نگهداری می‌شود، در شرایط طبیعی میزان بار باکتریایی بالا می‌رود. با گذشت زمان باکتری‌هایی که در شرایط طبیعی وجود دارند شروع به رشد و تولیدمثل کرده و جمعیت‌شان در جیره غذایی افزایش می‌یابد.

جیره غذایی شامل پروتئین خام، چربی خام، خاکستر و فیبر است، وجود پروتئین در جیره غذایی باعث شده است که این جیره غذایی در صورتی‌که پروتئین‌هایش تجزیه شوند، ازت فرار یا همان TVN تولید شود. ازت فرار یک شاخص برای ارزیابی میزان تازگی ماهی و فرآورده‌های حاصل از آن نظیر پودرماهی است، که در صورت افزایش ازت فرار جیره غذایی دیگر کیفیت مطلوب اولیه را ندارد.

در پژوهش حاضر در یک بازه زمانی ۷۰ روزه (زمان صفر، ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ هفته) جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان از نظر بار باکتریایی کل و ازت فرار بررسی شد. نتایج بررسی ازت فرار در این بازه زمانی نشان داد که ازت فرار در هفته صفر (نمونه شاهد) تا روز ۷۰ (هفته ۱۰) روند کاملا افزایشی را از خود نشان داد و اختلاف معناداری بین تیمار شاهد با سایر تیمارهای زمانی مشاهده شد. این روند افزایشی به این دلیل است که

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-29]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴، صفحات: ۶۴-۷۸
https://jmb.ahvaz.iau.ir

میزان بار باکتریایی جیره در طی زمان بالاتر رفته و چون باکتری‌ها برای رشد خود از پروتئین‌ها استفاده می‌کنند (Herbert and Shewan, 1975)، آن‌ها مورد حمله قرار داده و باعث شکسته شدن پروتئین جیره و تبدیل آن‌ها به ازت فرار می‌شوند که با شکسته شدن پروتئین ازت فرار آزاد می‌شود (Olafsdottir et al., 2000; Ueno et al., 2003).

نتایج بار باکتریایی نیز نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای زمانی هفته صفر (روز ۱) تا هفته ۶ (روز ۴۲) وجود داشت؛ ولی از روز ۴۲ به بعد در هفته ۸ (روز ۵۶) و هفته ۱۰ (روز ۷۰) اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمارهای زمانی مشاهده نشد.

(وکلیلی و ایروانی، ۱۴۰۰) به ارزیابی کیفیت فیزیکی و ازت فرار کل برخی از جیره‌های غذایی پرواری (اکسترود و پلت سرد) ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرداختند. نتایج نشان داد که خوراک‌های اکسترود از کیفیت مطلوب‌تری نسبت به خوراک‌های پلت سرد برخوردار هستند.

Rajanna و همکاران (۲۰۰۴) در یک دوره ۶۰ روزه در سه مرحله نمونه‌برداری شامل زمان صفر، ۳۰ و ۶۰ روز تغییرات فلور باکتریایی و تعداد کل باکتری‌های هوازی در دو نوع غذای خشک تجارتی (رشد) و اکسترود مربوط به میگوی پرورشی را بررسی کردند. نتایج نشان داد که اختلاف آماری معناداری بین تعداد کل باکتری‌های هوازی در مرحله زمانی صفر در غذای نوع رشد و اکسترود وجود داشت و تعداد باکتری‌های غذای خشک (رشد) میگو ۱۰ برابر بیش‌تر از غذای اکسترود می‌باشد که این افزایش به این دلیل است که پرورش میگو در مناطق گرمسیری بوده و درجه حرارت روی تعداد باکتری‌ها تاثیرگذار است و از این نظر که دما روی میزان بار باکتریایی اثر دارد با تحقیق حاضر هم‌جهت بود. بین زمان صفر و ۳۰ روز اختلاف معناداری مشاهده نشد و در حد چند عدد اختلاف داشتند،که دلیل آن می‌تواند این باشد که باکتری‌ها خود را با محیط جدید سازگار کرده تا بتوانند رشد و تکثیر کنند. در پایان دوره ۶۰ روزه نتایج نشان شبیه به زمان صفر بود و اختلاف معناداری بین غذای خشک تجارتی و اکسترود مشاهده شد که دلیل آن نیز درجه حرارت، رطوبت و شرایط فرآوری و محیط نگه‌داری غذاها بود.

سلمانی و همکاران (۱۳۸۰) کیفیت ماهی کلیکا را در یخ خردشده و آب سرد دریا با روش سنتی مورد مقایسه قرار دادند و نتایج نشان داد که میزان ازت فرار ماهیان نگه‌داری شده در یخ و آب سرد دریا کاهش یافته بود و اختلاف معنی‌داری با روش سنتی داشت. از این جهت که افزایش دما باعث افزایش ازت فرار و کاهش دما باعث کاهش ازت فرار می‌گردد با تحقیق حاضر هم‌سو بود.

شهره و همکاران (۱۳۸۲) عوامل موثر بر تغییرات ازت فرار کل پودر ماهی تولیدی در ایران را مورد بررسی قرار دادند که مشخص شد اندازه‌گیری ازت فرار یکی از بهترین معیارها برای تعیین کیفیت پودر ماهی می‌باشد و مطالعه آن‌ها نشان داد که روش تولید پودر ماهی و روش‌های حمل و نقل ماهی تاثیر معناداری بر روی میزان ازت فرار کل پودر ماهی داشته و کنترل روش‌های حمل ونقل و نیز تهیه پودر ماهی با روش‌های مطلوب می‌تواند در کاهش مقدار ازت فرار کل موثر باشد و از نظر که ازت فرار یکی از بهترین معیارها برای تعیین کیفیت مطلوب جیره غذایی است هم‌جهت با تحقیق حاضر بود.

در بررسی دیگری Shakerian و همکاران (۲۰۰۴) در شهرکرد ایران بیان کردند، اندازه‌گیری ازت فرار به‌عنوان شاخص اصلی در تعیین کیفیت ماهی مطرح شده است. آن‌ها نمونه‌ها را از خرده‌فروشی‌های محلی جمع‌آوری کرده و مقدار ازت فرار آن‌ها را با روش دستگاه کلدال اندازه‌گیری کردند. نمونه‌هایی که از خرده فروشی‌های مرکز شهر جمع شده بودند، به‌دلیل نگهداری در یخ و شرایط بهتر نگهداری نسبت به نمونه‌هایی که از حومه شهر جمع‌آوری شده بودند؛ مقدار ازت فرار کل آن‌ها به‌طور معناداری کمتر بود، از این جهت که دما روی افزایش یا کاهش ازت فرار اثر دارد با تحقیق حاضر هم‌جهت بود.

سلیمی (۱۳۹۱) اثرات مختلف ازت فرار جیره غذایی را بر روی رشد و بازماندگی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد بررسی قرار داد. نتایج آن به این‌صورت بود که ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان حداکثر توانایی تحمل ۵۰-۴۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم TVN را در جیره خود دارد و باید به ساخت غذای مورد نیاز این ماهی توجه شود تا میزان ازت فرار آن زیاد نشود و ماهی دچار مسمومیت و تلفات نگردد، از این نظر با تحقیق حاضر مطابقت داشت که جیره غذایی ماهی قزل‌آلا تا میزان معینی می‌تواند ازت فرار داشته باشد و بیش‌تر از آن جیره کیفیت اولیه را ندارد.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-29]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴، صفحات: ۶۴-۷۸
https://jmb.ahvaz.iau.ir

نعیمی و همکاران (۱۳۹۹) به ارزیابی کیفی فیله ماهی قزل‌آلا پس از تغذیه با سطوح مختلف پری‌بیوتیک سلماناکس پرداختند که نتایج نشان داد با افزایش زمان نگه‌داری میزان ازت فرار فیله‌ها به‌طور معناداری افزایش یافت که از این جهت با تحقیق حاضر هم‌سو بود که زمان باعث افزایش میزان ازت فرار می‌گردد، ولی بار باکتریایی کل با افزایش زمان به دلیل تغذیه با پری‌بیوتیک نسبت به گروه شاهد کاهش پیدا کرده بود. هم‌چنین، Bekhit و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی ازت فرار کل و اثرات آن روی فساد گوشت پرداختند، نتایج نشان داد که با افزایش ذخیره‌سازی و افزایش دما میزان ازت فرار گوشت افزایش می‌یابد و هم‌جهت با تحقیق حاضر بود.

آخوندزاده‌بستی و همکاران (۱۳۷۹) به مقایسه ۳ روش اندازه‌گیری TMA، ازت فرار و شمارش کلی باکتری‌های هوازی سرمادوست در تعیین کیفیت برخی از ماهیان دریایی استخوانی پرداختند. با توجه به نتایج به‌دست آمده از مقایسه دو روش اندازه‌گیری ازت فرار و TMA با شمارش کلی باکتری‌های هوازی از نظر آماری با انجام آزمون همبستگی فقط بین دو فاکتور شمارش کلی باکتری‌ها و TMA ارتباط معناداری وجود داشت. میزان ازت فرار از یک گونه به گونه دیگر ماهی متفاوت بوده و در یک گونه با توجه به سن، محیط و جنس و فصل تغییر می‌کند و تشکیل ازت فرار پس از صید تنها وابسته به فعالیت‌های باکتریایی نمی‌باشد و از این جهت با تحقیق حاضر هم‌سو نبود.

هم‌چنین، سعیدی (۱۳۹۳) به آنالیز کمی و کیفی فلور باکتریایی و ازت فرار کل ۶ نوع غذای تجارتی از نو ع اکسترود (شناور) شامل استارترهای ۱و ۲ و رشد و پایانی ۱، ۲ و ۳ در یک دوره ۹۰ روزه پرداخت. نتایج نشان داد که میزان ازت فرار کل و بار باکتریایی با افزایش زمان افزایش می‌یابد و از این جهت هم‌سو با تحقیق حاضر بود.

مقصودلوجعفری (۱۳۹۰) به اندازه‌گیری و مقایسه ازت فرار در دو روش نگهداری ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بعد از صید با امعاء و احشاء و بدون امعا و احشاء پرداخت، که نتایج به‌این صورت بود که وجود امعا و احشاء در بدن ماهی به‌طور معناداری باعث بالا رفتن مقدار ازت فرار می‌گردد که دلیل آن این است که وجود امعاء و احشاء باعث فساد سریع‌تر ماهی شده و بار باکتریایی درون بدن ماهی افزوده می‌شود و از این نظر با تحقیق حاضر هم‌سو بود.

هم‌چنین، عبدالرحیمی (۱۳۹۳) به بررسی کاهش ترکیبات ازته فرار با تیمار میکروبی به‌منظور بهبود کیفیت پودر ماهی مورد استفاده به‌عنوان غذای آبزیان پرداخت که نتایج این‌گونه بود که باکتری‌های *L.plantarum* و *L.rhamnosus* در محیط کشت‌های غوطه‌ور دارای بیش‌ترین فعالیت بوده و میزان ازت فرار را به ترتیب ۱۷/۵۵ درصد و ۱۲/۹۶ درصد کاهش می‌دهند و قارچ *A.oryzea* در محیط کشت تخمیر بستر جامد ازت فرار را ۱۷/۹۹ درصد کاهش داد و از این جهت با تحقیق ما هم‌سو نبود که بعضی باکتری‌ها می‌توانند میزان ازت فرار را کاهش دهند.

(Haaland and Njaa, 2003) بیان کردند که TVN از ترکیب تری‌متیل آمین و گاز آمونیاک ایجاد می‌شود، در این بررسی به این نتیجه رسیدند که از این شاخص برای تعیین تازگی ماهی و فرآورده‌های خام ماهی استفاده می‌گردد، از این نظر که ازت فرار شاخص تازگی ماهی است با تحقیق حاضر هم‌سو بود.

مددی و همکاران (۱۴۰۲) به بررسی پرتوتابی گاما بر روی بار باکتریایی و ازت فرار در گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تحت شرایط یخچالی پرداختند، نتایج این‌گونه بود که استفاده از دزهای مختلف پرتوتابی گاما میزان بار باکتریایی و ازت فرار را تا حد زیادی کاهش می‌دهد. (از دزهای ۱/۵، ۲/۵ و ۳/۵ کیلوگرمی استفاده شد)، به دلیل این‌که بین دزهای ۲/۵ و ۳/۵ اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت، دز ۲/۵ به‌عنوان دز مناسب برای پرتوتابی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در شرایط یخچالی پیشنهاد شد. از جهت استفاده از دزهای مختلف پرتو گاما نتایج با تحقیق حاضر هم‌سو نبود. هم‌چنین (Shahhoseini and Mashak, 2017) تغییرات بار میکروبی و ازت فرار کل نمونه‌های ماهی کپور علف‌خوار پرتودهی شده نگه‌داری شده تحت شرایط یخچالی را مورد بررسی قرار دادند، نتایج این‌گونه بود که میزان ازت فرار و باکتری‌های مزوفیل هوازی در نمونه‌های پرتودیده شده در مقایسه با نمونه‌های پرتوندیده به‌طور معنی‌داری کمتر بود، به دلیل استفاده از پرتو و کاهش ازت فرار با تحقیق حاضر هم‌جهت نبود.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-29]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴، صفحات: ۶۴-۷۸
https://jmb.ahvaz.iau.ir

(خادمی‌شور مستی و فهیم‌دژبان، ۱۳۸۹) در بررسی که روی آرد ماهی کلیکا انجام دادند، مشخص شد با استفاده از سطوح مختلف زئولیت به‌طور معناداری موجب کاهش ازت فرار کل آرد ماهی کلیکا می‌شود. از این جهت با تحقیق حاضر هم‌سو نبود که زئولیت مخلوط شده با آرد ماهی با جذب رطوبت موجود قادر است امکان فعالیت باکتری‌ها را کاهش داده و از شکسته شدن پروتئین و تبدیل آن به ترکیبات ازت فرار که باعث افزایش TVN می‌گردد جلوگیری کند. یعنی قادر است مقداری از ازت فرار را در خود حبس نماید.

جیره غذایی که پرورش دهندگان از آن استفاده می‌کنند برای تغذیه آبزیان در محیط نگه‌داری می‌شود، در شرایط محیطی در دما و رطوبت ثابت با گذشت زمان میزان ازت فرار و بار باکتریایی کل افزایش می‌یابد. نتایج نشان داد که در شرایط محیطی میزان ازت فرار کل و بار باکتریایی کل جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با گذشت زمان در دمای ثابت و رطوبت ثابت افزایش می‌یابد و نباید مدت زمان طولانی غذا را نگه‌داری کرد. بنابراین می‌توان اذعان داشت که بار باکتریایی و ازت فرار در غذای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با هم‌دیگر رابطه مستقیم دارند. هر چه مدت زمان نگه‌داری غذای آبزیان بیش‌تر شود، باعث افزایش بار باکتریایی می‌گردد. وجود پروتئین در جیره غذایی آبزیان باعث فساد می‌شود چون باکتری‌ها از آن استفاده کرده و آن را تجزیه می‌کنند، در صورت تجزیه پروتئین‌ها ازت فرار تولید و آزاد می‌شود که شاخص ارزیابی میزان تازگی جیره ماهی است. هرچه میزان آن در جیره غذایی افزایش پیدا کند کیفیت محصول تولیدی کاهش می‌یابد.

در تحقیق حاضر نتایج نشان داد که پروتئین خام جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تا مدت زمان معینی در دمای ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ثابت تغییر نمی‌کند ولی بعد از گذشت دو هفته بار باکتریایی آن بالا رفته و پروتئین خام را تخریب نموده و ازت فرار جیره افزایش می‌یابد و جیره دیگر کیفیت مطلوب اولیه را ندارد. توصیه می‌شود پرورش دهندگان مدیریت مصرف داشته باشند و حجمی از جیره غذایی را تهیه کنند که با ماندگاری کیفیت آن کاهش پیدا نکند.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-29]

JOMB
مجله زیست شناسی دریا
دوره ۱۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴، صفحات: ۶۴-۷۸
https://jmb.ahvaz.iau.ir

References

۱. **آخوندزاده، ا.، بکایی، س و زهرایی‌صالحی، ت. ۱۳۷۹.** بررسی مقایسه‌ای سه روش اندازه‌گیری تری‌متیل آمین، ازت فرار تام و شمارش کلی باکتری‌های هوازی سرمادوست در تعیین کیفیت برخی از ماهیان دریایی استخوانی. مجله دامپزشکی دانشگاه گرگان. ۷۴-۷۱ (۴)۵۵.

۲. **بیرمی، ن.، ذاکری، م.، کوچنین، پ.، یاوری، و.، محمدی آذرم، ح و اژدری، ن. ۱۳۹۳.** مروری بر اهمیت پودر ماهی در مقایسه با دیگر منابع پروتئینی در جیره غذایی ماهیان. اولین همایش ملی توسعه پایدار دریامحور. دانشگاه علوم وفنون دریایی خرمشهر.

۳. **خادمی‌شورمستی، د و فهیم‌دژبان، ی. ۱۳۸۹.** تاثیر استفاده از کلینوپتلولیت (زئولیت) بر مجموع ازت‌های فرار (TVN) آرد ماهی کلیکا در طول نگهداری. فناوری‌های نوین در توسعه آبزی‌پروری (شیلات). ۲۶-۱۹ (۲)۴.

۴. **رابرتس، آر. جی و شفرد، سی. جی. ۱۳۷۸.** *بیماری‌های ماهیان قزل‌آلا و آزاد*. (جلالی‌جعفری، ب و میار، م. مترجم). انتشارات نوربخش. (۱۴۰۰). ۲۵۴ صفحه.

۵. **سعیدی، ز. ۱۳۹۳.** آنالیز کمی و کیفی فلور باکتریایی و قارچی و ازت تام فرار غذای اکسترود آبزیان با تاکید بر صنعت پاک. پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی. واحد شاهرورد.

۶. **سلمانی، ع.، غلامی‌پور، س و یوسفیان، م. ۱۳۸۰.** تغییرات میزان ازت فرار و هیستامین ماهی کلیکا در روش‌های نگهداری. موسسه علمی شیلات. ۴۰-۳۱ (۲)۱۰.

۷. **سلیمی، ب. ۱۳۹۱.** بررسی اثرات سطوح مختلف ازت فرار تام (TVN) جیره غذایی بر روی رشد و بازماندگی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). دومین کنگره ملی علوم آزمایشگاهی دامپزشکی. ۷۴-۷۴ (۱)۴.

۸. **شهره، ب.، انصاری، ز.، رحیمی، ق و چاشنی‌دل، ی. ۱۳۸۲.** بررسی عوامل موثر بر تغییرات کل ازت فرار پودر ماهی تولیدی در ایران. پژوهشنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خزر. ۸۲-۷۱ (۲)۱.

۹. **عباسی، ع. ا.، شمس، ع.، یعقوبی، ج و قلی‌زاد، ح. ۱۳۹۲.** بررسی عوامل اثرگذار مدیریتی بر عملکرد مزارع ماهی قزل‌آلا با استفاده از روش تحلیل محتوا. اولین همایش ملی مدیریت منابع طبیعی.

۱۰. **عبدالرحیمی، م. ۱۳۹۳.** کاهش ترکیبات ازته فرار با تیمار میکروبی به‌منظور بهبود کیفی پودر ماهی مورد استفاده به‌عنوان غذای آبزیان. پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی. واحد علوم دارویی.

۱۱. **قانعی‌تهرانی، م. ۱۳۹٤.** *دستورالعمل فنی پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (Oncorhynchus mykiss) در استخرهای خاکی*. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. موسسه تحقیقات شیلات ایران، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر.

۱۲. **قائدی، ع. ا و حافظیه، م. ۱۳۹۷.** راهنمای نگهداری و مدیریت خوراک آبزیان در مزرعه. فصل‌نامه علوم آبزی‌پروری پیشرفته. ۲۲-۱۳ (۲)۳.

۱۳. **فراهانی، ر. ۱۳۸۹.** *راهنمای علمی کاربردی تکثیر ماهی قزل‌آلا*. انتشارات دریاسر چاپ اول. ۳۹-۲۷.

۱۴. **فراهانی، ر.، غلام‌رضا شیرازی، ج.، خوشخو، ژ.، عظیمی اسک‌شهر، م .، اسدی، ه و صیدی، د. ۱۳۹٤.** *راهنمای پرورش قزل‌آلا*. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی کرج، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی.

۱۵. **مددی، م.، مشاک، ز و شاه حسینی، غ. ر. ۱۴۰۲.** تاثیر پرتوتابی گاما بر بار باکتریایی و ازت کل فرار در گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تحت شرایط یخچالی. نشریه تازه‌ها در میکروب‌شناسی دامپزشکی. ۸۵-۹۴ (۱)۶.

۱۶. **مقصودلو جعفری، ا. ۱۳۹۰.** اندازه‌گیری و مقایسه T.V.N در دو روش نگهداری ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بعد از صید. پایان‌نامه برای دریافت درجه دکتری حرفه‌ای دامپزشکی. دانشگاه آزاد اسلامی. واحد گرمسار.

۱۷. **نعیمی، ا.، علیزاده‌دوغی‌کلائی، ا، جعفریان، ح و احمدی‌فر، ا. ۱۳۹۹.** تاثیر جیره غذایی حاوی پری‌بیوتیک سلماناکس بر کیفیت فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان طی نگه‌داری در یخچال. تغذیه آبزیان. دانشگاه گیلان. ۲۵-۳۷ (۴)۶.

۱۸. **وکیلی، ر و ایروانی، ج. ۱۴۰۰.** ارزیابی کیفیت فیزیکی و ازت فرار کل برخی جیره‌های غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. نشریه آموزشی-پژوهشی موسسه تحقیقات علوم دامی کشور. ۱۲-۳ (۴۱).

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-29]

19. **AOAC. 2012.** Official Metholds of Analysis. 17th.
20. **Ariyawansa, S. 2000.** The evaluation of functional properties of fish meal. *United Naited University, Fisheries Training Programme, Prohect Final, Sri Lanka, 125*.
21. **Barbosa, M. J., Morais, R and Choubert, G. 1999.** Effect of carotenoid source and dietary lipid content on blood astaxanthin concentration in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture, 176*(3-4), 331-341.
22. **Bekhit, A. E. D., Holman, B. W., Giteru, S. G and Hopkins, D. L. 2021.** Total volatile basic nitrogen (TVB-N) and its role in meat spoilage: A review. *Trends in Food Science and Technology, 109*, 280-302.
23. **Cunnia, P. 1995.** Official Methods Analysis of AOAC Intemational. 2 (39). 5-6.
24. **Engin, K and Koyuncu, C. 2023.** The Recent Advances to Increase Nutrient Utilization of Dietary Plant Proteins by Enzyme Supplementation and Fermentation in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*): A Review. *Journal of Agricultural Sciences, 29* (4). 960-972.
25. **Faramarzian, M., Derakhshan, Z., and Ranjbar, M. 2013.** Investigating the concentration of heavy metals in salmon distributed in the city of Shiraz. The 16th National environmental health conference. Tabriz university of agricultural sciences. Faculty of health. 19: 7-11.
26. **Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. 2022.** The State of Word fisheries and Aquaculture. Towards blue transformation.
27. **Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. 2024.** Aquatic Production and trade Union of Iran.
28. **Gabriel, Y. 2005.** Glass cages and glass places: Images of organization in image consious times. *Organization, 12*(1), 9-27.
29. **Haaland, H and Njaa, L. R. 1989.** Total volatile nitrogen-A quality criterion for fish silage? *Aquaculture, 79*(1-4), 311-316.
30. **Haaland, H and Njaa, L. R. 2003.** Total volatile nitrogen-A quality criterion for fish silage? *International Symposium on Feeding an Nutrition Fish, 14*, 98-100.
31. **Hardy, R. W. 2002.** Rainbow trout (*oncorhynchus mykiss*). In *Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture* (pp. 184-202). Wallingford UK: CABI Publishing.
32. **Herbert, R. A and Shewan, J. M. 1975.** Precursors of the volatile sulphides in spoiling North Sea cod (Gadus morhua). *Journal of the Science of Food and Agriculture, 26*(8), 1195-1202.
33. **Joseph, B., Upadhyaya, S and Ramteke, P. 2011.** Production of cold-active bacterial lipases through semisolid state fermentation using oil cakes. *Enzyme research, 2011*(1), 796407.
34. **Moosavi-Nasab, M., Khoshnoudi-Nia, S., Azimifar, Z and Kamyab, S. 2021.** Evaluation of the total volatile basic nitrogen (TVB-N) content in fish fillets using hyperspectral imaging coupled With deep learning neural network and meta-analysis. Scientific Reports. 11. 5094.
35. **NRC. 2011.** *Nitrient Requirement of fish and shrimp*. The National Academies press, Washington, DC., USA. P. 392.
36. **Olafsdottir, G., Hognadottir, A., Martinsdottir, E and Jonsdottir, H. 2000.** Application of electronic nise to predict total volatile bases in capelin (Mallotus villosus) for fishmeal production. *Journal of Agricultural and food vhemistry, 48*(6), 2352-2359.
37. **Pagel, J. E., Qureshi, A. A., Young, D. M and Vlassofft, L. T. 1982.** Comparison of four membrane filter mothods for fecal colifrom enumeration. Applied and environmental microbiology, 43(4), 787-793.
38. **Rajanna, M. R., Imelda, J and Paulraj, R. 2004.** Changes in bacterial flora during short-term storage of aquafeed and feed Ingeradients. *Journal of the Marine Biological Association of India 46*(1), 1-9.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-29]

39. **Shahhoseini, R and Mashak, Z. 2017.** The effect of gamma rays shelf life of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fillet in the refrigerator condition. *Journal of Food Microbiology, 3*(4), 51-60.
40. **Shakerian, A., Rokni, N., Ziaii, A and Boniadian, M. 2004.** The Measurement of Total Volatile Nitrogen (TVN) in Quality Control of Some Bony Fish in the Retail Markets of the City of Shahrekord, IRAN. *International Society for Animal Hygiene-Saint-Malo, 2*(3).
41. **Ueno, R., Hamada-Sato, N and Urano, N. 2003.** Fermentation of Molasses by Several Yeasts from Hot Spring Drain and Phylogeny of the Unique Isolate Producing Ethanol at 55^{0c}. *Journal-Tokyo University of Fisheries*, 90, 23-29.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-29]