Iranian Agricultural Extension and Education Journal 20 (2025) 113-129.

Online ISSN: 2980-8561

Iranian Agricultural Extension and Education Journal

Journal Homepage: http://www. https://www.iaeej.ir/

Research Paper

Assessment of Biosecurity Levels of Aquaculture in Kermanshah Province

Shahnaz Amirian [a], Amirhossein Alibaygi [a]* and Kazem Abdi [b]

[a] Department of Agricultural Extension and Education, College of Agriculture & Nature Resources Razi University, Kermanshah, Iran
[b] Iran Veterinary Organization, Tehran, Iran.

ARTICLE INFO

Keywords:
Aquaculture
Biosecurity score
Disease prevalence
Measure
Monitoring
Prevention

ABSTRACT

Biosecurity plays a valuable role in disease prevention and economic productivity of aquaculture. The study evaluates the biosecurity of aquaculture farms in Kermanshah province, providing the first quantitative measure of biosecurity. The statistical population of the research (n= 162) was selected using the stratified sampling method. Required data were collected using a researcher-made questionnaire to examine 51 indicators at three conceptual, structural, and operational levels, as well as two dimensions of internal and external biosecurity. After summing up the points, the current state of biosecurity was determined and ANOVA tests showed that access to electricity, legal licenses, participation in training classes, and super by the desired state (score 100) at each level. The biosecurity score of the farms at the conceptual level (61.7 out of a hundred) and structural (67.7 out of a hundred) was average, and the third level score (48.02 out of a hundred) was reported as unfavorable. Internal and external biosecurity was also calculated as average. The results of the t-tests vision of experts on farms affect the biosecurity score. The research recommends periodic biosecurity assessments, monitoring of operational measures, and improving biosecurity literacy among fish farmers.

*Corresponding author: Professor, Department of Agricultural Extension and Education, College of Agriculture & Nature Resources, Razi University, Kermanshah, Iran.
E-mail address: baygi1@gmail.com
https://doi.org/10.22034/iaeej.2024.451324.1793
Received: 06 April 2024; Received in revised form: 12 September 2024; Accepted: 07 October 2024
Available online: 14 January 2025

1. Introduction

Aquaculture has significant potential to produce animal protein, create jobs, and stimulate economic growth. However, the industry faces serious challenges. Each year, the aquaculture sector loses millions of dollars in revenue due to various issues, including disease outbreaks. These outbreaks not only threaten the future of aquaculture worldwide but also pose a risk to global food security. To address these challenges, it is crucial to develop aquaculture sustainably while implementing biosecurity measures on farms. A biosecurity approach involves preventive programs and policies designed to identify potential pathways for disease entry and spread within farms. It also includes implementing measures to reduce the risk of disease, ensuring both the economic development and sustainability of the industry. One common method for assessing biosecurity in aquaculture is calculating a biosecurity score. This score helps identify weaknesses in biosecurity practices and strengthens the necessary barriers. This study aims to measure the biosecurity score of aquaculture farms in Kermanshah province.

2. Methodology

The study population for this research consisted of managers from aquaculture farms in Kermanshah province, categorized into cold-water and warm-water fish farms (N=324). A stratified random sampling method was employed to select a representative sample of 175 individuals from the total population. During qualitative meetings, the measurement indicators for scoring were determined based on the opinions of experts in aquatic production and health, as well as health forms from the Veterinary Organization. A total of 51 indicators were identified for measuring the biosecurity scores of the farms. These indicators were classified into three categories: Conceptual Biosecurity (six indicators), Structural Biosecurity (eight indicators), and Operational Biosecurity (thirty-seven indicators). In the subsequent phase of the research, all the indicators were further divided into two categories: internal biosecurity indicators (thirty-six indicators) and external biosecurity measures (fifteen indicators). Each of these indicators was evaluated, and the scores for both categories were calculated out of a total of one hundred. Each indicator included in the questionnaire was assigned a score ranging from zero to its maximum possible score. The biosecurity measures score for fish farmers was calculated by assessing points at various levels using a specific formula.

$$\frac{\sum Obtained\ points}{\sum Potential\ points} \times 100 = Biosecurity\ score$$

To evaluate the impact of certain variables, such as the status of farm permits, access to electricity, participation in training courses, and the presence of a health technical officer and a production technical expert, statistical analyses were conducted using a t-test and one-way analysis of variance (ANOVA). All analyses were performed using SPSS software.

3. Results

The biosecurity score of aquaculture units was assessed by quantifying various measures as individual indicators. In Kermanshah Province, fish farms scored 61.7 out of 100 at the conceptual level and 67.7 out of 100 at the structural level. However, the score for operational-level indicators—encompassing daily health management and disease prevention measures that aquaculture farmers are required to implement—was only 48.02 out of 100, which is lower than expected. The biosecurity measures in both the internal (52.69 out of 100) and external (50.29 out of 100) dimensions of aquaculture farms were determined to be at an average level.

The overall biosecurity score of aquaculture farms in Kermanshah province was 56 out of 100, indicating that the farms have an average level of biosecurity. One significant factor influencing biosecurity is the presence of legal permits for the farms, which leads to increased supervision by technical health officers and technical production experts. Results from t-tests indicate that the presence of these experts has a significant and positive effect on enhancing the biosecurity scores of farms in Kermanshah province. The results of this test show that farms with employees who have participated in aquatic health and disease identification training, as well as those who are knowledgeable about biosecurity, have significantly higher

biosecurity scores compared to farms whose management has not received such training. Furthermore, a one-way analysis of variance revealed a significant difference in biosecurity scores between farms that have a full-time technical health officer and a technical production expert supervising them, and those farms that do not.

4. Discussion

Measuring the biosecurity score is crucial because aquaculture farms significantly contribute to the country's food security. The introduction of pathogens in this industry can lead to severe national consequences. Biosecurity is an essential strategy for preventing the spread of disease. Determining the right indicators is very important in measuring biosecurity scores. The research results show that the overall biosecurity score of aquaculture farms in Kermanshah Province is average, with a reported weak operational level of biosecurity. Assessing both internal and external biosecurity provides researchers with insights into which areas of the farm may have a higher or lower risk of disease. In Kermanshah Province's fish farming industry, the biosecurity scores at these two levels are also average, indicating the possibility of disease spreading between farms.

5. Conclusion

A low level of biosecurity increases the likelihood of introducing and spreading new infectious diseases on a farm. This risk is especially significant in areas with a high density of farms and complex aquaculture structures, as it can lead to the further spread of infections to surrounding regions. The innovative biosecurity assessment tool developed in this study allows us to quantitatively and objectively evaluate the health status of farms by determining a biosecurity score. The results of this study are crucial for enhancing the health standards of aquaculture farms. Without a clear understanding of the current health status, it is impossible to address weaknesses and challenges in health measures effectively. Additionally, by identifying and mapping the current state of a farm through scoring, we create a foundation for examining and studying health and preventive measures, overall farm and aquaculture health, as well as technical and sanitary production measures.

Acknowledgments

This article was derived excerpt from the first author's doctoral dissertation, which was conducted in the Department of Agricultural Extension and Education, Agricultural Campus, Razi University, Kermanshah Province.

نوع مقاله: پژوهشی

DOI: 10.22034/iaeej.2024.451324.1793

ارزیابی سطوح امنیت زیستی مزارع آبزی‌پروری در استان کرمانشاه

شهناز امیریان[۱]، امیرحسین علی‌بیگی[۲*]، کاظم عبدی[۳]

(دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۱۸؛ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۱۶)

چکیده

امنیت زیستی، نقش ارزشمندی در پیشگیری از شیوع بیماری و بهره‌وری اقتصادی مزارع آبزی‌پروری بر عهده دارد. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی امنیت زیستی مزارع آبزی‌پروری استان کرمانشاه و تهیه اولین سنجه سنجش کمی امنیت زیستی انجام شد. جامعه آماری، مزارع پرورش ماهی بودند که با بهره‌گیری از تکنیک نمونه‌گیری طبقه‌ای تعداد ۱۶۲ مزرعه انتخاب گردید. داده‌های مورد نیاز با استفاده از پرسشنامه محقق‌ساخته جهت بررسی ۵۱ شاخص تأثیرگذار در سه سطح محیطی، ساختاری و عملیاتی و دو بعد امنیت زیستی داخلی و خارجی جمع‌آوری شد. بعد از جمع‌بندی امتیازها وضعیت موجود امنیت زیستی نسبت به وضعیت مطلوب (نمره ۱۰۰) در هر سطح مشخص شد. بر اساس یافته‌ها امتیاز امنیت زیستی مزارع در سطح محیطی (۶۱/۷ از صد) و ساختاری (۶۷/۷ از صد) متوسط و امتیاز سطح سوم (۴۸/۰۲ از صد) نامطلوب گزارش گردید. امنیت زیستی داخلی و خارجی نیز در حد متوسط محاسبه شد. نتایج دو آزمون تی (t) و تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA) نشان داد متغیرهای دسترسی به برق، برخورداری از مجوزهای قانونی، شرکت در کلاس‌های آموزشی و وجود کارشناسان بهداشتی و فنی تولید بر نمره امنیت زیستی تأثیر دارند. ارزیابی دوره‌ای امنیت زیستی، نظارت بر اقدامات سطح عملیاتی و سنجش سواد امنیت زیستی آبزی‌پروران از پیشنهادهای این پژوهش می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آبزی‌پروری، پیشگیری، سنجه، شیوع بیماری، نظارت، نمره امنیت زیستی.

[۱] دانشجوی دکترای گروه ترویج و آموزش کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

[۲] استاد گروه ترویج و آموزش کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

[۳] دامپزشک و متخصص بهداشت آبزیان، سازمان دامپزشکی کشور، تهران، ایران.

*نویسنده مسئول، پست الکترونیک: baygi1@gmail.com

مقدمه

امنیت غذایی مسیر اصلی توسعه اجتماعی- اقتصادی هر کشوری برای شکست سوءتغذیه و گرسنگی است. این در حالی است که کشورهای توسعه‌نیافته همچنان با مشکل ناامنی غذایی مواجه هستند. دو میلیارد نفر از جمعیت جهان در سال ۲۰۱۹ گرسنگی را تجربه کردند یا به‌طور دائم به غذای مفید و کافی دسترسی نداشتند (FAO, 2020). همان‌طور که از سال‌ها پیش مطرح شده است، جمعیت رشد می‌کند و فشار بیشتری بر منابع طبیعی وارد می‌شود و احتمالاً افراد بیشتری به مقادیر کافی غذای مغذی برای رشد، توسعه و زندگی فعال و سالم دسترسی نخواهند داشت (Pretty, 1999). هم‌زمان با افزایش جمعیت جهانی و افزایش تقاضای پروتئین مصرفی این جمعیت رو به رشد، آبزی‌پروری به‌عنوان یک راه‌حل بالقوه برای کاهش چالش‌های امنیت غذایی جهانی شناخته شده است (Costello *et al.*, 2020; Naylor *et al.*, 2021; Omitoyin & Osakuade, 2021). آبزی‌پروری توانایی تزریق مقدار قابل‌توجهی پروتئین حیوانی را به رژیم غذایی مردم در سراسر جهان و قابلیت مستمری برای ایجاد اهداف توسعه‌ای در اقتصاد کشورها و رفاه بهتر انسان‌ها را دارد (Pradeepkiran, 2019). همان‌طور که آبزی‌پروری از یک‌سو می‌تواند به‌عنوان یک درآمد اقتصادی برای کشورهای درحال‌توسعه و توسعه‌یافته عمل کند و در ایجاد اشتغال و رفع محرومیت ارزشمند باشد، از سوی دیگر می‌تواند به‌عنوان یکی از صنایع غذایی مخرب زیست‌محیطی، تحت انتقاد فزاینده‌ای قرار گیرد (Bondad-Reantaso *et al.*, 2021). جهان تلاش می‌کند تا برای جمعیتی بیش از نه میلیارد نفر تا سال ۲۰۵۰ غذا تأمین کند (Economic *et al.*, 1984). اگر این تلاش اصولی و در راستای حفاظت از منابع طبیعی صورت نپذیرد، این فرصت تبدیل به یک تهدید خواهد شد. در نتیجه توجه به توسعه پایدار و ایمن آبزی‌پروری حیاتی است (FAO, 2022b). کمیسیون جهانی محیط‌زیست و توسعه (برانتلند (Brundtland)) پایداری را این‌گونه تعریف کرده است، "توسعه‌ای که نیازهای زمان حال را برآورده می‌کند، بدون اینکه توانایی نسل‌های آینده برای برآوردن نیازهای خود را به خطر اندازد". مفهوم پایداری در آبزی‌پروری، بدان معناست که صنعت پرورش ماهی باید به‌گونه‌ای مدیریت شود که اثرات منفی بلندمدت آن بر محیط‌زیست قابل قبول باشد (Bondad-Reantaso *et al.*, 2012).

نکته دیگری که لازم است مورد توجه قرار گیرد آن است که آبزی‌پروری در کنار نقاط قوت خود و ظرفیت شکوفایی اقتصادی فراوان با تهدیداتی مواجه است. صنعت پرورش آبزیان سالانه میلیون‌ها دلار از درآمد هنگفت خود را به دلایل متعددی از دست می‌دهد. در این میان، شیوع و گسترش بیماری جدی‌ترین محدودیت است (Muthu *et al.*, 2020). شیوع بیماری، آینده صنعت آبزی‌پروری را در سراسر جهان تهدید می‌کند (Obosi & Agbeja, 2015). شیوع (Outbreak) و گسترش (spreading) بیماری در آبزی‌پروری مدرن به‌عنوان تنگنایی (bottleneck) مهم در آبزی‌پروری پایدار بوستوک و همکاران (Bostock *et al.*, 2010) و تهدیدی برای امنیت غذایی مردم دنیا به حساب می‌آید (Stentiford *et al.*, 2017).

از اثرات نامطلوب عدم توجه به مدیریت بهداشتی و امنیت زیستی، تضعیف اهداف توسعه‌ای به‌ویژه در مناطق روستایی و با اقتصاد معیشتی می‌باشد. خسارت‌های اقتصادی کلان و هزینه‌های از دست رفته تولید به دلیل تلفات ماهیان پرورشی، تعطیلی موقت یا دائمی تأسیسات آبزی‌پروری، از بین رفتن اشتغال در مزارع و صنایع بالادستی و پایین‌دستی آن‌ها، کاهش تجارت و ارزآوری، کاهش کیفیت ماهی و از دست‌دادن بازار فروش داخلی و خارجی از دیگر پیامدهای نامطلوب گسترش بیماری در آبزی‌پروری می‌باشد (عبدی، ۱۳۹۹). اثرات زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی شیوع بیماری در صنعت آبزی‌پروری قابل‌توجه است. از جمله اثرات زیست‌محیطی در زمان شیوع بیماری آن است که با استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها و انواع ضدعفونی‌کننده‌ها در درمان آبزیان بیمار، آب خروجی این مزارع همراه با باقی‌مانده دارویی بدون هیچ پالایش و نظارتی وارد منابع طبیعی شده که تهدیدی برای ذخایر آبزیان طبیعی، انسان، گیاهان و دام است. بنابراین فعالیت‌های پرریسک در این صنعت باید کاهش یافته و کنترل شوند و نیاز جدی به مدیریت منسجم‌تری در این صنعت وجود دارد. بنابراین هم‌زمان با توسعه پایدار آبزی‌پروری به دلیل ارزشمندی آن، پایبندی به اصول امنیت زیستی در مزارع آبزی‌پروری ضروری است (Nwabueze & Ofuoku, 2020). برنامه‌های امنیت زیستی مبتنی بر اقدامات پیشگیرانه و فراکنشی (proactively and preventatively) که به کنترل انتشار عوامل بیماری‌زا می‌پردازد، به کانون توجه مهمی در صنعت آبزی‌پروری تبدیل شده‌اند (FAO, 2022b).

امنیت زیستی بخشی از چندین سند راهبردی در سلامت و سیاست‌های تولید دام و سلامت عمومی است (Vanlangendonck *et al.*, 2021). در قانون سلامت حیوانات اروپا امنیت زیستی به این صورت تعریف شده‌است:" مجموعه اقدامات مدیریتی و فیزیکی طراحی‌شده برای کاهش خطر ورود، توسعه و گسترش بیماری‌ها به داخل و خارج از منطقه مورد نظر، جمعیت حیوانات، تأسیسات، منطقه، وسایل حمل‌ونقل یا هرگونه تأسیسات، محل یا مکان دیگر" (Huber *et al.*, 2022). سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO, 2020) نیز امنیت زیستی را به‌عنوان اجرای اقداماتی که خطر ورود و گسترش عوامل بیماری‌زا را در یک منطقه کاهش می‌دهد، تعریف می‌کند. سازمان جهانی بهداشت حیوانات (OIE) نیز تعریفی مشابه دارد و بر کاهش خطر ورود و گسترش بیماری و عفونت‌ها به درون جمعیت دام پرورشی و از درون این جمعیت به محیط طبیعی تأکید می‌نماید (Huber *et al.*, 2022). امنیت زیستی برخی از اصطلاحات مرتبط با حوزه‌های مختلف مانند بیوتروریسم، حمله زیستی، سلاح‌های زیستی، دفاع زیستی، ایمنی زیستی، خطر زیستی، ریسک‌زیستی و مهار زیستی را نیز مورد توجه قرار می‌دهد (Velicof, 2020).

در صنعت پرورش آبزیان، امنیت زیستی معیارها و روش‌های تدوین‌شده‌ای است که در کلیه مراحل عملیات آبزی‌پروری (تکثیر، نوزادگاهی، پرورش) جهت افزایش سودآوری مزارع پیاده‌سازی می‌شود. رویکرد امنیت زیستی، برنامه‌ها و سیاست‌های پیشگیرانه‌ای را تشریح می‌نماید که مسیرهای بالقوه ورود و گسترش بیماری در مزارع را شناسایی نموده و اقداماتی برای کاهش ریسک ورود و گسترش بیماری اعمال می‌کند تا ریسک ابتلا به بیماری را کاهش داده و توسعه و پایداری اقتصادی این صنعت را تضمین نماید (Shortall *et al.*, 2017; عبدی، ۱۳۹۹). بررسی پیشینه پژوهش نشان داد که اقدامات امنیت زیستی را می‌توان در سه سطح محیطی، ساختاری و عملیاتی طبقه‌بندی و نمره‌دهی نمود (Shane, 2005). امنیت زیستی محیطی (سطح اول) به بررسی ناحیه‌ای که در آن مکان مزرعه در حال فعالیت است اشاره دارد، زیرا استقرار واحد تولیدی در مکانی مناسب بر حفظ بهینه تولید و کاهش ریسک ابتلا به بیماری تأثیر می‌گذارد، به‌عنوان مثال فاصله مزرعه از مراکز انتشار عوامل بیماری‌زا. امنیت زیستی ساختاری (سطح دوم) به ساختار فیزیکی مزارع توجه دارد و امنیت زیستی عملیاتی (سطح سوم) همه فعالیت‌های روزانه داخل مزرعه (جداسازی (Isolation) و قرنطینه، بهداشت و کنترل تردد) را شامل می‌شود (Faroque *et al.*, 2023; Martindah *et al.*, 2014; Shane, 2005; Tsegaye *et al.*, 2023; ربیعی و همکاران، ۱۴۰۰). در سطح عملیاتی، امنیت زیستی شامل اقدامات معمول روزانه و منظم است و چندان مسائلی بدیع و جدیدی نیست (Donaldson, 2008; Henríquez-Antipa & Cárcamo, 2019) اما نیاز به آموزش، هزینه، نظارت، ارزیابی و حتی بازنگری دارد. پیش از بازنگری هر برنامه‌ای، نیاز است که سطح و چگونگی اجرای فعلی برنامه ارزیابی گردد. ارزیابی سطوح امنیت زیستی و رابطه بین آن و بهره‌وری تولید می‌تواند انگیزه بیشتری برای اجرای اقدامات امنیت زیستی را فراهم نماید (Casal *et al.*, 2007; Laanen *et al.*, 2014; Sasaki *et al.*, 2020; Valeeva *et al.*, 2011). سنجش امتیاز امنیت زیستی در سطح مزرعه امکان ارزیابی نقاط قوت و ضعف اقدامات بهداشتی را در سطح محلی فراهم می‌کند (Tanquilut *et al.*, 2020) همچنین امکان نظارت بر اقدامات اجرایی امنیت زیستی مزرعه و مقایسه آن با سایر مزارع (معیارسازی) فراهم می‌گردد.

در دسته دوم پژوهش‌ها، محاسبه ضریب امنیت زیستی بر اساس جمع‌آوری داده‌های مربوط به اقدامات امنیت زیستی در دو بعد خارجی (کاهش ریسک ورود عوامل بیماری‌زای جدید به داخل مزرعه) و داخلی (کاهش انتشار داخلی عوامل بیماری‌زا در داخل مزرعه و به خارج مزرعه) انجام می‌شود (Alarcón *et al.*, 2019).

رایج‌ترین روش ارزیابی وضعیت امنیت زیستی در هر فعالیت تولیدی محاسبه امتیاز است. هدف این امتیازات ارائه توصیفی عینی، جامع و کمی از سطح امنیت زیستی است که می‌تواند برای اطلاع تمامی ذی‌نفعان مورد استفاده قرار گیرد (ربیعی و همکاران، ۱۴۰۰). اولین و رایج‌ترین روش محاسبه امتیاز از جمع‌بندی امتیازات رعایت کلیه اقدامات مختلف بهداشتی و تعیین آستانه‌ای از اقدامات مدیریتی به دست می‌آید. امتیاز نهایی می‌تواند از صفر متغیر باشد که نشان‌دهنده عدم وجود اقدامات امنیت زیستی توصیف شده تا نمره صد است که نشان‌دهنده کاربرد کامل اقدامات توصیف شده است. میانگین نمرات امنیت زیستی امتیاز کلی امنیت زیستی را ارائه می‌دهد (Palic & Scarfe, 2019; Postma *et al.*, 2016; Tanquilut *et al.*, 2020; Van Limbergen *et al.*, 2018; رزمی و همکاران، ۱۴۰۱). نمره امنیت زیستی به روش‌های دیگری و بر مبنای ارزیابی ریسک محاسبه شده است، از جمله محققان دانشگاه گنت سامانه امتیازدهی امنیت زیستی بایو چک- یوجنت (Biocheck.UGent) را

معرفی نمودند (Palic & Scarfe, 2019). ساساکی و همکاران (Sasaki *et al*., 2020) سامانه ارزیابی مشابهی به نام بایو اسست (BioAsseT) را ابداع نمودند. برخی پژوهشگران از روش‌های آماری برای ارزیابی امتیازات امنیت زیستی بر اساس رتبه اقدامات و توجه به اهمیت آن‌ها استفاده می‌کنند (Sasaki *et al*., 2020). یکی دیگر از ابزارهای کمی ارزیابی امنیت زیستی توسط تیم ژاپنی پرس جپن (Multi-criteria Decision Analysis) متشکل از دامپزشکان و محققان بالینی، ارائه شده است. با این حال، از آنجایی که سامانه‌های تولید دام و شرایط جغرافیایی بین کشورها متفاوت است، توسعه و خلق ابزار ارزیابی امنیت زیستی متناسب با وضعیت هر کشور و هر دام تولیدی، مفید و ضروری به نظر می‌رسد (Sasaki *et al*., 2020). لذا اندازه‌گیری سطح امنیت زیستی مطالعه حاضر بر اساس برخی مطالعات پیشین از جمله مطالعه الهویسی و همکاران، ۱۳۹۵ و یاتاب و همکاران (Yatabe *et al*., 2018) به‌صورت کمی و محاسبه امتیاز شاخص‌های تأثیرگذار بر مدیریت بهداشتی مزارع آبزی‌پروری با استفاده از فرمول نمره کسب شده نسبت به حداکثر نمره قابل کسب در ضریب صد و در سه سطح محیطی، ساختاری و عملیاتی و دو بعد امنیت زیستی داخلی و خارجی طراحی و انجام شد (Palic & Scarfe, 2019; Tanquilut *et al*., 2020; Van Limbergen *et al*., 2018). در خصوص اهمیت و دقت در تعیین شاخص‌های سنجش، مطالعه الهویسی و همکاران، ۱۳۹۵ بر این موضوع تأکید می‌نماید، از آنجا که تمامی شاخص‌های امنیت زیستی از لحاظ پیشگیری از وقوع بیماری‌ها ارزش یکسانی دارند، غفلت از هرکدام از این شاخص‌ها دقت سنجش را کاهش خواهد داد.

بر اساس آخرین گزارش سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد، ایران در یک دوره زمانی ۱۵ ساله بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ شانزدهمین کشور تولیدکننده آبزیان جهان با میزان ۴۸۱ هزار تن تولید بوده است (FAO, 2022a). استان کرمانشاه یکی از قطب‌های آبزی‌پروری کشور در مناطق غیر ساحلی است. پرورش آبزیان یکی از زمینه‌های مهم اقتصادی و اشتغال در مناطق مرزی و روستایی و در تأمین امنیت سیاسی این استان نقش ارزنده‌ای دارد. با این حال گزارش مراجع ذی‌صلاح کشور (اطلاعیه مورخ ۱۴۰۰/۴/۲۲ و ۱۴۰۰/۲/۲۱ دفتر بهداشت و مدیریت بیماری‌های آبزیان سازمان دامپزشکی کشور) صراحتاً بیان می‌کند که بیماری‌های مختلفی صنعت پرورش آبزیان کشور و تولیدات حاصله را تحت تأثیر قرار می‌دهد (سازمان‌دامپزشکی‌کشور، ۱۴۰۰). در کشور ما بیماری‌های مختلفی در آبزیان پرورشی کشور گزارش شده که تولیدات را تحت تأثیر قرارداده است. به‌عنوان مثال شیوع سه بیماری IPN, VHS, IHN در صنعت پرورش ماهی قزل‌آلای کشور و بیماری WSD در صنعت پرورش میگو هرسال موجب خسارات اقتصادی فراوانی می‌شود. بر اساس آمار اخیر سازمان دامپزشکی کشور، استان کرمانشاه نیز به‌عنوان یکی از کانون‌های بیماری‌های ویروسی آبزیان شناسایی شده است (سازمان‌دامپزشکی‌کشور، ۱۴۰۰). بنابراین، عدم توجه به اصول امنیت زیستی به نگرانی جدی در امنیت غذایی، دوام و توسعه صنعت آبزی‌پروری، اشتغال و سودآوری آن در استان کرمانشاه بدل شده‌است.

سنجش نمره امنیت زیستی یکی از اقدامات ارزیابی سطح امنیت زیستی وضعیت موجود و مبنای رفع موانع این راهبرد و تقویت آن است. این در حالی است که مطالعاتی در خصوص سنجش سطح امنیت زیستی مزارع آبزی‌پروری دیده نشد. ازآنجاکه بیش از ۲۵ سال از شروع فعالیت این صنعت در استان کرمانشاه می‌گذرد و تاکنون پژوهشی در رابطه با این مسئله انجام نشده‌است، لذا این پژوهش با هدف کلی سنجش نمره امنیت زیستی مزارع آبزی‌پروری استان کرمانشاه انجام شد و در نظر دارد به سه پرسش اساسی پاسخ دهد. ۱- نمره امنیت زیستی مزارع آبزی‌پروری چند است؟ ۲- مزارع آبزی‌پروری استان در سطوح مختلف امنیت زیستی چه امتیازی کسب می‌نمایند؟ ۳- وضعیت امنیت زیستی داخلی و خارجی آبزی‌پروری استان چگونه است؟ ۴- چه متغیرهایی بر نمره امنیت زیستی تأثیر دارند؟ با پاسخ به این پرسش‌ها می‌توان با کمک برنامه‌ریزی‌های مشارکتی، بهبود اقدامات، نظارت و کنترل بیشتر بر مزارع از ظرفیت تمامی ذی‌نفعان بهره برد و اقدامات و برنامه‌های نظارتی پایدارتری را در بخش بهداشت آبزیان آغاز نمود. امید است دو سازمان دامپزشکی کشور و سازمان شیلات ایران که متولی تولید و بهداشت آبزیان پرورشی هستند، از نتایج پژوهش جاری در راستای برنامه‌ریزی و بازنگری مدیریت بهداشتی مزارع آبزی‌پروری بهره‌برداری نمایند.

روش پژوهش

در این پژوهش به ارزیابی وضعیت امنیت زیستی مزارع آبزی‌پروری استان کرمانشاه پرداخته شده است. جامعـــه موردمطالعه شامل مدیران مزارع آبزی‌پروری استان کرمانشاه در دو دسته مزارع پرورش ماهی سردابی (۲۴۹ مزرعه) و ماهیان گرمابی (۷۵ مزرعه) بودند (N=324). حجم نمونه بر اساس جدول کرجسی و مورگان معادل با ۱۷۵ باب مزرعه تعیین شد. از هر طبقه نمونه‌ها به‌صورت تصادفی بر اساس لیست اسامی مدیران مزارع به نسبت تعداد افراد جامعه به شیوه طبقه‌ای تصادفی با انتساب متناسب از حجم کل، انتخاب گردیدند. با در نظر گرفتن نرخ برگشت‌پذیری۹۲/۵ درصد از پرسشنامه‌ها، تعداد ۱۶۲ مزرعه (۳۹ مزرعه پرورش ماهیان گرمابی و ۱۲۳ مزرعه پرورش ماهی سردابی) در پژوهش شرکت نمودند.

بر اساس تعاریف اصول و سطوح امنیت زیستی، در تعیین سطح امتیاز امنیت زیستی شاخص‌هایی بسیار تأثیرگذار وجود دارند، به عنوان مثال شناسایی محل‌های پرریسک از نظر امنیت زیستی (کنترل ورودی‌های مزرعه، چگونگی تردد در مزرعه، فاصله از منبع بیماری‌زا، امنیت زیستی در مرز مزرعه، رعایت اقدامات بهداشتی و حساسیت جمعیت گله پرورشی) و نحوه اقدام آبزی‌پروران شاخص‌های مهمی برای سنجش اقدامات امنیت زیستی را فراهم می‌نماید (Lestari *et al.*, 2011; Yatabe *et al.*, 2018). شاخص‌های امنیت زیستی را می‌توان در سه سطح امنیت زیستی گروه‌بندی کرد. هر سطح را می‌توان با جمع نمرات شاخص‌ها در آن مرحله، امتیاز داد. امتیاز تحت تأثیر تعداد شاخص‌های هر مرحله خواهد بود (Lestari *et al.*, 2011) و نمره امنیت زیستی مزرعه جمع نمرات هر سطح نسبت به نمره ایده‌آل محاسبه می‌گردد. بررسی منابع نشان داد این اولین پژوهش در خصوص محاسبه نمره امنیت زیستی مزارع آبزی‌پروری است. بنابراین برای جمع‌آوری داده‌ها و تعیین شاخص‌های هر مرحله در جلسات کیفی و بر اساس نظر متخصصان تولید آبزیان شیلات استان کرمانشاه، متخصصان بهداشت آبزیان سازمان دامپزشکی استان و کشور و فرم‌های ممیزی و دستورالعمل‌های بهداشتی مزارع پرورش ماهی سازمان دامپزشکی ۵۱ شاخص مشخص شد. سپس شاخص‌های سنجش نمره امنیت زیستی مزارع در گام اول به سه سطح محیطی (Conceptual Biosecurity) (شش شاخص)، ساختاری (Structural Biosecurity) (هشت شاخص) و عملیاتی (Operational Biosecurity) (سی و هفت شاخص) تقسیم گردید.

در گام دوم پژوهش نیز کلیه شاخص‌های امنیت زیستی شناسایی شده بر اساس تعاریف و محدوده اقدامات، به دو دسته شاخص‌های امنیت زیستی داخلی (سی و شش شاخص) و دسته اقدامات امنیت زیستی خارجی (پانزده شاخص) تقسیم‌بندی، ارزش‌گذاری و در پایان نمره هر دو بخش از صد محاسبه گردید. تمامی شاخص‌ها در جدول‌های شماره یک تا سه قابل مشاهده است، همچنین قابل ذکر است ملاک پاسخ به شاخص‌های مشخص شده توسط دستورالعمل‌های تخصصی بهداشت آبزیان سازمان دامپزشکی کشور و با مشورت دامپزشکان متخصص بهداشت آبزیان تعیین شد. به‌منظور اطمینان از روایی پرسشنامه کارشناسان اداره کل شیلات استان کرمانشاه و متخصصان بهداشت آبزیان استان پس از بررسی شاخص‌ها، نظرات اصلاحی خود را اعلام کردند. به هر یک از شاخص‌های مندرج در پرسشنامه نمره‌ای از صفر تا حداکثر نمره اختصاص داده شد؛ نمره صفر به مفهوم عدم رعایت شاخص امنیت زیستی و حداکثر نمره به معنای رعایت کامل شاخص مورد نظر از سوی مزرعه پرورش ماهی بود. به‌عنوان مثال، برای سؤال " آیا تجهیزات مزارع خود را به دیگر مزارع امانت می‌دهید؟ اگر پاسخ به این سؤال "خیر" بود، حداکثر امتیاز قابل‌دستیابی یک امتیاز بود. مثال دیگر این است که «چه اقدامات خاصی در برنامه اضطرار در زمان شیوع بیماری در مزرعه شما انجام می‌شود؟ -هشدار و اطلاع به همه کارکنان مزرعه در خصوص شیوع بیماری- بررسی شرایط (کیفیت و کمیت آب، کیفیت غذا و باقیمانده غذایی، تست تشخیصی بیماری) -تماس با دامپزشک مزرعه -هیچ‌کدام از موارد فوق، برای هر یک از این اقدامات که توسط مدیر مزرعه گزارش نشده باشد: یک امتیاز از حداکثر امتیاز کسر می‌شود، اگر پاسخگو همه موارد را رعایت کند آن مزرعه حداکثر نمره و سه امتیاز را برای این سؤال دریافت می‌کند. درنهایت و بعد از تعیین امتیازات در سطوح مختلف با استفاده از فرمول شماره یک، نمره اقدامات امنیت زیستی آبزی‌پروران به دست آمد. بدین منظور ضریب امنیت زیستی کسب شده بر ضریب امنیت زیستی کل (مطلوب) تقسیم سپس، نتیجه در عدد صد ضرب شد و میزان نمره مزارع آبزی‌پروری از صفر تا صد به دست آمد (فرمول ۱).

$$\frac{\sum \textit{Obtained points}}{\sum \textit{Potential points}} \times 100 = \textit{Biosecurity score}$$

فرمول ۱ – محاسبه نمره امنیت زیستی (Yatabe *et al.*, 2018)

در نهایت برای تحلیل اثر برخی متغیرهای مستقل و مؤثر بر امنیت زیستی، بر اساس نظرات کارشناسان و متخصصان تولید آبزیان استان کرمانشاه، شامل وضعیت کسب مجوزهای مزرعه، دسترسی به برق، شرکت در دوره‌های آموزشی بهداشتی و وجود مسئول فنی بهداشتی و کارشناس فنی تولید در مزرعه بر نمره امنیت زیستی از آزمون تی (t) و تحلیل واریانس یک طرفه (ANOVA) استفاده شد. دلیل انتخاب این متغیرهای مستقل آن است که بر اساس نظام‌نامه سازمان دامپزشکی کشور مزارع آبزی‌پروری مصوب سال ۱۳۸۹، مزارع مجوزدار به‌منظور نظارت و کنترل تولید و بهداشت ملزم به قرارداد با کارشناس فنی تولید (متخصص تولید آبزیان) و کارشناس بهداشت آبزیان (دامپزشک متخصص بهداشت آبزیان) می‌باشند، وجود برق در مزارع امکان مکانیزه نمودن مزارع، گردش مجدد آب، هوادهی، رعایت بهداشت آب و درمان آب و محدود نمودن ورود آب تازه را هموارتر می‌نماید. همچنین شرکت آبزی‌پروران در دوره‌های بهداشتی موجب ارتقاء دانش، نگرش و رفتار امنیت زیستی آبزی‌پروران خواهد شد. در این پژوهش تمام تحلیل‌ها با به‌کارگیری نرم‌افزار SPSS انجام شد.

یافته‌ها و بحث

بر پایه یافته‌ها، ۷۵/۹ درصد از پاسخ‌گویان پرورش‌دهندگان ماهی سردابی هستند و بیش از ۸۰ درصد از آن‌ها به‌صورت حقیقی مشغول به فعالیت پرورش آبزیان هستند. در این مطالعه تعیین نمره امنیت زیستی واحدهای آبزی‌پروری با کمی نمودن تمامی اقدامات به‌عنوان شاخص‌های سنجش به تفکیک صورت پذیرفت. در جدول شماره ۱ تا جدول شماره ۳ شاخص‌های مربوط به رعایت اقدامات امنیت زیستی در سه سطح محیطی، ساختاری و عملیاتی به تفکیک دسته‌بندی و درج گردیده، سنجش ضریب امنیت زیستی در هر مرحله با محاسبه نمره کسب‌شده‌ی آن مرحله توسط ۱۶۲ مزرعه پرورش ماهی استان کرمانشاه به‌صورت درصد از نمره ایده‌آل ذکر شده‌است.

جدول شماره ۱ وضعیت نمره کسب شده سطح نخست امنیت زیستی (محیطی) توسط مزارع پرورش ماهی استان کرمانشاه را نسبت به نمره مطلوب (نمره ۱۰۰) نشان می‌دهد. نمره کسب شده این سطح ۶۱/۷ درصد است که نشان از رعایت سطح متوسطی از شاخص‌های مکان‌یابی و جایگاه قرارگیری مزارع می‌باشد.

جدول ۱ - شاخص‌های امنیت زیستی سطح اول (محیطی) واحدهای آبزی‌پروری استان کرمانشاه (n= 162)

سطح محیطی امنیت زیستی مزارع پرورش آبزیان	ملاک‌ها	نمره وضعیت موجود از ۱۰۰
وضعیت منبع آبی مزرعه چگونه است؟	چاه، قنات، چشمه، رودخانه	۶۱/۷
وضعیت دسترسی به برق مزرعه چگونه است؟	دارد، ندارد	
فاصله مزرعه شما نسبت به سایر اماکن دامی و صنایع وابسته به دام چند متر است؟	حداقل ۱۰۰ متر	
فاصله مزرعه شما تا نزدیک‌ترین مزرعه مجاور حدود چند متر است؟	حداقل ۱۰۰ متر	
آیا منبع تأمین آب مزرعه شما و سایر مزارع مجاور مشترک است؟	بله، خیر	
در منطقه‌ای که مزرعه شما در آن قرار گرفته است، سابقه شیوع بیماری وجود دارد؟	بله، خیر	

در سطح دوم امنیت زیستی (ساختاری) مزارع آبزی‌پروری استان کرمانشاه با کسب نمره ۶۷/۷ درصد در حد متوسطی از رعایت اقدامات امنیت زیستی این سطح دسته بندی شده‌اند (جدول ۲).

جدول ۳ نشان‌دهنده امتیاز شاخص‌های آخرین سطح امنیت زیستی که سطح عملیاتی است. این سطح حاکی از تمام اقدامات روزانه مدیریت بهداشت و پیشگیری از بیماری در مزارع می‌باشد که آبزی‌پروران مکلف به انجام آن‌ها می‌باشند. در این سطح مزارع نمره ۴۸/۰۲ از ۱۰۰ را کسب نمودند که نمره این سطح پایین‌تر از حد انتظار است.

جدول ۴ امکان مقایسه نمره محاسبه شده امنیت زیستی در سه سطح را توجه به تعداد شاخص نسبت به نمره مطلوب صد را فراهم می‌نماید.

جدول۲- شاخص‌های امنیت زیستی سطح دوم (ساختاری) واحدهای آبزی‌پروری استان کرمانشاه (n= 162)

سطح ساختاری امنیت زیستی مزارع پرورش آبزیان	ملاک‌ها	نمره وضعیت موجود از ۱۰۰
وضعیت مزرعه از لحاظ برخورداری از مجوزهای قانونی چگونه است؟	برخورداری از پروانه‌های موافقت اصولی، پروانه تأسیس، پروانه بهره‌برداری و پروانه بهره‌برداری بهداشتی دارد، ندارد	۶۷/۷۸
آیا اطراف مزرعه شما دارای حصار می‌باشد؟	مزرعه دروازه دارد و همیشه قفل است، مزرعه دروازه دارد و همیشه باز است، دروازه ندارد	
آیا مزرعه شما دارای درب مناسب و امکانات کنترل عبور و مرور وسایل نقلیه و افراد می‌باشد؟	بله، خیر	
آیا کف و دیواره استخرها سالم و بدون خلل و فرج، قابل شستشو و ضدعفونی می‌باشد؟	بله، خیر	
آیا در بخش‌ها مختلف ورودی مزرعه شما حوضچه ضدعفونی پا و خودرو به‌صورت فعال و قابل‌استفاده وجود دارد؟	بله، خیر	
آیا ساختمان اداری و خانه‌های کارگری قابل شستشو و ضدعفونی می‌باشد؟	بله، خیر	
آیا در مزرعه شما محلی جهت نگهداری دارو و مواد ضدعفونی‌کننده (انبار دارو و مکمل) وجود دارد؟	بله، خیر	
آیا در مزرعه شما، استخری جهت قرنطینه ماهیان جدیدالورود در نظر گرفته شده ست؟	بله، خیر	

جدول ۳- شاخص‌های امنیت زیستی سطح سوم (عملیاتی) واحدهای آبزی‌پروری استان کرمانشاه (n= 162)

سطح عملیاتی امنیت زیستی مزارع پرورش آبزیان	ملاک‌ها	نمره وضعیت موجود از ۱۰۰
وضعیت برخورداری مسئول فنی بهداشتی (دامپزشک) و کارشناس فنی تولید (کارشناس شیلات) مزرعه	مسئول فنی بهداشتی (دامپزشک): ندارد، تمام‌وقت، نیمه‌وقت/ کارشناس فنی تولید (کارشناس شیلات): ندارد، تمام‌وقت، نیمه‌وقت	۴۸/۰۲
آیا ماشین حمل‌ونقل غذا و ماهی وارد مزرعه شما می‌شود؟	بله، خیر	
آیا امکان ورود ماهی از طریق آب ورودی به مزرعه شما و یا فرار ماهی مزرعه شما به مزارع دیگر و منابع آبی وجود دارد؟	بله، خیر	
آیا دستگاه سنجش اکسیژن و دما در مزرعه شما وجود دارد؟	بله، خیر	
داروها و ریز مغزی‌ها در مزرعه شما به چه صورتی نگهداری می‌شوند؟	روی پالت یا در قفسه قابل شستشو و ضدعفونی، محل خاصی در مزرعه برای نگهداری چنین موادی وجود ندارد	
محل تأمین بچه ماهی و ماهی مورد نیاز مزرعه شما کجاست؟	مزارع مجاور، مراکز تکثیر و پرورشی که دامپزشکی تأیید نماید، فرقی نمی‌کند از هرجایی که ماهی داشته باشد خریداری می‌کنم.	

ادامه جدول ۳

سطح عملیاتی امنیت زیستی مزارع پرورش آبزیان	ملاک‌ها	نمره وضعیت موجود از ۱۰۰
لباس کار خود و کارکنان مزرعه را چند وقت یکبار تمیز و ضدعفونی می‌کنید؟	-روزانه، یک روز در میان، ۲ بار در هفته، هفتگی، هر زمان که ضرورت داشته باشد، لباس کار استفاده نمی‌کنیم.	۴۸/۰۲
چه اقدامات امنیتی و محافظتی برای بازدیدکنندگان مزرعه خود در نظر گرفته‌اید؟	ثبت اطلاعات بازدیدکنندگان، استفاده از لباس و چکمه زمان ورود به مزرعه، محدودیت دسترسی به محل‌های خاصی از مزرعه (استخرهای با ماهیان بیمار)، بررسی اینکه قبل از ورود به مزرعه از مزارع دیگر بازدید نموده‌اند، هیچ‌کدام از موارد	
آیا نیروی کاری سایر مزارع به شما در انجام کارهای مزرعه کمک می‌کنند؟	بله، خیر	
آیا نیروی کاری مزرعه شما با برنامه‌های مدیریت بهداشت آبزیان آشنایی دارند؟	بله، خیر	
ماهی موردنیاز مزرعه شما را چه کسانی خریداری می‌کنند؟	مدیر مزرعه، افرادی که کار آن‌ها خرید و فروش ماهی است.	
چگونه مطمئن می‌شوید ماهی‌هایی که به مزرعه شما می‌رسند در شرایط خوبی هستند؟	دریافت گواهی سلامت، بررسی تاریخچه بهداشتی مزرعه، بازرسی چشمی ماهی قبل از خرید و ورود به مزرعه، قرنطینه ماهی جدید قبل از رهاسازی در استخرها، تأیید بچه ماهی توسط دامپزشکی شهرستان	

جدول ۴ – نمره امنیت زیستی واحدهای آبزی‌پروری در سه سطح امنیت زیستی استان کرمانشاه (n= 162)

سطوح امنیت زیستی	تعداد شاخص	نمره امنیت زیستی مزارع (از ۱۰۰)	انحراف معیار
محیطی	۶	۶۱/۷	۱/۲۷
ساختاری	۸	۶۷/۷	۲/۳۳
عملیاتی	۳۷	۴۸/۰۲	۹/۴۹

برای تعریف سطوح امنیت زیستی در مزارع تجاری، تعیین کمیت سطح امنیت زیستی در دو جنبه خارجی و داخلی نیز پر اهمیت است (Sasaki *et al.*, 2020). بنابراین به‌منظور تحلیل بیشتر اقدامات مدیریتی بهداشتی مزارع آبزی‌پروری استان کرمانشاه و ارزیابی دقیق‌تری از امنیت زیستی، مانند دیگر مطالعات هم‌راستا (Alarcón *et al*., 2019; Gelaude *et al.*, 2014; Van Limbergen *et al*., 2018) امنیت زیستی از دو بعد داخلی و خارجی نیز ارزیابی شد.

جدول ۵- نمره امنیت زیستی داخلی و خارجی مزارع آبزی‌پروری استان کرمانشاه (n= 162)

نمره امنیت زیستی	تعداد شاخص	میانگین نمره از ۱۰۰	انحراف معیار
داخلی	۳۶	۵۲/۶۹	۹/۲۵
خارجی	۱۵	۵۰/۲۹	۴/۰۳

شاخص‌های مورد مطالعه از دو بعد امنیت زیستی داخلی (ضدعفونی لباس نیروی کار مزرعه و استخرها، آشنایی نیروی کار مزارع با برنامه بهداشت مزارع، چگونگی نگهداری سوابق مزرعه، آشنایی با برنامه اضطرار در زمان شیوع بیمار) و خارجی (وجود حصار اطراف مزارع، وجود حوضچه ضدعفونی پا و خودرو، ورود وسایل حمل‌ونقل به مزارع، فاصله مزارع تا سایر مراکز آبزی‌پروری و سایر مراکز دامی، اقدامات محافظتی بازدیدکنندگان مزارع) امتیازدهی شدند (جدول شماره ۵). لازم به ذکر است امنیت زیستی داخلی به‌طورکلی از گسترش بیماری‌ها در مزرعه جلوگیری می‌کند و در هنگام ورود عوامل بیماری‌زا به گله‌ها، زنجیره گسترش عفونت را متوقف می‌نماید. امنیت زیستی خارجی نیز نقش مهمی در جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا به مزرعه ایفا می‌کند (Pileri & Mateu, 2016; Sasaki *et al.*, 2020). نتایج جدول ۵ نشان داد که اقدامات امنیت زیستی در دو بعد داخلی و خارجی مزارع آبزی‌پروری در سطح متوسطی ۵۰ درصد است.

جدول ۶ - نمره کل امنیت زیستی مزارع آبزی‌پروری استان کرمانشاه (n= 162)

نمره	تعداد نمونه	میانگین نمره از ۱۰۰	انحراف معیار
امنیت زیستی	۱۶۲	۵۶/۲	۱۱/۶۹

نتایج جدول ۶ نشان‌دهنده نمره کل امنیت زیستی مزارع آبزی‌پروری استان کرمانشاه می‌باشد. مزارع این استان با کسب نمره ۵۶ درصد در دسته مزارعی با سطح متوسط امنیت زیستی قرار دارند.

در این پژوهش علت تلفات ماهی در مزارع نیز طی دوره پرورش پیشین بررسی شد که ۴۷ درصد از پاسخگویان دلیل این تلفات را بر مبنای نظر مسئول بهداشتی مزرعه، شیوع بیماری در مزرعه ذکر کردند و ۳۹/۵ درصد از پاسخگویان دلیل تلفات مزارع را به دو دلیل عدم رعایت اقدامات مدیریتی و شیوع بیماری ذکر نمودند. این آمار تأیید کننده سطح ضعیفی از اقدامات امنیت زیستی در سطح سوم سنجش می‌باشد.

جدول ۷- مقایسه برخی از متغیرهای تأثیرگذار بر نمره امنیت زیستی مزارع آبزی‌پروری استان کرمانشاه (n=162)

متغیرها	میانگین اختلاف	t	sig
کسب موافقت اصولی مزرعه	۶/۹۱	۳/۶۷	۰/۰۰۰
کسب پروانه تأسیس	۷/۰۹	۳/۸۰	۰/۰۰۰
کسب پروانه بهره‌برداری	۷/۵۶	۴/۱۲	۰/۰۰۰
کسب پروانه بهره‌برداری بهداشتی	۹/۸۵	۵/۶۳	۰/۰۰۰
دسترسی به برق	۸/۱۲	۴/۲۱	۰/۰۰۰
شرکت در دوره‌های آموزشی بهداشتی آبزی‌پروری	۴/۲۰	۱/۹۵	۰/۰۵

متغیر وابسته نمره امنیت زیستی

در خصـــوص بررسی تأثیر متغیرهایی همانند دسترسی به برق، وضعیت مزرعه از لحاظ برخورداری از مجوزهای قانونی و شرکت نیروی شاغل در مزرعه در کلاس‌های آموزشی سلامت بر کسب نمره امنیت زیستی، بر اساس جدول ۷ آزمون t نشان‌دهنده آن است که با احتمال ۱۰۰ درصد بین مزارع از لحاظ وجود یا عدم وجود تمامی این متغیرها تفاوت معنی‌داری در نمره امنیت زیستی وجود دارد.

نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه نیز نشان‌دهنده آن است که بین مزارعی که مسئول فنی بهداشتی و کارشناس فنی تولید تمام‌وقت بر مزرعه نظارت دارد و مزارعی که این کارشناسان به‌صورت نیمه‌وقت نظارت دارند و مزارعی که این کارشناسان بر مراحل تولید نظارت ندارند، تفاوت معناداری به لحاظ کسب نمره امنیت زیستی وجود دارد (جدول ۸).

جدول۸ - تحلیل واریانس وجود مسئول فنی بهداشتی و کارشناس فنی تولید در مزرعه در کسب نمره امنیت زیستی مزارع آبزی‌پروری استان کرمانشاه (n=162)

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	sig
وجود مسئول فنی بهداشتی				۴/۸۹۹	۰/۰۰۹
بین‌گروهی	۱۲۷۸/۰۸۰	۲	۶۳۹/۰۴۰		
درون‌گروهی	۲۰۷۳۹/۳۵۸	۱۵۹	۱۳۰/۴۳۶		
کل	۲۲۰۱۷/۴۳۸	۱۶۱			
وجود کارشناس فنی تولید				۱۱/۳۲۹	۰/۰۰۰
بین‌گروهی	۲۷۴۶/۳۱۱	۲	۱۳۷۳/۱۵۵		
درون‌گروهی	۱۹۲۷۱/۱۲۸	۱۵۹	۱۲۱/۲۰۲		
کل	۲۲۰۱۷/۴۳۹	۱۶۱			

متغیر وابسته نمره امنیت زیستی

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

اجرای برنامه‌های امنیت زیستی مستلزم ورودی‌های مناسب، مستندسازی و هوشیاری تمامی ذی‌ربطان درگیر و ارائه‌دهندگان خدمات دامپزشکی و تشخیصی و مقامات دولتی ذی‌صلاح است (Palic & Scarfe, 2019). بهبود امنیت زیستی به همان اندازه که به‌دقت در علم چگونگی انتشار یک بیماری بستگی دارد، به رفتار تمامی ذی‌ربطان از جمله آبزی‌پروران بستگی دارد (Gilmour *et al.*, 2011). شین (Shane, 2005) در پژوهش خود بیان می‌دارد که برنامه‌های اقتصادمحور امنیت زیستی یک رویکرد ساختاریافته است و باید شامل توالی زیر باشد: آموزش نیروی انسانی، ارزیابی اقدامات، مکان‌یابی اصولی و احداث مطلوب تأسیسات زیربنایی، کنترل اقدامات. اهمیت سنجش نمره امنیت زیستی در آن است که مزارع پرورش آبزیان همان‌طور که در چرخه امنیت غذایی کشور می‌توانند نقش بسزایی داشته باشند، ورود عوامل بیماری‌زا در این صنعت می‌تواند تأثیرات ملی فاجعه‌باری با خود همراه داشته باشد. بنابراین با توجه به اهمیت ارزیابی اقدامات امنیت زیستی مطالعه حاضر با هدف ارزیابی امنیت زیستی مزارع آبزی‌پروری استان کرمانشاه انجام شد. ابتدا شاخص‌های سنجش دقیق سطوح و نمره امنیت زیستی تعیین گردید.

برخلاف نتایج مطالعه یاتاب و همکاران (Yatabe *et al.*, 2018) که نشان داد انواع مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا دریایی (SW salmon)، ماهی آزاد (FW salmon) و ماهی قزل‌آلای آب شیرین (FW trout) در ایرلند در سطح بالایی از امنیت زیستی قرار دارند، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که نمره امنیت زیستی مزارع آبزی‌پروری استان کرمانشاه در حد متوسطی است و سطح عملیاتی امنیت زیستی ضعیف و شکننده گزارش شد. سطح پایین امنیت زیستی احتمال ورود و گسترش بیماری‌های عفونی جدید را در یک مزرعه افزایش می‌دهد (Sasaki *et al.*, 2020). این مسئله به‌نوبه خود می‌تواند موجب انتشار بیشتر عفونت به نواحی اطراف، به‌ویژه در مناطق با تراکم بالای مزرعه و ساختار مجتمع‌های آبزی‌پروری گردد (Alkhamis *et al.*, 2018). سنجش امنیت زیستی داخلی و خارجی نیز این چشم‌انداز را به پژوهشگران می‌دهد که احتمال ریسک وقوع بیماری در کدام بخش مزرعه بیشتر و یا کمتر است. همچنین لزوم توجه به اقدامات داخلی و خارجی در آن است که اخیراً اندازه گله‌ها و تراکم

پرورش به‌تدریج در حال افزایش است. در صنعت پرورش ماهی استان کرمانشاه امتیاز امنیت زیستی داخلی و خارجی متوسط و در یک حد بود که نشان از امکان انتشار بیماری بین مزارع می‌باشد.

پرورش آبزیان نسبت به سایر مراکز دامی، چالش‌های خاص خود را دارد که باید به‌دقت مدیریت شوند. یکی از آن‌ها وجود منبع آبی مشترک در بین مزارع است که می‌تواند در صورت حمل عامل بیماری‌زا، مزارعی که از یک منبع آبی تغذیه می‌نمایند را آلوده نماید. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ۹۷/۵ درصد از مزارع استان کرمانشاه در فاصله حداقل یکصدمتری از سایر مراکز دامی قرار دارند و منبع آبی بسیاری از مزارع در این استان که در قالب مجتمع‌های پرورش ماهی در حال فعالیت هستند مشترک می‌باشد. نکته قابل‌توجه آن است که مطابق با دستورالعمل ضوابط و معیارهای استقرار مراکز آبزی‌پروری سازمان دامپزشکی مزارع ضمن رعایت حداقل فاصله یکصدمتری از یکدیگر، بایستی آب تأمین‌کننده مزرعه و همچنین آب خروجی آن دارای ویژگی‌های فیزیکی، شیمیائی و میکروبی طبق ضوابط سازمان دامپزشکی باشد. دسترسی به برق بر اساس استانداردهای بهداشتی در این دسته مزارع این امکان را فراهم می‌نماید که با حداقل آب ورودی به مزرعه (یک لیتر بر ثانیه و حتی کمتر) و با استفاده از سامانه هوادهی و برگشت مجدد آب به داخل مزرعه و انواع تصفیه فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی آب (با به‌کارگیری درام فیلتر و بیوفیلتر) و اشعه یووی و ازن آب را پس از درمان، مجدد در داخل مزارع استفاده نمایند و آب تازه با ریسک بیشتری از آلودگی کمتر وارد مزرعه شود، در ضمن پساب کمتری از این دسته مزارع خارج شده و استانداردهای امنیت زیستی حفظ گردد. نتایج این پژوهش نیز نشان داد نمره امنیت زیستی مزارع با دسترسی برق تفاوت معناداری را نسبت به سایر مزارع دارد. همچنین در پژوهش دیگری(نکویی‌فرد،۱۴۰۲) مهم‌ترین اهداف مکانیزاسیون مزارع کاهش هزینه تولید، ارتقاء سودآوری، کاهش ریسک تولید، پیشگیری از بیماری و رعایت جنبه‌های زیست‌محیطی در تولید قلمداد شده است. یاتاب و همکاران(Yatabe *et al*., 2018) نیز متغیرهایی مانند استفاده از آب مشترک بین مزارع، بررسی نتایج آزمایش بهداشتی مزارع قبل از خرید بچه ماهی و ماهی مولد و تعداد تأمین‌کنندگان ماهی مزرعه در سال را در محاسبه نمره امنیت زیستی مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا مهم دانستند. از دیگر عوامل اثربخش بر افزایش ضریب امنیت زیستی، برخورداری مزرعه از مجوزهای قانونی و در پی آن نظارت بیشتر مسئول فنی بهداشتی و کارشناس فنی تولید بر مزارع است که نتایج آزمون t نشان داد که وجود این کارشناسان بر افزایش نمره امنیت زیستی مزارع استان کرمانشاه تأثیرگذار و معنی‌داراست. همچنین نتایج این آزمون حاکی است که مزارعی که نیروی شاغل در آن‌ها در کلاس‌های آموزشی سلامت آبزیان و شناسایی انواع بیماری شرکت نموده‌اند و دارای سواد امنیت زیستی هستند، نمره امنیت زیستی مزارعشان اختلاف معناداری با مزارعی که مدیریت مزارعشان با نیروی انسانی آموزش ندیده است وجود دارد.

در مجموع، تهیه ابزار نوآورانه سنجش امنیت زیستی در این پژوهش به ما اجازه می‌دهد تا با تعیین نمره امنیت زیستی به روش کمی و عینی، وضعیت بهداشتی مزارع را نمایش داده و درک نماییم. این مطالعه از اهمیت بالایی در زمینه تقویت ضریب بهداشتی مزارع آبزی‌پروری برخوردار است، زیرا بدون نمایش و درک وضع موجود بهداشتی مزارع امکان رفع نقاط ضعف و موانع اقدامات بهداشتی میسر نخواهد شد. همچنین شناسایی و ترسیم وضعیت جاری مزرعه با درج نمره، بستری جهت بررسی و مطالعه اقدامات بهداشتی و پیشگیرانه، سلامت مزرعه و آبزیان پرورشی و اقدامات فنی - بهداشتی تولید را فراهم می‌کند. این مطالعه نمره سطح عملیاتی امنیت زیستی که ناشی از اقدامات روزانه آبزی‌پروران است را ضعیف ارزیابی نمود که نشان می‌دهد می‌توان اقدامات و برنامه‌های زیادی در این سطح برنامه‌ریزی و اجرا نمود و نمره این سطح را با کمک تمامی ذی‌نفعان کلیدی افزایش داد. سطوح محیطی و ساختاری و دو بعد امنیت زیستی داخلی و خارجی نیز امتیاز متوسطی کسب نمودند که این بخش‌ها نیز نیازمند اقدامات اصلاحی دارند، برق‌رسانی به مزارع، توجه به سواد امنیت زیستی آبزی‌پروران و نظارت کارشناسان بهداشتی مزارع زمینه‌ساز کسب نمره بالاتر امنیت زیستی خواهد بود. بر اساس نتایج پژوهش و در راستای تقویت نمره امنیت زیستی مزارع پیشنهادهای زیر ارائه می‌گردد:

- سنجش امنیت زیستی مزارع آبزی‌پروری برای بار اول است که در استان کرمانشاه و کشور انجام می‌شود این در حالی است که استفاده از سنجه سنجش امنیت زیستی به تفکیک بخش‌های تولید آبزیان (گرمابی، سردابی، خاویاری، زینتی) در بازه زمانی مشخص و سنجش تغییرات ضریب امنیت زیستی در کنار برنامه‌ریزی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت جهت افزایش سطح امنیت زیستی بسیار ضروری است. بر این اساس پیشنهاد می‌شود ارزیابی امنیت زیستی مزارع به‌صورت انفرادی و طی

مدت‌زمان مشخص همراه با آموزش مستمر و نظارت بر اصلاح اقدامات مرتبط با سطح عملیاتی امنیت زیستی جهت ارتقاء سطح سوم امنیت زیستی انجام شود.

- نتایج پژوهش نشان داد نمره امنیت زیستی مزارعی که نیروی متخصص و آموزش‌دیده دارند تفاوت معنی‌داری با سایر مزارع دارند. لذا بخشی از نمره امنیت زیستی مزارع پرورش آبزیان حاصل دانش، نگرش و رفتار امنیت زیستی مدیران و نیروی انسانی شاغل در این مراکز باشد، بر اساس پیشنهاد می‌شود با سنجش دانش، نگرش و رفتار آبزی‌پروران و تشخیص نقاط ضعف و قوت هر سه بخش با سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی‌های دقیق‌تر گامی مهم در افزایش ضریب امنیت زیستی مزارع برداشت.

- با توجه به اهمیت نتایج پژوهش و سنجش نمره امنیت زیستی مزارع پیشنهاد می‌شود، سنجش همیشگی نمره امنیت زیستی مزارع در بازه زمانی متفاوت، پیش از تمدید و اخذ پروانه بهره‌برداری بهداشتی مزارع انجام گردد و با بررسی شاخص‌های ضعیف در کسب نمره امنیت زیستی و توجه به رفع آن‌ها در افزایش سطح امنیت زیستی مزارع قبل از صدور پروانه به آبزی‌پروران اجبار گردد.

- به دلیل سختی جمع‌آوری شاخص‌های سنجش نمره امنیت زیستی پیشنهاد می‌شود طراحی و ثبت نرم‌افزار ثبت خوداظهاری مزارع در خصوص اقدامات امنیت زیستی و بهره‌برداری از سنجش امتیاز توسط کارشناسان فنی تولید و بهداشتی مزارع و دامپزشکی انجام گردد.

- نتایج پژوهش نشان داد وجود کارشناسان بهداشتی و فنی تولید بر نمره امنیت زیستی مزارع بسیار تأثیرگذار است و بر اساس نظام‌نامه بهداشت مزارع آبزی‌پروری سازمان دامپزشکی کشور (سال ۱۳۸۹) نیز در مزارع مجوزدار نظارت و کنترل تولید و بهداشت مزارع، توسط این متخصصین صورت می‌پذیرد. حال با توجه به گذشت بیش از ده سال از تصویب این قانون پیشنهاد می‌شود اقدامات این متخصصین و تأثیر آنان بر افزایش نمره امنیت زیستی مزارع پرورش آبزیان در استان کرمانشاه به‌صورت جامع‌تری مطالعه شود.

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از رساله دکتری نویسنده اول است که در گروه ترویج و آموزش کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه انجام شده است.

منابع

الهویسی، م. ا.، زرافشانی، ک.، و رحیمی، م. (۱۳۹۵). تحلیل وضعیت امنیت زیستی واحدهای پرورش طیور در شهرستان روانسر. *علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران*، دوره ۱۲، شماره ۱، سال ۱۳۹۶ ، صص ۱۶۰-۱۴۵.

ربیعی، م. ح .، اکبرین،ح. ا.، بکایی، س.، فلاح مهرآبادی، م. ح.، صدرزاده، ا.، و طهرانی، ف. (۱۴۰۰). وضعیت امنیت زیستی در مزارع پرورش مرغ تخم‌گذار تجاری استان های پرتراکم پرورشی ایران در سال ۱۳۹۸: مطالعه مقطعی. *مجله تخصصی اپیدمیولوژی ایران*، دوره۱۷، شماره ۱، صص ۹۵-۸۶ .

رزمی، ح.، شمس، ع.، و شهپر، م. ح. (۱۴۰۱). مقایسه تطبیقی امنیت زیستی واحدهای پرورشی طیور محلی و دانش مدیریتی و محیط زیستی پرورش‌دهندگان در شهرستان مراغه. *فصلنامه علمی آموزش محیط زیست و توسعه پایدار*، سال ۱۱، شماره ۲، صص۸۶-۷۱ .

سازمان‌دامپزشکی‌کشور (۱۴۰۰). مجموعه دستورالعمل‌ها و برنامه‌های بهداشتی و مراقبت بیماریهای آبزیان. معاونت بهداشتی، پیشگیری و دفتر بهداشت و مدیریت بیماریهای آبزیان. قابل دسترسی در در آدرس اینترنتی: <https://ivo.ir/XCWC>

عبدی، ک. (۱۳۹۹). *امنیت زیستی در آبزی پروری*. تهران: مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.

نکویی‌فرد، ع. (۱۴۰۲). *بررسی کارآیی مکانیزاسیون بر سطوح مختلف امنیت زیستی مزارع دومنظوره پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان استان مرکزی*. تهران: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور .

Alarcón, L., Monterubbianesi, M., Perelman, S., Sanguinetti, H., Perfumo, C., Mateu, E., and Allepuz, A. (2019). Biosecurity assessment of Argentinian pig farms. *Preventive Veterinary Medicine*, 170, 104637. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.02.012.

Alkhamis, M. A., Arruda, A. G., Vilalta, C., Morrison, R. B., and Perez, A. M. (2018). Surveillance of porcine reproductive and respiratory syndrome virus in the United States using risk mapping and species distribution modeling. *Preventive Veterinary Medicine*, 150, 135-142. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.11.011.

Bondad-Reantaso, M. G., Arthur, J. R., and Subasinghe, R. P. (2012). Improving biosecurity through prudent and responsible use of veterinary medicines in aquatic food production. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*(547), I. https://doi.org/978-92-5-106975-2.

Bondad-Reantaso, M. G., Fejzic, N., MacKinnon, B., Huchzermeyer, D., Seric-Haracic, S., Mardones, F. O., and Tavornpanich, S. (2021). A 12-point checklist for surveillance of diseases of aquatic organisms: A novel approach to assist multidisciplinary teams in developing countries. *Reviews in Aquaculture*, 13(3), 1469-1487. https://doi.org/10.1111/raq.12530.

Bostock, J., McAndrew, B., Richards, R., Jauncey, K., Telfer, T., Lorenzen, K., and Gatward, I. (2010). Aquaculture: Global status and trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554), 2897-2912. https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0170.

Casal, J., De Manuel, A., Mateu, E., and Martin, M. (2007). Biosecurity measures on swine farms in Spain: Perceptions by farmers and their relationship to current on-farm measures. *Preventive Veterinary Medicine*, 82(1-2), 138-150. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2007.05.012.

Costello, C., Cao, L., Gelcich, S., Cisneros-Mata, M. Á., Free, C. M., Froehlich, H. E., and Macadam-Somer, I. (2020). The future of food from the sea. *Nature*, 588(7836), 95-100. https://doi.org/10.1038/s41586-020-2616-y

Donaldson, A. (2008). Biosecurity after the event: risk politics and animal disease. *Environment and Planning A*, 40(7), 1552-1567. https://doi.org/10.1068/a4056

Economic, U. N. D. O. I., Economic, U. N. D. F., and Analysis, P. (1984). *World population prospects* (Vol. 98): United Nations: Department of International, Economic and Social Affairs.

FAO. (2020). The state of *food and agriculture organization of the United Nations*. Rome*:* Sustainability in action. https://doi.org/10.4060/ca9229en.

FAO. (2022_a). The state of world fisheries and aquaculaure. Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://doi.org/10.4060/cc0461en.

FAO. (2022_b). The state of world fisheries and aquaculaure. (Towardsblue transformation). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://doi.org/10.4060/cc0461en.

Faroque, M. O., Prank, M. R., and Ahaduzzaman, M. (2023). Effect of biosecurity-based interventions on broiler crude mortality rate at an early stage of production in the small-scale farming system in Bangladesh. *Veterinary Medicine and Science*, 9(5), 2144-2149. https://doi.org/ 10.1002/vms3.1230

Gelaude, P., Schlepers, M., Verlinden, M., Laanen, M., and Dewulf, J. (2014). Biocheck. UGent: A quantitative tool to measure biosecurity at broiler farms and the relationship with technical performances and antimicrobial use. *Poultry Science*, 93(11), 2740-2751. https://doi.org/10.3382/ps.2014-04002.

Gilmour, J., Beilin, R., and Sysak, T. (2011). Biosecurity risk and peri-urban landholders–using a stakeholder consultative approach to build a risk communication strategy. *Journal of Risk Research*, 14(3), 281-295. https://doi.org/10.1080/13669877.2010.528560

Henríquez-Antipa, L. A., and Cárcamo, F. (2019). Stakeholder's multidimensional perceptions on policy implementation gaps regarding the current status of Chilean small-scale seaweed aquaculture. *Marine Policy*, 103, 138-147. https://doi.org/10.1016

Huber, N., Andraud, M., Sassu, E. L., Prigge, C., Zoche-Golob, V., Käsbohrer, A., and Jones, H. (2022). What is a biosecurity measure? A definition proposal for animal production and linked processing operations. *One Health*, 15, 100433. https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2022.100433

Laanen, M., Maes, D., Hendriksen, C., Gelaude, P., De Vliegher, S., Rosseel, Y., and Dewulf, J. (2014). Pig, cattle and poultry farmers with a known interest in research have comparable perspectives on disease prevention and on-farm biosecurity. *Preventive Veterinary Medicine*, 115(1-2), 1-9. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.03.015

Lestari, V., Sirajuddin, S., and Kasim, K. (2011). Adoption of biosecurity measures by layer smallholders. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 36(4), 297-302. https://doi.org/10.14710/jitaa.36.4.297-302

Martindah, E., Ilham, N., and Basuno, E. (2014). Biosecurity level of poultry production cluster (PPC) in West Java, Indonesia. *International Journal of Poultry Science*, 13(7), 408-415. https://doi.org/ 10.3923/ijps.2014.408.415

Muthu, M. P., George, M. R., and John, R. (2020). Biosecurity strategies in aquaculture for fish health management. *Journal of Aquaculture in the Tropics*, 35(1-4), 9-26. https://doi.org/10.32381/JAT.2020.35.1-4.2

Naylor, R. L., Hardy, R. W., Buschmann, A. H., Bush, S. R., Cao, L., Klinger, D. H., and Troell, M. (2021). A 20-year retrospective review of global aquaculture. *Nature*, 591(7851), 551-563. https://doi.org/10.1038/s41586-021-03308-6

Nwabueze, A. A., and Ofuoku, A. U. (2020). Socio-economic status and level of biosecurity practice of catfish farmers in Delta North Agricultural Zone, Delta State, Nigeria. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, 10(2), 587-597. https://doi.org/10.18488/journal.ajard.2020.102.587.597

Obosi, K., and Agbeja, Y. E. (2015). Assessing the level of aquaculture biosecurity regulations compliance in Ibadan, Nigeria. *Donnish Journal of Agricultural Research*, 2(3), 12-19. http://www.donnishjournals.org/djar

Omitoyin, S., and Osakuade, K. (2021). Adoption of biosecurity measures for sustainable aquaculture production in Ekiti State, Nigeria. *RENEWABLE*, 1(1), 74-87. https://orcid.org/0000-0003-4219-9276

Palic, D., and Scarfe, A. (2019). Biosecurity in aquaculture: practical veterinary approaches for aquatic animal disease prevention, control, and potential eradication. In *Biosecurity in animal production and veterinary medicine:From principles to practice* (pp. 497-523), Wallingford UK: CABI.

Pileri, E., and Mateu, E. (2016). Review on the transmission porcine reproductive and respiratory syndrome virus between pigs and farms and impact on vaccination. *Veterinary Research*, 47(1), 108. https://doi.org/10.1186/s13567-016-0391-4

Postma, M., Backhans, A., Collineau, L., Loesken, S., Sjölund, M., Belloc, C., and Dewulf, J. (2016). The biosecurity status and its associations with production and management characteristics in farrow-to-finish pig herds. *Animal*, 10(3), 478-489. https://doi.org/10.1017/S1751731115002487

Pradeepkiran, J. A. (2019). Aquaculture role in global food security with nutritional value: A review. *Translational Animal Science*, 3(2), 903-910. https://doi.org/10.1093/tas/txz012

Pretty, J. (1999). Can sustainable agriculture feed Africa? New evidence on progress, processes and impacts. *Environment, Development and Sustainability*, 1, 253-274.

Sasaki, Y., Furutani, A., Furuichi, T., Hayakawa, Y., Ishizeki, S., Kano, R., and Watanabe, Y. (2020). Development of a biosecurity assessment tool and the assessment of biosecurity levels by this tool on Japanese commercial swine farms. *Preventive Veterinary Medicine*, 175, 104848. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104848

Shane, S. M. (2005). handbook on poultry diseases. Singapore:

Shortall, O., Green, M., Brennan, M., Wapenaar, W., and Kaler, J. (2017). Exploring expert opinion on the practicality and effectiveness of biosecurity measures on dairy farms in the United Kingdom using choice modeling. *Journal of Dairy Science*, 100(3), 2225-2239. https://doi.org/10.3168/jds.2016-11435.

Stentiford, G. D., Sritunyalucksana, K., Flegel, T. W., Williams, B. A., Withyachumnarnkul, B., Itsathitphaisarn, O., and Bass, D. (2017). New paradigms to help solve the global aquaculture disease crisis. *PLoS pathogens*, 13(2), e1006160. https://doi.org/ 10.1371/journal.ppat.1006160.

Tanquilut, N., Espaldon, M., Eslava, D., Ancog, R., Medina, C., Paraso, M., and Dewulf, J. (2020). Quantitative assessment of biosecurity in broiler farms using Biocheck. UGent in Central Luzon, Philippines. *Poultry Science*, 99(6), 3047-3059. https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.02.004

Tsegaye, D., Tamir, B., and Gebru, G. (2023). Assessment of biosecurity practices and its status in small-and medium-scale commercial poultry farms in Arsi and East Showa Zones, Oromia, Ethiopia. *Poultry*, 2(2), 334-348. https://doi.org/10.3390/poultry2020025

Valeeva, N., Van Asseldonk, M., and Backus, G. (2011). Perceived risk and strategy efficacy as motivators of risk management strategy adoption to prevent animal diseases in pig farming. *Preventive Veterinary Medicine*, 102(4), 284-295. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.08.005

Van Limbergen, T., Dewulf, J., Klinkenberg, M., Ducatelle, R., Gelaude, P., Méndez, J.,and Maes, D. (2018). Scoring biosecurity in European conventional broiler production. *Poultry Science*, 97(1), 74-83. https://doi.org/10.3382/ps/pex296

Vanlangendonck, C., Mackenzie, J., and Osterhaus, A. (2021). Highlights from science policy Interface sessions at the one health congress 2020. *One Health Outlook*, 3(1), 1. https://doi.org/10.1186/s42522-020-00033-4

Velicof, M. (2020). Conceptual delimitations in the field of biosecurity. Paper presented at the International Conference Knowledge-Based Organization.

Yatabe, T., More, S. J., Geoghegan, F., McManus, C., Hill, A. E., and Martinez-Lopez, B. (2018). Can biosecurity and local network properties predict pathogen species richness in the salmonid industry? *Plos One*, 13(1), e0191680.