

Bài báo nghiên cứu

SỬ DỤNG SKEWNESS VÀ KURTOSIS ĐỂ PHÂN TÍCH HÀNH VI CÁ NGỰA VẦN TRONG MÔI TRƯỜNG KHÔNG ĐỒNG NHẤT

Phạm An Phước, Nguyễn Ngọc Hân, Trần Thị Thanh Thư, Quách Khả Quang*

Đại học Đồng Tháp, Việt Nam

*Tác giả liên hệ: Quách Khả Quang – Email: qkquang@dthu.edu.vn

Ngày nhận bài: 22-3-2025; Ngày nhận bài sửa: 10-5-2025; Ngày nhận đăng: 02-6-2025

TÓM TẮT

Nghiên cứu này điều tra các kiểu di chuyển của hai dòng cá ngựa vằn, AB và TL, trong một môi trường đa dạng. Sử dụng phân tích hình ảnh và các công cụ thống kê như Độ lệch (Skewness) và Độ nhọn (Kurtosis), các nhà nghiên cứu đã phân tích đường đi di chuyển cá nhân, mật độ vị trí và khoảng cách bơi. Kết quả cho thấy sự khác biệt đáng chú ý trong cách các dòng cá này thích nghi với sự phức tạp của môi trường, đặc biệt là trong cách chúng phân tán và duy trì khoảng cách bơi nhất quán. Những phát hiện này góp phần làm sáng tỏ các phản ứng hành vi đa dạng của cá ngựa vằn đối với sự thay đổi của môi trường.

Từ khóa: môi trường không đồng nhất; hành vi di chuyển; độ nhọn; độ lệch; cá ngựa vằn

1. Giới thiệu

Cá ngựa vằn (*Zebrafish-Danio rerio*) là một loài cá nước ngọt nhỏ, sống theo đàn và thường được sử dụng làm mô hình trong nghiên cứu sinh học (Collignon et al., 2016; Quach et al., 2013). Cá ngựa vằn được sử dụng rộng rãi trong nghiên cứu khoa học, đặc biệt là trong các lĩnh vực di truyền học, phát triển, sinh học thần kinh và độc chất học.

Có hai dòng cá ngựa vằn phổ biến được sử dụng trong nghiên cứu là AB và TL. Cá ngựa vằn loại AB là dòng cá ngựa vằn hoang dã được sử dụng rộng rãi trong nghiên cứu khoa học. Chúng có màu sắc cơ thể sọc đen trắng xen kẽ. Dòng cá AB rất khỏe mạnh, dễ nuôi và sinh sản trong điều kiện phòng thí nghiệm. Dòng cá TL có nguồn gốc từ dòng AB, được lai tạo để có cơ thể trong suốt, thuận lợi cho việc quan sát các cơ quan nội tạng và quá trình phát triển phôi. Hành vi chuyển động của cá ngựa vằn chịu ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố, bao gồm môi trường sống, sự tương tác với đồng loại và các kích thích bên ngoài (Collignon et al., 2016; Quach et al., 2022).

Hành vi di chuyển theo nhóm là một hiện tượng phổ biến ở nhiều loài động vật, bao gồm cả cá ngựa vằn. Các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng cá ngựa vằn có khả năng điều chỉnh hành vi di chuyển của chúng để thích nghi với môi trường sống. Tuy nhiên, vẫn còn nhiều câu hỏi chưa được giải đáp về cách thức cá ngựa vằn điều chỉnh hành vi di chuyển của

Cite this article as: Phạm, A. P., Nguyễn, N. H., Trần, T. T. T., & Quach, K. Q. (2025). Using Skewness and Kurtosis to analyze Zebrafish behavior in a heterogeneous environment. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 22(7), 1264-1270. [https://doi.org/10.54607/hcmue.js.22.7.4825\(2025\)](https://doi.org/10.54607/hcmue.js.22.7.4825(2025))

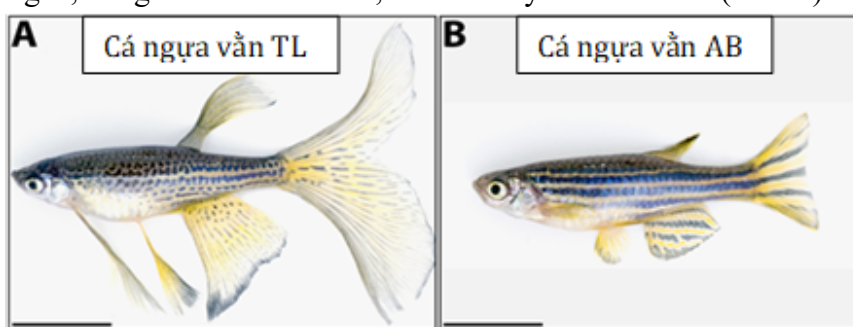
chúng trong các môi trường khác nhau, đặc biệt là khi môi trường sống thay đổi từ đồng nhất sang không đồng nhất.

Nghiên cứu này sử dụng các phương pháp phân tích hình ảnh để theo dõi quỹ đạo, phân bố mật độ vị trí và khoảng cách bơi của cá thể. Các thông số thống kê như Skewness và Kurtosis được sử dụng để phân tích chi tiết hơn về đặc điểm phân bố của dữ liệu chuyển động của hai dòng cá. Với giả thuyết hai dòng cá ngựa vằn AB và TL sẽ thể hiện sự khác biệt trong hành vi di chuyển khi môi trường sống thay đổi từ đồng nhất sang không đồng nhất. Cụ thể: Cá thể dòng cá AB sẽ có xu hướng duy trì hành vi di chuyển theo nhóm chặt chẽ hơn, ngay cả khi môi trường sống trở nên không đồng nhất. Trong khi đó, dòng TL sẽ có xu hướng phân tán hơn và thích nghi với môi trường không đồng nhất bằng cách thay đổi hành vi di chuyển của chúng. Bài viết này nhằm mục đích kiểm tra giả thuyết này và cung cấp thông tin chi tiết về hành vi di chuyển của hai dòng cá ngựa vằn AB và TL trong môi trường không đồng nhất.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Cá ngựa vằn dòng AB và dòng TL được sử dụng là cá trưởng thành, được nuôi khoảng 18 tháng tuổi, chiều dài của cả hai dòng cá khoảng 3.5 cm. Dòng cá AB có da sọc ngựa vằn, đuôi và vây ngắn, dòng cá TL có da đốm, đuôi và vây dài và có râu (hình 1).



Hình 1. Hình ảnh cá ngựa vằn dòng TL (A) và AB (B)

Cá được nuôi trong bể 55 lít, ở nhiệt độ 27°C , độ mặn $500\mu\text{S}$ và chu kỳ sáng-tối 10 giờ sáng: 14 giờ tối; Cá được cho ăn 2 lần mỗi ngày; Nước trong bể được duy trì ở pH 7.5 và nồng độ NO_2^- dưới 0.3 mg l^{-1} . Bể thí nghiệm kích thước $100\text{cm} \times 100\text{cm} \times 30\text{cm}$, thành bể được dán giấy trắng, mực nước 10cm . Hai đĩa nhựa tròn màu xanh, đường kính 10cm , chiều cao 15cm được treo cách mặt nước 5cm , được bố trí trong bể để tạo môi trường không đồng nhất. Các đĩa được đặt cách nhau 70cm và nằm trên đường chéo của bể. Hành vi của cá được ghi lại trong 1 giờ bằng camera Logitech® HD Pro Webcam C920, độ phân giải 1920×1080 , tốc độ 15 khung hình/giây. Việc ghi hình được thực hiện vào các thời điểm khác nhau trong ngày, độ sáng được đảm bảo bởi 4 đèn huỳnh quang 80W được đặt ở mỗi bên của bể, trên sàn và hướng vào các thành bể để cung cấp ánh sáng gián tiếp. Video được phân tích bằng phần mềm theo dõi đối tượng để xác định và ghi lại tọa độ (x,y) của từng cá thể trong mỗi khung hình (Collignon et al., 2016; Séguet et al., 2016).

Từ dữ liệu tọa độ, quỹ đạo chuyển động của từng cá thể được xây dựng và các thông số liên quan đến quỹ đạo (độ dài, tốc độ, hướng di chuyển, gia tốc) được tính toán. Toàn bộ thí nghiệm được lặp lại 10 lần để đảm bảo tính khách quan và độ tin cậy của kết quả.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng hai phương pháp thống kê quan trọng là độ lệch (Skewness) và độ nhọn (Kurtosis) để phân tích dữ liệu khoảng cách chuyển động trung bình của hai nhóm cá thể AB và TL. Dưới đây là giới thiệu chi tiết về hai phương pháp này (Kim, 2013):

2.2.1. Độ lệch (Skewness)

Độ lệch là một đại lượng đo lường mức độ bất đối xứng của phân phối dữ liệu so với phân phối chuẩn. Công thức tính:

$$Skewness = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)s^3}$$

trong đó: x_i là giá trị của quan sát thứ i , $\bar{x}$ là giá trị trung bình của mẫu, n là số lượng quan sát, s là độ lệch chuẩn của mẫu.

Ý nghĩa: Nếu $Skewness = 0$: Phân phối dữ liệu đối xứng; $Skewness > 0$: Phân phối lệch phải (đuôi phân phối kéo dài về phía bên phải) và $Skewness < 0$: Phân phối lệch trái (đuôi phân phối kéo dài về phía bên trái).

2.2.2. Độ nhọn (Kurtosis)

Độ nhọn là đại lượng đo lường độ "nhọn" của đỉnh phân phối dữ liệu so với phân phối chuẩn. Công thức tính:

$$Kurtosis = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(n-1)s^4}$$

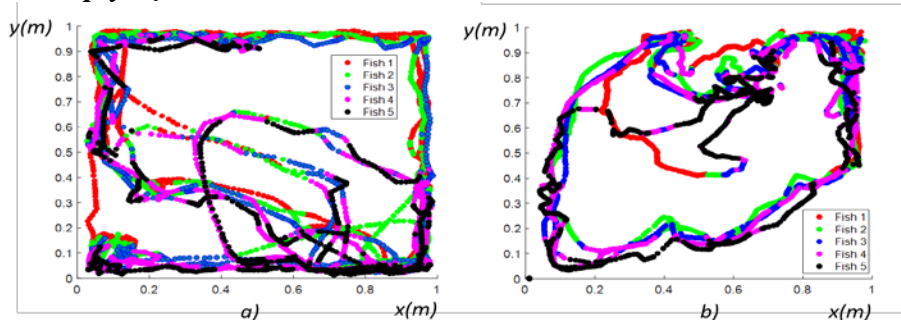
trong đó: x_i là giá trị của quan sát thứ i , $\bar{x}$ là giá trị trung bình của mẫu, n là số lượng quan sát, s là độ lệch chuẩn của mẫu.

Ý nghĩa: Nếu $Kurtosis = 3$: Phân phối có độ nhọn tương đương với phân phối chuẩn, $Kurtosis > 3$: Phân phối nhọn hơn phân phối chuẩn (đỉnh cao và tập trung) và $Kurtosis < 3$: Phân phối bẹt hơn phân phối chuẩn (đỉnh thấp và dàn trải).

Bài viết này đã sử dụng Skewness và Kurtosis để phân tích dữ liệu khoảng cách chuyển động trung bình của hai nhóm cá thể AB và TL. Khoảng cách trung bình giữa các cá thể là một chỉ số đo lường mức độ gần gũi hoặc xa cách giữa các con cá trong một nhóm. Mỗi nhóm có 5 cá thể được quan sát đồng thời, khoảng cách trung bình chuyển động được xác định bằng cách tính toán khoảng cách giữa mỗi cặp cá thể trong nhóm tại mỗi thời điểm nhất định, lấy trung bình của tất cả các khoảng cách này. Khoảng cách trung bình = (Tổng của tất cả các khoảng cách giữa các cặp cá thể) / (Số lượng cặp cá thể). Tổng cộng mỗi lần thí nghiệm trong 1 giờ có 54000 giá trị khoảng cách trung bình. Việc so sánh các giá trị Skewness và Kurtosis giữa hai nhóm nhằm đánh giá mức độ đối xứng của phân phối khoảng cách chuyển động và đánh giá độ tập trung của khoảng cách chuyển động. Vận dụng phân bố Skewness và Kurtosis sẽ giúp hiểu rõ hơn về đặc điểm phân bố của khoảng cách chuyển động, từ đó so sánh và rút ra những kết luận về sự khác biệt trong hành vi di chuyển giữa hai dòng cá AB và TL.

3. Kết quả

3.1. Phân tích quỹ đạo

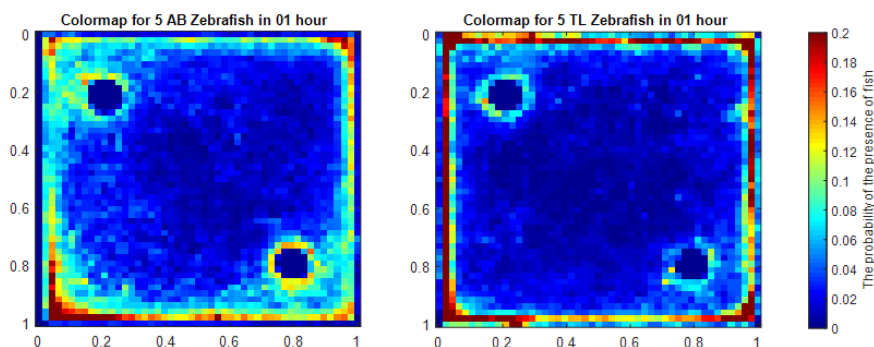


Hình 2. Quỹ đạo của 05 con cá ngựa vằn dòng AB (a) và TL (b) trong 01 phút

Hình ảnh quỹ đạo di chuyển của 5 cá thể AB Zebrafish (hình 1a) và 5 cá thể TL Zebrafish (Hình 1b) trong 1 phút đầu tiên cho thấy sự khác biệt trong hành vi di chuyển của chúng. Trong hình ảnh quỹ đạo của AB Zebrafish, cá thể có xu hướng di chuyển theo nhóm và tập trung ở rìa bể, đặc biệt là các góc. Điều này có thể là do chúng đang khám phá môi trường mới và tìm kiếm sự an toàn ở gần thành bể. Ngược lại, hình ảnh quỹ đạo của TL Zebrafish cho thấy cá thể di chuyển phân tán hơn, không tập trung rõ ràng ở rìa bể. Hành vi này phù hợp với mô hình chuyển động ngẫu nhiên, trong đó cá thể có thể di chuyển theo hướng ngẫu nhiên hoặc theo hướng của các cá thể lân cận.

3.2. Phân bố mật độ vị trí

Hình ảnh colormap về phân bố mật độ vị trí của hai nhóm cá AB Zebrafish và TL Zebrafish trong 1 giờ (Hình 2) cho thấy cả hai nhóm đều có xu hướng tập trung ở các góc và dọc theo thành bể, thể hiện qua màu sắc đậm hơn ở các khu vực này. Cả hai nhóm đều có mật độ thấp ở khu vực trung tâm bể và có xu hướng tránh các vật thể tròn ở giữa bể. Tuy nhiên, nhóm AB Zebrafish có mật độ phân bố đồng đều hơn dọc theo thành bể, trong khi nhóm TL Zebrafish tập trung cao hơn ở một số góc nhất định. Nhóm AB Zebrafish cũng di chuyển vào khu vực trung tâm bể nhiều hơn và ít tập trung xung quanh các vật thể tròn hơn so với nhóm TL Zebrafish.

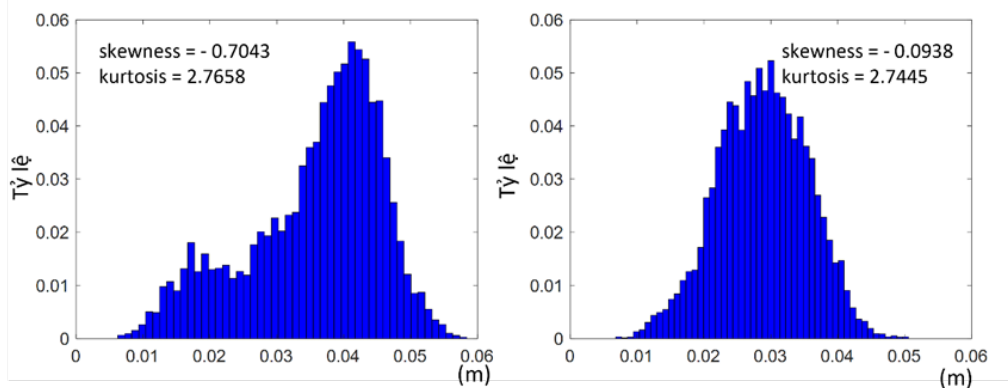


Hình 3. Colormap về phân bố mật độ vị trí của AB Zebrafish (bên trái) và TL Zebrafish (bên phải) trong 1 giờ

Sự giống nhau trong việc tập trung ở các góc và thành bể có thể là do đặc tính chung của loài cá ngựa vằn, ví dụ như tập tính bám vào bề mặt hoặc tìm kiếm sự che chắn. Sự khác nhau về mật độ phân bố có thể liên quan đến sự khác biệt về di truyền hoặc hành vi giữa hai

dòng cá AB và TL. Ví dụ, dòng TL có thể nhạy cảm hơn với các vật thể trong môi trường hoặc có xu hướng tụ tập mạnh hơn.

3.3. Phân bố khoảng cách trung bình



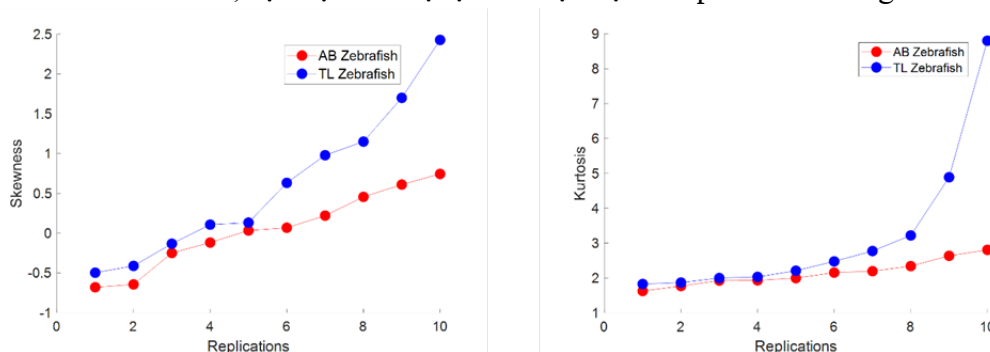
Hình 4. Phân bố khoảng cách trung bình của AB Zebrafish và TL Zebrafish trong 1 giờ

Phân tích hai hình ảnh biểu diễn phân bố khoảng cách trung bình của hai nhóm cá AB Zebrafish và TL Zebrafish trong 1 giờ (hình 3) cho thấy, nhìn chung, cả hai phân bố đều có dạng gần giống nhau, tập trung ở khoảng cách trung bình từ 0.025m đến 0.04m. Tuy nhiên, có một số điểm khác biệt đáng chú ý. Phân bố của nhóm AB Zebrafish có đỉnh nhọn hơn và lệch trái rõ rệt ($skewness = -0.7043$), trong khi phân bố của nhóm TL Zebrafish cân đối hơn với đỉnh thấp hơn ($skewness = -0.0938$). Điều này cho thấy cá thể AB Zebrafish có xu hướng bơi gần nhau hơn, trong khi cá thể TL Zebrafish phân bố khoảng cách đồng đều hơn.

Kurtosis của cả hai nhóm đều xấp xỉ 2.7, thấp hơn giá trị 3 của phân bố chuẩn. Điều này cho thấy cả hai phân bố đều bẹt hơn so với phân bố chuẩn, tức là dữ liệu phân tán rộng hơn. Nói cách khác, cá thể AB Zebrafish có xu hướng bơi gần nhau hơn, tạo thành nhóm chặt chẽ hơn so với cá thể TL Zebrafish. Cả hai nhóm cá đều có sự phân tán về khoảng cách bơi, không tập trung hoàn toàn ở một khoảng cách nhất định.

3.4. Phân tích kết quả Skewness và Kurtosis

Kết quả nghiên cứu, được thể hiện trong hình 4 và bảng 1, cho thấy sự thay đổi đáng kể trong hành vi di chuyển của cả hai nhóm cá AB Zebrafish và TL Zebrafish khi môi trường sống chuyển từ đồng nhất sang không đồng nhất. Sự thay đổi này được phản ánh rõ ràng qua hai thông số Skewness và Kurtosis, đại diện cho độ lệch và độ nhọn của phân bố khoảng cách bơi.



Hình 5. Biểu đồ thể hiện sự thay đổi của Skewness và Kurtosis của hai nhóm cá AB (màu đỏ) và TL (màu xanh) trong 10 lần thí nghiệm (Replications)

Bảng 1. Kết quả Skewness và Kurtosis của hai nhóm cá AB và TL trong 10 lần thí nghiệm

Replications		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Skewness	AB	-0.68	-0.64	-0.25	-0.12	0.03	0.07	0.22	0.46	0.61	0.74
	TL	-0.5	-0.41	-0.13	0.11	0.13	0.63	0.98	1.15	1.7	2.43
Kurtosis	AB	1.62	1.77	1.92	1.93	1.99	2.15	2.19	2.34	2.63	2.8
	TL	1.82	1.87	2	2.03	2.21	2.47	2.77	3.22	4.89	8.8

Để dễ dàng so sánh, kết quả của 10 lần thí nghiệm trong Hình 4 và Bảng 1 được sắp xếp theo thứ tự tăng dần của Skewness và Kurtosis, mặc dù thứ tự thực tế của các lần thí nghiệm là ngẫu nhiên. Cách trình bày này giúp làm nổi bật xu hướng thay đổi hành vi của hai dòng cá khi môi trường sống thay đổi. Cụ thể, Skewness của nhóm AB Zebrafish tăng dần từ giá trị âm (-0.68) lên giá trị dương (0.74), cho thấy sự chuyển đổi từ phân bố lệch trái sang lệch phải. Điều này cho thấy ban đầu các cá thể AB có xu hướng bơi gần nhau, nhưng sau đó dần phân tán hơn khi môi trường trở nên không đồng nhất. Ngược lại, Skewness của nhóm TL Zebrafish tăng mạnh từ giá trị âm (-0.50) lên giá trị dương lớn (2.43), cho thấy sự phân tán mạnh mẽ hơn về khoảng cách bơi khi môi trường thay đổi.

Về Kurtosis, cả hai nhóm đều có Kurtosis tăng, thể hiện xu hướng tập trung dữ liệu quanh giá trị trung bình. Tuy nhiên, Kurtosis của nhóm TL Zebrafish tăng rất mạnh từ (1.82) lên (8.80), cho thấy sự đồng nhất cao về khoảng cách bơi khi môi trường thay đổi, trong khi nhóm AB Zebrafish vẫn duy trì mức độ phân tán nhất định với Kurtosis tăng từ (1.62) lên (2.80).

Kết quả này cho thấy Skewness và Kurtosis có thể được xem xét như hai thông số hữu ích để đánh giá sự thay đổi hành vi của nhóm cá thể, đặc biệt là trong việc phân tích chuyển động của cá ngựa vằn khi môi trường sống thay đổi từ đồng nhất sang không đồng nhất. Skewness có thể được sử dụng để đánh giá mức độ phân tán hoặc tập trung của nhóm, trong khi Kurtosis có thể được sử dụng để đánh giá mức độ đồng nhất về hành vi của nhóm.

4. Kết luận

Nghiên cứu này đã phân tích hành vi chuyển động của hai dòng cá ngựa vằn AB và TL trong môi trường không đồng nhất. Kết quả cho thấy sự khác biệt rõ rệt giữa hai dòng cá trong cách chúng thích nghi với môi trường. TL Zebrafish có khả năng thích nghi cao hơn với môi trường không đồng nhất, thể hiện qua sự phân tán mạnh mẽ và khoảng cách bơi đồng đều. Skewness và Kurtosis là hai thông số hữu ích để đánh giá sự thay đổi hành vi của nhóm cá thể trong môi trường không đồng nhất. Skewness có thể được sử dụng để đánh giá mức độ phân tán hoặc tập trung của nhóm, trong khi Kurtosis có thể được sử dụng để đánh giá mức độ đồng nhất về hành vi của nhóm.

Nghiên cứu này cung cấp thông tin hữu ích cho việc hiểu rõ hơn về hành vi tập thể của cá ngựa vằn và có thể ứng dụng trong các lĩnh vực như sinh thái học hành vi, robot học và trí tuệ nhân tạo.

- ❖ **Tuyên bố về quyền lợi:** Các tác giả xác nhận hoàn toàn không có xung đột về quyền lợi.
- ❖ **Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được thực hiện với sự hỗ trợ kinh phí từ đề tài nghiên cứu khoa học của Trường Đại học Đồng Tháp, mã số SPD2024.02.20.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Collignon, B., Séguret, A., & Halloy, J. (2016). A stochastic vision-based model inspired by zebrafish collective behaviour in heterogeneous environments. *Royal Society Open Science*, 3(2), Article 150473. <https://doi.org/10.1098/rsos.150473>
- Kim, H. Y. (2013). Statistical notes for clinical researchers: Assessing normal distribution (2) using skewness and kurtosis. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 38(1), 52–54. <https://doi.org/10.5395/rde.2013.38.1.52>
- Quach, Q. K., Chon, T.-S., Kim, H., & Nguyen, T. V. (2013). One and two individual movements of fish after chemical exposure. *Journal of the Korean Physical Society*, 63(1), 18-27. <https://doi.org/10.3938/jkps.63.18>
- Quach, Q. K., & Nguyen, Q. A. (2022). Analyzing movement behavior of zebrafish in different sized confined areas. *Vietnam Journal of Science and Technology*, 61(6), 1080-1088.
- Séguret, A., Collignon, B., & Halloy, J. (2016). Strain differences in the collective behaviour of zebrafish (*Danio rerio*) in heterogeneous environment. *Royal Society Open Science*, 3(10), Article 160451. <https://doi.org/10.1098/rsos.160451>

USING SKEWNESS AND KURTOSIS TO ANALYZE ZEBRAFISH BEHAVIOR IN A HETEROGENEOUS ENVIRONMENT

Phạm An Phuoc, Nguyen Ngoc Han, Tran Thi Thanh Thu, Quach Kha Quang*

Dong Thap University, Vietnam

*Corresponding author: Quach Kha Quang – Email: qkquang@dthu.edu.vn

Received: March 22, 2025; Revised: May 10, 2025; Accepted: June 02, 2025

ABSTRACT

This paper presents a study on the movement behavior of two zebrafish strains, AB and TL, in a heterogeneous environment. Employing image analysis techniques and statistical parameters, specifically Skewness and Kurtosis, we analyzed individual trajectories, positional density distributions, and swimming distances. The results reveal significant differences between the two strains in their adaptation to environmental heterogeneity, particularly in their dispersion patterns and the maintenance of uniform swimming distances under varying conditions. These findings shed light on the diverse behavioral strategies of zebrafish strains in response to environmental complexity.

Keywords: Heterogeneous environment; movement behavior; Kurtosis; Skewness; Zebrafish