Libyan Journal of Medical and Applied Sciences LJMAS
Online ISSN: 3006-1113
Volume 3, Issue 3, 2025, Page No: 1-7
Website: https://ljmas.com/index.php/journal/index

Interactive Effect of Salinity and Temperature on Artemia Cyst Hatching Percentage

Magda S Elwalid [1 *], Randa T Elbeshti [2], Siddiq M EL-Ajnaf [3]
[1,2,3] Aquaculture Department, Agriculture faculty, Tripoli University, Tripoli, Libya
[*]Corresponding author: ma.elwalid@uot.edu.ly

Received: March 31, 2025 Accepted: July 01, 2025 Published: July 05, 2025

Abstract:
This study aims to enhance aquaculture efficiency by evaluating the interactive effects of salinity and temperature on hatching success in two Artemia species: *Artemia salina*, collected from the Libyan Zwara salt flats, and *Artemia franciscana*, imported from the United States. Experimental trials were conducted using 1.6 g of dry cysts per species, exposed to seven salinity levels (20–40 g/L) and three temperature conditions (25°C, 28°C, and 32°C).Results indicated that A. salina achieved a maximum hatching rate of 62.5% at 28°C and 25 g/L after 48 hours, while *A. franciscana* reached a peak of 96.8% at 25°C and 25 g/L after 36 hours. These findings underscore distinct interspecific differences in hatching efficiency and environmental tolerance. *A. franciscana* exhibited greater resilience to elevated salinity and temperature levels, maintaining high hatching success even at 32°C. In contrast, *A. salina* showed a marked decline in hatching rates under the same thermal condition.Two-way Anova analysis revealed statistically significant interactions between salinity and temperature, emphasizing the importance of optimizing these parameters to improve cyst hatchability in hatchery settings.

Keywords: Artemia, Regulates Temperature, Salinity, Hatchability.

تأثير التداخل لدرجات الملوحة والحرارة على النسبة المئوية لفقس حويصلات الأرتيميا

ماجدة صالح الوليد [1*]، رندة الطاهر البشتي[2]، الصديق ميلاد الأجنف [3]
[1،2،3] قسم الزراعات المائية، كلية الزراعة، جامعة طرابلس، ليبيا

الملخص
تهدف هذه الدراسة إلى تعزيز فعالية الاستزراع المائي من خلال تقييم التأثير المشترك لدرجات الملوحة والحرارة على نسب فقس حويصلات نوعين من الأرتيميا *Artemia salina* من سبخة زوارة الليبية، و*Artemia franciscana* المستوردة من الولايات المتحدة الأمريكية. نُفذت التجارب باستخدام 1.6 جم من الحويصلات الجافة لكل نوع، تحت سبعة مستويات ملوحة (20–40 جم/لتر) وثلاث درجات حرارة (25°، 28°، 32°م). أظهرت النتائج أن *A. salina* حققت أعلى نسب فقس بلغت 62.5% عند 28°م و25 جم/لتر بعد 48 ساعة، بينما سجلت *A. franciscana* أعلى فقس بنسبة 96.8% عند 25°م و25 جم/لتر بعد 36 ساعة، ما يشير إلى تباين في كفاءة الفقس والتكيف بين السلالتين. كما أظهرت *A. franciscana* قدرة أكبر على تحمل الملوحة ودرجات الحرارة المرتفعة مقارنة بالسلالة المحلية، التي شهدت تراجعًا في الفقس عند 32°م. باستخدام تحليل التباين الثنائي Two-way Anova تبين وجود فروق معنوية ذات دلالة إحصائية بين العوامل المختبرة، مما يبرز أهمية فهم العلاقة التفاعلية بين الملوحة والحرارة لتحسين ظروف فقس الأرتيميا في المفرخات.

الكلمات المفتاحية: الأرتيميا، درجات الحرارة، الملوحة، نسبة الفقس.

مقدمة

الأرتيميا نوع من الهوائم الحيوانية، تنتمي الى شعبة مفصليات الارجل وتحديدا الى شعبة القشريات، وطائفة غلصميات الارجل، ورتبة عديمة الدرقة Anostraca. ما يميز هذا الكائن هو استيطانه الفريد للمسطحات المائية ذات الملوحة العالية، وهي بيئات قاسية تخلو غالباً من اشكال الحياة الأخرى باستثناء أنواع قليلة من الدياتومات، كما تفتقر الأرتيميا الى وجود اليات دفاعية متطورة ضد المفترسات وهو ما يفسر محدودية انتشارها في البيئات المائية الأخرى (1)

تعتبر الأرتيميا غذاء حيوي شائع الاستخدام في تغذية يرقات الأسماك والقشريات واسماك الزينة (2) وذلك لعدة مزايا؛ فهي تتميز بصغر حجمها الذي يتناسب مع افواه اليرقات الصغيرة، بالإضافة الى الوانها الجذابة وقيمتها الغذائية المرتفعة. تحتوي الأرتيميا على نسبة عالية من البروتين تصل الى 60% على الوزن الجاف، ونسبة دهن تتراوح ما بين 13-19% على

الوزن الجاف، كما انها مصدر غني بالفيتامينات مثل فيتامين ج، ب المعقد، والمعادن الضرورية كالكالسيوم والفسفور والحديد والزنك، فضلا عن غناها بالأحماض الدهنية غير المشبعة (2).
الأرتيميا من ضمن القشريات التي تدخل في طور السكون عند تعرضها لمواسم الجفاف، حيث تنتج اجنة مغلفة بحيث تبقى على قيد الحياة لسنوات طويلة، وعادة ما تكون الاطوار الساكنة أكثر وفرة من البالغات؛ نتيجة لطول فترة الجفاف التي تفوق الغمر المائي (3).
اثبتت الدراسات على ان 85% من الأنواع البحرية المستزرعة في العالم تعتمد على الأرتيميا في تغذيتها، وهذا يدل على أهمية الأرتيميا في الاستزراع المائي (1). كما ان لها دور في تدوير المغذيات والحفاظ على جودة المياه في البيئات التي تعيش فيها، ويقدر الإنتاج العالمي من حويصلات الأرتيميا بحوالي 3000 طن متري سنويا (4).
يعتمد فقس حويصلات الأرتيميا على عدة عوامل بيئية مثل الضوء؛ درجة الحرارة؛ درجة الملوحة؛ مستوى الاكسجين في الماء ونسبة الايدروجين للماء (5). ولا توجد درجة حرارة وملوحة مثلى لموطن الأرتيميا يمكن تحديدها بدقة؛ لذلك من الضروري دراسة تأثير نطاق من درجات الحرارة والملوحة للحصول على مدى مناسب لفقس أكبر كمية من حويصلات الأرتيميا. وتكمن أهمية هذه الدراسة في تطوير وتحسين كفاءة الاستزراع المائي، وزيادة الإنتاجية وتقليل التكاليف المادية، فمن خلال تحسين ظروف الفقس يمكن للمزارعين تقليل كمية الحويصلات غير الفاقسة وبالتالي تقليل التكاليف المرتبطة بشراء المزيد من الحويصلات.
ونظرا لعدم وجود أي دراسة سابقة حول هذا الموضوع في ليبيا أجريت هذه الدراسة لسد فجوة معرفية تتعلق بمعرفة درجة الحرارة والملوحة المثلى لفقس حويصلات النوعين من الحويصلات قيد الدراسة.

المواد وطرق العمل

تجميع العينات:

جمعت حويصلات *A. salina* شهر مارس سنة 2022 من حواف السبخة، حيث تم التعرف عليها من خلال لونها البني المسمر، وتمت عملية معالجتها بكشط التربة وغسل الصخور واستخدمت لهذا الغرض عدة مناخل مرتبة حسب سعة فتحاتها (100-500 µ) وذلك لغرض الفصل الحجمي الاولي للعينات عن الشوائب الكبيرة، ووضعت الحويصلات المختلطة بباقي الشوائب الصغيرة في أكياس بلاستيكية، ونقلت الى المختبر لغرض معالجتها وتنقيتها واجراء الفصل بالكثافة باستخدام المياه شديدة الملوحة لفصل الحويصلات عن الاوساخ التي لها نفس الحجم، يليه الفصل بالكثافة باستخدام المياه العذبة لفصل حويصلات الأرتيميا عن الحويصلات التي تحتوي اجنة فارغة، ثم جففت الحويصلات واستعملت في التجارب وفقاً للطريقة المتبعة في مركز دراسات الأرتيميا في جامعة غنت ببلجيكا(6) اما الارتيميا *A. franciscana* مصدرها البحيرات المالحة الامريكية (GSL) وتباع كحويصلات نقية جاهزة للاستخدام، وهي مصنفة عالمياً بانها الأعلى جودة، وتمتاز بسهولة استخدامها ومقاومتها لدرجات الحرارة اعلى من 31 م°.

تقدير النسبة المئوية لفقس الحويصلات:

قدرت النسب المئوية للحويصلات الفاقسة والمتحولة الى يرقات خلال 36، 48 ساعة لضمان الحصول على معدل للفقس، مع استبعاد الحويصلات التي لم تفقس نهائياً، او الحويصلات التي لم تفقس بشكل كامل، والتي تعرف بطور المضلة umbrella stage حيث ينمو فيها الجنين غير انه لا يستطيع التحرر من الجدار الداخلي للحوصلة؛ وذلك نتيجة لعامل الزمن او لعدم توفر الطاقة اللازمة لاستكمال عملية الفقس (2).
ولتحديد النسبة المئوية للفقس باتباع الخطوات التالية:

1. حضنت كميات متساوية من الحويصلات الجافة لكلا النوعين من الأرتيميا، حيث كان وزن العينة 1.6 جم، ووضعت في زجاجات مخروطية سعة 2 لتر بها 500مل من محاليل مختلفة في درجات الملوحة 20؛ 25، 28، 30، 32، 35، 40 جم/لتر، واستخدمت الطريقة التقليدية باستعمال المعايرة في تحضير المحاليل وفقاً لطريقة (7).
2. تم ضبط درجات الحرارة باستعمال جهاز Heterometer واستخدم الترمومتر الحراري لقياس درجات الحرارة وضبطها عند درجات حرارة مختلفة 25م°، 28م°و32م° مع توفير باقي الظروف الملائمة للفقس من اضاءة مناسبة (LUX 2000)، وتهوية جيدة، وذلك لجعل الحويصلات معلقة في الماء وعدم تراكمها في قاع الزجاجات المخروطية (4).
3. تم سحب 40مل من كل معاملة بعد مرور 36، 48 ساعة، وحفظت في قنينات صغيرة سعة 50مل.
4. تم تثبيت اليرقات باستعمال محلول Lequl الذي يتركب من 200 جم يوديد البوتاسيوم، 100جم يود، 2000 مل ماء مقطر و190 ملجم محلول الخليك الثلجي.
5. تم تقدير عدد اليرقات؛ اطوار المضلة والاجنة باستعمال المجهر الضوئي وتطبيق القانون التالي:

$$H\%=N/N+U+E*100$$

حيث:
N = عدد اليرقات ، U= عدد المضلات؛ E= عدد الاجنة و H%= نسبة الفقس، شكل 1.
الاختبارات الإحصائية المستخدمة: تم استخدام اختبار تحليل التباين الثنائي Two Way Anova للتأكد من معنوية الفروقات فيما يخص النتائج المتحصل عليها من المعاملات المختلفة في نسب الفقس خلال 36 و48 ساعة للنوعين من الأرتيميا قيد الدراسة باستخدام تطبيق SPSS.

النتائج والمناقشة

1- تقدير النسب المئوية لفقس حويصلات *A. salina* خلال 36، 48 ساعة.

تُظهر النتائج أن أعلى معدل فقس سُجّل عند 25م° وملوحة 20 جم/لتر، خلال 36 ساعة مما يشير إلى أن هذه الظروف توفر بيئة ملائمة لعملية الفقس. ومع زيادة درجة الحرارة إلى 28م، لوحظ تباين في الاستجابة عبر مستويات الملوحة، حيث ارتفع معدل الفقس عند 25 و35 جم/لتر مقارنةً ببقية المستويات. أما عند 32م°، فقد سجلت معظم مستويات الملوحة انخفاضًا واضحًا في نسبة الفقس، مما يدل على تأثير سلبي لارتفاع درجة الحرارة على حيوية الحويصلات في معظم الظروف جدول 1، شكل 2. كما سجل اعلى معدل فقس عند 28م° وملوحة 25 جم/لتر خلال 48 ساعة، عند درجة حرارة 25م°، لوحظ اتجاه عام نحو ارتفاع معدل الفقس عند الملوحة المعتدلة (25 و30 جم/لتر)، مما يدل على ملاءمة هذه الظروف. بالمقابل، عند 32م°، كان هناك انخفاض ملحوظ في معدلات الفقس عبر معظم مستويات الملوحة، مما يؤكد التأثير السلبي لارتفاع درجة الحرارة على عملية الفقس جدول 1، شكل 3.

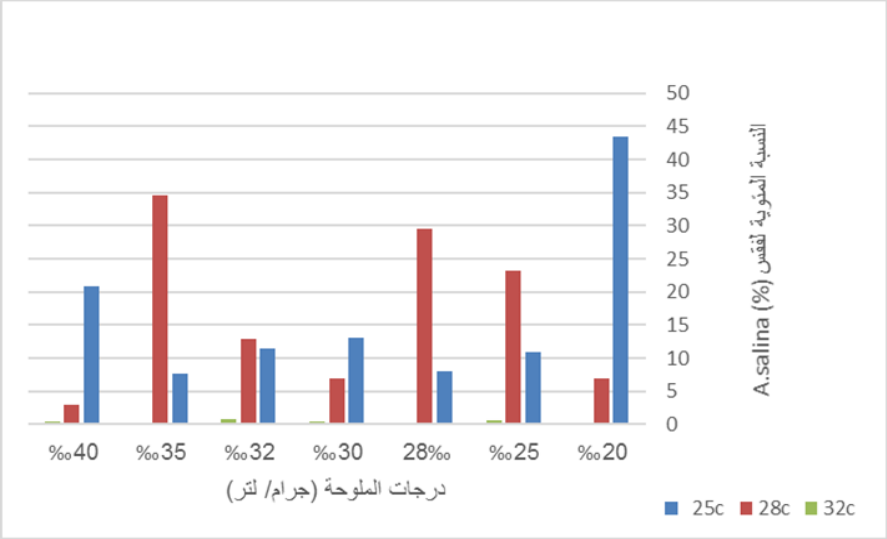
جدول 1. تأثير تداخل درجات الحرارة والملوحة على نسبة فقس حويصلات *A. salina & A. franciscana*

treatments	*A.salina* (H%)		*A.franciscana* (H%)	
	36h	48h	36h	48h
A1	43.5	11.7	43.1	32
B1	10.9	41.9	98	40
C1	8.1	31.7	2.1	2.1
D1	13.1	7.7	22.9	87.1
E1	11.5	10.3	5.1	70
F1	7.7	17.1	78.9	87.1
G1	20.9	9.5	0	80
B1	6.9	49.5	43.1	59
B2	23.3	62.5	50	74
B3	29.5	29	38	55
B4	6.9	27.5	59	55
B5	12.9	36.9	20	33.2
B6	34.6	34.1	6.2	2.1
B7	2.9	9.4	70	55
C1	0	0.9	35	5
C2	0.6	0.1	57.1	80
C3	0	0.2	43	20
C4	0.4	0	17.9	23
C5	0.8	2.4	5	8
C6	0	0.3	37	10
C7	0.4	0.4	8	10

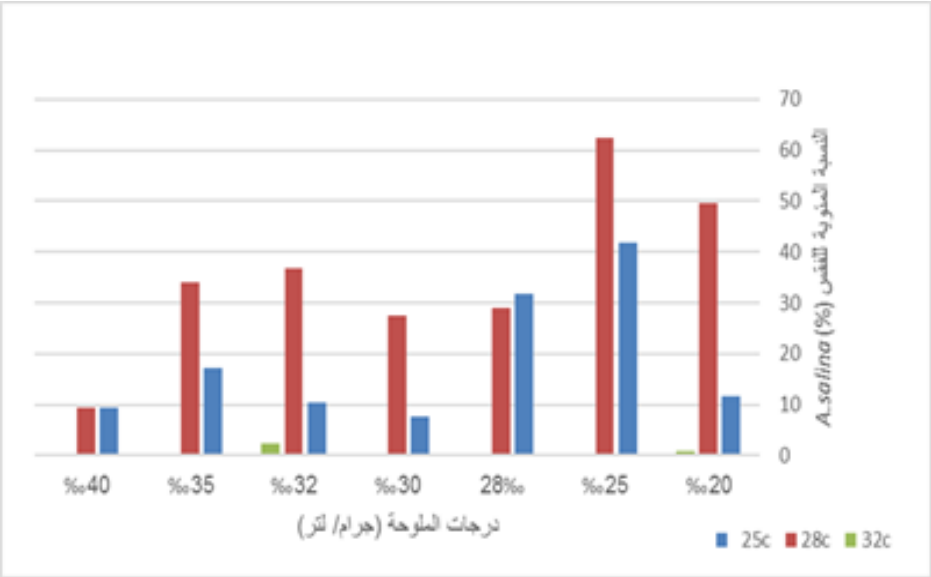
حيث ان المعاملات:

A, B, C, D, E, F &Gترمز لدرجات الملوحة

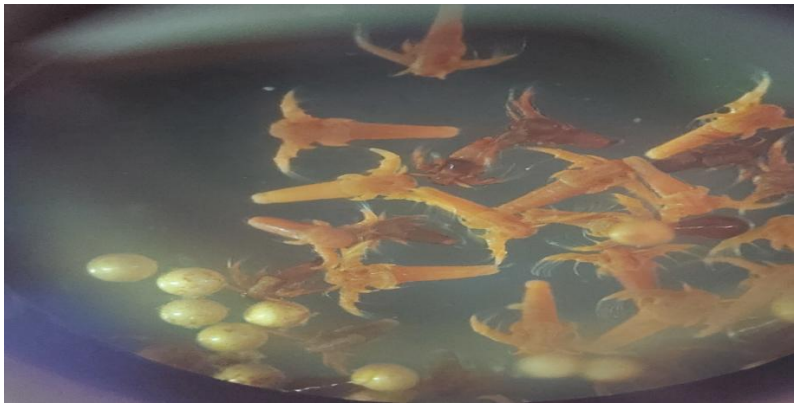
1 ,2, 3 ترمز لدرجات الحرارة.



شكل 2. النسبة المئوية لفقس حويصلات *A. salina* ضمن درجات حرارة وملوحة مختلفة خلال 36 ساعة.



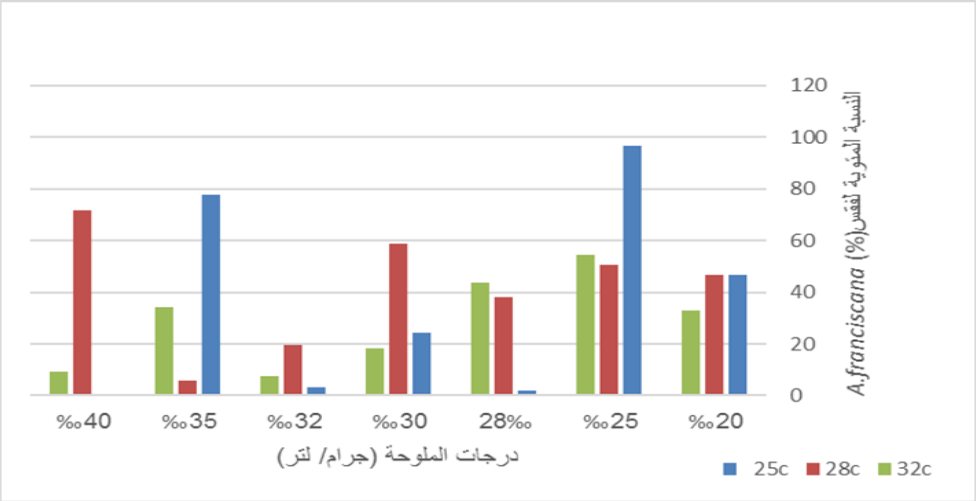
شكل 3. النسبة المئوية لفقس حويصلات *A. salina* ضمن درجات حرارة وملوحة خلال 48 ساعة.



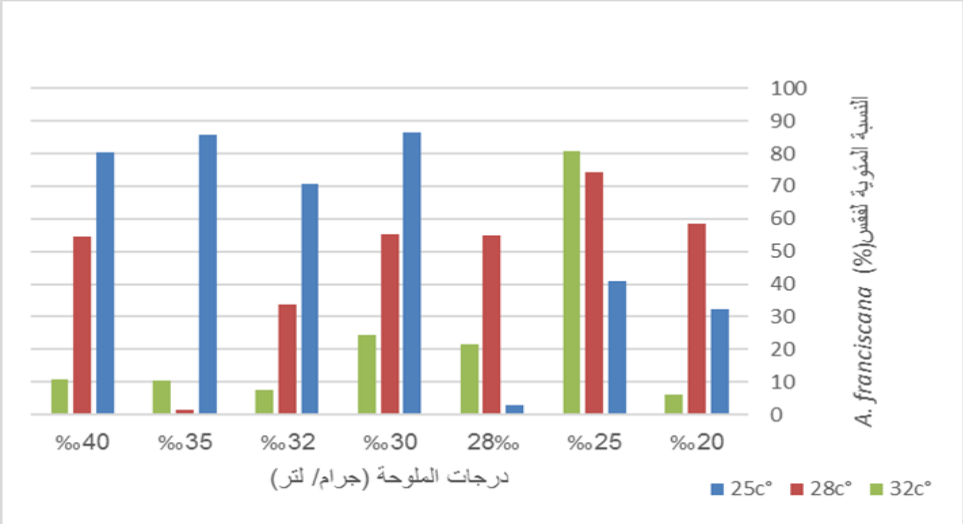
شكل 1. اطوار الحياة المختلفة في الأرتيميا (اليرقات، الاجنة والحويصلات).

2- تقدير النسب المئوية لفقس حويصلات *A. franciscana* خلال 36 و48 ساعة.

يُظهر جدول 1و شكل 4. أن *A franciscana* تحقق أعلى معدل فقس عند 25 جم/لتر ملوحة ودرجة حرارة 25م°، مما يشير إلى أن هذه الظروف تمثل بيئة مثلى لعملية الفقس. كما لوحظ ارتفاع في معدل الفقس عند 28م° و35 جم/لتر، مما يؤكد قدرتها على التكيف مع مستويات ملوحة أعلى. ومع ذلك، عند 32م° كانت معدلات الفقس أقل نسبيًا عبر جميع مستويات الملوحة، مما يعكس تأثيرًا سلبيًا لارتفاع درجة الحرارة على حيوية الحويصلات. هذه النتائج تبرز أهمية ضبط الظروف البيئية لتحقيق أعلى إنتاجية في تربية الأرتيميا. بينما يظهر جدول 1 وشكل 5 ان أعلى معدل فقس سُجّل عند 25م° وملوحة 25 جم/لتر، مما يعكس ظروفًا مثلى لنمو الأكياس. كما تُظهر النتائج استمرار ارتفاع معدل الفقس عند 30 جم/لتر، مما يشير إلى قدرة *A. franciscana* على التكيف مع نطاقات ملوحة مرتفعة عند درجة حرارة 32م°، لوحظ اتجاه عام نحو انخفاض معدل الفقس عبر جميع مستويات الملوحة، مما يؤكد أن ارتفاع درجة الحرارة قد يحد من نجاح الفقس.



شكل 4. النسبة المئوية لفقس حويصلات *A. franciscana* ضمن درجات حرارة وملوحة مختلفة خلال 36 ساعة.



شكل 5. النسبة المئوية لفقس حويصلات *A. franciscana* ضمن درجات حرارة وملوحة مختلفة خلال 48 ساعة.

اتفقت نتائج هذه الدراسة مع كثير من نتائج الدراسات السابقة التي أجريت على تأثير درجات الحرارة والملوحة على معدل فقس حويصلات الأرتيميا وكفاءة الفقس في كثير من بلدان العالم والتي اكدت على ان مدى الملوحة المناسب لفقس حويصلات الأرتيميا كان بين 25-30 جم/ لتر ومدى حرارة يتراوح ما بين 20-30 % (1) (2) (8) (9) (10) (11) (12)
في درجات الحرارة من 33-40 م°، يحدث تأخر في عمليات الايض للبيضة ويلاحظ وجود نسبة من الوفيات، ووفقا لدراسة Zhi-Chao *et al*, (2017) (13) فأن درجات الحرارة المنخفضة 19°- 23م° عادةً ما تحفز إنتاج البيض المقاوم، بينما

تدعم درجات الحرارة العالية 25-27م° إنتاج النوبليات، وان الأرتيميا تفقد كثيراً من طاقتها في التنظيم الاسموزي في درجات الملوحة العالية، وتؤثر الملوحة العالية على العوامل الفيزيوكيميائية التي تؤثر على عملية الايض للبيضة.
ووجد ان درجة حرارة 15م° هي اقل درجة ممكنة محددة للتكاثر في *A. salina* ولكن انخفضت نسبة فقس حويصلات *A. franciscana*عند هذه الدرجة، وهذا يشير الى ان *A. salina* تتحمل انخفاض درجة الحرارة أكثر من *A. franciscana* من بحيرة مونو بكالفورنيا كان منخفضاً جداً عند درجة ملوحة 159-179 جم/لتر تحت الظروف المعملية. (14)
وتوصل إلى أن أكثر من80% من *A. franciscana*الميتة ذات التكاثر العذري كانت في درجة ملوحة 180 جم/ لتر في 25م°. (15)
اكدت التجارب التي قام بها العلماء على مجموعات الارتيميا بمصر بأن موت *A. salina* كانت بنسبة 100% في وادي النطرون في درجات ملوحة تتراوح بين 150- 200جم /لتر (16).
ووجد اختلاف بين هذه الدراسة ودراسات أخرى سابقة، فقد أشار العلماء بأن أكثر من 75% *من* معدل فقس حويصلات بيض A.franciscana وأكثر من 50% من معدل فقس بيض الأرتيميا ذات التكاثر العذري كان في درجة ملوحة اقل من 100 جم/ لتر. (15)
شاهد بأن زيادة معدل فقس حويصلات *A.salina* كان في درجة ملوحة تتراوح بين 60- 120 جم/ لتر عند درجة حرارة 15م°، ولكن هذه النسبة انخفضت بشكل كبير للارتيميا الامريكية *A. franciscana*. (17).

التوصيات

1. اجراء دراسات فسيولوجية لفهم الاليات التي تكمن وراء استجابة أنواع الأرتيميا المختلفة لدرجات حرارة وملوحة المتغيرة، وهذا يوفر فهماً أعمق لتحسين ظروف الفقس.
2. يجب تطوير برامج فقس مفصلة ومحددة لكل نوع من الأرتيميا، على ان يؤخذ في الاعتبار النطاقات المثلى للملوحة والحرارة وغيرها من العوامل المؤثرة.
3. تنمية الأرتيميا عند درجات حرارة ما بين 20-25م°، ودرجات ملوحة 25-30جم/لتر.
4. نظراً لشح الدراسات حول الارتيميا في ليبيا ننصح بإجراء مسح ميداني لباقي السبخ لغرض معرفة احتوائها على بيوض الأرتيميا من عدمه.

المراجع:

1. Kumar, G. R., & Babu, D. E. (2015). Effect of light, temperature and salinity on the growth of Artemia. International Journal of Engineering Science Invention, 4(12), 07-14.
2. Léger, P., Bengtson, D. A., Simpson, K. L., & Sorgeloos, P. (1986). The use and nutritional value of Artemia as a food source. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev, 24, 521-623.
3. Atashbar, B., Agh, N., Stappen, G., Mertens, J., & Beladjal, L. (2014). Combined effect of temperature and salinity on hatching characteristics of three fairy shrimp species (Crustacea: Anostraca). Journal of limnology, 73(3).
4. Hasan, M. K., & Rabbane, M. G. (2018). Effects of temperature and salinity on the decapsulation of Artemia cyst. Bangladesh Journal of Zoology, 46(2), 197-204.
5. Vahaecke, P., Siddal, S. E., & Sorgeloos, P. (1984). XXII. Combined effects of temperature and salinity on the survival of Artemia of various geographical origin. International study on Artemia. J. Exp. Mar. Biol. Ecol, 98, 167-183.
6. Sorgeloos, P., Dhert, P., & Candreva, P. (2001). Use of the brine shrimp, Artemia spp., in marine fish larviculture. Aquaculture, 200(1-2), 147-159.
7. Strickland, J. D. H., & Parsons, T. R. (1972). A practical handbook of seawater analysis.
8. Sorgeloos, P., & Persoone, G. (1975). Technological improvements for the cultivation of invertebrates as food for fishes and crustaceans. II. Hatching and culturing of the brine shrimp, Artemia salina L. Aquaculture, 6(4), 303-317.
9. Deshmukh, S. D., & Patil, P. S. (2022). A Study on Hatching Efficiency of Artemia Cyst Under Different Salinities. Sustainable Development, 383.
10. Wear, R. G., Haslett, S. J., & Alexander, N. L. (1986). Effects of temperature and salinity on the biology of *Artemia fransiscana* Kellogg from Lake Grassmere, New

Zealand. 2. Maturation, fecundity, and generation times. Journal of experimental marine biology and ecology, 98(1-2), 167-183.
11. Bahr, A. S., Isroni, W., & Maulida, N. (2021, March). Hatching and harvesting techniques for Artemia cysts with different effects of salinity in the district of Situbondo, East Java. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 718, No. 1, p. 012037). IOP Publishing.
12. Htun, H. H., Mandalay, M., San, H. H., Taungoo, M., & Swe, Z. M. (2019). Effects of salinity on the hatching efficiency of Artemia cysts decapsulation. International Journal of Science and Engineering Applications, 8(08), 341-344.
13. Zhi-Chao, W. A. N. G., Asem, A., & Shi-Chun, S. U. N. (2017). Coupled effects of photoperiod, temperature and salinity on diapause induction of the parthenogenetic Artemia (Crustacea: Anostraca) from Barkol Lake, China. North-Western Journal of Zoology, 13(1).
14. Browne, R. T. (1988). ECOLOGICAL AND GENETIC-DIVERGENCE OF SEXUAL AND ASEXUAL BRINE SHRIMP (ARTEMIA) FROM THE MEDITERRANEAN BASIN. National Geographic Research, 4(4), 548-554.
15. Triantaphyllidis, G. V., Pilla, E. J., Thomas, K. M., Abatzopoulos, T. J., Beardmore, J. A., & Sorgeloos, P. (1995). International study on Artemia. LII. Incubation of Artemia cyst samples at high temperature reveals mixed nature with Artemia franciscana cysts. Journal of experimental marine Biology and Ecology, 183(2), 273-282.
16. El-Bermawi, N., Baxevanis, A. D., Abatzopoulos, T. J., Van Stappen, G., & Sorgeloos, P. (2004). Salinity effects on survival, growth and morphometry of four Egyptian Artemia populations (International Study on Artemia. LXVII). Hydrobiologia, 523(1), 175-188.
17. .Browne, R. A., & Wanigasekera, G. (2000). Combined effects of salinity and temperature on survival and reproduction of five species of Artemia. Journal of experimental marine biology and ecology, 244(1), 29-44.