

مجلة تربية الأحياء المائية أبحاث و دراسات

رقم الإيداع: 2025/734



مجلة تربية الأحياء المائية أبحاث و دراسات

Aquaculture Research and Studies

الناشر: المشروع الوطني للزراعة المائية

أبحاث • دراسات • ابتكارات في الاستزراع المائي

رئيس التحرير

أ. د مسعودة عبد الرحيم بوغروشه

مدير التحرير

د. فاطمة محمد الجويفي

هيئة التحرير

أ. د. حسين محمد البرعصي - الاستزراع وتغذية الأسماك

د. عبد الباسط حسن ابراهيم - تغذية الأحياء المائية

د. عائشة جربوع - علوم بيئة

أ. ضو بالقاسم حدود - أحياء قاع

اللجنة الاستشارية

أ. د أحمد محمد نصر الله - أستاذ الاستزراع السمكي

أ. د توفيق المهدي حسان - أستاذ علوم وتقنية الأغذية

أ. د. أسامة أحمد خليل - أستاذ هندسة تصنيع الأعلاف السمكية

أ. د. علاء الدين عبد المعطي - أستاذ طب ورعاية الأحياء المائية

مجلة تربية الأحياء المائية – مجلة علمية محكمة

يسرُّ هيئة تحرير مجلة "تربية الأحياء المائية" أن تضع بين أيدي الباحثين والأكاديميين والمهتمين هذا العدد؛ إيماناً بانطلاق منصة علمية محكمة تُعنى بنشر البحوث الرصينة والدراسات التطبيقية في مجالات تربية الأحياء المائية والعلوم المرتبطة بها.

تأتي هذه المجلة استجابةً للحاجة المتزايدة إلى تطوير المعرفة العلمية في قطاع تربية الأحياء المائية، بوصفه أحد الركائز الأساسية للأمن الغذائي، والتنمية المستدامة، والاقتصاد الأزرق، ومواجهة التحديات البيئية المتسارعة. وتسعى المجلة إلى الربط بين البحث العلمي والتطبيق العملي، وتشجيع الابتكار ونقل المعرفة، بما يخدم الباحثين وصنّاع القرار في القطاعين العام والخاص.

وتلتزم المجلة بأعلى معايير التحكيم العلمي والنزاهة الأكاديمية، من خلال إخضاع الأبحاث المقدمة كافة لعملية مراجعة دقيقة، يقوم بها نخبة من المتخصصين ذوي الخبرة؛ بما يضمن جودة المحتوى وأصالته وإسهامه الحقيقي في تطوير هذا المجال الحيوي.

إننا نطمح أن تكون هذه المجلة منبراً علمياً فاعلاً، يسهم في تبادل الخبرات بين الباحثين على المستويين الوطني والدولي، ويدعم بناء القدرات البحثية، ويعزز

حضور الدراسات المتعلقة بتربية الأحياء المائية في البيئات الساحلية والداخلية على حد سواء.

وفي الختام، نتقدم بخالص الشكر والتقدير لجميع الباحثين والمحكمين وأعضاء هيئة التحرير الذين أسهموا في إخراج هذا العدد، آملين أن تشكل المجلة إضافة نوعية للمشهد العلمي، ومنصة مستدامة للإبداع والتميز البحثي.

رئيس التحرير (أ. د. مسعودة أبو عروشه)

Journal of Aquaculture – A Peer-Reviewed Scientific Journal

The Editorial Board of the Journal of Aquaculture Research and Studies (ARS) is pleased to present this issue to researchers, academics, and stakeholders, marking the launch of a peer-reviewed scientific platform dedicated to the publication of rigorous research and applied studies in the fields of aquaculture and its related sciences.

The establishment of this journal comes in response to the growing need for advancing scientific knowledge within the aquaculture sector, as it stands as a fundamental pillar of food security, sustainable development, and the Blue Economy, while addressing accelerating environmental challenges. The journal seeks to bridge the gap between scientific research and practical application, encouraging innovation and knowledge transfer to serve researchers, policymakers, and both the public and private sectors.

The Journal of Aquaculture is committed to the highest standards of scientific peer-review and academic integrity. All submitted manuscripts undergo a rigorous review process conducted by a distinguished panel of experienced specialists, ensuring content quality, originality, and a meaningful contribution to the advancement of this vital field.

Our ambition is for this journal to serve as an effective scientific forum that facilitates the exchange of expertise among researchers at both national and international levels. Furthermore, it aims to support research capacity

building and enhance the visibility of studies related to aquaculture in both coastal and inland environments.

In conclusion, we extend our sincere gratitude and appreciation to all researchers, reviewers, and editorial board members who contributed to the production of this issue. We hope that this journal will represent a qualitative addition to the scientific landscape and a sustainable platform for creativity and research excellence.

Prof. Masauda Abuarosh
Editor-in-Chief

افتتاحية العدد الأول: نحو أفق جديد للاستدامة المائية

بسم الله الرحمن الرحيم، وبه نستعين،

يسعدنا ويشرفنا أن نضع بين أيدي الباحثين والمختصين والقراء الكرام، العدد الأول من مجلة (تربية الأحياء المائية - أبحاث ودراسات)؛ لتكون منصة علمية محكمة ومتخصصة، تنطلق برؤية واضحة تهدف إلى تعزيز البحث العلمي الرصين في واحد من أهم القطاعات الحيوية التي تلامس مستقبل الأمن الغذائي العالمي والاستدامة البيئية.

لقد جاءت فكرة تأسيس هذه المجلة إدراكاً منا للتحديات الكبيرة التي تواجه البيئة المائية، والفرص الواعدة التي يقدمها قطاع الاستزراع المائي كرافد أساسي من روافد "الاقتصاد الأزرق". إن التحول نحو العلم والابتكار في هذا المجال لم يعد ترفاً أكاديمياً، بل ضرورة ملحة لمواجهة النمو السكاني المتزايد وتناقص الموارد الطبيعية.

لماذا هذه المجلة؟

إن طموحنا من خلال (تربية الأحياء المائية - أبحاث ودراسات) يتجاوز مجرد نشر الأوراق البحثية؛ نحن نسعى لأن نكون جسراً يربط بين المختبرات العلمية والميادين التطبيقية، من خلال:

- نشر دراسات تتسم بالأصالة والابتكار في مجالات الاستزراع، والتغذية، وصحة الأحياء المائية.

- توفير مرجع علمي موثوق لصنّاع القرار والمستثمرين في هذا القطاع.
- دعم الباحثين الشباب وفتح آفاق النشر الدولي أمامهم بمعايير تحكيم دقيقة وشفافة.

وفي هذا المقام، لا يسعنا إلا أن نتقدم بجزيل الشكر والتقدير لكل من ساهم في خروج هذا المولود العلمي إلى النور، بدءاً من أعضاء هيئة التحرير الموقرين، واللجنة الاستشارية، والباحثين الذين وضعوا تقّتهم في مجلتنا في عددها الأول، ووصولاً إلى المحكمين الذين بذلوا جهودهم لضمان جودة الطرح العلمي.

إننا نفتح اليوم أبوابنا لكل قلم مبدع وفكر مستنير، داعين الله عز وجل أن تكون هذه المجلة لبنة قوية في صرح البحث العلمي، ومنازة تهتدي بها العقول نحو مستقبل مائي مستدام.

والله ولي التوفيق..

مدير التحرير (د. فاطمة الجويفي)

In the Name of Allah, the Most Gracious, the Most Merciful

It is our distinct pleasure and honor to present to researchers, specialists, and esteemed readers the inaugural issue of the journal: (Aquaculture - Research and Studies). This journal is launched as a specialized, peer-reviewed scientific platform with a clear vision: to bolster rigorous scientific research in one of the most vital sectors impacting the future of global food security and environmental sustainability.

The inception of this journal stems from our deep realization of the profound challenges facing the aquatic environment, and the promising opportunities offered by the aquaculture sector as a fundamental pillar of the "Blue Economy." The shift toward science and innovation in this field is no longer an academic luxury; rather, it has become an urgent necessity to address rapid population growth and the depletion of natural resources.

Why this Journal? Our ambition through (Aquaculture - Research and Studies) transcends the mere publication of research papers. We aspire to be a bridge connecting scientific laboratories with practical fields by:

- Publishing original and innovative studies in the fields of aquaculture, nutrition, and aquatic animal health.
- Providing a reliable scientific reference for decision-makers and investors within this sector.
- Supporting young researchers and opening horizons for international publication through precise and transparent peer-review standards.

In this regard, we extend our deepest gratitude and appreciation to everyone who contributed to bringing this scientific endeavour to light-starting with the esteemed members of the Editorial Board, the Advisory Committee, and the researchers who placed their trust in our journal for its maiden issue, as well as the reviewers who exerted great effort to ensure the quality and integrity of the scientific discourse.

Today, we open our doors to every creative pen and enlightened mind, praying to Almighty Allah that this journal serves as a solid brick in the edifice of scientific research and a beacon guiding minds toward a sustainable aquatic future.

Allah is the Giver of Success.

Managing Editor

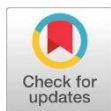
Dr. Fatima Alewife



Doi:

Research Article

Open Access



Effects of Pre-Treating Carob Seed Germ Meal on The Digestibility, and Plasma Amylase, Glucose and Cholesterol in Red Tilapia

Abdalbast H.I. Fadel¹, Mohd Salleh Kamarudin², Nicholas Romano², Mahdi Ebrahimi³, Che Roos Saad², Anjas Asmara Samsudin⁴

¹Department Marine Re-sources, University of Omar Al-Mukhtar, Al-Baida, Libya

²Department of Aquaculture, Universiti Putra Malaysia, 43400 Serdang, Selangor, Malaysia

³Department of Veterinary Preclinical Sciences, Universiti Putra Malaysia, 43400 UPM, Serdang, Selangor, Malaysia

⁴Department of Animal Science, Universiti Putra Malaysia, 43400 Serdang, Selangor, Malaysia

*Corresponding author: Abdalbast H. I. Fadel,

E-mail addresses: basitfadel@yahoo.com

Department of Marine Resources, Omar Al-Mukhtar University, Al-Bayda, Libya

Abstract: This study aimed to evaluate the effects of pre-treatment of carob seed germ meal (CSGM) on the digestibility and metabolic responses of red tilapia. Three treatments were used (raw CSGM, soaked CSGM, and autoclaved CSGM, and incorporated at 30% into experimental diets compared with a reference diet free of CSGM. Red tilapia were fed these diets for four weeks, after which fecal samples were collected to determine apparent digestibility coefficients. Blood samples were obtained at various postprandial intervals to assess changes in plasma glucose, cholesterol, and amylase activity. The results showed that soaking and autoclaving significantly reduced anti-nutritional factors, including tannins, phytic acid, saponins, and trypsin inhibitors, without causing major alterations in the basic nutrient composition of CSGM. These treatments also improved the digestibility of dry matter, protein, and energy compared with the diet containing untreated CSGM, with soaked CSGM yielding the highest digestibility values. Blood metabolites peaked 8 hours after feeding across all treatments. Fish fed the reference diet exhibited higher plasma glucose and cholesterol levels and lower amylase activity than those fed CSGM-based diets. Overall, the findings indicate that pre-treatment of CSGM enhances digestibility and reduces anti-



Received: 9/10/ 2025

Accepted: 11/8 2025

Publish online:

nutritional constraints, supporting its potential as a viable alternative ingredient in red tilapia diets.

Key words: red tilapia, pre-treatment CSGM, Anti-nutrients, Digestibility.

تأثير المعالجة المسبقة لوجبة جنين بذور الخروب على الهضم ومستويات الأميليز والجلوكوز والكوليسترول في بلازما دم البلطي الأحمر

المستخلص: تهدف هذه الدراسة الى تقييم أثر المعاملات المسبقة لجنين بذور الخروب على قيم الهضم والاستجابات الأيضية لأسماك البلطي الأحمر. جرى تطبيق ثلاث معاملات: جنين بذور الخروب الخام، والمنقوعة، والمعاملة بالأوتوكلاف، ثم إدراجها بنسبة 30% في علائق تجريبية مقارنة بعليقه مرجعية خالية من جنين بذور الخروب. غذيت اسماك البلطي الأحمر بالمعاملات المذكورة لمدة أربعة أسابيع، وُجمعت عينات البراز لاحتساب معاملات الهضم الظاهرية، إضافةً إلى تحليل عينات دم مأخوذة في أوقات زمنية مختلفة بعد التغذية لرصد التغيرات في الجلوكوز، والكوليسترول، ونشاط الأميليز. أظهرت النتائج أن النقع والمعاملة بالأوتوكلاف أدت إلى خفض معنوي في العوامل المضادة للتغذية، بما في ذلك التانينات وحمض الفيتيك والصابونين ومثبطات التريسين، دون تغير جوهري في التركيب الغذائي الأساسي لجنين بذور الخروب. كما أسهمت تلك المعاملات في رفع معاملات هضم المادة الجافة والبروتين والطاقة مقارنةً بالعليقة المحتوية على جنين بذور الخروب الغير معاملة، مع تفوق جنين بذور الخروب المنقوع في تحسين القيم الهضمية. وبلغت القياسات الدموية المدروسة ذروتها بعد 8 ساعات من التغذية لجميع المعاملات، فيما سجلت الأسماك المغذاة بالعلائق المرجعية مستويات أعلى من الجلوكوز والكوليسترول، ومستويات أقل من نشاط الأميليز مقارنةً بالعلائق الأخرى. تشير النتائج إلى أن المعالجة المسبقة لجنين بذور الخروب تحسن الهضم وتقلل العوامل المثبطة، مما يعزز جدواها كمكون بديل في علائق البلطي الأحمر.

1. Introduction

Aquaculture is the global fastest growing agri-food industry with an annual growth of almost 9% (Toufique and Belton, 2014). The success of the aquaculture industry is highly dependent on the prices of aquafeeds. Thus, there is a need to identify new, high quality and more cost-effective ingredients that will enable the efficient growth of fish at a cheaper cost (Couto et al., 2016). Soybean meal (SBM) is considered to be an alternative to fishmeal (FM) in reducing feed cost (Storebakken et al., 2000) because it contains a comparatively well-balanced amino acid profile and high protein (Chou et al., 2004). On the other hand, the demand for FM and plant-based sources of proteins including SBM, maize and wheat has risen among aquaculture and farmed animals in recent years with a concomitant increase in the prices of these legumes and grains. In most tropical countries, SBM and oils used in the feed milling are imported and thereby increase feed costs (Azaza et al., 2009).

SBM and carob seed germ meal (CSGM) have about same protein content (>50%) and share a balanced amino acid profile except for the sulphur amino acids (Dakia et al., 2007; Maza et al., 1989). CSGM may offer flexibility as an aquafeed ingredient if it can fully or partially replace SBM. However, the presence of ANFs may limit the use of CSGM (Alexis, 1990). Gilt-head sea bream shows a low digestibility for protein and energy when untreated CSGM is included in its diet (Martínez-Llorens et al., 2012), and the digestibility decreases with increasing CSGM inclusion level. This phenomenon is likely the result of increased ANFs and fibre content. There are many factors that limit the digestibility of raw materials (Alvira et al., 2010). The most frequently encountered factors are the processing conditions, the presence of ANFs, the chemical and physical composition of proteins, and the fibre content. However, many pre-treatment methods such as autoclaving, cooking, extruding, fermentation, water-soaking, alkali and acid supplementation can be employed to partially or completely deactivate some ANFs in legume seeds (Francis et al., 2001).

The application of heat on legume seeds is necessary for the improvement of its digestibility in rainbow trout possibly due to the inactivation of

ANFs (Pfeffer et al., 1995). Hydrothermally processed *Prosopis juliflora* seed meal has been known to enhance the growth and food utilization of rohu (*Labeo rohita*) fingerlings in comparison with unprocessed seed meal (Bhatt et al., 2011). Dehulled pea meal has also been shown to have higher apparent digestibility coefficients (ADCs) for energy, crude protein, and essential amino acids in silver perch compared to whole pea meal (Allan, 2000). Recently Couto et al. (2016) reported that growth performance and feed utilisation in meagre juveniles are significantly improved when fed autoclaved CSGM. This study comparatively investigated the variations in the proximate composition, ANFs, ADCs, and glucose loading of untreated and pretreated CSGM used as a plant-based protein source in red tilapia diet.

2. Materials and methods

2.1. Pre-treatment of CSGM and diet preparation

The carob seeds were milled using a laboratory mill (Panasonic MX-800S, Japan) by moderate crushing. To separate the germ from the endosperm, the crushed granules were sieved (2–2.5 mm). The germ was further purified several times using different sieve meshes (Endecotts Ltd.) to exclude the husks and gum residue from the final product. The final product was separated into three portions for further processing.

The first portion was autoclaved at 121°C at 1.05 kPa cm⁻² for 30 min while the second portion was soaked in water (1:5, w/v) for 24 h. The third portion was not pre-treated. Autoclaved and soaked germ granules were drained and oven-dried at 55°C. Untreated and pre-treated germ granules were separately ground using a 0.6 mm screen. On the basis of the nutrient and amino acid composition (Table 7.1) of the feedstuffs, a reference diet was prepared to meet all nutrient requirements of tilapia. Three test diets were prepared to contain 70% reference diet and 30% untreated, soaked and autoclaved CSGM Cho and Slinger (1979). The composition of reference and test diets are shown in Table 7.2. Chromic oxide (Cr₂O₃) was included in all diets to serve as an inert marker at a concentration of 1%.

All ingredients were well mixed and then extruded using a twin-screw extruder (Sima, SJSZ) into 4 mm Ø pellets at the Bioprocessing Laboratory, Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI). The

barrel temperatures were maintained at 100–120°C and the die head temperature was set at 150°C. Subsequently, the feed was oven-dried at 55°C and stored in air-tight plastic containers at ambient temperature.

2.2 Feeding and sampling

The digestibility study was conducted in the Wet Laboratory, Department of Aquaculture, Faculty of Agriculture, UPM. Juvenile red tilapia were sourced from the Puchong Aquaculture Experimental Station, UPM. The fish were acclimatised for 14 days in 1000-L fiberglass tanks and given a commercial tilapia diet (Star Feed 32% protein) for 2 weeks. The fish (initial weight 85.5 ± 5 g) were randomly stocked in 120-L glass aquaria at 10 fish per tank. All treatments were carried out in triplicates. Fish were fed to satiation twice a day (0900 and 1600h) for 4 weeks. Faecal samples were collected from Day 4 to allow for the complete evacuation of the acclimatisation diet. The faecal matter was carefully siphoned out from the tank floor (3 h after the first feeding and 0.5 h before the second feeding) as described by Vasagam et al. (2007). Following the collection of the final faecal samples, the fish were fasted for 72 h. Three fish per dietary treatment were euthanized at 0, 4, 8, 16 and 24 h after feeding one meal. The fish were anaesthetised with clove essential oil. Collection of blood samples was made from the caudal veins, centrifuged at 8000 rpm for 10 min, and then plasma glucose, cholesterol, and amylase were determined using an automated analyser (Hitachi 902).

Table 1: Proximate and amino acid composition (% as fed basis), and antinutritional factors in carob seed germ meal, fishmeal and soybean meal

Nutrient	Fishmeal	SBM	Untreated CSGM	Soaked CSGM	Autoclaved CSGM
Dry matter	91.01±0.00	89.91±0.91	93.38±0.11	92.35±0.11	92.39±0.12
Crude protein	56.64±0.12	45.97±0.29	40.05±0.11	40.75±0.33	40.88±0.38

Nutri-ent	Fishmeal	SBM	Untreated CSGM	Soaked CSGM	Autoclaved CSGM
Crude lipid	1.55±0.10	1.40±0.09	2.29±0.01	2.30±0.02	2.29±0.02
Crude ash	23.4±0.2	6.29±0.11	6.68±0.45	6.40±0.45	5.85±1.07
Crude fibre	-	3.36±0.03	10.91±0.01	11.02±0.07	11.04±0.11
NFE	-	32.85±0.70	33.45±0.36	31.93±0.36	32.33±0.26
N sol-ubility	-	0	74.14±0.22 ^a	62.05±0.14 ^b	38.87±0.24 ^c
<i>Essential amino acid</i>					
Argi-nine	3.86±0.00	2.88±0.00	4.42±0.04	4.84±0.00	5.16±0.00
Histi-dine	1.73±0.01	2.35±0.01	1.24±0.01	1.15±0.00	1.04±0.00
Iso-leu-cine	2.49±0.00	2.11±0.00	1.36±0.00	1.39±0.00	1.38±0.01
Leu-cine	4.26±0.02	3.86±0.01	2.46±0.02	2.79±0.00	3.00±0.02
Ly-sine	4.32±0.01	2.53±0.00	1.89±0.00	2.23±0.00	2.68±0.02
Me-thio-nine	1.83±0.00	0.53±0.00	0.44±0.00	0.39±0.01	0.35±0.00
Phe-nylal-anine	2.10±0.01	2.25±0.01	1.36±0.00	1.36±0.00	1.48±0.00
Thre-onine	2.78±0.00	1.64±0.01	1.40±0.01	1.47±0.00	1.61±0.00

Nutri-ent	Fishmeal	SBM	Untreated CSGM	Soaked CSGM	Autoclaved CSGM
Va- line	1.99±0.02	1.86±0.01	1.67±0.01	1.70±0.01	1.72±0.00
<i>Anti-nutritional factor</i>					
Tan- nins ¹			2.77±0.12 ^a	0.80±0.03 ^b	0.78±0.00 ^b
Phyti c acid ²			0.91±0.03 ^a	0.33±0.05^b	0.26±0.00^b
Sapo- nins ³			0.33±0.01 ^a	0.21±0.00 ^b	0.16±0.01 ^c
Tryp- sin in- hibi- tor ⁴			6.45±0.61 ^a	4.13±0.38 ^b	1.15±0.07 ^c

¹As tannic acid equivalent per mg/g sample. ² As mg/g. ³As dysgenic equivalent per mg/g sample ⁴As Milligram of pure trypsin inhibited per gram of sample.

2.3. Water quality

Every morning, the measurement of the temperature and dissolved oxygen was taken while measurement of the ammonia, pH and nitrite was done once a week. The water temperature, dissolved oxygen, ammonia, nitrite, and pH ranged 25–28°C, 5.8–6.3 mg L⁻¹, < 0.5 mg, < 0.1 mg L⁻¹, and 7.0–8.0, respectively. There was a 50% water exchange for each aquarium at every 3-day intervals.

2.4. Chemical analysis

All ingredients, experimental diets, and freeze-dried faeces were finely milled before they were analysed. Proximate analyses were conducted as described in AOAC (1997). The essential amino acid concentrations of all the ingredients (FM, CSGM, and SBM) and diets were established with high-performance liquid chromatography (HPLC) as defined Strydom and Cohen (1994). The nitrogen solubility in raw and processed CSGM samples was

computed according to the method as described in Araba and Dale (1990). ANFs in untreated and pre-treated CSGM (tannins, phytic acid, the activity of trypsin inhibitors and saponins) were measured based on the methods described in AOAC (1997),

Table 2: Composition of reference and test diets (% as fed basis)

Ingredient	Reference	Test Ingredient		
		Untreated CGSM	Soaked CGSM	Autoclaved CGSM
Raw CSGM	0	29.3	0	0
Soaked CSGM	0	0	29.3	0
Autoclaved CSGM	0	0	0	29.3
Fishmeal	23.36	16.88	16.88	16.88
Soybean meal	35.7	24.75	24.75	24.75
Tapioca starch	30.04	20.82	20.82	20.82
Crude palm oil	7.9	5.47	5.47	5.47
Vitamin pre- mix ^a	1	0.69	0.69	0.69
Mineral pre- mix ^b	1	0.69	0.69	0.69
Chromic ox- ide	1	1	1	1
<i>Proximate composition</i>				
Dry matter	95.15±1.27	95.13±2.30	95.06±1.30	94.81±1.58
Ash	9.63±0.07	8.81±0.05	8.71±0.01	8.55±0.06
Protein	31.41±0.41	33.84±0.06	35.25±0.41	35.06±0.08
Lipid	7.76±0.01	5.97±0.08	6.97±0.20	6.69±0.15
Crude fibre	3.13±0.15	5.61±0.56	5.96±0.93	5.90±0.13
Carbohydrate	46.86±1.42	46.50±2.24	43.10±1.26	44.51±1.52

Ingredient	Reference	Test Ingredient		
		Untreated CGSM	Soaked CGSM	Autoclaved CGSM
Gross energy (kJ g ⁻¹)	17.11±0.19	17.63±0.42	18.09±0.17	17.85±0.03
<i>Essential amino acids</i>				
Arginine	2.61±0.00	2.50±0.00	2.70±0.00	2.93±0.00
Histidine	1.55±0.01	0.91±0.00	0.77±0.00	0.89±0.00
Isoleucine	1.24±0.02	1.15±0.00	1.25±0.00	1.34±0.00
Leucine	2.14±0.00	2.33±0.00	2.43±0.00	2.73±0.00
Lysine	2.11±0.00	1.98±0.00	2.18±0.01	2.26±0.00
Methionine	1.21±0.01	1.01±0.00	1.04±0.00	1.11±0.01
Phenylalanine	1.34±0.00	1.32±0.00	1.42±0.00	1.49±0.00
Threonine	1.54±0.00	1.28±0.00	1.38±0.00	1.45±0.00
Valine	1.39±0.00	1.37±0.00	1.37±0.00	1.58±0.00

^a Vitamin premix (g kg⁻¹ premix): ascorbic acid, 45; myo-inositol, 5; choline chloride, 75; niacin, 4.5; riboflavin, 1; pyridoxine, 1; thiamine mononitrate, 0.92; Ca-pantothenate, 3; retinyl acetate, 0.6; cholecalciferol, 0.083; vitamin K menadione, 1.67; α -tocopheryl acetate (500 IU g⁻¹), 8; biotin, 0.02; folic acid, 0.09; vitamin B12, 0.001; cellulose, 845.11.

^b Mineral premix (g kg⁻¹ premix): KCL, 90; KI, 0.04; CaHPO₄·2H₂O, 500; NaCl, 40; CuSO₄·5H₂O, 3; ZnSO₄·7H₂O, 4; CoSO₄, 0.02; FeSO₄·7H₂O, 20; MnSO₄·H₂O, 3; CaCo₃, 215; MgOH, 124; Na₂SeO₃, 0.03; NaF, 1.

The chromic oxide in the diets and faeces was measured following Furukawa and Tsukahara (1966). Sample was digested in a Kjeldatherm block digestion unit until a white precipitate was obtained, and absorbance was determined at 350 nm using an atomic absorption spectrophotometer (Shimadzu, UV-1800).

The ADCs of nutrients and energy for the reference and test diets were computed following Maynard et al. (1979) as described below.

$$\text{ADC (\%)} = 100 \times \left[1 - \left(\frac{F}{D_c} \right) \times \left(\frac{D}{F_c} \right) \right]$$

The ADC of dry matter was computed using the following formula:

$$\text{ADC (\%)} = 100 \times \left(1 - \frac{Dc}{Fc}\right)$$

where:

F = the nutrient concentration or energy in faeces

D = the nutrient concentration or energy in the diet

Dc = the chromium oxide concentration in the diet

Fc = the chromium oxide concentration in faeces.

The apparent digestibility coefficients of the test ingredients was approximated following Cho and Slinger (1979):

$$\text{ADC ingredient(\%)} = \frac{100}{30} \times (\text{ADC in test diet} - 0.7 \times$$

ADC in reference diet)

2.5. Statistical analyses

All data were shown as means \pm standard deviation. A one-way analysis of variance (ANOVA) was utilised for the data analyses, after prior confirmation of homogeneity and normality. If differences were significant ($P < 0.05$), Duncan's multiple range tests were performed to locate differences between treatments. The SPSS version 22.0 (SPSS Inc., USA) was used for all statistical analyses.

3. Results

There was no significant variation in the content of nutrients between untreated and processed CSGM. Soaked and autoclaving CSGM resulted in significantly lower ANFs, such as total tannins, phytic acid, saponins, and trypsin inhibitors (Table 1). Pre-treating CSGM by soaking or autoclaving considerably enhanced the apparent digestibility of dry matter, proteins, lipids, energy, ash and carbohydrate compared to untreated CSGM (Table 3). Plasma glucose, amylase and cholesterol levels (Table 4, Figures 1 and 2) peaked at 8 h after feeding for all groups. Plasma glucose and cholesterol levels were higher, and plasma amylase was lower in fish fed the reference diet than the levels observed in fish fed CGSM diets.

Table 3: Apparent digestibility coefficient (%) of nutrients and energy of CGSM in red tilapia

Nutrient	Reference diet	CGSM		
		Raw	Soaked	Autoclaved
Dry matter	67.39±0.14	57.92±0.16 ^c	62.96±0.31 ^a	61.99±0.41 ^b
Protein	84.78±0.66	58.48±0.81 ^c	82.04±1.40 ^a	76.53±1.53 ^b
Lipid	90.87±0.24	64.34±2.47 ^b	72.74±0.38 ^a	73.36±0.46 ^a
Ash	55.21±0.83	91.19±1.92 ^a	83.06±4.98 ^a	56.10±6.40 ^b
Carbohydrate	53.08±1.63	0.00±0.00 ^c	15.77±4.10 ^b	23.52±13.42 ^a
Gross energy	69.63±0.11	41.25±2.84 ^c	62.71±0.52 ^a	56.53±1.02 ^b

Mean ± SD values within the same row and followed by different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

Table 4: Plasma amylase values (10^{-3} U ml⁻¹) measured over 24 h in tilapia fed reference and test ingredient diets

*Hours	Plasma amylase (10^{-3} U ml ⁻¹)			
	Reference diet	Raw CSGM	Soaked CSGM	Autoclaved CSGM
0	< 3 ^b	< 3 ^b	< 3 ^b	46.5±18.5 ^a
4	< 3 ^b	< 3 ^b	22.49±10.0 ^{a,b}	43.50±13.7 ^a
8	315.83±13.3 ^c	376.33±82.0 ^{b,c}	475.50±97.5 ^b	611.66±31.26 ^a
16	26.10±4.08 ^b	29.16±4.31 ^{a,b}	36.50±2.17 ^{a,b}	39.56±6.16 ^a
24	< 3 ^b	12.33±4.50 ^{a,b}	22.56±3.03 ^a	13.83±0.85 ^a

*Hours of sampling. Different superscripts in each row show significant differences among the values according to Duncan test ($p < 0.05$) Values are given as means ± SD.

Figure 1: Plasma glucose (mmol l⁻¹) measured over 24 h in tilapia fed reference and test ingredient diets

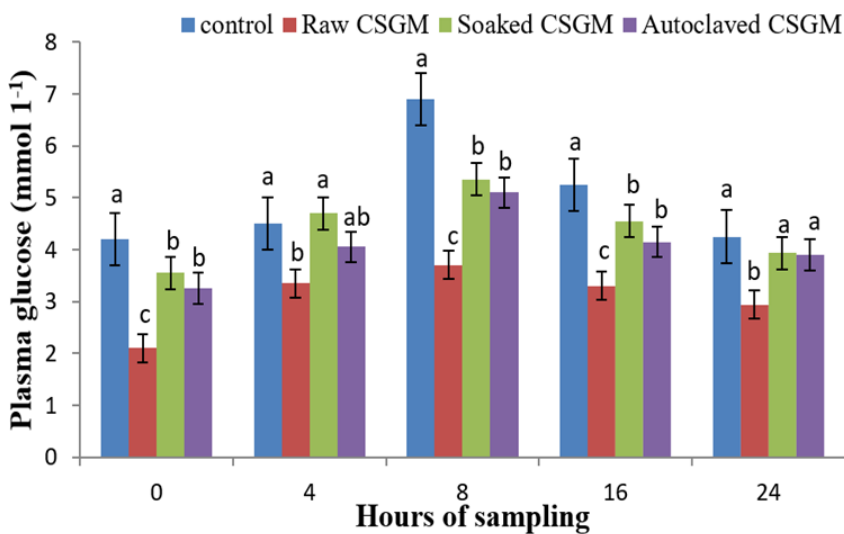
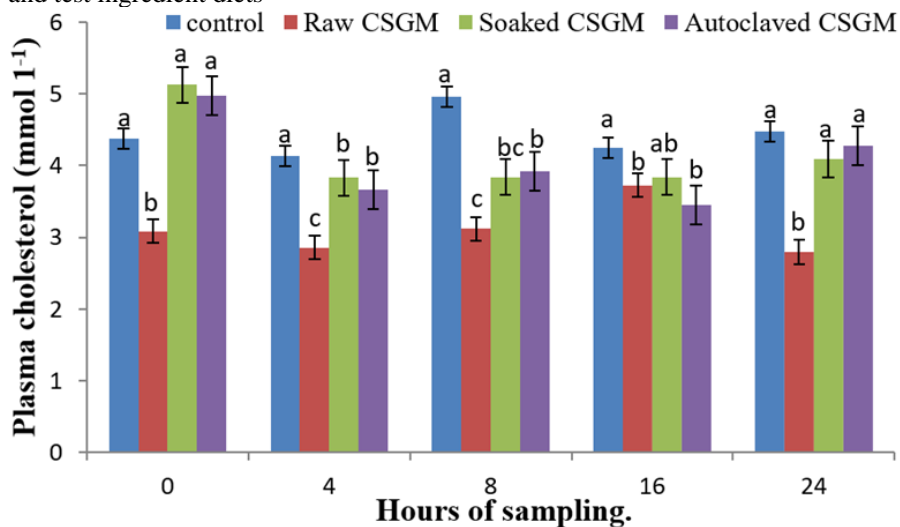


Figure 2: Plasma cholesterol values (mmol l⁻¹) measured over 24 h, in tilapia fed reference and test ingredient diets



4. Discussion

Autoclaving and soaking only marginally changed the proximate composition of CSGM. However, ANFs were significantly decreased with pre-treatment and autoclaving was more efficient than soaking. The higher efficiency of autoclaving in decreasing ANFs was a direct result of the known effects of heat processing on heat-labile nature of ANFs and their structures. These results were in agreement with those reported in several earlier studies (Alonso et al., 2000; Bhatt et al., 2011; Garg et al., 2002; Hossain et al., 2001; Siddhuraju and Becker, 2003).

Several factors are known to affect the digestibility of feed ingredients. Some factors are related to the ingredients while others are related to the feed preparation processes (Francis et al., 2001). ANFs such as glucosinolates, saponins, phytic acids, trypsin inhibitors, tannins and soluble non-starch polysaccharides are known to affect the digestibility of the feed ingredients (Cheng and Hardy, 2003; Drew et al., 2007; Francis et al., 2001). Tannin, the main ANF in carob seeds, can form complexes with proteins that bind to hydrophobic regions via hydrogen and ionic bonds, resulting in deficiencies and imbalances of amino acids that are detrimental to fish growth (Alexis, 1990; Nachtomi and Alumot, 1963). Nevertheless, the full effects of tannins on fish are still unclear (Francis et al., 2001). Collins et al. (2013) demonstrated that tannins have a positive and significant effect on feed intake in rainbow trout unlike other ANFs (e.g. phytic acid, saponins, and glucosinolates), which have been shown to have considerable negative effect on food utilization. A dietary level of up to 2% tannins does not have any negative effect on the growth performance of common carp but the fish rejects hydrolysable tannins (Makkar and Becker, 1999). Furthermore, Alexis (1990) and Martínez-Llorens et al. (2012) found that tannins suppress the protein digestibility of feed in both the rainbow trout and gilthead sea bream. In this study, pre-treatment significantly reduced tannin level in CSGM by almost 72% and improved the protein digestibility by 31-40%.

Phytate is the stored form of phosphorus in numerous plant tissues such as bran and seeds and it restricts the availability of plant phosphorus for fish and reduces the digestibility of other divalent mineral ions (Cain and Garling

1995; Riche and Brown 1996). The presence of phytate in diets has also been shown to minimize the digestion of proteins (Cheryan and Rackis, 1980) and reduce the growth of chinook salmon and rainbow trout (Richardson et al., 1985). In the present study, pre-treatments reduced the phytic acid level in CSGM by 64-71%, and despite having the lowest phytate content, autoclaved had significantly reduced the digestibility of CSGM minerals by 38%.

Trypsin inhibitors are crystalline globular proteins that block or lower pancreatic trypsin and chymotrypsin activity that break down and digest proteins (Agbo, 2008; Liener and Kakade, 1980). Autoclaving can reduce the high concentration of trypsin inhibitors in SBM by up to 90% (Arndt et al., 1999). The pre-treated SBM, in turn, improves the coefficient of total tract apparent digestibility in rainbow trout by 91.5%. However, Makkar and Becker (1999) reported that the carp growth is not affected by the trypsin inhibitor level (24.8%) in *Jatropha* seed, indicating that the species is tolerant to trypsin inhibitors. In this study, the trypsin inhibitor was reduced by 36-82% by pre-treatments while protein digestibility significantly improved by 31-40%.

Saponins are steroid or triterpenoid glycosides found in many potential alternative plant-based feed ingredients for aquaculture but are considered toxic and a growth retardant in fish (Siddhuraju and Becker, 2003). Saponins are found in the range of 18–67 mg kg⁻¹ in various leguminous seeds including defatted roasted soybean meal (Fenwick et al., 1991). Lupine seed meal contains 1.1% and higher saponins adversely affect the digestion of dietary protein in rainbow trout by 34% (De la Higuera et al., 1988). Dietary inclusion of mucuna seed that contains 35% saponins also reduces the growth of Nile tilapia (Siddhuraju and Becker, 2003). However, a reduction in saponins via hydrothermal pre-treatment improves fish growth performance and feed efficiency. In this study, Soaking and autoclaving treatments effectively reduced the saponins concentration in CSGM by 36.36% and 51.50%, and improved the apparent protein digestibility by 31-40%.

CSGM contains high levels of fiber, and total soluble and insoluble non-starch polysaccharides, NSPs as galactomannans (Barak and Mudgil, 2014), which are higher than values reported for other legumes such as peas and

chickpeas (Adamidou et al., 2009; Nikolopoulou et al., 2006). Martínez-Llorens et al. (2012) demonstrated that feeding gilthead sea bream with a diet containing a high level of raw CSGM can lower the protein digestibility of the diet. In another study, the dietary inclusion of CSGM affects the stomach moisture in gilthead sea bream and European sea bass. Furthermore, it also affects the pH of stomach digesta and all intestinal sections in sea bass and sea bream, respectively (Adamidou et al., 2009). In rainbow trout, red drum and Atlantic salmon, the dietary inclusion of NSPs decreases the apparent digestibility of the diet and increases the viscosity of the digesta (Glencross et al., 2003; McGoogan and Reigh, 1996; Refstie et al., 1999; Storebakken, 1985; Storebakken and Austreng, 1987; Trugo et al., 1988)). Similarly, the inclusion of NSPs in the diet of monogastric livestock reduces the apparent digestibility of the diet and has negative effects on growth.

The digestibility of dry matter, protein, and energy of soaked CSGM was significantly higher than that of the autoclaved CSGM. This could be related to the 27.3% lower protein solubility of autoclaved CSGM (39%) than soaked CSGM (62%). Hossain et al. (2001) reported a reduction in the protein solubility of *Sesbania* seeds from 77.0% to 44.4% after soaking and soaking plus autoclaving, respectively. These researchers suggested that the lower protein solubility may be responsible for the significant reduction in the growth performance of common carp. Ford and Shorrocks (1971) reported that free amino acid groups (mainly the epsilon amino group of lysine) react with other groups to form enzyme-resistant, inter- and intra-molecular bonds, thereby reducing the solubility and digestibility of protein when heated for a long time. Long-term heating can be the primary cause of the decrease in solubility, possibly resulting in the further denaturation of protein and a reduction in amino acid availability (mainly lysine) as a result of the Millard reaction (Hurrell and Finot, 1985). Protein solubility ranging from 70 to 85% in heated soybeans is best for the growth and feed conversion ratio of chickens (Araba and Dale, 1990).

Amylase has been detected in many fish species with distinct feeding and is influenced by the processing and formulation of diets, where higher activities are observed in fish fed higher levels of carbohydrates (Corrêa et al.,

2007; Fountoulaki et al., 2005; Keshavanath et al., 2002; Magalhães et al., 2015; Péres et al., 1996; Pérez-Jiménez et al., 2009). The highest plasma amylase at peak hour was detected in fish fed autoclaved CSGM, followed by fish fed soaked and untreated CSGM. Bhatt et al. (2011) reported that higher intestinal α -amylase, protease, and lipase activities in *Labeo rohita* fed soaked and autoclaved *Prosopis juliflora* seed meal than in those fed untreated seed meal. Nile tilapia fed soaked or cooked palm kernel meal exhibits an improvement in growth performance indicating an improvement in digestive capacity specifically trypsin and amylase (Thongprajukaew et al., 2015).

The time required for fish to recover from glucose loading depends on the level of starch and the water temperature (Hemre et al., 1995). Peres et al. (1999) observed that larger peaks (lower and higher) in plasma glucose among European seabass occur 3–6 h after a glucose injection at 22°C while similar peak sizes occur in Atlantic salmon 3 h after glucose injection at 2–3°C (Hemre and Hansen, 1998). Adamidou et al. (2009) reported that the range of the glucose serum peak in European seabass is delayed after feeding with fava bean meal and the rate of glucose decrease is slower when leguminous bean meals are included in its diet. In the present study, the plasma glucose peaked at 8 h in all fish groups. Pre-treated CSGM induced significantly higher plasma glucose than untreated CSGM.

Muscle and plasma cholesterol levels of common carp are reduced when fed $\geq 7.2\%$ *Sesbania* endosperm meal that contains approximately 75% galactomannan (Hossain et al., 2001). In this study, plasma cholesterol level was lower in fish fed untreated CSGM than those in fish fed pre-treated CSGM. In contrast, Couto et al. (2016) reported that plasma cholesterol and triglycerides in meagre juveniles are unaffected when fed autoclaved CSGM.

In conclusion, pre-treating CSGM improved the digestibility of its dry matter, proteins, lipid and energy in red tilapia. Soaked CSGM had a higher nutrient digestibility than autoclaved CSGM and was recommended over autoclaved or raw CSGM as an alternative plant-based source of protein for red tilapia.

REFERENCES

- Adamidou, S., Nengas, I., Alexis, M., Foundoulaki, E., Nikolopoulou, D., Campbell, P., Karacostas, I., Rigos, G., Bell, G. J., and Jauncey, K. (2009). Apparent nutrient digestibility and gastrointestinal evacuation time in European seabass (*Dicentrarchus labrax*) fed diets containing different levels of legumes. *Aquaculture* **289**, 106-112.
- Agbo, N. W. (2008). Oilseed meals as dietary protein sources for juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). PhD thesis, University Stirling Scotland, Stirling.
- Alexis, M. N. (1990). Comparative evaluation of soybean meal and carob seed germ meal as dietary ingredients for rainbow trout fingerlings. *Aquatic Living Resources* **3**, 235-241.
- Allan, G. L. (2000). Potential for pulses in aquaculture systems. In "Linking Research and Marketing Opportunities for Pulses in the 21st Century. Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture, vol 34" (R.Knight, ed.), pp. 507-516. Springer, Dordrecht.
- Alonso, R., Aguirre, A., and Marzo, F. (2000). Effects of extrusion and traditional processing methods on antinutrients and *in vitro* digestibility of protein and starch in faba and kidney beans. *Food Chemistry* **68**, 159-165.
- Alvira, P., Tomás-Pejó, E., Ballesteros, M., and Negro, M. (2010). Pretreatment technologies for an efficient bioethanol production process based on enzymatic hydrolysis: a review. *Bioresource Technology* **101**, 4851-4861.
- AOAC (1997). Official methods of analysis of AOAC International 16th ed AOAC Int. Gaithersburg.
- Araba, M., and Dale, N. (1990). Evaluation of protein solubility as an indicator of overprocessing soybean meal. *Poultry Science* **69**, 76-83.
- Arndt, R. E., Hardy, R. W., Sugiura, S. H., and Dong, F. M. (1999). Effects of heat treatment and substitution level on palatability and nutritional value of soy defatted flour in feeds for *Coho salmon*, *Oncorhynchus kisutch*. *Aquaculture* **180**, 129-145.
- Azaza, M., Wassim, K., Mensi, F., Abdelmouleh, A., Brini, B., and Kraiem, M. (2009). Evaluation of faba beans (*Vicia faba* L. var. *minuta*) as a replacement for soybean meal in practical diets of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture* **287**, 174-179.

- Barak, S., and Mudgil, D. (2014). Locust bean gum: processing, properties and food applications. *International Journal of Biological Macromolecules* **66**, 74-80.
- Bhatt, S., Chovatiya, S., and Shah, A. (2011). Evaluation of raw and hydrothermally processed *Prosopis juliflora* seed meal as supplementary feed for the growth of *Labeo rohita* fingerlings. *Aquaculture Nutrition* **17**, 164-173.
- Cheng, Z. J., and Hardy, R. W. (2003). Effects of extrusion processing of feed ingredients on apparent digestibility coefficients of nutrients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition* **9**, 77-83.
- Cheryan, M., and Rackis, J. J. (1980). Phytic acid interactions in food systems. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **13**, 297-335.
- Cho, C., and Slinger, S. (1979). Apparent digestibility measurement in feedstuffs for rainbow trout. *Finfish Nutrition and Fishfeed Technology* **2**, 239-247.
- Chou, R., Her, B., Su, M., Hwang, G., Wu, Y., and Chen, H. (2004). Substituting fish meal with soybean meal in diets of juvenile coho *Rachycentron canadum*. *Aquaculture* **229**, 325-333.
- Collins, S. A., Mansfield, G. S., Desai, A. R., Van Kessel, A. G., Hill, J. E., and Drew, M. D. (2013). Structural equation modeling of antinutrients in rainbow trout diets and their impact on feed intake and growth. *Aquaculture* **416**, 219-227.
- Corrêa, C. F., de Aguiar, L. H., Lundstedt, L. M., and Moraes, G. (2007). Responses of digestive enzymes of tambaqui (*Colossoma macropomum*) to dietary cornstarch changes and metabolic inferences. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology* **147**, 857-862.
- Couto, A., Barroso, C., Guerreiro, I., Pousão-Ferreira, P., Matos, E., Peres, H., Oliva-Teles, A., and Enes, P. (2016). Carob seed germ meal in diets for meagre (*Argyrosomus regius*) juveniles: Growth, digestive enzymes, intermediary metabolism, liver and gut histology. *Aquaculture* **451**, 396-404.
- Dakia, P. A., Wathelet, B., and Paquot, M. (2007). Isolation and chemical evaluation of carob (*Ceratonia siliqua* L.) seed germ. *Food Chemistry* **102**, 1368-1374.
- De la Higuera, M., Garcia-Gallego, M., Sanz, A., Cardenete, G., Suarez, M., and Moyano, F. (1988). Evaluation of lupin seed meal as an alternative protein source in feeding of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture* **71**, 37-50.

- Drew, M., Borgeson, T., and Thiessen, D. (2007). A review of processing of feed ingredients to enhance diet digestibility in finfish. *Animal Feed Science and Technology* **138**, 118-136.
- Fenwick, G. R., Price, K., Tsukamoto, C., and Okubo, K. (1991). Saponins. In "Toxic Substances in Crop Plants" (J. P. F. D. Mello, C. M. Duffus and J. H. Duffus, eds.), Vol. 119, pp. 285-328. The Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- Ford, J., and Shorrocks, C. (1971). Metabolism of heat-damaged proteins in the rat. *British Journal of Nutrition* **26**, 311-322.
- Fountoulaki, E., Alexis, M. N., Nengas, I., and Venou, B. (2005). Effect of diet composition on nutrient digestibility and digestive enzyme levels of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture Research* **36**, 1243-1251.
- Francis, G., Makkar, H. P., and Becker, K. (2001). Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture* **199**, 197-227.
- Furukawa, A., and Tsukahara, H. (1966). On the acid digestion method for the determination of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility of fish feed. *Nippon Suisan Gakkaishi* **32**, 502-506.
- Garg, S., Kalla, A., and Bhatnagar, A. (2002). Evaluation of raw and hydrothermally processed leguminous seeds as supplementary feed for the growth of two Indian major carp species. *Aquaculture Research* **33**, 151-163.
- Glencross, B. D., Boujard, T., and Kaushik, S. J. (2003). Influence of oligosaccharides on the digestibility of lupin meals when fed to rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture* **219**, 703-713.
- Hemre, G.-I., and Hansen, T. (1998). Utilisation of different dietary starch sources and tolerance to glucose loading in Atlantic salmon (*Salmo salar*), during parr-smolt transformation. *Aquaculture* **161**, 145-157.
- Hemre, G., Torrissen, O., Kroghdahl, Å., and Lie, Ø. (1995). Glucose tolerance in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., dependence on adaption to dietary starch and water temperature. *Aquaculture Nutrition* **1**, 69-75.
- Hossain, M., Focken, U., and Becker, K. (2001). Effect of soaking and soaking followed by autoclaving of *Sesbania* seeds on growth and feed utilisation in common carp, *Cyprinus carpio* L. *Aquaculture* **203**, 133-148.

- Hurrell, R., and Finot, P. (1985). Effects of food processing on protein digestibility and amino acid availability. In: J. W. Finley and D. T. Hopkins (Ed.) *Digestibility and Amino Acid Availability in Cereals and Oilseeds*. American Association of Cereal Chemists 233-246.
- Keshavanath, P., Manjappa, K., and Gangadhara, B. (2002). Evaluation of carbohydrate rich diets through common carp culture in manured tanks. *Aquaculture Nutrition* **8**, 169-174.
- Liener, I., and Kakade, M. (1980). Protease inhibitors. In "Toxic Constituents of Plant Foodstuffs" (L. IE, ed.), pp. 7-71. Academic Press, New York.
- Magalhães, R., Coutinho, F., Pousão-Ferreira, P., Aires, T., Oliva-Teles, A., and Peres, H. (2015). Corn distiller's dried grains with solubles: Apparent digestibility and digestive enzymes activities in European seabass (*Dicentrarchus labrax*) and meagre (*Argyrosomus regius*). *Aquaculture* **443**, 90-97.
- Makkar, H., and Becker, K. (1999). Nutritional studies on rats and fish (carp *Cyprinus carpio*) fed diets containing unheated and heated *Jatropha curcas* meal of a non-toxic provenance. *Plant Foods for Human Nutrition* **53**, 183-192.
- Martínez-Llorens, S., Baeza-Ariño, R., Nogales-Mérida, S., Jover-Cerdá, M., and Tomás-Vidal, A. (2012). Carob seed germ meal as a partial substitute in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) diets: amino acid retention, digestibility, gut and liver histology. *Aquaculture* (**338**), 124-133.
- Maynard, L., Loosli, J., Hintz, H., and Warner, R. (1979). "Animal Nutrition. 7th Edition," McGraw-Hill, New York.
- Maza, M. P., Zamora, R., Alaiz, M., Hidalgo, F. J., Millán, F., and Vioque, E. (1989). Carob bean germ seed (*Ceratonia siliqua*): study of the oil and proteins. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **46**, 495-502.
- McGoogan, B. B., and Reigh, R. C. (1996). Apparent digestibility of selected ingredients in red drum (*Sciaenops ocellatus*) diets. *Aquaculture* **141**, 233-244.
- Nachtomi, E., and Alumot, E. (1963). Tannins and polyphenols in carob pods (*Ceratonia siliqua*). *Journal of the Science of Food and Agriculture* **14**, 464-468.

- Nikolopoulou, D., Grigorakis, K., Stasini, M., Alexis, M., and Iliadis, K. (2006). Effects of cultivation area and year on proximate composition and antinutrients in three different kabuli-type chickpea (*Cicer arietinum*) varieties. *European Food Research and Technology* **223**, 737-741.
- Péres, A., Cahu, C., Infante, J. Z., Le Gall, M., and Quazuguel, P. (1996). Amylase and trypsin responses to intake of dietary carbohydrate and protein depend on the developmental stage in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Fish Physiology and Biochemistry* **15**, 237-242.
- Peres, H., Goncalves, P., and Oliva-Teles, A. (1999). Glucose tolerance in gilthead seabream (*Sparus aurata*) and European seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture* **179**, 415-423.
- Pérez-Jiménez, A., Cardenete, G., Morales, A. E., García-Alcázar, A., Abellán, E., and Hidalgo, M. C. (2009). Digestive enzymatic profile of *Dentex dentex* and response to different dietary formulations. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology* **154**, 157-164.
- Pfeffer, E., Kinzinger, S., and Rodehutsord, M. (1995). Influence of the proportion of poultry slaughter byproducts and of untreated or hydrothermically treated legume seeds in diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), on apparent digestibilities of their energy and organic compounds. *Aquaculture Nutrition* **1**, 111-117.
- Refstie, S., Svihus, B., Shearer, K. D., and Storebakken, T. (1999). Nutrient digestibility in Atlantic salmon and broiler chickens related to viscosity and non-starch polysaccharide content in different soyabean products. *Animal Feed Science and Technology* **79**, 331-345.
- Richardson, N. L., Higgs, D. A., Beames, R. M., and McBride, J. R. (1985). Influence of dietary calcium, phosphorus, zinc and sodium phytate level on cataract incidence, growth and histopathology in juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *The Journal of Nutrition* **115**, 553-567.
- Siddhuraju, P., and Becker, K. (2003). Comparative nutritional evaluation of differentially processed mucuna seeds [*Mucuna pruriens* (L.) DC. var. *utilis* (Wall ex Wight) Baker ex Burck] on growth performance, feed utilization and body composition in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture Research* **34**, 487-500.

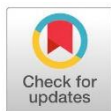
- Storebakken, T. (1985). Binders in fish feeds: I. Effect of alginate and guar gum on growth, digestibility, feed intake and passage through the gastrointestinal tract of rainbow trout. *Aquaculture* **47**, 11-26.
- Storebakken, T., and Austreng, E. (1987). Binders in fish feeds: II. Effect of different alginates on the digestibility of macronutrients in rainbow trout. *Aquaculture* **60**, 121-131.
- Storebakken, T., Refstie, S., and Ruyter, B. (2000). Soy products as fat and protein sources in fish feeds for intensive aquaculture. In "Soy in Animal Nutrition" (J. Drackley, ed.), pp. 127-170. Federation of Animal Science Society, Savoy.
- Strydom, D. J., and Cohen, S. A. (1994). Comparison of amino acid analyses by phenylisothiocyanate and 6-aminoquinolyl-N-hydroxysuccinimidyl carbamate precolumn derivatization. *Analytical Biochemistry* **222**, 19-28.
- Thongprajukaew, K., Rodjaroen, S., Yoonram, K., Sornthong, P., Hutcha, N., Tantikitti, C., and Kovitvadhi, U. (2015). Effects of dietary modified palm kernel meal on growth, feed utilization, radical scavenging activity, carcass composition and muscle quality in sex reversed Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* **439**, 45-52.
- Toufique, K. A., and Belton, B. (2014). Is aquaculture pro-poor? Empirical evidence of impacts on fish consumption in Bangladesh. *World Development* **64**, 609-620.
- Trugo, L. C., Almeida, D. C., and Gross, R. (1988). Oligosaccharide contents in the seeds of cultivated lupins. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **45**, 21-24.
- Vasagam, K. K., Balasubramanian, T., and Venkatesan, R. (2007). Apparent digestibility of differently processed grain legumes, cow pea and mung bean in black tiger shrimp, *Penaeus monodon* Fabricius and associated histological anomalies in hepatopancreas and midgut. *Animal Feed Science and Technology* **132**, 250-266.



Doi:

Research Article

Open Access



Policy Frameworks for Scaling Integrated Multi-Trophic Aquaponics (IMTA) -Aquaponic Systems with Decision Support Systems (DSS) in the Mediterranean Region.

Ashraf M.A.-S. Goda & Nevine M. Abou Shabana*

National Institute of Oceanography and Fisheries (NIOF), Cairo 11516, Egypt

***Corresponding author:**

National Institute of Oceanography and Fisheries (NIOF), Cairo 11516, Egypt

anny666mb@yahoo.com

Abstract: The integration of aquatic animals and horticultural production through aquaponics has been recently studied and endorsed by scientists as a real, sustainable solution to optimize the reuse of nutrient and water resources in food production. The present study (HortiMED H2020 PRIMA Project-Grant Number 1915) has demonstrated the potential of advanced greenhouse technologies such as Decision Support Systems (DSS), Integrated Multi-Trophic Aquaponics (IMTA), and smart automation to enhance resource efficiency, productivity, and sustainability in Mediterranean agriculture. However, widespread adoption faces challenges, including high initial costs, technical complexity, and market volatility. However, obstacles including high starting costs, technical difficulty, and market volatility stand in the way of widespread adoption. In order to ensure regional food security, environmental sustainability, and economic resilience, this study makes policy recommendations to accelerate the deployment of HortiMED technology. In the same context, HortiMED project highlights that Smart Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA)-Aquaponics systems, enhanced with AI-driven Decision Support Systems (DSS) and renewable energy, significantly improve sustainability, productivity, and economic viability in Mediterranean greenhouse farming. Key outcomes include a 90% reduction in water use through closed-loop recycling, a 50% decrease in energy costs via solar-powered automation, a 57% increase in



Received: 9/9/2025
Accepted: 8/11/2025
Publish
online:15/01/2026

biomass production, and a 47% higher return on equity (ROE) compared to traditional Agriculture methods. However, widespread adoption faces barriers such as high upfront costs, technical skill gaps, and market volatility. This manuscript provides actionable policy recommendations to scaling IMTA-Aquaponics with DSS across the Mediterranean.

Key words: HortMED, Greenhouse technologies, DSS, Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA)-Aquaponics systems.

1. Introduction

Integrated Multitrophic Aquaculture (IMTA) represents a paradigm shift in sustainable food production, fundamentally grounded in an ecosystem-based management framework (Barrington et al., 2009). Instead of cultivating a single species in isolation, IMTA co-cultures a diverse community of aquatic organisms from different trophic levels, each with complementary ecological roles. A typical system might combine fed species (such as finfish or shrimp) with extractive species, which are categorized into two groups: those that recapture suspended particulate matter (e.g., shellfish like mussels and oysters) and those that absorb dissolved nutrients (e.g., seaweeds like kelp) (Chopin et al., 2012). This strategic assembly creates a synergistic web where the uneaten feed, metabolic waste, and nutrient byproducts (in both particulate and dissolved forms) from the higher trophic level species are no longer considered pollutants. Instead, they are recaptured and efficiently converted into valuable biomass, serving as a natural fertilizer, feed, and energy source for the co-cultured species (Neori et al., 2004). This mimics natural nutrient cycles, turning waste streams into productive resources.

The sustainability of this system is further amplified by its integration with hydroponics, creating a synergistic union often referred to as Aquaponics. This integration systematically addresses the core inefficiencies and unsustainable features of operating aquaculture and hydroponic systems independently (Goddek et al., 2015). In a conventional setup, aquaculture effluent requires expensive treatment before discharge, while hydroponics relies on the continual addition of manufactured mineral fertilizers. The IMTA-

hydroponics synergy elegantly solves both problems: the nutrient-rich effluent from the IMTA system, teeming with nitrogen (N) in the form of ammonia and nitrates, and phosphorus (P) from fish excretion, is directly channeled into the hydroponic component. Here, these dissolved nutrients, which are a cost-effective and completely organic source of fertilizer, are readily absorbed by the plant roots (Rakocy et al., 2006). This process accomplishes a remarkable multi-beneficial loop: it simultaneously purifies the water for recirculation back to the fish tanks, drastically minimizing overall water consumption; it transforms fish waste into high-value, marketable crops; and it significantly reduces, or even eliminates, the reliance on synthetic mineral fertilizers, whose production is often energy-intensive and dependent on depleting natural resources like phosphate rock (Somerville et al., 2014).

The Mediterranean region, exemplified by countries like Egypt, faces critical agricultural challenges driven by water scarcity, rising input costs, and environmental degradation (Abd El-Ghani et al., 2025a). Key issues include acute water scarcity, with over 60% of Egypt's water resources dedicated to agriculture; environmental degradation, such as salinity in the Nile Delta; and rising costs of inputs like synthetic fertilizers. Concurrently, traditional aquaculture struggles with inefficient waste management and low nutrient-use efficiency (NUE). These pressures threaten food security, economic resilience, and the livelihoods of smallholder farmers.

Aligned with Egypt's Vision 2030 for sustainable aquaculture and climate resilience, HortiMED project is particularly vital for smallholder farmers in regions like Egypt, where water scarcity and high fertilizer costs threaten livelihoods. By bridging the gap between research and practical application, this innovation positions Egypt as a leader in sustainable Agri-tech, offering a scalable model for other arid regions facing similar challenges (Vision of Egypt, 2030 (2023)).

In response, the HortiMED project has validated a transformative solution: Smart Integrated Multi-Trophic Aquaponic (IMTA) systems enhanced with AI-driven Decision Support Systems (DSS) and renewable energy (Ibáñez Otazua, et al., 2022). This innovative approach bridges the gap between research and practical application, aligning with national strategies like

Egypt's Vision 2030 for sustainable aquaculture and climate resilience. The technology offers a scalable model not only for Egypt but for arid regions across the Mediterranean.

2. The HortiMED Approach and Validated Outcomes

The HortiMED system creates a synergistic, closed-loop ecosystem by integrating three core components:

- **Aquaculture:** Fish species such as tilapia, mullets, and crayfish.
- **Hydroponics:** Crop cultivation including lettuce, peppers, tomatoes, and cucumbers.
- **Extractive Species:** Organisms like mussels and silver carp that uptake excess nutrients.

This IMTA system is optimized by an AI-driven DSS that uses real-time data from IoT sensors to monitor and manage the environment, maximizing efficiency and productivity. The integration of solar power is a key feature for energy sustainability (Ibáñez Otazua, et al., 2022, Goda et al., 2024 a,b; 2025a,b).

The results from pilot implementations in Egypt (low-tech), Algeria (medium-tech), and Spain (high-tech) demonstrate significant multi-faceted benefits:

- **Environmental Performance:**
- **Water Efficiency:** 90% reduction in water use compared to conventional agriculture through closed-loop recirculation.
- **Nutrient Management:** 70% of nutrients are recycled within the system, minimizing fertilizer dependency and meeting EU organic standards.
- **Carbon Footprint:** Solar integration reduces CO₂ emissions by 80%.
- **Energy Savings:** Hybrid solar-grid systems cut energy costs to \$0.003/kWh, compared to \$0.029/kWh for grid-only power.
- **Economic and Productivity Gains:**
- **Increased Yield:** Biomass production increased by 57%, with systems outperforming traditional soil-based culture by 1,554 kg per cycle.
- **Profitability:** A strong 47% Return on Equity (ROE) is achieved through dual income streams from fish and high-value crops.
- **Cost Reduction:** Energy costs are cut by 50%.

- **Policy Alignment:** Supporting Egypt's Vision 2030 goals for sustainable aquaculture (target: 2.5M tons/year) and climate resilience.

This innovation is particularly vital for smallholder farmers in regions like the Nile Delta, where water scarcity and high fertilizer costs threaten livelihoods. By integrating AI-driven DSS for real-time monitoring, HortiMED bridges the gap between research and practical, scalable solutions—positioning Egypt as a leader in sustainable agri-tech.

This IMAT-Aquaponic system with DSS innovation is particularly vital for smallholder farmers in regions, where water scarcity and high fertilizer costs threaten livelihoods and supporting Egypt's Vision 2030, it targets 2.5M tons of sustainable aquaculture annually while enhancing climate resilience. With real-time AI monitoring, HortiMED project's bridges research and practical farming, positioning Egypt as a leader in Agri-tech ideal for water-scarce regions like the Nile Delta (Goda et al., 2024a).

3. Barriers to Widespread Adoption

Despite its proven benefits, the scaling of IMTA-DSS systems faces several barriers:

- **High Initial Investment:** The upfront cost for solar panels, IoT sensors, and AI-driven DSS remains a significant hurdle for farmers.
- **Technical Complexity:** A skills gap exists in operating and maintaining these advanced systems.
- **Market Volatility:** Uncertainty in market access and pricing can deter investment.

4. Consolidated Policy Recommendations

To overcome these barriers and accelerate deployment, the following integrated policy recommendations are proposed:

1. Financial Incentives and Support:

- Provide capital grants (30-50%) and low-interest loans for the purchase of solar, IoT, and DSS equipment.
- Offer tax exemptions on renewable energy and smart farming technologies.
- Develop carbon credit schemes to reward farms for demonstrable reductions in CO₂ emissions.

2. **Capacity Building and Training:**

- Launch vocational training programs in partnership with national institutes (e.g., Egypt's NIOF) focused on aquaponics management and smart farming.
- Establish a network of demonstration farms to provide hands-on learning for smallholders.

3. **Market Development and Certification:**

- Introduce a "Smart **IMTA-Grown**" sustainability label to access premium markets and secure higher prices.
- Implement export incentives for certified produce and facilitate contracts with supermarkets **and** hotels.

4. **Research, Development, and Innovation:**

- Fund research on **optimizing** nutrient cycling, developing drought-resistant crops, and finding alternative feeds (e.g., black soldier fly larvae) to replace fishmeal.
- Foster public-private **partnerships** for the continuous development and localization of DSS platforms.

5. **Regulatory Streamlining and Support:**

- Fast-track permitting **processes** for solar installations and greenhouse set-ups.
- Prioritize water rights for closed-loop, water-saving agricultural systems in water-scarce regions.

6. **Regional Collaboration:**

- Create a Mediterranean knowledge-sharing network to disseminate best practices, research findings, and **policy** experiences.
- Promote cross-border aquaponics **projects** to foster innovation and market integration.

5. **Implementation Roadmap**

A phased approach is critical for successful scaling:

- **Short-Term (one year):** Launch subsidy programs, train 500 farmers, and certify 50 pilot farms.
- **Medium-Term (three year):** Expand solar microgrid infrastructure and integrate DSS with national agricultural extension services.

- **Long-Term (one year +):** Target 30% adoption of IMTA systems in key regions like Egypt and Algeria, and achieve a 15% reduction in agricultural sector CO₂ emissions.

6. Conclusion

The HortiMED project unequivocally demonstrates that IMTA-aquaponics enhanced with DSS and solar power can reconcile high agricultural productivity with environmental stewardship. This technology presents a viable, long-term solution to enhance water and nutrient efficiency, boost food security, and empower farmers in the Mediterranean and other water-scarce regions. To unlock its full potential, policymakers must act decisively to address financial barriers, build local expertise, create enabling market conditions, and foster regional cooperation. By prioritizing these measures, Mediterranean nations can position themselves as global leaders in climate-smart agriculture.

The IMTA-aquaponic system with DSS offers a long-term solution to Egypt's aquaculture challenges. By leveraging solar energy, artificial intelligence, and a modular design for simple of implementation, HortiMED can achieve rapid adoption among farmers and agribusinesses, aligning with national sustainability goals. To improve aquaculture sustainability, governments and industry players should favor IMTA-aquaponics over traditional soil-based culture (TSC) in terms of energy efficiency, water conservation, and waste reduction while still producing good yields. The HortiMED DSS, which was created with PRIMA support, uses artificial intelligence to assist farmers in making real-time, data-driven decisions. By combining these steps, Mediterranean and water-scarce regions can boost food security, cut waste, and empower farmers sustainably. IMTA-aquaponic system with DSS demonstrates how sustainable greenhouse technology can reconcile production and environmental responsibility. HortiMED supports Egypt's sustainability goals by providing a scalable approach for water-scarce locations.

7. Acknowledgements

This review is synthesized from the policy recommendation documents "Policy Recommendation_Greenhouses_1_V2" and "Policy

Recommendation_IMTA_2" from the results of HortiMED project, funded by the PRIMA programme supported by the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme, grant number 1915 (HortiMED Project). The contents of this publication are the sole responsibility of the authors and the PRIMA Foundation is not responsible for any use that may be made of the information it contains. This publication aligns with the UN Sustainable Development Goals (SDGs) 2 (Zero Hunger), 6 (Clean Water), and 13 (Climate Action).

REFERENCES

- Abd El-Ghani, S.S., Mansour, T.G.I. and Esleem, S.A. (2025). The most important economic and social indicators of the challenges facing food security for the most important crops in Egypt. *Environmental and Sustainability Indicators*, 27: 100808.
- Barrington, K., Chopin, T., & Robinson, S. (2009). Integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in marine temperate waters. In D. Soto (Ed.), *Integrated mariculture: a global review* (pp. 7-46). FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 529. Rome: FAO.
- Chopin, T., Cooper, J. A., Reid, G., Cross, S., & Moore, C. (2012). Open-water integrated multi-trophic aquaculture: environmental biomitigation and economic diversification of fed aquaculture by extractive aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 4(4), 209-220.
- Goda, A., Aboseif, A. M., Taha, M. K., Mohammady, E. Y., Aboushabana, N. M., Nazmi, H. M., Ashour, M. (2024b). Optimizing Nutrient Utilization, Hydraulic Loading Rate, and Feed Conversion Ratios through Freshwater IMTA-Aquaponic and Hydroponic Systems: An Environmentally Sustainable Concept. *Scientific Reports*, 14(1), p.14878.
- Goda, A.M.S., Aboseif, A. M., Mohammedy, E. Y., Taha, M. K., Abou Shabana, N. M., Van Doan, El Haron, E. , Ashour, M. (2025a). Is integrated multi-trophic aquaculture-rice co-culture an unrealistic or feasible approach to providing essential crops, optimizing feed conversion ratio, nitrogen and phosphorus use efficiency? *Annals of Animal Science*, 25 (3), 1155-1169.

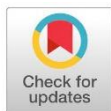
- Goda, A.M. A.-S., Mohammady, E.Y., Aboseif, A.M., Aboushabana, N.M., Helal, A.M., Abdelaty, B.S., Ashour, M. & El-Haroun, E. (2025b) Comparative socioeconomic, environmental and technical analysis of conventional versus smart sustainable integrated multi-trophic aquaponics systems. *Scientific Reports*, 15:39414. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-23039-2>
- Goddek, S., Delaide, B., Mankasingh, U., Ragnarsdottir, K. V., Jijakli, H., & Thorarinsdottir, R. (2015). Challenges of sustainable and commercial aquaponics. *Sustainability*, 7(4), 4199-4224.
- Ibáñez Otazua, N.; Blázquez Sánchez, M.; Ruiz Yarritu, O.; Unzueta Balmaseda, I.; Aboseif, A.M.; Abou Shabana, N.M.; Taha, M.K.S. and Goda, A.M.A. (2022) Integrated Multitrophic Aquaponics—A Promising Strategy for Cycling Plant Nutrients and Minimizing Water Consumption. *Biol. Life Sci. Forum*, 16, 28. <https://doi.org/10.3390/IE-CHo2022-12493>
- Neori, A., Chopin, T., Troell, M., Buschmann, A. H., Kraemer, G. P., Halling, C., ... & Yarish, C. (2004). Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. *Aquaculture*, 240(1-4), 1-4.
- Rakocy, J. E., Masser, M. P., & Losordo, T. M. (2006). Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics—integrating fish and plant culture. *SRAC Publication*, 454, 1-16.
- Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A., & Lovatelli, A. (2014). Small-scale aquaponics food production: integrated fish and plant farming. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, No. 589. Rome: FAO.
- Vision of Egypt, 2030 (2023) The National Agenda for Sustainable Development Egypt's Updated Vision 2030. https://mped.gov.eg/Files/Egypt_Vision_2030_EnglishDigitalUse.pdf



Doi:

Research Article

Open Access



Potential Applications of *Nannochloropsis oceanica* alga for biodiesel production and the de-lipidated biomass for improving red tilapia aquaculture

Ali M. Abugrara¹, Heba S. El-Sayed^{2*}, Mohamed A. A. Zaki³ and Abd El-Aziz M. Nour⁴

1- Lecturer, Marine resources department, Faculty of Natural Resources and environmental sciences, Omar Al-Mokhtar University, El-Beda, Libya.

2- Associate professor in aquaculture division, National Institute of oceanography and fisheries, Qait Bay, Alexandria, Egypt.

3- Head of Animal and Fish production department, Professor of fish husbandry faculty of Agriculture (El-Shatby), Alexandria University, Egypt.

4- Professor of Animal and fish Nutrition, department of Animal and Fish production, faculty of Agriculture (El-Shatby), Alexandria University, Egypt.

*Corresponding author:

Ali M. Abugrara, Lecturer, Marine resources department, Faculty of Natural Resources and environmental sciences, Omar Al-Mokhtar University, El-Beda, Libya.

[*ali.mahmoud@omu.edu.ly](mailto:ali.mahmoud@omu.edu.ly)

Abstract: This work was conducted in two phases. The first was to investigate the different effects of different organic carbon sources [fructose (A), lactose (B), glucose (C)] and nitrogen sources [poultry manure extract (PM) and rumen lysate (RL)] used in a 75:25% F/2 ratio on maximizing biodiesel production from the marine microalgae *Nannochloropsis oceanica*. The second was to apply the residual lipid-free biomass as a feed additive in red tilapia culture. In the first phase, the biomass (DW), biodiesel contents, and biochemical compositions of *N. oceanica* were determined. The results showed variations in biomass and biochemical analysis in DW bases among treatments. However, A significantly achieved the maximum DW, algal biomass, and protein content, while RL had the greatest lipid accumulation and also achieved the highest biodiesel content. In the second phase, the secondary algal biomass (fat-free) product from treatments B and PM was applied at four rates (1, 2, 3, and 4) at concentrations of 25, 50, 75, and 100%, respectively, as a substitute for soybean meal to feed red tilapia larvae compared to the control group. The initial larval weight and length were 0.32 g and 1.9 cm, respectively, and were maintained for the 30-day experimental period. After the end of the experimental period, growth performance and biochemical analysis were evaluated. The results showed that the growth rate (SGR) was significantly higher in PM4 compared to B1



Received: 5/8/2025
Accepted: 12/10/2025
Publish online:
15/01/2026

(4.25% and 3.82%) compared to the control group (3.52%). Accordingly, the red tilapia carcass achieved the maximum protein content in both B2 and B4 diets, while the fat content was the highest in the control group. Finally, the authors proposed the use of pomegranate molasses as a new treatment to enhance the biodiesel content in terms of cost and residual biomass with 75% replacement of soybean meal in the diet (PM3, PM4) and also achieved good results for improving the culture of red tilapia.

Keywords: *Nannochloropsis*, Biodiesel, Red tilapia, Aquaculture, Organic sources, Growth performance Biochemical analysis

Introduction

Microalgae are among the most important live foods for rotifers, cladocerans, and other zooplankton, as well as fish and shrimp larvae (Gallardo *et al.*, 1995). Nutritionally, many freshwater and marine microalgae play a dual role in providing energy and essential nutrients, such as proteins, lipids, carotenoids, vitamins, amino acids, polyunsaturated fatty acids, and minerals, which are essential for the healthy growth of aquatic organisms (Vimazal, 1995; Yamaguchi, 1997; Habib *et al.*, 2003). Organic media were mainly used in early experimental algal cultivation (Shelf *et al.*, 1978). Optimizing suitable culture media for large-scale microalgal biomass production is critical for industrial production. Microalgal culture media must be easy to prepare (F/2), which is common in small-scale indoor cultivation, but are expensive and difficult to prepare for outdoor mass cultivation, representing a major obstacle to biofuel production. Therefore, agricultural fertilizers have been commercially used as an alternative to F/2 culture medium (Sanchez-Saavedra *et al.*, 2005). Researchers have studied the growth of microalgae, while others have investigated their biochemical components in response to the medium (Feng *et al.*, 2011; Martinez-Córdova *et al.*, 2012). Nitrogen concentration, along with its source, plays a crucial role in enhancing lipid and biomass production for biodiesel production (Vega *et al.*, 2010). Bondioli *et al.* (2012) reported that *Nannochloropsis* has a high lipid content (maximum 68.5%) and a high lipid yield (maximum 271 ml/L/day), making it a good source for

biofuel production. Furthermore, microalgae-derived biodiesel has proven to have broad application prospects, although these are still in the exploration stage (Junying *et al.*, 2013). The relatively high cost of microalgal oil production is a major obstacle, which needs to be compensated through technological developments (Rawas *et al.*, 2013). The main environmental factors affecting carbohydrate accumulation are light intensity, pH, salinity, and temperature, while nutritional factors include the abundance and source of nitrogen, carbon, phosphorus, sulfur, and iron (Chen *et al.*, 2013; Marco *et al.*, 2014).

Nutrient uptake from various ADE products based on manure and industrial wastes for biomass, lipids, carbohydrates, and proteins has been evaluated in *Chlorella* species, where effluent sources included poultry manure (Singh *et al.*, 2011). Mixed cultivation, using organic or inorganic CO₂ sources in the presence of light, is a good strategy for achieving high biomass and higher lipid content (Choi and Yu, 2015; Lin and Wu, 2015). Sharma *et al.* (2016) studied the effect of different carbon sources (fructose, glycerol, glucose, and sodium acetate) on the growth and lipid content of five *Chlorella* species grown in BG-11 medium under the same conditions.

Rumen fluid is one of the most sophisticated microbial ecosystems in nature, consisting of all the microorganisms living in a given area. Biotic and abiotic factors work together, providing a bioreactor (the rumen) and a pre-processed carbon source (plant material), which in turn receives carbon and energy in a suitable chemical form. Overall, this system can be considered a "super-metabolism." Thus, the rumen represents a very similar solution to a current industrial problem called the biorefinery, which aims to bio-convert lignocellulosic materials into fuels and chemicals (Sauer *et al.*, 2012). The rumen contains tannins (Jayanegara *et al.*, 2009) and saponins (Ben *et al.*, 2006). At low concentrations, tannins may provide beneficial effects by regulating the rate of nitrogen release in the rumen (Naumann *et al.*, 2017). However, a slight change in the rate of feed decomposition by tannins can reduce the release rate of many nutrients, especially proteins, which may in turn increase microbial efficiency (Makar, 2005). Tannins and saponins are also capable of modifying the chemical composition of microbes, leading to changes

in the entire microbial community, methane production, and microbial protein structure (Bata *et al.*, 2009). Jain and Singh (2013) also noted the potential of using ruminant manure (cow ash) and dairy manure (Asmir *et al.*, 2014) to provide nutrients to the culture medium, reducing its high cost and making it an economical culture for microalgae cultivation. Han *et al.* (2016) demonstrated that combining microalgal and bacterial cultures under mixotrophic conditions is also an effective and suitable strategy for microalgae cultivation. Ajitha Mall (2016) reported increased productivity of *Brachyuronus* roundformis using different media containing cow dung, rice bran, yeast, and poultry manure supplemented with *Nannochloropsis* algae, respectively, compared to standard media. Recently, aquaculture technologies have rapidly evolved to meet human demand for lipid or protein supplements (Ashour *et al.*, 2019). They also investigated the use of lipid-free algal biomass to enhance the growth and survival of *Artemia*, thus improving aquaculture (Al-Qassas *et al.*, 2016).

However, Heflin *et al.* (2012) concluded that protein content is the most important component of aquaculture feeds. Therefore, microalgae are considered the most important feed source in aquaculture due to their nutritional value and ability to synthesize and accumulate large amounts of polyunsaturated fatty acids (PUFA) (Patel *et al.*, 2007). Microalgae are also a rich source of protein and can be used as a cheaper feed option for animals and fish, potentially replacing current expensive technologies (Hassan *et al.*, 2009; Abu Mahra *et al.*, 2014). They also provide a protective effect as a nutritional supplement against heavy metal accumulation in fish muscles and disease resistance (Hassan *et al.*, 2018).

Nannochloropsis is a genus of unicellular microalgae and is considered one of the most valuable marine algae for use in aquaculture due to its small cell size and high nutritional value (Wan *et al.*, 2013). Some *Nannochloropsis* species are used in marine hatcheries as an important food for the zooplankton spinner *Brachionus plicatilis* and as a source of eicosapentaenoic acid (EPA) (Chen *et al.*, 2015). However, studies on the effects of delipidated biomass from these algae on aquatic nutrition are extremely scarce. Full utilization of algal biomass may require combining different technologies (Behera *et al.*,

2015). Algal lipids can be extracted for biofuel production, while the remaining solids, which consist mostly of proteins and carbohydrates, are suitable for larval feed (Mondal *et al.*, 2017).

In this study, the biomass yield, lipid, protein and carbohydrate production from the marine algae *Nannochloropsis oceanica* will be investigated by supplementing a standard F/2 inorganic medium at 75% concentration with different organic carbon sources (fructose, lactose and glucose) and nitrogen sources (poultry manure and rumen lysate), then evaluating the best conditions to maximize whole cell biodiesel production and furthermore evaluating the inclusion of the remaining defatted biomass to improve red tilapia culture.

MATERIALS AND METHODS

Algal species

The marine microalga *Nannochloropsis oceanica* obtained from algal unit in the marine hatchery of the National Institute of Oceanography and Fisheries, Alexandria, Egypt. The algal strain was cultured in sea water enriched with F/2 medium (Guillard and Rhyter, 1962) and the salinity of seawater was (35±1 ppt).

The Experimental design

This experiment was conducted in two phases: The first phase was to evaluate the effect of different carbon sources [fructose (A), lactose (B), glucose (C)] and nitrogen sources [poultry manure extract (PM) and rumen lysate (RL)] at a ratio of 75:25% to F/2 medium for the cultivation of microalgae *N. oceanica* compared to the control group (100% F/2). The cultivation system was started indoors at a rate of (250 ml - 5 L) and was then scaled up in outdoor mass cultures at a rate of (45 L of plastic bags) in triplicate to determine the growth in terms of biomass and biochemical composition as well as biodiesel production at the end of the exponential growth phase of these cultures. The different sources were prepared in the medium at concentrations of 0.5 g/L, and the remaining F/2 medium was added at a concentration of 50% as shown in Table 1. The cultivation period was 10 days, and the algal biomass was harvested and quantified.

Table 1: Dietary carbon and nitrogen sources A,B,C,PM and RL levels .

Standard F/2	100%	25%	25%	25%	25%	25%
Fructose (A)	-	75%				
Lactose (B)	-		75%			
Glucose (C)	-			75%		
Poultry manure extract (PM)	-				75%	
Rumen liquor (RL)	-					75%

Determination of algal biomass:

The biomass was chemically harvested (Fig 1. A) through flocculation method described by (Sales&Abreu,2014) using NaOH (5 %) for 10 minutes. Then the water was siphon out and the flocculants were filtered through plankton net with mesh20 micron. The wet biomass was then dried in oven at 50C° and weighed in g/L to determine algal growth in each medium and stored for further using in biodiesel extraction.

Extraction and purification of total lipids:

The total lipids were exhaustively extracted by the addition of 200ml of chloroform and methanol mixture (2:1 v/v) to a known weight of dried algal biomass using Folch method (1957). Then the obtained total lipids were weighed as g/g dry biomass for further oil(biofuel) and biodiesel extractions.

Biodiesel Extraction and purification methods (methylation)

The esterification method of Radwan (1978) was used, where the oil-hexane extracted from the total fats was taken and placed in Falcon glass tubes with 2 ml of benzene, then 1% methanolic sulfuric acid was added and the bottles were tightly closed. It was placed in the oven at a temperature of 90°C for an hour and a half. After removing it from the oven, distilled water was added to it and filtered well. Then, petroleum ether 60/80 was added to it in stages until the biodiesel collected on the surface. We extracted it with a syringe and placed it in the flask and left it until the chemicals evaporated and the biodiesel remained.



Fig. 1: Showing (A): Harvested Biomass, (B) The delipidated form of dried algal Biomass of *N. Oceanica*.

Phase 2:

Experimental fish diets were prepared using residual fat-free algal biomass as a substitute for soybean meal as a primary dietary component for post-larval red tilapia.

After oil extraction, the residual biomass was thoroughly washed with dechlorinated tap water to remove any residual chemicals, then dried as shown in Figure 1(b). It was then ground and added to the fish feed mixture as shown in Table (2) for the application experiment on red tilapia larvae. The initial larval weight was (0.32 ± 0.1), while the average initial length was ($1.9 \text{ cm} \pm 0.1$).

The stocking density was 15 larvae per aquarium 20 L with experiment duration for 30 days. At the end of the experiment, the larval growth parameters and the biochemical compositions of the fish body were determined.

Table 2: Composition (%) of the experimental diets containing different inclusion levels of lipid-free algal biomass as substitution for Soybean

Ingredient %	Control	25% (1)	50% (2)	75% (3)	100%(4)
Fish meal (FM)	23	23	23	23	23
Soy beam meal	23	17.25	11.50	5.75	---

Ingredient %	Control	25% (1)	50% (2)	75% (3)	100%(4)
Algae (B or PM	---	6.99	14.00	21.30	28
Corn gluten meal	2	2	2	2	2
Wheat bran	7	7	7	7	7
Yellow corn	40	38.76	37.50	35.95	35
Corn oil	3	3	3	3	3
Viton Mim. Mix	2	2	2	2	2
Total	100	100	100	100	100

Biochemical analyses

Proteins and carbohydrates contents of the alga *N.oceanica* as well as red tilapia body carcass were determined according to Egan *et al.* (1981) and Du-bois *et al.* (1956), respectively. Whereas, ash and fiber were analysed according to AOAC (2000).

Biological parameters

The following parameters were calculated:

WG (weight gain) = $W_t - W_0$ (mg/fish) (Bordy, 1945)

ADG (average daily gain) = $(W_t - W_0) / n$ (mg/fish/day) (Bordy, 1945)

SGR (specific growth rate) = $100 \times (\ln W_t - \ln W_0) / \text{days}$ (Castell and Tiews, 1980)

SR (survival rate) = $(\text{No. of fish at end} / \text{No. of fish at the start}) \times 100$ (Ricker, 1975, Newman and 1983)

TLG (cm/fish) total length gain = { Average final length (cm) - Average initial length (cm) }

Condition factor: (Kvalue) = $(\text{body weight. g}) / (\text{body length, cm}^3) \times 100$ (Fisher, et al., 1996)

Feed intake (FI) in (g). This is the amount of feed given or supplied during the experimental period

FCR (food conversion ratio) = $\text{dry matter intake (g)} / \text{body weight gain (g)}$

PER (Protein efficiency ratio) = $\text{weight gain (g)} / \text{protein intake (g)}$

Energy gain (MJ) = $E_t - E_0$

Energy retention (ER, %) = $(E_t - E_0) / \text{Energy intake (MJ)} \times 100$

All above formulae were used and described by (El-Dahhar *et al.*, 2016).

Statistical analysis

Descriptive statistics of the studied trails were calculated using Summary procedure of SAS (2004). The effect five factors of chemical composition of microalgae, two factors add microalgae of diets on larvae Red tilapia.

RESULTS

The algal growth

As shown in Figure (2), the algal growth represented by biomass reached its best records by A followed by RL, PM and C while the lowest biomass was obtained by B and control.

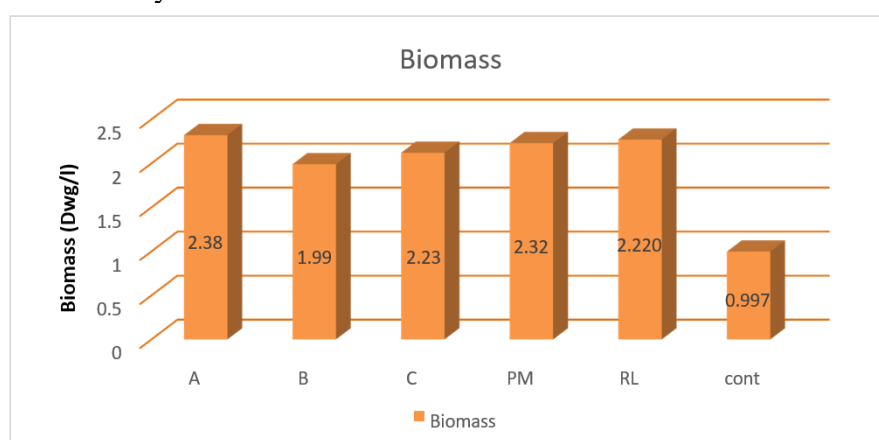


Fig. 2: The effect of the different organic media sources on *N.oceanica* biomass (Dw g/L)

Biochemical composition of *N. oceanica*

The results in Figure (3) regarding the effect of different carbon sources, (fructose (A), lactose (B), glucose (C)) and selected nitrogen sources, (poultry manure (PM) and rumen liquor (RL)) on the biochemical analysis of *N.oceanica* showed highly statistically significant differences ($P \leq 0.05$) among all treatments. A showed the highest level of protein followed by control(cont) & C while PM showed the lowest level. RL showed the highest level of lipid followed by PM while the lowest value was obtained by control & A. On the other hand, the maximum carbohydrate data were determined by C, A, B and control respectively while PM and RL showed the lowest level.

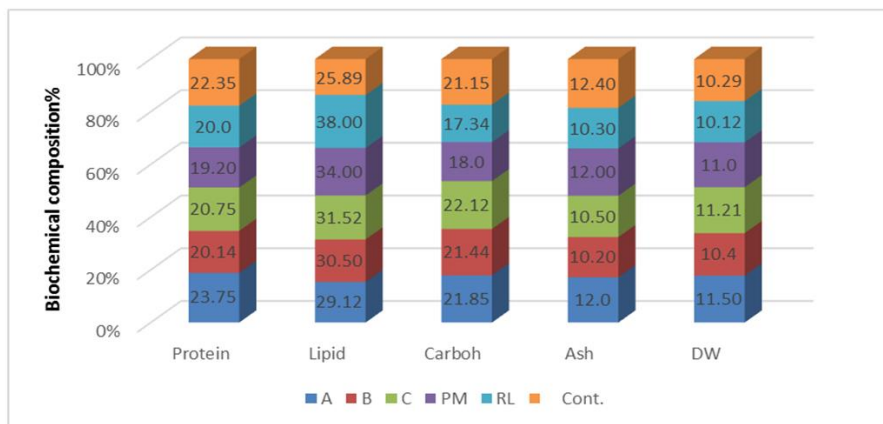


Fig. 3: The effect of the different organic media sources on the biochemical composition of *N. oceanica*

Biofuel (oils) content

The percentage of biofuel (oil) in the total lipids in the biomass (Dw) of *N. oceanica* algae grown in different organic media sources is shown in Figure (4). The results indicated that the percentage of oil increased from A to RL in ascending order compared to the control group, which contained the lowest percentage.

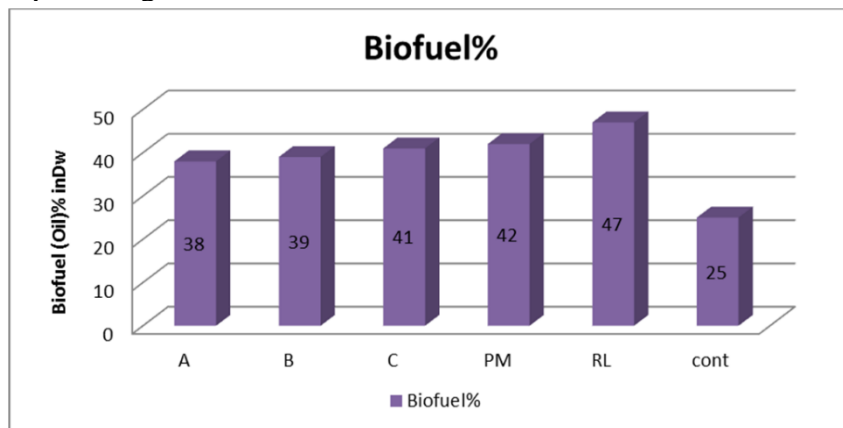


Fig. 4: Oil hexane extract percentages(oil% in total lipid Dw) from the alga *N. oceanica* biomass in the different organic media sources

Biodiesel contents in Biofuel(oil) of *N. oceanica*:

The results also showed that the highest percentages of biodiesel were obtained by RL, PM and C, respectively, while the lowest percentage was shown by the control group and A, as shown in Figure (5).

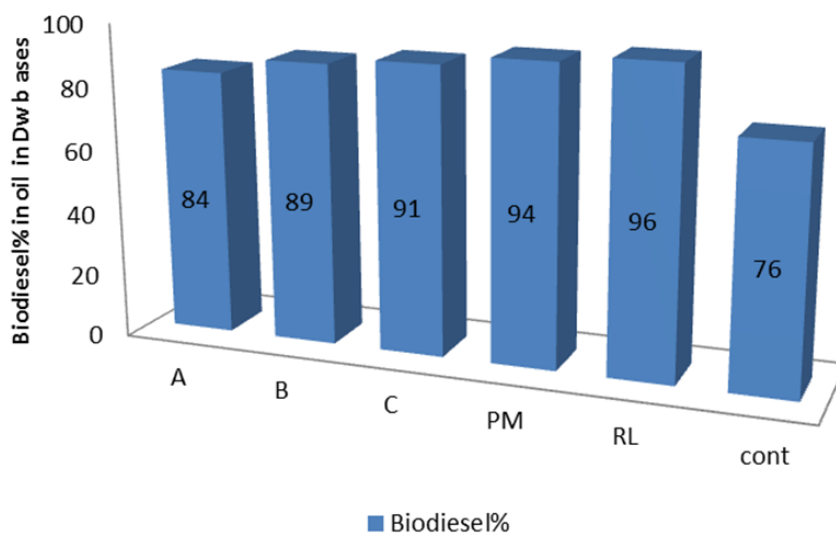


Fig. 5: Methylated oil (Biodiesel) percentage in the oil produced from the alga *N.oceanica* in the different organic media sources.

Fatty acid profiles in the produced biodiesel in the different organic media

In Table (3), concerning the biodiesel analysis, the highest total saturated fatty acids (TSFA) percentage was obtained by RL, PM, A and B, respectively as compared with control. This increase in saturated fatty acid (SFA) was due to increasing palmitic acid (C16:0) in the same last order against control.

On the other hand, the highest unsaturated fatty acid contents (UFA) were achieved by control, RL, CO, B in descending order. However, the highest polyunsaturated fatty acids (PUFA) especially ω 3 FAs were obtained by B as compared with other treatments and control .

Table 3: Fatty acid profile of the produced biodiesel (as % of the total fatty acids)

Fatty acid	CO	A	B	C	PM	RL
Saturated fatty acid						
C 6:0	0	0	0	0	0	0
C 8:0	0.1	0.1	0.2	0.4	0.4	0
C 10:0	1.6	0.9	1	2.8	0	0
C 11:0	0.3	0.8	0.3	0.3	1.9	1.7
C 12:0	0.5	2.3	2.2	7.8	4.5	3.2
C13:0	0.7	0.6	0.5	2.9	11.2	10.4
C14:0	11.3	7.4	7.4	19.2	12.1	11.5
C15:0	6.3	4.2	5.1	11.4	8.1	7.2
C16:0	33.7	47	44.6	9.1	30.6	35.1
C17:0	0.4	1	0.4	0.3	1	1.5
C18:0	10.4	7.5	8.9	7.7	4.4	5.5
C20:0	0	0	0	0.7	0	0
Monounsaturated						
FA						
C14:1	10.5	6.8	6.9	17.4	10.7	10.9
C15:1	7.7	5.4	5.1	11.1	1.3	0.9
C16:1	7.6	4.1	2.7	1.8	2.1	3.1
C17:1	0.6	0.3	0.5	0	0	0
C18:1 ω 9c	4.1	4.4	2.2	6.4	4.7	7.3
Polyunsaturated FA						
C18:2 ω 6c	0.6	0.1	0.3	0.4	0	1.7
C18:3 ω 3	0	0.1	0.3	0	0	0
C20:3 ω 3	0.8	5	3.2	0	4.6	0
C20:4 ω 6	2.8	0	0	0	0	0
C22:6 ω 3	0	2.5	8.3	0	2.4	0
SFA	65.3	71.2	70.6	62.9	74.2	76.1
UFA	34.7	28.8	29.4	37.1	25.8	39.9
MUFA	30.5	21	17.4	36.7	18.6	22.2
PUFA	4.2	7.8	12	0.4	7	1.7
PUFAS- ω 3	0.8	7.7	11.2	0	7	0
PUFAS- ω 6	3.4	0.1	0.2	0.4	0	1.7

Chemical composition of diets

The effect of different diets (25, 50, 75, and 100%) in the selected treatments of defatted microalgae biomass as alternatives to soybean meal in prepared diets on the nutrition of red tilapia larvae is shown in Table (4). Growth parameters and survival rates were monitored compared to the control group (CO). The results indicated that most of the diet analyses in fat, ash, fiber, and carbohydrates were significantly higher in the control group. The total protein content was higher in PM4>PM3>PM1>B1>CO, while the lowest content was found in B2,B3 and CO with statistical significance ($P<0.05$).

Table 4: The effect of the different levels of lipid-free algal biomass on chemical composition variability of the diets of red tilapia

	CP	EE	Ash	Fiber	NFE	Gross energy
CO without algae	40.41	6.55	5.55	3.35	44.14	472.07
B1	40.71	6.46	5.54	2.47	43.82	471.60
B2	40.62	6.32	6.19	3.35	43.52	468.53
B3	40.62	6.18	6.99	3.22	43.99	469.14
B4	40.44	6.05	5.47	3.10	43.94	466.70
PM1	40.77	6.24	5.22	3.41	44.36	472.08
PM2	40.74	6.39	5.56	3.22	44.09	472.22
PM3	40.81	7.29	5.91	2.03	43.96	480.58
PM4	40.85	6.13	5.37	2.52	45.13	474.67

Biological parameters

Table 5 showed the growth performance parameters measurements. The results revealed that the most of the analysis values were promoted significantly in B3,B4 and B3 compared with other treatments and control at significance ($P<0.05$).

Table 5: The effect of diets composition on growth measurements of red tilapia post larvae.

Treat-ment	IBW (g/fish)	FBW (g/fish)	BWG (g/fish)	ADG (g/fish/day)	SGR (%/day)
CO	0.38±0.01 ^a	1.91±0.01 ^d	1.51±0.01 ^f	1.90±0.01 ^d	3.52±0.01 ^l
B1	0.23±0.01 ^h	1.68±0.01 ^g	1.45±0.01 ^e	1.67±0.01 ^g	3.82±0.01 ^d
B2	0.27±0.01 ^c	1.62±0.01 ^h	1.35±0.01 ^g	1.61±0.01 ^h	3.58±0.01 ^h
B3	0.35±0.01 ^b	1.91±0.01 ^{dd}	1.51±0.01 ^{ff}	1.90±0.01 ^{dd}	3.62±0.01 ^g

B4	0.25±0.01 ^e	1.71±0.01 ^e	1.46±0.01 ^{ee}	1.70±0.01 ^f	3.64±0.01 ^f
PM1	0.21±0.01 ^g	1.82±0.01 ^f	1.61±0.01 ^d	1.81±0.01 ^e	4.06±0.01 ^c
PM2	0.23±0.01 ^f	1.94±0.01 ^c	1.71±0.01 ^c	1.93±0.01 ^c	4.09±0.01 ^b
PM3	0.26±0.01 ^d	2.06±0.01 ^b	1.80±0.01 ^b	2.05±0.01 ^b	4.09±0.01 ^{bb}
PM4	0.25±0.01 ^{ee}	2.19±0.01 ^a	1.94±0.01 ^a	2.18±0.01 ^a	4.25±0.01 ^a

(IBW) Initial body weight – (FBW) Final body weight- (BWG) Body weight gain- (ADG) Average daily gain- (SGR) Specific growth rate

Body composition (carcass) of red tilapia

The study was expanded to include the application of lipid-extracted algal cells in red tilapia feed. The results in Table (6) demonstrate an improvement in protein content at 75% replacement.

Regarding the chemical composition of red tilapia body matter shown in Table (6), the highest protein content (CP) was achieved using PM1, PM2, PM3, and PM4, followed by B2, B1, and B4, respectively, compared to CO. The highest lipid content (EE) and ash content were also achieved using CO, B3, and PM1, among other factors, all at a statistically significant level ($P \leq 0.05$)

Table 6: Effect of different dietary algae levels on carcass composition of Red Tilapia

Treatment	Dry matter %	Crude protein %	Ether extract %	Ash %
CO	22.60±0.01 ^l	50.42±0.01 ^r	25.07±0.01 ^a	22.51±0.01 ^a
B1	23.58±0.01 ^e	54.60±0.01 ⁿ	23.55±0.01 ^l	21.85±0.01 ^d
B2	24.40±0.01 ^a	54.75±0.01 ^j	23.45±0.01 ^m	21.80±0.01 ^e
B3	24.30±0.01 ^c	54.05±0.01 ^q	23.97±0.01 ^d	21.98±0.01 ^b
B4	23.50±0.01 ^h	54.61±0.01 ^m	23.60±0.01 ⁱ	21.79±0.01 ^f
PM1	22.60±0.01 ^{ll}	55.70±0.01 ^e	23.70±0.01 ^{gg}	20.60±0.01 ^{oo}
PM2	21.75±0.01 ^p	55.75±0.01 ^d	23.55±0.01 ^{ll}	20.70±0.01 ^{ll}
PM3	22.55±0.01 ^m	55.85±0.01 ^b	23.40±0.01 ⁿ	20.75±0.01 ^k
PM4	21.80±0.01 ^o	55.90±0.01 ^a	22.80±0.01 ^o	21.30±0.01 ⁱ

DISCUSSION

In this study, we evaluated the use of different organic carbon and nitrogen sources at 75% inclusion in F/2 medium. The growth of *N. oceanica* was evaluated and its biomass content was characterized for further applications in red tilapia nutrition using different additives replacing soybean meal in the diet. Monitoring of algal growth during the exponential phase was

determined, which mainly depended on inoculum sizes, culture conditions, and growth medium components (Jayasankar and Valsala, 2008; El-kassas *et al.*, 2016). Growth assessment, represented by biomass and biochemical analysis of algae, are two key features for assessing the potential use of a promising candidate species for various applications (Araújo and Garcia, 2005; El-kassas *et al.*, 2016) for *Chorella spp.* and their applications in northern ocean fish nutrition (Ashour *et al.*, 2019). In this study, northern ocean fishes started their stationary growth phase during the 10th day of incubation, achieving the highest biomass value using fructose medium (A), followed by rumen fluid (RL), while lactose (B) achieved the lowest biomass value. Similar studies using the same carbon sources by Velu *et al.* (2015) revealed that biomass production and lipid content were significantly increased with fructose compared to the control group. Low glucose supplementation (0.5–1.0 g/L) significantly enhanced chlorophyll synthesis and protein availability per culture unit, but reduced the amount of lipids per unit of dry weight of biomass under light conditions, while the addition of excess glucose concentrations (4, 8, or 16 g/L) resulted in a light-yellow color (Chai *et al.* (2018)). They also demonstrated that high fructose concentrations resulted in a green-colored culture, and this observation is consistent with our current study, where low glucose concentrations of 0.5 g/L in light reduced biomass and green pigment, while the same fructose supplementation increased the green appearance and biomass content, while the addition of lactose caused little change in pigment contents. In this regard, glucose may have stimulated the rapid growth of the algae because it is a simple sugar and can be easily converted to produce acetyl-CoA, which was then used in multiple pathways, including fatty acid synthesis. Glucose and fructose had the same number of carbon numbers; which were degraded by Various enzymes. Glucose is converted to glucose-6-phosphate, a major catalytic product involved in both the glycolysis and pentose-phosphate cycles (Stewart, 1974). However, fructose cannot be directly converted to glucose-6-phosphate in microalgae. As a result, the growth rate was slightly reduced when fructose was used as the carbon source compared to glucose. Similarly, in our experiment, the tested microalgae *N. oceanica* showed high lipid accumulation in the order of glucose and fructose,

but lower lactose production was observed (Chai *et al.*, 2018; Velo *et al.*, 2015). Conversely, in the work of Morales-Sánchez *et al.* (2013), Fructose also promoted growth more than glucose, as other species showed the opposite response, especially *Neochloris sp.*, which preferred glucose and had zero fructose consumption over a 5-day period. This may be due to the fact that each organism has a unique nutritional affinity, leading to species-specific growth kinetics. However, in further research, they recommended the use of alternative substrates instead of fructose to reduce production costs for mass cultivation.

The results regarding the use of carbon sources were similar in some components, such as protein and lipids, to those of Velu *et al.* (2015). They differed in some results, including carbohydrates, in a study using the same carbon sources at different incorporation rates, such as algae species (*Nannochloropsis salina*, *Dunaliella tertiolecta*, and *Tetraselmis suecica*). Furthermore, the results of using chicken manure (Ongsithapand *et al.*, 2009) when used with sodium bicarbonate and urea in spirulina production differed. The results were similar to those of Xiao *et al.* (2013) and Xiao-Nian *et al.* (2016), due to the different media types.

The total lipids extracted from the different media were found to accumulate significant amounts of saturated fatty acids (RL, PM, C, and A), respectively. These were higher than those obtained by Xiao *et al.* (2013). The majority of the fatty acids belonging to *N. oceanica* were unsaturated fatty acids.

Also, the main components of saturated fatty acids in the studied *N. oceanica* were myristic acid (C14:0), palmitic acid (C16:0), and stearic acid (C18:0). Xiao *et al.* (2013) and Xiao-Nian *et al.* (2016) reported that palmitic acid was the main component of crude lipids in *N. oceanica*. Accordingly, Bakhtiarvandi *et al.* (2014) stated that saturated fatty acids are used as energy substrates. These results were also consistent with those of Elkassas *et al.* (2016) for *Chlorella sp.* They reported that after oil extraction, there was no significant loss of other algal metabolites, and saturated lipids were the main components of fatty acid methyl esters (FAMES), implying that palmitic and stearic acids were dominant. Meanwhile, the amino acid contents of experimental marine *Chlorella* species contained lysine, methionine, and histidine,

but were deficient in cysteine. Therefore, unsaturated fatty acids (USFAs) are essential nutrients. The results of several studies have demonstrated the presence of USFAs in algal lipids. Patel *et al.* (2005) concluded that USFAs were present in algal lipids; they were also considered sources and outputs of USFAs for the aquaculture industry. Oleic acid was also reported in *N. oceanica*, and these results are consistent with those reported by Xiao *et al.*, 2013. Furthermore, Gerasimenko *et al.*, 2010, reported that algal lipids could be a source of ω -3 and ω -6 polyunsaturated fatty acids. In this work, ω -6 polyunsaturated fatty acids were detected at approximately intermediate concentrations, and ω -3 polyunsaturated fatty acids were low in the studied *N. oceanica*.

The main components of SFAs in the studied *N. oceanica* were Myristic acid (C14:0), Palmitic acid (C16:0), Stearic acid (C18:0). Xiao *et al.* (2013); Xiao-Nian *et al.* (2016) declared that palmitic acid is the major constituent in the crude lipids of the *N. oceanica*. Accordingly, Bakhtiarvandi *et al.* (2014) stated that, SFAs are used as a substrate for energy. These results were also in conformity with finding of (Elkassas *et al.*, 2016) for *Chlorella sp.* They reported that after oil extraction, there were no significant losses in the other considering algae metabolites, saturated fats were the main constituents in the fatty acids methyl esters FAMES, meaning that Palmitic and stearic acids were dominant. Meanwhile, amino acid contents of the experimental marine *Chlorella* species were contained lysine, methionine and histidine; but were deficient in cysteine. Therefore, the USFAs are essential elements of nutrition. The results of many studies have shown the presence of UFA in algae fats. Patil *et al.* (2005) concluded the presence of UFAs in algae lipids; they have been considered as well springs and outputs of PUFAs for aquaculture industry.

Also, Oleic acid was recorded in *N. oceanica*, these results are consistent with those reported (Xiao *et al.*, 2013). Moreover, (Gerasimenko *et al.*, 2010) reported that algae fats can be a source of PUFAs of the ω -3 and ω -6 series. In this work, PUFAs ω 6 was detected with approximately medium concentrations and the ω -3 was low in *N. oceanica* studied.

Lipids extracted from algae, including saturated fatty acids, are also a good source of biodiesel. Economic factors are of great importance in the commercial viability of biofuel production in Mexico (Sun *et al.*, 2011). The cost of producing micronutrients also depends on various factors, such as biomass yield, oil content, and the scale of the production system. The economic viability of molecular biofuel production lies in improving the biomass content. Natural carbon requirements, and natural alternatives, make microalgae one of the best sources of biofuel (Chesty, 2007). Nutrition of marine organisms under culture conditions is also one of the most important challenges for improving performance and ensuring production processes. In this study, which examined the use of *N. oceanica* biomass residues as a protein source for red tilapia larvae, the results were similar to those obtained by Eryalcin and Yildiz (2015), who used *N. oculata* to feed seabream larvae and found that the biochemical components of the larvae were higher, as in our study, due to the different fish species and the use of the algae as whole-cell components. It was also close to the results of El-Sheekh *et al.* (2014) when using spirulina in the diet improved the biochemical composition of red tilapia. More recent studies, Elkassas *et al.* (2016) and Ashour *et al.* (2019), also investigated the growth and survival of *Artemia franciscana*, which showed significant increases when fed on lipid-extracted algal residues. This strategy is consistent with our results, which should be a significant achievement and confirms that the remaining algal biomass can be widely used for aquaculture nutrition.

CONCLUSION

From the results in this study, the authors suggested that in terms of cost-effectiveness and commercial availability, poultry manure extract (PM) was preferred as a suitable carbon and nitrogen source at 75:25% with better F/2 medium than lactose for large-scale commercial cultivation of microalgae *N.oceanica* and biodiesel production, and they also recommended the use of the remaining 75% fat-free biomass as feed to improve red tilapia culture

REFERENCES

- Abomohra, A.; El-Sheekh, M. ; Hanelt, D. (2014). Pilot cultivation of the chlorophyte microalga *Scenedesmus obliquus* as a promising feed-stock for biofuel, *Biomass Bioenergy*, 64: 237–244.
- Ajitha Mol, A.(2016). Study the Production of Rotifer Culture in Different Concentration of Microalgae with Combination of Manure. *Int. J. Pure App. Biosci.* 4 (4): 321-326 (2016) ISSN: 2320 – 7051.
- Araujo, S. and Garcia, V. (2005). Growth and biochemical composition of the diatom *Chaetoceros cf. wighamii* Brightwell under different Temperature, Salinity and carbon dioxide levels I. protein, carbohydrate and lipids. *Aquaculture* 246, 405-412.
- Ashour, M.; M. Elshobary, E.; El-Shenody, R.; Kamil, A. Abomohra, A. (2019). Evaluation of a native oleaginous marine microalga *Nannochloropsis oceanica* for dual use in biodiesel production and aquaculture feed. *Biomass and Bioenergy* 120(2019)439-447.
- AOAC, (Association of Analytical Chemists) (2000). *Official Methods of Analysis*, 15th edition, Washington, D.C; U.S.A.
- Bakhtiarvandi, NK.; Kenari, AA.; Nazari, RM. ; Makhdoomi, C. (2014). Ontogenetic changes in lipids, fatty acid, and body composition during larval stages of Caspian kutum (*Rutilus frisii kutum*). *IJFS* 13 (2): 365–383.
- Behera ,S.; Singh, R.; Arora, R. ; Sharma, N. K. ; Shukla, M.; Kumar, S. (2015). Scope of Algae as third generation Biofuel .*Front Bioeng Biotechnol.* 2014; 2: 90. Published online 2015Feb.11. doi: 10.3389/fbioe.2014.00090 PMID: PMC4324237.
- Bhatta, R.; Uyeno, Y.; Tajima, K.; Takenaka, A.; Yabumoto, Y.; Nonaka, I.; Enishi, O.; Kurihara, M.(2009). Difference in the nature of tannins on *in vitro* ruminal methane and volatile fatty acid production and on methanogenic archaea and protozoal populations. [J Dairy Sci.](#), 92(11): 5512-22. doi: 10.3168/jds.2008-1441.
- Bondioli, P.; Bella, L. D.; Rivolta G.; Zittelli G. C.; Bassi N.; Rodolfi L.; Casini, D.; Prussi, M.; Chiaramonti, D. ; Tredici, M. R. (2012). Oil production by the marine microalgae *Nannochloropsis sp.* F. and M-

- M24 and *Tetraselmis suecica* F and M-M33. *Bioresource Technology* 114: 567- 572 .
- Brody, S. (1945). *Bioenergetics and Growth* (Rheinhold, New York).
- Chai, S.; Shi , J.; Huang, T. ;Guo ,Y., Wei, J., Guo ,M.; Li, L.; Dou, S.; Liu ,L.; Liu, G. (2018). Characterization of *Chlorella sorokiniana* growth properties in monosaccharide-supplemented batch culture. *PLoS One*. 2018; 13(7): e0199873. Published online 2018 Jul .3. doi: 10.1371/journal.pone.0199873 PMID:PMC6029798.
- Castell, J.D. and K. Tiews, (1980). Report on the EIFAC, IUNS and ICES working group on the standardization of methodology in fish nutrition research. Hamburg, Federal Republic of Germany, EIFAC Technical Paper.
- Chen, C.; Zhao, X.; Yen, H.; Ho, S.; Cheng, C.; Lee, D.; Bai, F. ; Chang, J. (2013). Microalgae-based carbohydrates for biofuel production. *Biochemical Engineering Journal* 78: 1–10.
- Chen, C.Y.; Huang, H.C.; Ho, S.H. ; Chang, J.S. (2015). Enhancing the production of eicosapentaenoic acid (EPA) from *Nannochloropsis oceanica* CY2 using innovative photobioreactors with optimal light source arrangements, *Bioresour. Technol.* 191:407–413.
- Chisti, Y. (2007). “Biodiesel from microalgae,” *Biotechnology Advances*. [View at Publisher](#). [View at Google Scholar](#). [View at Scopus](#) vol. 25: no. 3, pp. 294–306,
- Choi ,H.J. and Yu, S.W.(2015). Influence of crude glycerol on the biomass and lipid content of microalgae. *Biotechnol Biotechnol Equip.* 2015;29:506–513. doi: 10.1080/13102818.2015.1013988.
- Dubois, M.; Gilles, KA.; HamiHon, JK. ; Smith F. (1959). Phenol-sulphic method in carbohydrates chemistry. Wistler LR, Wolform RL (eds) Academic Press, New York, pp 388–403.
- Egan, H.; Kirk, R.S. ; Sawyer, R. (1981). *Pearson’s Chemical Analysis of Foods*. 8th Edition, Churchill Livingstone, London, New York.

- El-Dahhar , A. A.; Abdel Rahim , M. M.; Shawky , W. ; Hafez , A. M.(2016). Effect of early weaning on survival and growth of European sea bass, *Dicentrarchus Labrax* larvae using an equal mixture of sea and well water. Journal of the arabian aquaculture society. Vol. 11 No 1. DOI: 10.12816/0042805.
- El-Kassas,H.Y.; Mohammady,N.G.;El-Sayed,H.S.; ELSherbiny,B.A.(2016).Growth and Biochemical variability of complete and lipid extracted *Chlorella species* (application for *Artemia faranciscana* feeding).Rendiconti Lincei December 2016, Volume 27, [Issue 4](#), pp 761–774.
- El-Sheekh, M.; El-Shourbagy, I.; Shalaby, S. ; Hosny, S. (2014). Effect of feeding *Arthrospira platensis* (Spirulina) on growth and carcass composition of Hybrid Red Tilapia (*Oreochromis niloticus x Oreochromis mossambicus*). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 14:471-478 .
- Eryalcin ,K. M. and Yildiz,M. (2015). Effects of Long- Term Feeding with dried microalgae added microdiets on growth and fatty acid composition of gilthead Sea Bream (*Sparus uratua L.*, 1758), Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 15:899-909.
- Feng, D.; Chen,Z.; Xue,S. ; Zhang, W. (2011). Increased lipid production of the marine oleaginous microalgae *Isochrysis zhangjiangensis* (*Chrysophyta*) by nitrogen supplement. Bioresour. Technol. (doi: 10.1016/j.biortech. 04.006).
- Fisher, S.; Willis,D. ; Pope,K.(1996). An assessment of burbot (*Lota lota*) weightlength data from North American populations. Canadian Journal of Zoology 74:570-575.
- Gallardo, P.P.: Alfonso, E.: Gaxiola, G.; Soto, L. A. ;Rosas, C. (1995). Feeding schedule for *panaeus setiferus* larvae based on diatoms *Chaetoceros ceratosporum*.Flagellates ,*Tetraselmis chuii* and artemia nauplii. Aquaculture 131: 239- 252.
- Geldenhuis, D. J.; Walmsky, D. J. ; Tofrien. D. J. (1988). Quality of algal material produced on a fertilizer – tap water medium in outdoor plastic enclosed systems. Aquaculture .68:157-164.

- Gerasimenko, N.I.; Busarova, N.G. ; Moiseenko, O.P. (2010). Seasonal changes in the content of lipids, fatty acids, and pigments in brown alga *Costaria costata*. Russ J Plant Physl 57 (2): 205–211.
- Guillard, R.R.L. and Ryther, J.H. (1962). Studies on Marine Planktonic Diatoms I. *Cyclotella nana* Hustedt and *Detonula confervacea* (Cleve) Gran. Canadian Journal of Microbiology, 8, 229-239. <https://doi.org/10.1139/m62-029>.
- Habib, M. A. B.; Yusoff, F. M.; Phang, S. M.; Ang, K. J. ; Mohamed, S. (2003). Culture and nutritional value of *Moina micrura* Pallas fed on *Chlorella vulgaris* grown in digested palm oil mill effluent. Asian Fish. Sci., 16 (3): 253- 261.
- Han, J. ;Zhang, L. ; Wang ,S.; Yang ,G.; Zhao, L. ; Pan ,K. (2016). Co-culturing bacteria and microalgae in organic carbon containing medium. *Journal of Biological Research- Thessaloniki* 2016 .23:8<https://doi.org/10.1186/s40709016-0047-6>.
- Hasan, M. and Chakrabarti, R. (2009) .Use of Algae and Aquatic Macrophytes as Feed in Small scale Aquaculture: a Review, Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, Rome, p. 125 Report No.531.
- Hasanein,S.S.;Saleh,N.E.;El-Sayed, H.S; Helal A.M. (2018). The Effect of dietary supplementation of *Spirulina platensis* and *Chlorella vulgaris* algae on the growth and disease resistance of the sea bass (*Dicentrarchus labrax*) . Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries Vol. 22(4): 249- 262 (2018) .ejabf.journals.ekb.eg.
- Heflin, L.; Gibbs, V.; Powell, M.; Makowsky, R.; Lawrence, J.; Lawrence, A. ; Watts, S. (2012). Effect of dietary protein and carbohydrate levels on weight gain and gonad production in the sea urchin *Lytechinus variegatus*, Aquaculture 358– 359.
- Hu, H. and Gao,K. (2003). Optimization of growth and fatty acid composition of a unicellular marine picoplankton, *Nannochloropsis sp.*, with enriched carbon sources. Biotechnology Letters 25: 421–425.

- Jain ,S. and Singh, S. G.(2013). Low cost medium formulation using cow dung ash for the cultivation of Cyanobacterium: *Spirulina (Arthrospira) platensis*. [Emir. J. Food Agric.](#) 2013; 25(9): 682-691doi: [10.9755/ejfa.v25i9.16394](#)
- Jayanegara, A.; Togtokhbayar, N.; Makkar, H.P.S.; Becker, K. (2009) . Tannins determined by various methods as predictors of methane production reduction potential of plants by an *in vitro* rumen fermentation system. *Anim Feed Sci Technol.* 2009;150:230–237.
- Jayasankar,R.and Valsala,K.K.(2008). Influence of different concentrations of sodium bicarbonate on growth rate and chlorophyll content of *Chlorella salina* J. *Mar. Biol. Ass. India*, 50 (1) : 74 - 78, January - June 2008.
- Junying, Z.; Junfeng, R. ;Baoning Z. (2013). Factors in mass cultivation of microalgae for biodiesel. *Chinese Journal of Catalysis* 34, 80- 100.
- Lavens, P. and Sorgeloos, P. (1996). *Manual on the production and Use Live Food for Aquaculture*, FAO, Laboratory of Aquaculture and Artemia Reference Center, University of Ghent, Ghent, Belgium.
- Lin, T.S. and Wu, J.Y.(2015). Effect of carbon sources on growth and lipid accumulation of newly isolated microalgae cultured under mixotrophic condition. *Bioresour Technol.* 2015;184:100–107. doi: 10.1016/j.biortech.2014.11.005.
- Makkar, H.P.S. (2003). *A Laboratory Manual*. Kluwer Academic Publishers; Dordrecht, the Netherlands: 2003. Quantification of Tannins in Tree and Shrub Foliage
- Manuel J.; Pacheco V.; Cadena,M.; Sanchez -Saavedra M. D. P.; Tovar Ramirezy ,D.; Rangel-Davalos,C. (2010). Effect of culture medium and nutrient concentration on fatty acid content of *Chaetoceros muelleri*. *Rev Lattiinoam Biiottecnoll Amb Allgall* 1(1): 6- 15 .
- Markou, G.; Vandamme, D. ; Muylaert K. (2014). Microalgal and cyanobacterial cultivation: the supply of nutrients. *Water Research* 65, 186–202. DOI: 10.1016/j.watres. 07.025.
- Martinez–Cordova, L. R.; Campana – Torres,A.; Martinez- Porchas , M.; Lopez – Elias, J. A. ; Garcia – Sifuentes ,C. O. (2012). Effect of

- alternative medium on production and proximate composition of the microalgae *Chaetoceros muelleri* as food in culture of the copepod *Acartia sp.* Lat. Am. J. Aqual. Res., 40 (1): 169 – 176 .
- Mondal, M.; Ghosh, A.; Goswami, S.; Oinam, G.; Tiwari, O. N.; Das, P.; Gayen, K.; Mandal, M. K.; Halder, G. N. (2017). [Production of bio-diesel from microalgae](#) through biological carbon capture: a review. *Biotech.* 2017 Jun; 7(2): 99. Published online 30. doi: 10.1007/s13205-017-0727-4PMCID: PMC5449280.
- Morales-Sanchez, D.; Tinoco-Valencia, R.; Kyndt, J. ; Martinez, A. (2013). Heterotrophic growth of *Neochloris oleoabundans* using glucose as a carbon source. *Biotechnol. Biofuels* 6, 100, <https://doi.org/10.1186/1754-6834-6-100> (2013).
- Mutlu, Y. B.; İlik, O.; Uslu, L.; Koç, K. ; Durmaz, Y. (2011). The effects of nitrogen and phosphorus deficiencies and nitrite addition on the lipid content of *Chlorella vulgaris* (Chlorophyceae). *African Journal of Biotechnology* Vol. 10 (3). pp, 453- 456 .
- Naumann, H. D; Tedeschi, L. O.; Zeller W. E.; Huntley N. F. (2017). The role of condensed tannins in ruminant animal production: advances limitations and future directions R. Bras. Zootec., 46(12):929-949, 2017. *Brazilian Journal of Animal Science*. ISSN 1806-9290 *Zootecnia*
- Newman, R.M. and Martin, F.B. (1983). Estimation of fish production rates and associated variances. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 40: 1729 – 1936.
- Patil, V.; Källqvist, T.; Olsen, E.; Vogt, G. ; Gisler H.R. (2007). Fatty acid composition of 12 microalgae for possible use in aquaculture feed. *Aquaculture Int* 15: 1-9.
- Patil, V.; Reitan, K.I.; Knudsen, G. ; Mortensen, L. ; Källqvist, T. ; Olsen, E. (2005). Microalgae as source of polyunsaturated fatty acids for aquaculture. *Plant Biol* 6:57–65
- Radwan, S.S. (1978). Coupling of two dimensional thin layer chromatography for quantitative analysis of lipid classes and their constituent fatty acids. *J. Chromatogr. Sci.*, 16: 538 – 542.

- Ricker, W.E. (1975): Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Fish . Res. Board Can. Bull., 191: 1- 382.
- Rois, D. S.; Carmen, M.; Torres, C.; Torras, J.; Salvado, Josep M.; Mateo-Sanz ; Laureamo Jimenez. (2013). Microalgae – based biodiesel: Economic analysis of downstream process realistic scenarios. Bio-resource Technology. 136: 617 – 625.
- Sachez - Saavedra, M. P. and Voltolina, D. (2005). The growth rate, biomass production and composition of *Chaetoeros sp.* Growth with different light sources . Aquacult. Eng 35 (2):161-165.
- Sales, R. and Abreu, P. C.(2014). Use of natural pH variation to increase the flocculation of the marine microalgae *Nannochloropsis oculata*. Appl. Biochem Biotechnol (2015)175:2012–2019 DOI 10.1007/s12010-014-1412-2.
- SAS. (2004). SAS/STAT User guide, Version 9.1.2. Cary .NC, USA: SAS Institute Inc.
- [Sauer, M.](#), [Marx, H.](#) [Mattanovich, D.](#) (2012). From rumen to industry. Microbial Cell Factories 11(1):121 DOI: 10.1186/1475-2859-11-121.
- Sharma,A. K.; Sahoo, P. K. ; Singhal, S.; Patel A.(2016). [Impact of various media and organic carbon sources on biofuel production potential from *Chlorella spp.*](#)3 Biotech. 2016 Dec; 6(2): 116. Published online 2016 May 31. doi: 10.1007/ s13205-016-0434-6.PMCID:PMC4909020
- Shelf, G.; Oron, G. ; Moraine. R. (1978). Economic aspects of microalgae production on sewage. Archiv für Hydrobiologie beiheft Ergednisse der Limnologie, 11: 280- 294.
- Singh, M.; Reynolds, D.L. ; Das, K.C. (2011). Microalgal system for treatment of effluent from poultry litter anaerobic digestion. Bioresour. Technol. 102: 10841–10848.
- Sun, A.; Davis, R.; Starbuck, M.; Ben-Amotz, A.; Pate, R. ;Pienkos, P. T. (2011). “Comparative cost analysis of algal oil production for biofuels,” Energy, vol. 36, no. 8, pp. 5169–5179, [View at Publisher](#). [View at Google Scholar](#). [View at Scopus](#)

- Ungsethaphand , T. ; Peerapornpisal, Y. ; Whangchai, N. (2009). Production of *Spirulina platensis* using dry chicken manure supplemented with urea and sodium bicarbonate. Maejo Int. J. Sci. Technol. 3: (03), 379-38.
- Vega, J.; Pacheco, M.; Marco, A.; Cadena R.; Del, P.; Sanchez, S. M. ; Dariel, T.; Ramirez, C.; Rangel D. (2010). Effect of culture medium and nutrient concentration on fatty acid content of *Chaetoceros muelleri*. *Rev Lattiinoam Biotecnoll Amb Allgall* 1(1): 6- 15 .
- Velu,P. ; Peter,M. J. ; Sanniyasi,E. (2015). Effect of Various Carbon Sources on Biochemical Production in Marine Microalgae *Nannochloropsis salina* (Eustigmatophyceae), *Dunaliella tertiolecta* (Chlorophyceae) and *Tetraselmis suecica* (Chlorodendrophyceae), *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci* 4(3): 207-215.
- Vymazal, J. (1995). Algae and Element Cycling in Wetlands. CRC press, Inc. Boca Raton. USA. Pp.689.
- Wan, C.; Bai, F.W. ; Zhao, X. (2013). Effects of nitrogen concentration and media replacement on cell growth and lipid production of oleaginous marine microalga *Nannochloropsis oceanica* DUT01, *Biochem. Eng. J.* 78: 32–38.
- Xiao, Y.; Zhang, J.; Cui, J.; Feng, Y. ; Cui, Q. (2013). Metabolic profiles of *Nannochloropsis oceanica* IMET1 under nitrogen-deficiency stress. [Bioresour Technol.](#) 2013 Feb;130:731-8. doi: 10.1016/j.biortech.2012.11.116.
- Xiao-Nian, M. ; Tian-Peng, C.; Bo, T.; Lui ,J ; Feng, C. (2016). Lipid production from *Nannochloropsis* *Mar.Drugs* 14,61: doi:10.3390/md 14040061.
- Yamaguchi, K. (1997). Recent advances in microalgae bioscience in Japan, with special reference to utilization of biomass and metabolites : a review. *J. Appl. Phycol.*, 8: 487- 502 .Zoology Department, Faculty of Science,Ain Shams University, Cairo, Egypt ISSN 1110 – 6131.

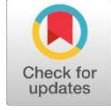
Zuo, R.; Hou, S.; Wu, F.; Song, J.; Zhang, W.; Zhao, C. ; Chang, Y. (2017). Higher dietary protein increases growth performance, anti-oxidative enzymes activity and transcription of heat shock protein 70 in the juvenile sea urchin (*Strongylocentrotus intermedius*) under a heat stress, *Aquacult. Fish.* 2: 18–23.



Doi:

Research Article

Open Access



الزراعة المائية في ليبيا التحديات والفرص

حسن عمران الصويعي الرقيعي*1

الباحث الاول*: كلية الطب
البيطري والزراعة العجيلات
جامعة الزاوية ، ليبيا.

المستخلص: تعتبر الزراعة المائية واحدة من الابتكارات الزراعية البارزة التي تقدم حلاً مستداماً للتحديات البيئية والزراعية، خاصة في المناطق ذات الموارد المائية المحدودة مثل ليبيا. يهدف هذا البحث إلى استكشاف الإمكانيات والتحديات المرتبطة بتطبيق أنظمة الزراعة المائية في ليبيا وتطوير إطار تنظيمي وسياسي يدعم هذا التوجه. من خلال دراسة الدراسات الحالية وإجراء مقابلات مع خبراء متخصصين، تمت مناقشة مجموعة واسعة من القضايا بما في ذلك الفوائد البيئية والاقتصادية والتكنولوجية للزراعة المائية، إضافة إلى العوائق المرتبطة بالتنفيذ الفعلي لهذه النظم. توصلت الدراسة إلى أن الزراعة المائية يمكن أن تسهم بشكل كبير في تعزيز الأمن الغذائي في ليبيا من خلال تحسين كفاءة استخدام المياه وزيادة الإنتاجية الزراعية. ومع ذلك، تتطلب التنمية الفعالة لهذا القطاع دعماً حكومياً قوياً، بما في ذلك وضع سياسات محفزة وتشجيعية لتبني التكنولوجيات الحديثة. علاوة على ذلك، تبرز الحاجة إلى استثمارات كبيرة في البنية التحتية وبرامج التدريب لتعزيز القدرات المحلية. يعكس البحث ضرورة توفير إطار سياسي وتنظيمي شامل يمكن أن يوجه جهود الابتكار والاستثمار نحو مستقبل زراعي أكثر استدامة. تمثل هذه النتائج أساساً قيماً لصناع القرار والمستثمرين الذين يسعون لتطوير وتنفيذ استراتيجيات زراعية مائية فعالة في ليبيا.

الكلمات المفتاحية: الزراعة المائية ، التحديات، الفرص، الاستثمار



Received: 6/7/2025
Accepted: 8/12/2025
**Publish
online:**15/01/2026

Abstract: Hydroponics is regarded as one of the promising advancements in agricultural industry providing a rather effective answer to ecological and agricultural problems, including the shortage of fresh water in many countries including Libya. Hence, this research seeks to examine the viability and prospects for hydroponic systems in Libya as well as present a legal and policy framework to foster its use. Leisurely reading the existing body of literature and conducting 1:1 interview with the specialized professionals, the broad range of problems and prospects associated with the hydroponics' application, embracing environmental and economic impacts, technological uses of hydroponics, and the challenges encountered on the way to implementing these systems, were outlined. The study established that the use of hydroponics easily enhances food security in Libya through increased on water usage as well as increasing food production. Nevertheless, further development of this sector implied further governmental support, which should promote the formation of incentive policies encouraging the utilization of further advanced technologies. Also, there are serious requirements for development of large-scale infrastructure and development of personnel upgrade programs as a result of which local capabilities should be improved significantly. The research underscores the need for a clear and coherent political and regulatory agenda through which progress toward more sustainable forms of agriculture can be enabled and into which innovation and investment priorities can be directed. These findings therefore present a useful starting point for managers and investors interested in approaching hydroponics in Libya systematically.

Keywords: aquaculture, challenges, chances, investment

المقدمة

تشهد الزراعة المائية، كواحدة من النظم الزراعية الحديثة، اهتماماً متزايداً على مستوى العالم، بفضل قدرتها على توفير حلول مبتكرة للتحديات البيئية والزراعية التي تواجه العديد من الدول، وخاصة تلك التي تعاني من ندرة الموارد المائية والجفاف (Ahmed, 2018) تتميز الزراعة المائية بقدرتها على تحقيق إنتاجية عالية باستخدام

كمية محدودة من المياه، حيث تعتمد بشكل رئيسي على المحاليل المغذية بدلاً من التربة التقليدية (بورغدة ونور، 2018). في سياق دول شمال إفريقيا، تعتبر ليبيا واحدة من البلدان التي تواجه تحديات بيئية وجغرافية فريدة. ففي هذه المنطقة التي تتسم بمناخ جاف وقلة في مصادر المياه العذبة، ثمة حاجة ملحة لتبني تقنيات زراعية تضمن الأمن الغذائي وتحافظ على الموارد الطبيعية. تسعى هذه الورقة إلى استكشاف الإمكانيات الكامنة لتطبيق الزراعة المائية في ليبيا، مع تحليل دقيق للتحديات والفرص المرتبطة بها. يُعتبر الأمن الغذائي من القضايا الحيوية في ليبيا، حيث يعتمد الأمن الغذائي في البلاد بشكل كبير على الاستيراد الخارجي بسبب محدودية الإنتاج الزراعي المحلي (Affaf & Boufatah, 2019) تتمثل إحدى المميزات البارزة للزراعة المائية في قدرتها على العمل في بيئات غير مناسبة للزراعة التقليدية، وتقديم منتجات زراعية خالية من التلوث الزراعي، مما يُسهم في تحسين الصحة العامة للمواطنين (Omar, 2019) بالإضافة إلى ذلك، توفر الزراعة المائية إمكانية الاستخدام الأمثل للمساحات الحضرية والأراضي غير الصالحة للزراعة، مما يجعلها نظاماً زراعياً مناسباً للتطبيق في المناطق الحضرية وشبه الحضرية في ليبيا (مرتضى، 2024) ومع وجود محاولات أولية لتطبيق الزراعة المائية في بعض المناطق في ليبيا، يبقى هناك حاجة لإجراء دراسات معمقة لفهم العوائق الثقافية والاجتماعية والاقتصادية التي قد تعيق انتشار هذا النظام في البلاد. تستعرض هذه الورقة أهمية تعزيز البنية التحتية وإنشاء سياسات داعمة وتشجيعية لتحفيز الاستثمار في هذا القطاع الحيوي. من خلال دراسة التجارب العالمية الناجحة، يمكن لليبيا تبني استراتيجيات فعّالة لتطوير قطاع

الزراعة المائية، مما يساهم في دعم الاقتصاد الوطني وتحقيق التنمية
المستدامة (Allafi, 2014)

المشكلة

تواجه ليبيا تحديات كبيرة في مجال الزراعة، تتبع أساساً من محدودية الموارد المائية والتغيرات المناخية المتسارعة. تمتلك البلاد وفرة من الأراضي الصالحة للزراعة، إلا أن نقص المياه يعوق الاستفادة الكاملة من هذه الموارد الطبيعية ويهدد الإنتاج الزراعي المحلي. (El-tantawi, 2015) مع تزايد عدد السكان والاعتماد المتزايد على الواردات الغذائية، أصبحت مسألة الأمن الغذائي أكثر إلحاحاً، مما يتطلب الابتكار وتبني تقنيات زراعية جديدة قادرة على مواجهة هذه التحديات البيئية والاقتصادية. بالإضافة إلى ذلك، تفتقر الجهات المعنية في ليبيا إلى السياسات الكافية والبنية التحتية اللازمة لدعم التحول نحو نظم زراعية أكثر استدامة، مثل الزراعة المائية. تنجم هذه الفجوة عن عوامل متعددة، تشمل نقص التمويل والمعرفة التقنية المحلية، وكذلك عدم وجود استراتيجية واضحة لتطبيق التكنولوجيا الزراعية الحديثة. (Elbagghi, 2022) هذه التحديات تُشكل حاجزاً أمام تنفيذ الزراعة المائية، والتي تُعتبر تقنية واعدة لمضاعفة الإنتاج الغذائي باستخدام أقل قدر من الموارد الطبيعية. تعاني ليبيا أيضاً من نقص التجارب الناجحة في هذا المجال، مما يؤثر على ثقة المزارعين المحليين وقدرتهم على تبني هذه الأساليب الزراعية الجديدة. (Allafi, 2014) تسعى هذه الدراسة إلى تحديد وتحليل هذه التحديات بشكل دقيق، كما تهدف إلى اقتراح حلول عملية وتوصيات يمكن أن تساهم في تيسير عملية اعتماد الزراعة المائية في ليبيا. وهذا يشمل دراسة الجوانب

الاقتصادية والتقنية والاجتماعية التي تعيق توسع هذا النمط الزراعي وتحديد أفضل الممارسات للتغلب على هذه العقبات

فرضيات الدراسة

1. الفرضية الأولى: القدرة على تحسين الأمن الغذائي

- تطبيق تقنيات الزراعة المائية في ليبيا يمكن أن يؤدي إلى تحسين الأمن الغذائي الوطني من خلال زيادة

الإنتاج المحلي للمحاصيل الزراعية الأساسية.

2. الفرضية الثانية: كفاءة استخدام الموارد المائية

- الزراعة المائية ستسهم في تعزيز كفاءة استخدام المياه مقارنة بالزراعة التقليدية، مما يساهم في الحفاظ على الموارد المائية الشحيحة في البلاد.

3. الفرضية الثالثة: التحديات التقنية والاقتصادية

- من المتوقع أن تواجه محاولات تبني الزراعة المائية في ليبيا تحديات تتعلق بالنقص في المهارات التقنية

والموارد المالية الضرورية، مما قد يعيق انتشارها الواسع.

4. الفرضية الرابعة: قبول التقنية من قبل المزارعين

هناك احتمالية لمواجهة مقاومة من قبل المزارعين المحليين تجاه تبني الزراعة المائية، نتيجة لغياب الوعي الكافي بالفوائد المحتملة وعدم القدرة على تحمل تكاليف التحول المطلوب. تركز هذه الفرضيات على جوانب متعددة لتبني الزراعة المائية، مما يمكن من إجراء دراسة شاملة تعنى بتقييم الجوانب الإيجابية والسلبية المحتملة لهذا التوجه في السياق الليبي.

أهداف الدراسة

1. تحليل الأثر على الأمن الغذائي
- تقييم مدى قدرة الزراعة المائية على تحسين الأمن الغذائي في ليبيا من خلال زيادة الإنتاجية الزراعية وتقليل الاعتماد على الواردات.
2. تقييم كفاءة استخدام الموارد المائية
- تحليل فعالية نظام الزراعة المائية في تحسين كفاءة استخدام المياه مقارنةً بالزراعة التقليدية في الظروف الليبية.
3. استكشاف التحديات التقنية والاقتصادية
- تحديد وتشخيص التحديات التقنية والاقتصادية التي قد تواجه تطبيق الزراعة المائية في ليبيا، بما في ذلك متطلبات التكنولوجيا والتمويل.
4. دراسة توجهات المزارعين ومقاومتهم لتبني التقنية
- فهم مواقف المزارعين المحليين تجاه الزراعة المائية وتحديد العوامل التي تؤثر على قبولهم أو مقاومتهم لتبني هذه التقنية الجديدة
5. تقديم توصيات للسياسات العامة
- وضع توصيات مستندة إلى البحث لدعم الأطر التنظيمية والسياسات الحكومية التي يمكن أن تشجع وتسهل تبني الزراعة المائية على نطاق أوسع.
6. تحديد الفرص الاقتصادية والتنموية
- استكشاف الفرص الاقتصادية والتنموية الناتجة عن تبني الزراعة المائية، بما في ذلك إمكانيات خلق فرص عمل جديدة ودعم الاستدامة الاقتصادية في القطاع الزراعي.

تعمل هذه الأهداف على توجيه البحث نحو تحقيق فهم عميق وعملي لكيفية تطبيق الزراعة المائية في ليبيا وتأثيراتها المتوقعة على مختلف الأصعدة.
أهمية الدراسة

تعد دراسة الزراعة المائية في ليبيا ذات أهمية كبيرة لعدة أسباب ترتبط بالتحديات البيئية والاقتصادية والاجتماعية الراهنة التي تواجه البلاد:

1. تعزيز الأمن الغذائي

• تلعب الزراعة المائية دوراً محورياً في تعزيز الأمن الغذائي عبر تحسين الإنتاج المحلي وتقليل الاعتماد على الواردات الغذائية، مما يسهم في زيادة الاستقلالية الغذائية لليبيا.

2. إدارة الموارد المائية

• نظراً لندرة المياه في ليبيا، تأتي أهمية هذه الدراسة في توضيح كيف يمكن للزراعة المائية أن تكون حلاً فعالاً لتحسين إدارة واستدامة استخدام الموارد المائية.

3. التكيف مع التغيرات المناخية

• تقدم الزراعة المائية وسيلة للتكيف مع التغيرات المناخية وظروف الجفاف المتزايدة، مما يساعد على

إرساء نظام زراعي أكثر مرونة واستدامة.

4. تطوير الاقتصاد المحلي

• من المتوقع أن تساهم الزراعة المائية في فتح آفاق جديدة للاستثمار الزراعي وخلق فرص عمل، خاصة في المناطق الحضرية وشبه الحضرية، مما يدعم تطوير الاقتصاد المحلي وتنويع مصادر الدخل.

5. نقل التكنولوجيا والمعرفة

• تساعد الدراسة في توضيح كيفية نقل التكنولوجيا الحديثة وتطوير المعرفة بطرق الزراعة المستدامة لدى المزارعين والجهات المعنية، ومن ثم تحسين الكفاءة الزراعية. تُساهم هذه الجوانب مجتمعة في تقديم إطار شامل للتكيف مع التحديات الزراعية القائمة في ليبيا واستغلال الفرص الممكنة لتحقيق التنمية المستدامة في القطاع الزراعي.

مفهوم الزراعة المائية وتطورها

الزراعة المائية هي نظام زراعي يعتمد على زراعة النباتات مباشرة في المياه المخلوطة بالمغذيات بدلاً من التربة التقليدية. يعود أصل هذا المفهوم إلى العصور القديمة، حيث استُخدمت تقنيات شبيهة في حدائق بابل المعلقة وزراعة الأرز في آسيا، لكنها لم تُعرف بشكها الحديث إلا في أوائل القرن العشرين (Jones, 2005). وتمثلت نقطة التحول الرئيسية في تطور الزراعة المائية في الدراسات التي أجريت في ثلاثينيات القرن العشرين عندما قام عالم النبات، ويليام فردريك جريكي، بإجراء تجارب واسعة النطاق أثبتت إمكانية زراعة النباتات دون تربة (Griicke, 1937). لقد دفعت هذه الجهود نحو تطوير أنظمة زراعية مبتكرة، والتي أسهمت في تحسين كفاءة الزراعة وإنتاجيتها مع تقدم التكنولوجيا والاهتمام المتزايد بالاستدامة، ازدادت شعبية الزراعة المائية في العقود القليلة الماضية، خاصة في المناطق الحضرية حيث توفر الأرض الزراعية محدود. وتعتبر الزراعة المائية اليوم من الأساليب المتقدمة التي تساعد في مواجهة تحديات الأمن الغذائي وندرة الموارد الطبيعية، مع زيادة في تطبيقاتها في المناطق ذات الظروف المناخية غير الملائمة للزراعة التقليدية (Resh, 2013).

تتيح الزراعة المائية إنتاج محاصيل عالية الجودة وكميات سواء في أماكن محدودة المساحة أو في مناطق ذات تربة فقيرة، مما يجعلها خيارًا زراعيًا أساسيًا في

البيئات التي تعاني من ندرة الموارد المائية ومن التغيرات المناخية. يتمثل التحدي المستقبلي في تطوير هذه التكنولوجيا وتوسيع نطاقها لتحقيق أمن غذائي مستدام في دول مثل ليبيا التي تسعى لاعتماد ممارسات زراعية أكثر كفاءة.(FAO, 2020) .

الفوائد البيئية والاقتصادية للزراعة المائية

الزراعة المائية تقدم مجموعة من الفوائد البيئية والاقتصادية التي تجعلها خيارًا مستدامًا وفعالًا للزراعة، خصوصًا في المناطق التي تعاني من شح الموارد الطبيعية والضغط البيئية.

الفوائد البيئية

1. ترشيد استخدام المياه

- تعتبر الزراعة المائية من أكثر النظم الزراعية كفاءة من حيث استخدام المياه، حيث تستهلك أقل من 10% من المياه المستخدمة في الزراعة التقليدية. يتم إعادة تدوير المياه والمغذيات في الأنظمة المائية، مما يقلل من هدر المياه ويعزز الاستدامة البيئية.(Resh, 2013).

2. حماية التربة

- لأنها لا تعتمد على التربة، تساهم الزراعة المائية في الحد من تدهورها، بما في ذلك منع التجريف والتلوث الناتجين عن الإفراط في الزراعة واستخدام المواد الكيميائية الزراعية. هذا يحمي النظام البيئي المحيط ويساعد في الحفاظ على خصوبة الأراضي الزراعية التقليدية.

3. تقليل استخدام المواد الكيميائية

- في الزراعة المائية، يتم التحكم بدقة في العناصر الغذائية المقدمة للنباتات، مما يقلل الحاجة إلى استخدام الأسمدة والمبيدات الكيميائية التي يمكن أن تلوث البيئة الطبيعية وتؤثر سلبًا على صحة النظم الإيكولوجية (Jones, 2005).

4. تقليل انبعاثات الكربون

- من خلال إنتاج المحاصيل في مواقع أقرب للمستهلكين النهائيين، تقل الحاجة لنقل الأغذية لمسافات طويلة، مما يسهم في خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن قطاع النقل.

الفوائد الاقتصادية

1. زيادة الإنتاجية

- توفر الزراعة المائية بيئة مثالية لنمو النباتات، مما يؤدي إلى زيادة سرعة نمو المحاصيل وإنتاجية أعلى مقارنة بالزراعة التقليدية. هذا يمكن أن يترجم إلى عوائد اقتصادية أعلى للمزارعين (Savvas & Gruda, 2018).

2. تنوع المحاصيل

- تتيح هذه الأنظمة الزراعية إمكانية زراعة مجموعة متنوعة من المحاصيل على مدار السنة، مما يسمح

للمزارعين بالتكيف مع تغيرات السوق والطلب، وبالتالي تحسين الأرباح.

3. تحسين كفاءة الموارد

- استخدام الموارد بكفاءة أعلى يقلل من كلفة الإنتاج ومنها المياه والأسمدة، مما يجعل الزراعة المائية خيارًا

اقتصاديًا جذابًا. يمكن للمزارعين الاستفادة من التوفير في تكاليف التشغيل لزيادة هوامش الربح.

4. خلق فرص عمل جديدة

يساعد التوسع في استخدام الزراعة المائية على تطوير قطاعات جديدة وفنية في السوق، مما يتيح فرصا للتوظيف في مجالات التكنولوجيا والهندسة الزراعية، والتسويق الزراعي، وإدارة الأنظمة المستدامة.

تجمع الزراعة المائية بين الفوائد البيئية المتمثلة في حماية الموارد الطبيعية وتقليل الأثر البيئي للزراعة، والفوائد الاقتصادية التي تشمل زيادة الإنتاج والكفاءة وخلق فرص عمل. تشكل هذه الفوائد دافعا قويا لاعتماد هذه التقنية في سياقات البلدان التي تسعى لتحقيق التنمية المستدامة والأمن الغذائي، مثل ليبيا التي يمكن أن تستفيد بشكل كبير من هذه التحولات الزراعية المبتكرة.

التقنيات والأنظمة المختلفة في الزراعة المائية

تلعب التقنيات والأنظمة المستخدمة في الزراعة المائية دورًا حاسمًا في تحسين كفاءة الإنتاج وتعزيز الاستدامة البيئية والاقتصادية. تتنوع هذه التقنيات لتلبي احتياجات زراعية مختلفة وتستفيد من التقدم التكنولوجي لتوفير حلول متنوعة. فيما يلي بعض التقنيات والأنظمة الأكثر شيوعًا في الزراعة المائية:

1. نظام تدفق الفيلم المغذي (NFT)

هذا النظام يعتمد على تدفق رقيق من الماء المغذي حول جذور النباتات داخل قناة مائلة، مما يسمح بامتصاص العناصر الغذائية بشكل فعال مع توفير تهوية جيدة

(Resh, 2013) يُستخدم هذا النظام بشكل واسع لزراعة الأوراق الخضراء، مثل الخس والسبانخ، بسبب كفاءته العالية في استخدام المياه والمغذيات.

2. نظام الوسيط الزراعي (Aggregate Culture)

في هذا النظام، تُزرع النباتات في وسط زراعي مثل الرمل أو الحصى أو البيرلايت بدلاً من التربة، حيث يُغمر الوسيط بالمحلول المغذي بشكل دوري. (Jones, 2005). يعدّ هذا النظام ملائماً للعديد من أنواع المحاصيل ويمكن تعديل الوسط لجعل البيئة أكثر ملاءمة للنباتات المستهدفة.

3. الزراعة بالأحواض الثابتة (Deep Water Culture – DWC)

تُعتبر هذه التقنية من أبسط أنظمة الزراعة المائية، حيث يتم فيها تعليق جذور النباتات مباشرة في حوض من المياه الغنية بالمغذيات. يتسم هذا النظام بقدرته على دعم نمو سريع للنباتات، لا سيما الخضروات الورقية، بفضل التوزيع المستمر للمغذيات والأكسجين. (Rakocy et al., 2006).

4. نظام الأيروبونيك (Aeroponics)

في هذا النظام، يتم رش جذور النباتات بالمغذيات في شكل ضباب خفيف. يعتبر الأيروبونيك نظاماً متطوراً جداً، حيث يتيح أقصى درجات الكفاءة في استخدام المياه والمغذيات ويؤدي إلى نمو سريع وصحي للنبات. (Stoner, 2014) يتطلب هذا النظام استثماراً تقنياً عالياً ودقة في إدارة البيئة الزراعية.

5. الزراعة العمودية

تعتمد الزراعة العمودية على استخدام الهياكل الرأسية لتكثيف الإنتاج في مساحات صغيرة، مما يجعلها مثالية للبيئات الحضرية. يمكن استخدام مجموعة متنوعة من

الأنظمة المائية، مثل NFT وال DWC ، في الزراعة العمودية، مما يزيد من كفاءة استخدام المساحة والموارد (Despommier, 2010). تمثل هذه الأنظمة والتقنيات حلولاً مبتكرة لمواجهة التحديات الزراعية في البيئات المعقدة والتي تعاني من نقص الموارد. تسهم مثل هذه الأنظمة في تحسين نوعية وكفاءة الإنتاج الزراعي، وتتيح فرصاً واسعة لتطبيقها في مختلف البيئات، بما في ذلك المناطق الحضرية والجافة مثل ليبيا. إن فهم هذه التقنيات واختيار الأنسب منها لكل سياق يمكن أن يدفع نحو تحقيق التنمية الزراعية المستدامة.

تحديات الزراعة المائية

بالرغم من الفوائد العديدة للزراعة المائية، فإن تطبيقها يواجه مجموعة من التحديات التقنية والاجتماعية والاقتصادية التي يجب معالجتها لضمان نجاحها واستدامتها، خاصة في سياقات مثل ليبيا.

التحديات التقنية

1. المعرفة والخبرة التقنية:

- يتطلب تشغيل أنظمة الزراعة المائية معرفة تقنية متقدمة وخبرة لإدارة نمو النباتات وضبط المحاليل المغذية بدقة. فقدان هذه الخبرة يمكن أن يؤدي إلى فشل المشاريع.
- 2. البنية التحتية والتقنيات المتقدمة.

- تحتاج الزراعة المائية إلى بنية تحتية مكلفة، بما في ذلك الأنظمة الإلكترونية وأنظمة الإضاءة والتحكم بالمناخ، مما قد يعيق تبنيها في المناطق التي تفتقر إلى هذه الموارد أو التكنولوجيا. (Resh, 2013)

3. التكيف البيئي: التكيف مع الظروف المناخية المحلية يمثل تحديًا، حيث تحتاج الأنظمة إلى تكيف دقيق للتعامل مع اختلافات درجات الحرارة والرطوبة والإضاءة، وهو ما قد يتطلب تعديلات مستمرة (Kratky, 2009).

التحديات الاجتماعية

1. الوعي وقبول المجتمع المحلي

- قد يواجه تبني الزراعة المائية مقاومة من قبل المجتمع المحلي نتيجة لنقص الوعي بفوائدها وبالتحولات المطلوبة لتبني هذه الأنظمة، مما يستدعي جهداً لرفع مستوى الوعي والتعليم حول الزراعة المستدامة.

2. تغيير عادات الزراعة التقليدية:

- يعتاد معظم المزارعين على الأنماط التقليدية للزراعة، وقد يترددون في تغيير ممارساتهم نحو أنظمة جديدة مثل الزراعة المائية.

التحديات الاقتصادية

1. التكاليف الأولية العالية:

- تتطلب الزراعة المائية استثمارات كبيرة في البداية لتأسيس الأنظمة وشراء المعدات اللازمة، مما قد يكون عقبة أمام المزارعين الصغار أو المبتدئين. (Jensen, 1999)

2. الجدوى الاقتصادية:

- تحقيق ربحية كافية لتغطية النفقات التشغيلية وضمان استدامة المشروع، خصوصاً في الأسواق ذات الأوضاع الاقتصادية غير المستقرة. يعتمد ذلك على القدرة على الوصول إلى الأسواق وكفاءة أنظمة التوزيع.

3. الدعم المالي والتنظيمي:

- يحتاج تبني الزراعة المائية إلى دعم حكومي أو مالي من البنوك والمؤسسات، بالإضافة إلى أطر تنظيمية مشجعة وإصلاحات سياسية لدعم المزارعين في تبني هذه التقنية.

تشكل هذه التحديات عائقًا أمام انتشار الزراعة المائية لكنها ليست مستحيلة التجاوز. التعاون بين الجهات الحكومية والقطاع الخاص والمؤسسات التعليمية يمكن أن يسهم في التغلب على هذه العقبات من خلال توفير التدريب، وتطوير البنية التحتية، وتقديم الدعم المالي. تعتبر معالجة هذه التحديات خطوة هامة نحو تبني الزراعة المائية كحل مستدام للأمن الغذائي والتنمية البيئية والاقتصادية.

تجارب عالمية في مجال الزراعة المائية

تشير العديد من التجارب والدراسات العالمية إلى نجاحات ملموسة في تطبيق التقنيات المتقدمة للزراعة المائية، مما يوفر دروسًا قيمة يمكن الاستفادة منها في أماكن أخرى، مثل ليبيا.

سنغافورة: الزراعة العمودية في المناطق الحضرية

في سنغافورة، وهي دولة تشهد نقصًا حادًا في الأراضي الصالحة للزراعة، تمثل الزراعة العمودية حلاً مبتكرًا لاستدامة الأمن الغذائي. مؤسسة "Sky Greens" هي إحدى الشركات الرائدة في هذا المجال، حيث ابتكرت أبراج زراعة عمودية دوارة تُدار بالكهرباء المنتجة بواسطة الطاقة الشمسية والمياه المعاد تدويرها. هذه الأبراج تجعل من الممكن زراعة عدد كبير من النباتات في مساحة صغيرة جدًا. يتيح هذا النظام إنتاجًا مستدامًا للخضروات الورقية على مدار السنة، مما يقلل من الحاجة إلى استيراد المنتجات الزراعية ويقلل البصمة الكربونية المرتبطة بنقل الأغذية. (Despommier, 2010)

الولايات المتحدة: مزارع الأكوابونيك في المناطق الداخلية

أثبتت مزرعة "Growing Power" في ميلووكي، ويسكونسن، كيف يمكن استخدام نظام أكوابونيك في إنتاج متكامل للغذاء. في هذا النظام، تُستخدم مخلفات الأسماك كسماد غني بالمغذيات للنباتات، في حين تعمل النباتات على تنقية المياه للأسماك. لذلك، يُعتبر هذا النظام مغلقاً ويعزز الإنتاج المستدام لكل من الخضروات والأسماك. تتميز المزارع التي تعتمد على الأكوابونيك بقدرتها على تقديم حلول زراعية موفرة للمياه والطاقة، مع استغلال المساحات المتاحة في البيئات الحضرية (بورغدة ونور الهدى، 2018).

هولندا: تقنيات متقدمة في البيوت الزجاجية

تعرف هولندا بتطبيق الزراعة المائية على نطاق واسع في البيوت الزجاجية، الأمر الذي مكنها من أن تصبح واحدة من أكبر مصدري المنتجات الزراعية في العالم. تعتمد هذه المزارع على أنظمة متكاملة للتحكم في المناخ الزراعي، بما في ذلك أنظمة التحكم في الإضاءة ودرجة الحرارة والرطوبة، والتي تساهم في تحسين كفاءة الإنتاج. بالإضافة إلى ذلك، تستخدم المزارع تقنيات إعادة تدوير المياه والمغذيات لزيادة الاستدامة وتقليل الأثر البيئي. هذه الابتكارات سمحت لهولندا بتحقيق معدلات إنتاجية عالية مع الحفاظ على الموارد الطبيعية (Sonneveld & Voogt, 2009).

تمثل هذه التجارب الناجحة دليلاً على كيف يمكن للزراعة المائية أن تشكل رافداً قوياً لتحقيق الاستدامة الغذائية والبيئية، وتوفر حلاً مبتكرة لمواجهة التحديات الزراعية المختلفة، سواء كانت ناجمة عن نقص الأراضي الصالحة للزراعة أو الحاجة

الماسة إلى تقليل استهلاك الموارد. يمكن أن تكون هذه التجارب نموذجًا يُحتذى به في العديد من الدول، بما في ذلك تلك التي في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا مثل ليبيا.

الدروس المستفادة

التكامل التكنولوجي والبيئي

- توضح هذه التجارب أهمية دمج التقنيات الحديثة مع الاعتبارات البيئية لتحسين كفاءة الإنتاج وتقليل الأثر البيئي.

- استخدام أنظمة مبتكرة مثل الأكوابونيك والزراعة العمودية يبرهن على مرونتها وفعاليتها في سياقات متنوعة.

القدرة على التكيف والابتكار

- تقدم التجارب العالمية دليلاً على أن التكيف مع الظروف المحلية والابتكار في تصميم الأنظمة يمكن أن يؤدي إلى نجاحات كبيرة حتى في البيئات غير التقليدية للزراعة.

أهمية الدعم المؤسسي والتنظيمي:

- توفر دعم حكومي قوي وتسهيلات تنظيمية يسهّل الاستثمار في الزراعة المائية وتبنيها على نطاق واسع. تجارب الدول الناجحة تبين أن تيسير القوانين وتوفير حوافز للمزارعين يمكن أن يشجع الانتقال نحو الزراعة المستدامة.

الوضع الزراعي الراهن في ليبيا

يمثل القطاع الزراعي في ليبيا جزءاً مهماً من النشاط الاقتصادي، لكنه يواجه تحديات كبيرة بسبب الاعتماد على الزراعة المطرية والأنظمة الريفية التقليدية غير المستدامة. هذا يجعله عرضة للتقلبات المناخية وتدهور الموارد الطبيعية. (FAO, 2020). قلة الأراضي الصالحة للزراعة والتصحر تعدّ من المشكلات البيئية الحرجة، إضافةً إلى

انخفاض خصوبة التربة نتيجة الممارسات الزراعية التقليدية المتدهورة (صالح و خليل، 2020). علاوة على ذلك، أدت الاضطرابات السياسية إلى تراجع الاستثمار في البنية التحتية الزراعية، مما أثر سلباً على كفاءة توزيع المياه والمعدات الزراعية، وبالتالي انخفضت الإنتاجية وازداد الاعتماد على الاستيراد الغذائي (Irham, 2023).

تأثير العوامل المناخية والموارد المائية على إمكانيات تطبيق الزراعة المائية

تعاني غالبية مناطق ليبيا من مناخ صحراوي جاف يتميز بارتفاع درجات الحرارة ونقص هطول الأمطار، مما يعزز من أهمية الزراعة المائية كخيار استراتيجي (Hohenthal, et al., 2017). النقاط التالية توضح كيفية تأثير العوامل المناخية والموارد المائية على إمكانيات تطبيق هذه التقنية:

1. الموارد المائية المحدودة

- تعتمد ليبيا على المياه الجوفية التي تتعرض للاستنزاف نتيجة الاستخدام غير المستدام في الري التقليدي. يمكن للزراعة المائية تحسين كفاءة استخدام الماء من خلال الأنظمة المغلقة التي تعيد تدوير المياه وتقليل الفاقد (Grewal et al., 2011).

2. التكيف مع المناخ الحار

- تتميز أنظمة الزراعة المائية بالقدرة على العمل بفعالية داخل البيوت المحمية، حيث يمكن التحكم في درجات الحرارة وظروف المناخ، مما يتيح إنتاجاً مستقرًا طوال العام (Resh, 2013).

3. التحديات المناخية

- الارتفاع في درجات الحرارة ونوبات الجفاف المتكررة يمثلان تحديًا كبيرًا للزراعة التقليدية، بينما تقدم الزراعة المائية حلاً من خلال توفير بيئات زراعية محكومة ومحمية

من الظروف المناخية المتقلبة. (Anderson & Helms, 2019) تمتلك ليبيا إمكانات كبيرة لتبني الزراعة المائية كجزء من استراتيجيتها لتحسين الأمن الغذائي والاستدامة البيئية. ورغم التحديات المرتبطة بالموارد المائية والمناخ، فإن هذه التقنيات تقدم حلاً فعالاً ومبتكرة لتحسين الإنتاج الزراعي، شريطة معالجة المعوقات الاقتصادية والتقنية.

الإطار التنظيمي والسياسي لدعم الزراعة المائية

يُعد الإطار التنظيمي والسياسي مهماً لتطوير ودعم الزراعة المائية، حيث يساعد في توفير بيئة مناسبة للنمو والاستثمار في هذا القطاع. الزراعة المائية، نظرًا لاعتمادها على التكنولوجيا وإدارة الموارد، تتطلب سياسات تدعم الابتكار وتضمن الاستدامة.

أبرز عناصر الإطار التنظيمي

1. التشريعات الشاملة: تطوير قوانين زراعية حديثة تشمل نظم الزراعة المائية، تضمن حقوق المزارعين وتحفز الاستثمار في هذا المجال. تحتاج هذه التشريعات إلى مراجعة دورية للتكيف مع المستجدات التقنية والعلمية. (FAO, 2020)

2. الدعم الحكومي

• تقديم حوافز مالية، مثل القروض المدعومة والإعفاءات الضريبية، للمستثمرين في الزراعة المائية. هذه الحوافز تشجع على تبني التكنولوجيات الحديثة وتساهم في تخفيف المخاطر المالية المرتبطة بالاستثمارات الجديدة. (Delgado, et. al, 2019)

3. البنية التحتية والتقنيات

• دعم تطوير البنية التحتية الأساسية، كالطاقة والمياه والاتصالات، لضمان تشغيل فعال لأنظمة الزراعة المائية. كما يمكن للحكومات المساهمة في تمويل وتسهيل الحصول على تقنيات الإنتاج الحديثة. (Grewal et al., 2011)

التأثير السياسي

1. التعاون بين القطاعين العام والخاص

• تعزيز الشراكات بين الحكومة والقطاع الخاص لضمان نقل المعرفة والتكنولوجيا بشكل فعال. يمكن لهذه الشراكات أن تساهم في بناء مراكز بحثية وتدريبية بهدف تطوير القدرات المحلية في مجال الزراعة المائية. (Anderson & Helms, 2019)

2. السياسات البيئية

• وضع سياسات تحث على الاستخدام الكفء للموارد، وتضمن عدم تأثير الزراعة المائية بشكل سلبي على البيئة المحلية. تهدف هذه السياسات إلى حماية التنوع البيولوجي وضمان استدامة الاستخدام للموارد المائية. (Tropp & Jager Skog, 2006)

3. التخطيط الاستراتيجي والتنمية الريفية

• دمج الزراعة المائية ضمن استراتيجيات التنمية الزراعية الوطنية والخطط الريفية، مما يساهم في تعزيز الأمن الغذائي وتحقيق التنمية المستدامة، خاصة في المناطق التي تعاني من ندرة الموارد المائية والزراعية التقليدية. (Friedrich & Pecci, 2020)

إن إنشاء إطار تنظيمي وسياسي داعم للزراعة المائية يساهم في تحويل هذا القطاع إلى مكون أساسي في استراتيجيات الأمن الغذائي والتنمية المستدامة. كما تمثل هذه السياسات عناصر رئيسية لتعزيز الابتكار والاستثمار في القطاع، بجانب حماية الموارد الطبيعية والتأكد من استخدامها بشكل مستدام.

الدراسات السابقة

شهدت السنوات الأخيرة زيادة كبيرة في الاهتمام بدراسة أنظمة الزراعة بدون تربة والزراعة المائية، وذلك استجابة للحاجة الملحة إلى تحسين كفاءة استخدام الموارد

وتحقيق الأمن الغذائي في ظل التغيرات المناخية والبيئية المستمرة. وقد ناقش المسلماني وآخرون (2023) الزراعة المائية كنظام متقدم يوفر حلاً فعالاً لإنتاج الغذاء في البيئات القاسية، حيث أبرزت الدراسة الفوائد البيئية لهذه التقنية، مثل تقليل استخدام المبيدات والأسمدة الكيميائية والمحافظة على جودة التربة. في السياق ذاته، قام عبود زرقين والحمزة (2016) بتحليل التطورات في التنمية الزراعية المستدامة في الوطن العربي، مشيرين إلى أهمية اعتماد تقنيات غير تقليدية مثل الزراعة المائية لمواجهة التحديات المناخية والاقتصادية، مع التأكيد على ضرورة تعزيز السياسات والاستثمارات البحثية لدعم هذا القطاع.

وفي مصر، سلطت دراسة نعيم ومحمد (2021) الضوء على الإمكانيات الكبيرة لتطبيق الزراعة المائية كوسيلة لتحسين الإنتاج الزراعي في ظل القيود المفروضة على استخدام الأراضي، مفيدة بأن هذه التقنية من شأنها أن تعزز الإمدادات الغذائية باستخدام الزراعة الرأسية والتقنيات الحديثة، مما يسمح بزراعة المحاصيل بكثافة أكبر مع الحفاظ على الموارد الطبيعية.

وبالنسبة إلى علي عمران الزرقه، فقد ركز في دراسة أجراها (2024) على العقبات التي تواجه التنمية الزراعية المستدامة في بلدية سرت، مسلطاً الضوء على الحواجز الاجتماعية والاقتصادية والسياسية التي تعيق تبني الممارسات الزراعية الحديثة مثل الزراعة المائية، واقترح حلاً تدعو لتكامل الجهود الحكومية والمبادرات المحلية لتحفيز قبول هذه التقنيات.

علاوة على ذلك، اهتمت دراسة عطية وآخرون (2017) بالجدوى الاقتصادية لأنظمة الزراعة بدون تربة لمحاصيل الخضر، حيث وجد الباحثون أن هذه الأنظمة

توفر المياه والأسمدة وتزيد من الإنتاجية، مما يعزز فرص الاستثمار فيها. وفي الدراسة التي أجراها سعد عبد الواحد محمود ونسرين جمعة جاسم (2018)، تناول الباحثون تأثير تقنيات الزراعة بدون تربة على نمو وإنتاجية الخس، حيث أظهرت النتائج أن هذه التقنيات تعزز من كفاءة استخدام الموارد وتحسن جودة المحصول. كما ركزت عيد وحسن (2023) على تأثير أنواع الأوساط الزراعية وتركيز المحاليل المغذية على نمو أبصال النرجس، مستنتجين أن الاختيار الجيد للوسط وتركيز المغذيات يؤثر بشكل كبير على معدل النمو والجودة العامة للنباتات في الزراعة بدون تربة.

من ناحية أخرى، ناقش خليفة (2021) التحديات المائية في ليبيا وضرورة اعتماد الزراعة المائية كوسيلة فعالة لإدارة الموارد المائية بشكل مستدام، بينما عالج لزعر ومحمد (2023) قضايا إدارة الموارد المائية في الدول العربية، مشددين على أهمية تحسين تقنيات إدارة المياه من خلال الزراعة المائية لضمان استدامة الإنتاج الزراعي. كما تناول طالب (2013) أهمية تطبيق الأساليب العلمية الحديثة في المجال الزراعي بمحافظة نينوى، مؤكداً على أن التدريب والتعليم يساهمان بشكل فاعل في تعزيز تبني ممارسات زراعية حديثة ومستدامة.

تشكل هذه الدراسات معاً قاعدة غنية تدعم الزراعة المائية كخيار مجدٍ وفعال لمواجهة التحديات البيئية الحالية والإسهام في تحقيق التنمية الزراعية المستدامة، مما يجعلها اتجاهاً واعداً في تحقيق الأمن الغذائي وتحسين كفاءة استخدام الموارد الطبيعية في مناطق مختلفة حول العالم.

المنهجية

تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف إمكانيات وتحديات الزراعة المائية في ليبيا من خلال اتباع منهج نوعي، يركز على تجميع وفهم المعلومات التفصيلية حول الظاهرة المدروسة في سياقها الطبيعي. عادةً ما يُعتبر المنهج النوعي مناسباً لدراسات مثل هذه، حيث يمكنه الكشف عن التصورات المعقدة والتجارب الشخصية للفاعلين المختلفين في القطاع الزراعي.

لجمع البيانات، تم تبني أسلوب المقابلات المعمقة والمفتوحة مع مجموعة متنوعة من المشاركين، من بينهم مزارعون، وخبراء زراعيون. تم اختيار المشاركين عبر أسلوب العينة المكانية، لضمان تنوع وجهات النظر وتشمل المقابلات عوامل ثقافية وجغرافية مختلفة داخل البلاد.

بالإضافة إلى المقابلات، تم استخدام تقنيات الملاحظة الميدانية لجمع معلومات إضافية حول البيئة الحالية للأنشطة الزراعية في ليبيا. ساعد هذا النهج في توفير نظرة أعمق حول القدرات المحلية والممارسات الزراعية الفعلية والموارد المتاحة. لتحليل البيانات النوعية المجمعة، تم الاعتماد على التحليل الموضوعي، حيث تم ترميز البيانات وتحديد الأنماط المتكررة لتسهيل فهم المواقف والمشكلات المشتركة بين المشاركين. تضمن التحليل التركيز على أهم التحديات والفرص المرتبطة بتبني الزراعة المائية، مع مراعاة العوامل الاجتماعية والاقتصادية والتقنية المرتبطة بها.

البيانات

من أجل فهم شامل ودقيق للواقع الحالي لإمكانيات وتحديات الزراعة المائية في ليبيا، تم جمع البيانات باستخدام منهج نوعي يركز على المقابلات المعمقة. شملت

هذه المقابلات عشرة مشاركين يمثلون جهتين مختلفتين: خمسة خبراء في مجال الزراعة وخمسة مزارعين يعتمدون على التربة التقليدية. وجاء اختيار المشاركين بعناية لضمان تمثيل متوازن للخبرات والرؤى المتنوعة حول الموضوع.

مقابلات مع خبراء الزراعة

عقدت المقابلات مع خبراء زراعيين لديهم خلفيات متنوعة في مجالات الاستدامة، واستخدام الموارد الطبيعية، والهندسة الزراعية. وتضمنت النقاط التي تمت مناقشتها مع هؤلاء الخبراء ما يلي:

1. **التقنيات والموارد المتاحة** : ناقش الخبراء الإمكانيات الحالية للتقنيات الزراعية المتاحة في ليبيا، بما في ذلك البنية التحتية والموارد اللازمة لتبني الزراعة المائية. أشار بعض الخبراء إلى محدودية المعدات المتقدمة والاحتياجات الكبيرة للاستثمار في البنية التحتية.

2. **الفوائد البيئية** : أبدى الخبراء اهتماماً كبيراً بالكفاءة المائية للزراعة المائية وكيف يمكنها المساهمة في تخفيف الضغط على الموارد المائية النادرة في ليبيا. تطرقت المناقشات إلى ضرورة استغلال هذه التقنية في ظروف المناخ الجاف.

3. **التحديات التنظيمية والسياسية** : تحدث الخبراء عن بعض العقبات السياسية التي قد تواجهها محاولات تبني الزراعة المائية على نطاق واسع. تمثل هذه العقبات في نقص الدعم الحكومي وغياب إطار تنظيمي واضح لدعم المزارعين والمستثمرين.

4. **التوعية والقبول المجتمعي** : اتفق الخبراء على أن التوعية المجتمعية والتدريب المستمر للمزارعين والجهات المعنية يمكن أن يعزز قبول الزراعة المائية كممارسة مستدامة ومستقبلية.

5. **الابتكار والتكنولوجيا** : ركز الخبراء على أهمية البحث والابتكار في تحسين تقنيات الزراعة المائية وتطوير أنظمة متكاملة تلائم الظروف المحلية، مع الإشارة إلى الحاجة لتحفيز التعاون مع المؤسسات الأكاديمية والبحثية.

مقابلات مع مزارعي التربة التقليدية

أجريت مقابلات مع خمسة مزارعين يعتمدون على أساليب الزراعة التقليدية، وركزت المقابلات على:

1. **التجارب الشخصية والتحديات القائمة** : سرد المزارعون تجاربهم اليومية مع الزراعة التقليدية، مشيرين إلى المشاكل المتعلقة بتقلبات المناخ وندرة المياه، مما يؤثر على إنتاجيتهم وإيراداتهم.

2. **الوعي بتقنيات الزراعة المائية** : أظهرت النتائج أن المعرفة حول الزراعة المائية بين المزارعين التقليديين محدودة إلى حد ما. البعض أبدى اهتمامًا بهذا النوع من الزراعة لكنه تردد في تبنيه بسبب التخوف من التكاليف الأولية وعدم اليقين حول مردوده.

3. **التقبل والتكيف** : ناقشت المقابلات مدى تقبل المزارعين لتبني تقنيات جديدة مثل الزراعة المائية. ورغم تردد البعض، كانت هناك استعدادات لدى البعض الآخر لاعتبارها خيارًا تكامليًا يمكن أن يعزز من كفاءة استخدام الموارد المائية.

4. **العوائق الاقتصادية واللوجستية** : بينت المقابلات وجود عوائق اقتصادية تتمثل في التكلفة الأولية المرتفعة للأنظمة الجديدة، بالإضافة إلى العوائق اللوجستية مثل نقص الخبرات الفنية والدعم اللازم لإدارة الأنظمة المائية.

5. **الحاجة للدعم والتدريب** : شدد المزارعون على أهمية وجود برامج تدريبية ودعم حكومي لتشجيع التحول نحو أساليب زراعية أكثر استدامة مثل الزراعة المائية.

تعمل هذه البيانات النوعية على تقديم زخم من المعلومات القيمة، ما يمهد الطريق لفهم التداخلات المعقدة بين التكنولوجيا والممارسات الزراعية في ليبيا. كما تسهم في تحديد الطرق التي يمكن أن يسلكها صناع القرار لتشجيع التحول نحو الزراعة المائية بوضوح ودعم فعال.

النتائج

أسفرت الدراسة عن مجموعة من النتائج المهمة التي توضح الجوانب المتعددة للزراعة المائية في ليبيا، كما توضح التحديات والفرص التي قد تواجه هذه التقنية الزراعية الجديدة في البلاد.

1. إمكانية تعزيز الأمن الغذائي

• أظهرت المقابلات أن الزراعة المائية تمتلك القدرة على تعزيز الأمن الغذائي في ليبيا من خلال تحسين إنتاجية المحاصيل في المناطق التي تعاني من قلة المياه. قدم الخبراء دراسات حالة من دول أخرى ذات شروط بيئية مشابهة حيث ساهمت الزراعة المائية في زيادة الإنتاج وتقليل الاعتماد على الواردات.

2. كفاءة استخدام الموارد المائية

• اتفقت آراء الخبراء والمزارعين على أن الزراعة المائية تعتبر حلاً فعالاً لإدارة الموارد المائية بشكل مستدام. أشارت البيانات إلى أن هذه التقنية يمكن أن تقلل من استهلاك المياه بنسبة تصل إلى 90% مقارنةً بالزراعة التقليدية، مما يجعلها خياراً بارزاً في بلد يعاني من ندرة المياه مثل ليبيا.

3. التحديات التقنية والاقتصادية

• كشفت الدراسة أن التحديات التقنية، مثل الحاجة إلى التقنية المتقدمة والتدريب، تعتبر عقبة رئيسية أمام تبني الزراعة المائية على نطاق واسع. بالإضافة، يشكل ارتفاع التكلفة الأولية لنظم الزراعة المائية تحديا اقتصاديا خاصة للمزارعين التقليديين الذين يمتلكون موارد محدودة.

4. التقبل الاجتماعي وتغيير المواقف

• أظهرت المقابلات أن هناك تباينا في مواقف المزارعين تجاه الزراعة المائية. رغم وجود اهتمام بالاستفادة من المزايا البيئية والاقتصادية المحتملة، إلا أن القلق حيال التكاليف والإمام المحدود بالتقنية يعوقان التبني الواسع.

5. الحاجة إلى سياسات داعمة

• أكدت النتائج أن وجود سياسات حكومية داعمة وتوفير حوافز مالية وتدريبية سيكون له تأثير كبير على تسريع تبني الزراعة المائية. أشار المشاركون إلى ضرورة دعم حكومي من خلال القوانين والإعفاءات الضريبية وتوفير التمويل للمشاريع الصغيرة والمزارعين لتهيئة بيئة مواتية لتبني هذه التقنية.

6. أهمية التوعية والتدريب

• لوحظت حاجة ملحة لبرامج توعية وتدريب لزيادة الإدراك والفهم لتقنيات الزراعة المائية، مما يساهم في تسهيل الانتقال وتبني هذه الممارسات بشكل أكبر بين المزارعين. تسلط هذه النتائج الضوء على إمكانات الزراعة المائية في تحسين الأمن الغذائي واستدامة الموارد الطبيعية في ليبيا، مع تحديد العوائق التي تحتاج إلى معالجة لتسهيل

تبنى هذا النهج الزراعي المبتكر على نطاق واسع. توفر الدراسة أساساً موثقاً لتوجيه السياسات والاستراتيجيات المستقبلية في القطاع الزراعي الليبي.

الاستنتاجات

تظهر الدراسة أن الزراعة المائية تمثل فرصة واعدة لتعزيز الأمن الغذائي واستدامة الموارد في ليبيا، لكنها تواجه تحديات تتطلب استراتيجيات شاملة لتذليلها. يمكن تلخيص الاستنتاجات الرئيسية كما يلي:

1. الفعالية في إدارة الموارد المائية

• أثبتت الزراعة المائية قدرتها على تحسين كفاءة استخدام المياه بشكل كبير، مما يجعلها خياراً استراتيجياً في ظل ندرة المياه في ليبيا. هذه التقنية تقدم بديلاً مستداماً للزراعة التقليدية التي تستهلك كميات كبيرة من الماء.

2. تعزيز الإنتاجية الزراعية

• تُظهر الزراعة المائية إمكانات كبيرة لزيادة الإنتاجية الزراعية في ليبيا، خاصة في المناطق محدودة المياه. مع إدخال المعرفة والتقنيات الحديثة، يمكن للمزارعين تحسين نوعية وكمية المحاصيل.

3. التحديات التقنية والاقتصادية

• تظل التحديات المتعلقة بتكلفة التكنولوجيا والمعرفة الفنية عوائق رئيسية. يحتاج المزارعون إلى دعم مالي وتقني لتبني هذه الأنظمة، حيث تعتبر التكاليف الأولية والتكنولوجيا المتقدمة من العوائق المهمة أمام التبني الواسع للزراعة المائية.

4. التقبل المجتمعي والوعي

• هناك حاجة لتغيير المواقف وزيادة الوعي بين المزارعين حول فوائد الزراعة المائية. يتطلب الأمر جهوداً متضافرة للتثقيف والتدريب لتعزيز قبول هذه التقنية الجديدة كمكمل فعال للزراعة التقليدية.

5. الدور الحكومي والسياسات الداعمة

• يجب أن تلعب الحكومة دوراً محورياً في دفع التنمية الزراعية المائية من خلال وضع سياسات داعمة، وتشجيع البحث والابتكار، وتقديم حوافز مالية لدعم الانتقال نحو استخدام هذه التكنولوجيا. يعد تأسيس إطار سياسي وتنظيمي لتعزيز الزراعة المائية أمراً ضرورياً.

6. ضرورة الشراكات والتعاون الدوليين

• يُقترح أن تسعى ليبيا إلى إقامة شراكات مع منظمات دولية ومراكز أبحاث للاستفادة من الخبرات العالمية في مجال الزراعة المائية وتبادل المعرفة والتكنولوجيا. شكلت هذه الاستنتاجات أساساً مهماً لصياغة توصيات سياسية واستراتيجيات تنفيذ تساعد في دعم التحول نحو أنظمة زراعية أكثر كفاءة واستدامة في ليبيا. إن تعميم الاستفادة من الزراعة المائية يمكن أن يسهم في تعزيز التنمية الريفية، وتحقيق مرونة اقتصادية وبيئية في مواجهة التحديات الحالية، مع تعزيز الأمن الغذائي في البلاد.

التوصيات

استناداً إلى نتائج الدراسة والاستنتاجات المستخلصة، يمكن تقديم مجموعة من التوصيات التي تهدف إلى تعزيز تبني الزراعة المائية في ليبيا ودعم التحول نحو ممارسات زراعية مستدامة:

1. تعزيز دعم السياسات الحكومية

• يتوجب تطوير سياسات داعمة للزراعة المائية من خلال إنشاء إطار تنظيمي يشمل تقديم حوافز مالية، مثل الإعفاءات الضريبية والقروض الميسرة. ينبغي أن تركز هذه السياسات على دعم البنية التحتية الزراعية والتوسع في البحث والابتكار.

2. تحسين التوعية والتدريب

• ينبغي تنفيذ برامج توعية شاملة تستهدف المزارعين لتعزيز معرفتهم بفوائد الزراعة المائية. بالإضافة إلى ذلك، يجب إنشاء برامج تدريبية متقدمة بالتعاون مع الجامعات والمراكز البحثية لرفع مهارات المزارعين والخبراء في هذا المجال.

3. تطوير شبكة دعم تقنية

• من الضروري إنشاء مراكز دعم فني تقدم استشارات تقنية ودعم للمزارعين الذين يودون تبني الزراعة المائية. يمكن أن تشمل هذه المراكز توفير معلومات عن التكنولوجيا الجديدة، وإرشادات عن أساليب الزراعة المائية المثلى.

4. تشجيع الشراكات بين القطاعين العام والخاص

• تعزيز التعاون بين الحكومة والشركات الخاصة والمجتمع المدني لإنشاء مشاريع تجريبية ونماذج عمل تعزز من فهم واستيعاب أهمية الزراعة المائية. يشمل ذلك مبادرات مشتركة لتطوير تقنيات جديدة وتوطينها .

5. البحث والابتكار المستمر

• ينبغي أن تدعم الحكومة البحث العلمي والابتكار في مجال الزراعة المائية، من خلال تمويل المشاريع البحثية والتركيز على حلول تلائم البيئة والظروف المناخية في ليبيا.

6. تشجيع الاستثمارات المحلية والأجنبية

• يجب خلق بيئة جاذبة للاستثمار في قطاع الزراعة المائية من خلال تحسين القوانين الاستثمارية وتبسيط الإجراءات، مما يسهم في جذب الاستثمارات المحلية والأجنبية لدعم مشاريع الزراعة المائية.

7. رصد وتقييم الأداء

• إنشاء آليات للرصد والتقييم المستمر لفعالية الزراعة المائية في تحسين الإنتاجية واستدامة الموارد. تساعد هذه الخطوة على تقديم بيانات دقيقة لدعم صنع القرار المستنير وتوجيه التحسينات المستقبلية. من خلال تبني وتنفيذ هذه التوصيات بشكل فعال، يمكن لليبيا أن تحقق نقلة نوعية في تحسين كفاءة العملية الزراعية وتعزيز أمنها الغذائي، مع ضمان استخدام مستدام للموارد الطبيعية والبيئية.

الخاتمة

تأتي هذه الدراسة في وقت محوري بالنسبة لقطاع الزراعة في ليبيا، حيث يواجه تحديات جمة تتعلق بندرة الموارد المائية وتزايد الاحتياجات الغذائية. إن الزراعة المائية، كبنية زراعية مبتكرة، تقدم حلاً جذرياً يمكن أن يعيد تشكيل المشهد الزراعي في البلاد بطرق مستدامة وفعالة. لقد سعت هذه الدراسة إلى فحص الإمكانيات الكبيرة للزراعة المائية وتأمل في تقديم رؤية متكاملة حول كيفية التحول إلى نظم زراعية أكثر استدامة توافقاً مع ظروف المناخ والموارد المحلية. تسلط النتائج المستخلصة من البحث الضوء على النقاط الأساسية التي تجعل الزراعة المائية خياراً ممكناً وضرورياً في ليبيا. عبر تقليل استهلاك المياه بكفاءة عالية والمساهمة في زيادة الإنتاجية الزراعية، يمكن لهذه التقنية أن تعزز بشكل كبير الأمن الغذائي وتقلل من الاعتماد على الواردات الزراعية

الخارجية. في هذا السياق، فإن تعزيز إمكانيات الزراعة المائية يتطلب تكاملاً بين السياسات الحكومية والدعم المادي والمعنوي للمزارعين، إضافة إلى التعاون المحلي والدولي الذي يمكن أن يسهم في دعم هذه المبادرات.

تعكس التوصيات المقدمة في الدراسة ضرورة تأسيس إطار تنظيمي وبنية تحتية تزيد من فعالية تطبيق الزراعة المائية، مع التركيز على نقل التكنولوجيا وتمويل الابتكارات الموجهة للزراعة المستدامة. كما أن التوعية والتدريب المستمر للمزارعين والخبراء الزراعيين يعدان ضروريان لضمان التحول السلس والفعال نحو الزراعة المائية. إن التحديات المتعلقة بالموارد المالية والتقنية التي قد تواجه تنفيذ الزراعة المائية لا يمكن إغفالها، ومع ذلك، فإن الإرادة السياسية واستراتيجيات الاستثمار الذكية يمكن أن تذلل هذه العقبات. تظل الحاجة ماسة لتفعيل منظومة دعم تشمل جميع الجهات المعنية، من حكومات، ومؤسسات تعليمية، وقطاع خاص، لتبني هذا التحول الزراعي الواعد.

تأسيس التعاون بين القطاع العام والخاص يلعب دوراً جوهرياً في نجاح تبني الزراعة المائية. ويجب أن تركز جهود البحث والابتكار على تكييف هذه النظم لتلائم الظروف البيئية الفريدة لليبيا. مع الأخذ في الاعتبار الفوائد البيئية المترتبة على هذه الممارسة المستدامة، يمكن القول بأن الزراعة المائية لا توفر حلاً للأمن الغذائي فقط، بل تسهم أيضاً في حماية الموارد الطبيعية والمحافظة على التنوع البيئي.

على المدى البعيد، يمكن للزراعة المائية أن تعزز من قدرة ليبيا على مواجهة التحديات الاقتصادية والمناخية المتغيرة، مما يعزز استدامة سلاسل الإمداد الغذائي وبتيح فرصاً جديدة للنمو والتنمية في القطاع الزراعي والمجتمعات الريفية. إن الاستثمار

في هذا الإطار العلمي والزراعي يُمثل خطوة مهمة نحو تحقيق رؤية ليبيا لمستقبل زراعي مزدهر ومستدام.

المراجع

1. المسيلمانى، مؤيد، البلاسمه، عمار، & محمود، كامل. (2023). الزراعة المائية: دراسة مرجعية *Mutah Journal of Natural, Applied and Health Sciences*, <https://doi.org/10.35682/mjnahs.v38i1.732> .38
2. عبود زرقين، & عبد الحليم الحمزة. (2016). تطورات التنمية الزراعية المستدامة في الوطن العربي، *Dossiers de Recherches en Économie et Gestion*, 5(1), 13-48.
3. Mahmoud. (2021). ، Ahmed, & El-Haysha ، Na-Eam - كطريقة غير تقليدية لتطوير الزراعة في مصر <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.31364.55685> .ResearchGate .
4. علي عمران الزرقه. (2024). معوقات التنمية الزراعية المستدامة ببلدية سرت . المجلة العلمية لكلية التربية, 3(2), 1-16. عطية، شهيرة محمد رضا إبراهيم، أحمد، & نجوي محمود. (2017). التقييم المالي لبعض أنظمة الزراعة بدون تربة لبعض محاصيل الخضر *Journal of Agricultural Economics & Social Sciences*, 8(10).
6. سعد عبد الواحد محمود، & نسرين جمعة جاسم. (2018). تأثير الزراعة بدون تربة والرش بالكاربولىزر في نمو وحاصل الخس *Anbar Journal of Agricultural Sciences*, 16(1).

7. عيد، غيداء محمد، & حسن، ماهر ياسين. (2023). تأثير وسط النمو وتركيز المحلول المغذي في نمو أبصال النرجس في نظام الزراعة بدون تربة . مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية, 39(4).
8. خليفة، مجدي صالح. (2021) إدارة الموارد المائية في ليبيا (المتاح والتحديات المستقبلية) . مجلة البيان العلمية، (9), 485-493.
9. أمين زعر، & محمد. (2023). إدارة الموارد المائية وتنمية الزراعة المستدامة في الدول العربية . المجلة المصرية للتنمية والتخطيط, 31(1), 1-30.
10. Altalb, Ahmed Awad Talb. (2013). مستوى تطبيق الموظفين الزراعيين في محافظة نينوى للأساليب العلمية في مجال نقل التقنيات الزراعية وعلاقته ببعض المتغيرات *Journal of Kerbala for Agricultural Sciences, 1* 54.-, <https://doi.org/10.59658/jkas.v1i1.333>
11. Wanas, Ahmed. (2018). الزراعة اللا أرضية وتطبيقاتها "الزراعة المائية - الزراعة في بدائل التربة -الزراعة التكاملية للأسماك مع الخضروات - إنتاج الأعلاف الخضراء بدون تربة - زراعة الأسطح."
12. بورغدة، نور الهدى. (2018). دور الكفاءة الاستخدامية للموارد المائية في تحقيق التنمية الزراعية المستدامة والأمن الغذائي: حالة الجزائر(رسالة دكتوراه)
13. Kemmiti, Affaf, & Boufatah, Freiha. (2019). دور البحوث العلمية الزراعية في تعزيز الأمن الغذائي - دراسة حالة دول شمال إفريقيا . عدد خاص , 15, 21-36.

14. Omar, Jadalla. (2019). متطلبات الإصحاح البيئي للمساهمة في تنمية الزراعة الحضرية وشبه الحضرية 15. الكعبي، مرتضى. (2024). استعمالات الأرض الحضرية بين النظرية والتطبيق.
16. Elbagghi, Elham. (2022). الصعوبات والتحديات التي تواجه القطاع الزراعي في ليبيا . مجلة الدراسات الزراعية , 28, 11.
17. صالح علي الصادق، & خليل ابراهيم السامرائي. (2020). تأمين الغذاء في ليبيا، المفاهيم والتحديات والاستراتيجيات . المجلة الليبية للعلوم الزراعية, (3).25

المراجع الأجنبية

18. Allafi, K. A. M. (2014). *The impact of changing agricultural policies on Libyan agricultural performance*. Sheffield Hallam University (United Kingdom).
19. Anderson, M., & Helms, B. (2019). *Controlled Environment Agriculture: Models for Innovation*. Springer.
20. Delgado, C., Brooks, K., Derlagen, C., Haggblade, S., & Lawyer, K. (2019). *Use of Evidence to Inform Agricultural Policy Decisions: What have We Learned from Experience in Africa?* World Bank.
21. Despommier, D. (2010). *The Vertical Farm: Feeding the World in the 21st Century*. Thomas Dunne Books.
22. El-tantawi, A. M. (2015). *Water scarcity conditions in Libya: Opportunities and challenges*. International Journal of Environmental Studies, 72(5), 815-823.
23. FAO. (2018). *Climate change and agriculture in North Africa*. Food and Agriculture Organization.
24. FAO. (2020). *Food and Agriculture Organization: Global Perspectives on Agricultural Policy*. Retrieved from <http://www.fao.org>

25. Friedrich, R., & Pecci, F. J. (2020). *Libya: unforeseen complexities*. In Research Handbook on Post-Conflict State Building (pp. 430-452). Edward Elgar Publishing.
26. Grewal, H. S., Maheshwari, B., & Parks, S. E. (2011). *Water and nutrient use efficiency of a low-cost hydroponic greenhouse for a cucumber crop: An Australian case study*. Agricultural Water Management, 98(6), 841-846.
27. Gricke, W. F. (1937). *Crop production without soil*. University of California.
28. Hohenthal, J., & Minoia, P. (2017). *Social aspects of water scarcity and drought*. In Handbook of drought and water scarcity (pp. 607-625). CRC press.
29. Irhiam, H., Schaeffer, M., & Watanabe, K. (Eds.). (2023). *The Long Road to Inclusive Institutions in Libya: A Sourcebook of Challenges and Needs*. World Bank Publications.
30. Jensen, M. H. (1999). *Hydroponics Worldwide: A Technical Overview*. International Symposium on Growing Media and Hydroponics, 481, 719-730.
31. Jones, J. B. (2005). *Hydroponics: A Practical Guide for the Soilless Grower*. CRC Press.
32. Kratky, B. A. (2009). *Three Non-circulating Hydroponic Methods for Growing Lettuce*. University of Hawaii.
33. Rakocy, J. E. (2012). *Aquaponics—integrating fish and plant culture*. Aquaculture production systems, 344-386.
34. Resh, H. M. (2013). *Hydroponics for the home grower*. CRC Press.
35. Savvas, D., & Gruda, N. (2018). *Application of soilless culture technologies in the Mediterranean region*. European Journal of Horticultural Science, 83(5), 280-291.
36. Sonneveld, C., & Voogt, W. (2009). *Plant Nutrition of Greenhouse Crops*. Springer.
37. Stoner, R. J. (2014). *Aeroponic Plant Growth System*. U.S. Patent No. 8,689,171.

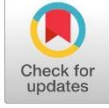
38. *Tropp, H., & Jagerskog, A. (2006). Water scarcity challenges in the Middle East and North Africa (MENA). Human development report, 1-26.*



Doi:

Research Article

Open Access



القيود والعقبات التي تواجه تنمية الزراعة السمكية في ليبيا وسبل التغلب عليها

عبد الباسط حسين إبراهيم^{1*}

عبد الباسط حسين

إبراهيم^{1*}:

قسم الموارد البحرية، كلية

الموارد الطبيعية وعلوم

البيئة، جامعة عمر المختار،

البيضاء، ليبيا.

المستخلص: يُعد قطاع الاستزراع السمكي في ليبيا نشاطاً حديثاً، إلا أنه حتى الآن لم يعتمد أي من الأساليب الحديثة لتطوير هذا القطاع، رغم توفر الإمكانيات البيئية الجيدة والظروف المناخية الملائمة وقلّة الملوثات في المياه الليبية. تستعرض هذه الورقة الممارسات الحالية للاستزراع السمكي في ليبيا، بما في ذلك أهم الأنواع السمكية المناسبة للاستزراع، وأنظمة الاستزراع الموسع وشبه المكثف والمكثف، بالإضافة إلى تربية الأحياء المائية في الصحراء الليبية. كما تركز الورقة على أبرز القيود والعقبات التي تواجه التنمية المستدامة في هذا القطاع، مثل نقص الزريعة والأعلاف السمكية، محدودية التقنيات الحديثة لإنتاج الأعلاف، وغياب العمالة المدربة. وأخيراً، تقدم الورقة مجموعة من الاقتراحات المستقبلية للتغلب على هذه العقبات وتعزيز استدامة وتطوير الزراعة السمكية في ليبيا.

الكلمات المفتاحية: الزراعة السمكية؛ ليبيا؛ أنظمة الاستزراع؛ قيود التنمية؛ اهم حلول الاستدامة.



*Corresponding author: Abdalbast H. I. Fadel,
E-mail addresses: basitfadel@yahoo.com
Department of Marine Resources, Omar Al-Mukhtar University, Al-Bayda, Libya

Received: 1/8/2025
Accepted: 12/11/2025
Publish online: 15/01/2025

AQUACULTURE IN LIBYA: CHALLENGES, CONSTRAINTS, AND POSSIBLE SOLUTIONS

Abstract: The aquaculture sector in Libya is a relatively recent activity, yet it has not adopted modern methods for its development, despite favorable environmental conditions, suitable climate, and low levels of water pollution. This paper highlights current aquaculture practices in Libya, including the main fish species suitable for farming, extensive, semi-intensive, and intensive farming systems, as well as aquaculture in the Libyan desert. The paper also focuses on the key constraints and challenges hindering sustainable development in this sector, such as the shortage of fry and fish feed, limited technologies for feed production, and lack of trained personnel. Finally, the paper presents future recommendations to overcome these obstacles and enhance the sustainability and development of aquaculture in Libya.

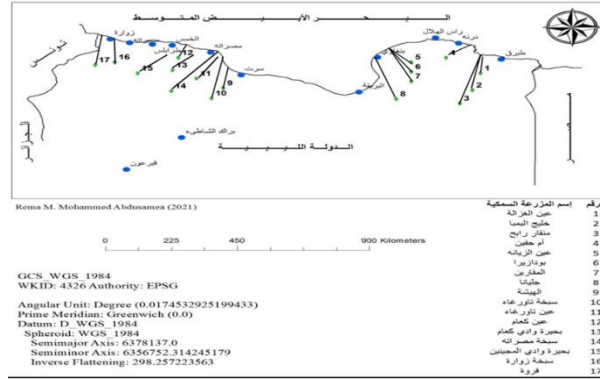
Keywords: aquaculture; Libya; aquaculture systems; development constraints; key sustainability solutions.

المقدمة: يشمل مصطلح الاستزراع السمكي على عملية تربية الأسماك في بيئة مائية محدودة ومسيطر عليها من حيث نوعية المياه ونوعية وكمية الغذاء وذلك لا يتم الا بدراسة العوامل المؤثرة على حياة الأسماك والعوامل التي تساعد على أكبر قدر من الإنتاج السمكي وبأقل التكاليف.

ولقد نما الإنتاج العالمي للأسماك من الاستزراع السمكي بسرعة خلال العقود الأربعة الماضية، مما ساهم بكميات كبيرة في إمداد العالم من الأسماك للاستهلاك البشري حيث بلغ أكثر من 110.3 مليون طن بنهاية عام 2016 (FAO 2018) ولقد تطور انتاج الوطن العربي من الأسماك المستزرعة من 657450 طن عام 2006 الى 1268620 طن عام 2015, فعلى سبيل المثال يوفر قطاع الاستزراع السمكي في

مصر حوالي 77% من إجمالي الإنتاج السمكي و يوفر أكثر من 580.000 فرصة عمل للعاملين في هذا القطاع.(Shaalan et al., 2018)

يتكون قطاع الإنتاج السمكي الليبي من تربية الأحياء المائية والصيد البحري ويعد قطاع الصيد البحري هو المساهم الرئيسي في إنتاج الأسماك في ليبيا، حيث يمثل أكثر من 98% من إجمالي الإنتاج السمكي في ليبيا. و بناء على تقارير مصلحة الثروة السمكية في ليبيا المعد بتاريخ 1984 والذي يشجع فيه قطاع الزراعة السمكية على حساب قطاع الصيد وذلك بسبب عدة عوامل من أهمها الضيق النسبي للجرف القاري وعدم وجود أنهار مغذية للمياه الساحلية، أيضا وجود مواقع بيئية مناسبة تصلح للاستزراع السمكي على طول الساحل الليبي خاصة في ظل الوفرة النسبية في مصادر المياه المالحة، و الذي يتميز بطوبوغرافيا متنوعة ومناخ دافئ يصلح لإنشاء مزارع سمكية تحت أنظمة استزراع متنوعة (Abuarosha, 2013). جغرافيا، تقع اغلب المزارع السمكية في ليبيا في الجزء الشمالي من البلاد وعلى مقربة من ساحل البحر المتوسط كما هو موضح في الخريطة (شكل 1).



شكل: (1) توزيع اغلب المزارع السمكية بالساحل الليبي

وخلال خطة التنمية 2001-2005 وضعت الهيئة العامة للزراعة والثروة البحرية مشاريع استثمارية عديدة في مجال الزراعة السمكية منها: مشروع تاجوراء للزراعة المائية ومشروع وادي الخبطة للزراعة المائية بالقرب من درنة ومشروع استكمال وتشغيل عين الزيانة للزراعة المائية ببغازي ومشروع مزرعة المسيد البحرية بالقروبولي ومشروع مركب فروة للزراعة المائية بزواره ومشروع مصنع اعلاف الاسماك بالخمس بقيمة اجمالية 34181980 دينار ليبي بالإضافة الى منح العديد من القروض الزراعية في مجال الاستزراع السمكي.

2.1 مشكلة البحث

على الرغم من الصفات الطبيعية والبيئية الملائمة للاستزراع السمكي في ليبيا والجهود الضخمة التي بذلت لبناء وتوسيع هذا النشاط، إلا أنه لا يزال أقل بكثير من مثيله في دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا الأخرى وليس له أثر يذكر في

الناتج المحلي مقارنة بالناتج المحلي من قطاع المصايد والذي بلغ أكثر من 47 ألف طن خلال عام 2010 (فضيل واخرون 2020).

لذلك تتناول هذه الدراسة، مناقشة الأنواع المختلفة من أنواع الأسماك المستزرعة في ليبيا، وأنظمة الاستزراع والممارسات المختلفة والتطورات الأخيرة في الزراعة السمكية في ليبيا، مع الإشارة إلى المعوقات الرئيسية التي تواجه تنمية صناعة الاستزراع السمكي واستدامته. كذلك تسليط الضوء على الآفاق المستقبلية للتغلب على هذه العقبات ومواصلة تطوير هذا القطاع.

3.1 الأسلوب البحثي ومنهجية الدراسة

قد تناولت هذه الدراسة بالتحليل المشاكل التي أدت إلى إعاقة تطور الزراعة السمكية في ليبيا بهدف وضع إطار لضمان الاستغلال المستدام لهذا المورد السمكي، حيث استعرضت هذه الدراسة أهم أنواع الأسماك الاقتصادية الليبية القابلة للزراعة السمكية، ونظم الاستزراع السمكي الليبي، والأوضاع الراهنة للزراعة السمكية في ليبيا وإحصاءاتها. وتحقيقاً لأهداف الدراسة تم الاعتماد على قواعد البيانات المدرجة من قبل منظمة (FAO) والمنظمة العربية للتنمية الزراعية والتقارير الرسمية الصادرة من المؤسسات الحكومية الليبية بالإضافة إلى البحوث والدراسات المنشورة بهذا الشأن.

2. أنواع الأسماك المستزرعة الشائعة في ليبيا

تتميز المياه الليبية بتنوع الأسماك القابلة للاستزراع والتربية في البيئة المحلية. بناء على تقرير (القبلي، 2004) أن هناك أنواع من الأسماك البحرية تصلح للزراعة والتربية في البيئة المحلية ومقبولة جداً في السوق المحلي مثل القراقوز *Diplodus sargus* والبلغلة *Umbrina cirrosa* والفروج والبوري *Mugil spp*، بالإضافة إلى أنواع

أخرى يمكن أقلمتها بالأسر على الغذاء الصناعي مثل الشولة *Seriola dumerili* و ثعبان البحر *Anguilla anguilla* والتونة *Thunnini*. فيما يخص استزراع اسماك المياه العذبة لا يوجد في ليبيا أي نوع متوطن منها، فجميع أنواع المياه العذبة المستزرعة تم إدخالها للبلاد خلال السبعينيات وحتى التسعينيات. كذلك تم ادخال أنواع اقتصادية اخري داخل ليبيا عن طريق وزارة الزراعة ومركز بحوث الاحياء البحرية بغرض تربيتها وإعادة تقيخها داخل ليبيا كالاتي:

1.2 اسماك البلطي *Oreochromis spp*: يحتل البلطي المرتبة الأولى في الاستزراع السمكي عالميا من حيث حجم الإنتاج ([Fitzsimmons et al. 2011](#)). تتمثل الميزة الكبيرة لتربية البلطي في قدرته على تحمل المياه منخفضة الجودة اذ يمكنها العيش في مياه منخفضة من الأكسجين المذاب مقارنة بأنواع الأسماك الأخرى، كذلك يتم استزراعها لأسباب اقتصادية حيث إنها تصل إلى أوزان تسويقية مناسبة مع معدل تحويل غذائي منخفض ([Shaheen et al. 2013](#)). البلطي النيلي (*Oreochromis niloticus*) و البلطي الاحمر (*Tilapia sp*). هي أكثر أنواع البلطي شيوعاً في ليبيا تم استيرادها بداية التسعينيات وادخالها ليبيا ([FAO 2005](#)). ولقد تم استيرادها من مصر والصين وجنوب أفريقيا، وتم تربيتها في أحوض الري في المزارع الحقلية بطول الساحل وفي المناطق الريفية والجنوبية من الدولة وقد لاقى هذا النوع قبولا لدى المستهلك المحلي نظرا لشكله المقبول وطعمه الجيد. تم استزراع البلطي في الأقباص الصغيرة في بحيرة المجدوب وأبو دزيرة وتاورغاء. أيضا تم استزراعها ببحيرة وادي كعام بـ 200000 اصبعيات البلطي ([Abuarosha 2013](#)).

2.2 اسماك المبروك *Cyprinus spp*: من اهم اسماك الاستزراع السمكي حيث تتميز بسرعة النمو وسهولة التفريخ طبيعيا وصناعيا وتعتبر من الأسماك المقاومة للأمراض كما ان لها القدرة على العيش في المياه العكرة والراكدة. في ليبيا تعتبر اسماك المبروك أول محاولة ناجحة لاستزراع أسماك المياه العذبة في ليبيا حيث تم استزراع 60 ألف منها عام 1977 في بحيرة وادي المجينين، ثم في عام 1978 تم زراعة 160.000 اصبعية منها مرة أخرى بواسطة استيرادها من الصين وبطاقة انتاجية حوالي 120 طن سنويا، هذا بالإضافة الي انتشار استزراعها في مناطق متفرقة من جنوب ليبيا في خزانات مياه الري إلا أن هذه الممارسة توقفت في عام، 1992 وتركت هذه الأنواع لتعيش على الغذاء الطبيعي (FAO 2005). والانواع من المستزرعة منها في ليبيا هي مثل المبروك الشائع *Cyprinus carpio*، المبروك الفضي *Hypophthalmichthys molitrix*، ومبروك الحشائش *Ctenopharyngodon idella*.

3.2 اسماك البوري *Mugil spp*: منتشرة في جميع انحاء العالم رخيصة الثمن، وهي تتكاثر في المياه البحرية كما يمكن تربيتها في المياه الشروب بسهولة. تأتي اسماك البوري في المرتبة الثالثة من حيث إنتاج الاستزراع المائي في ليبيا. يعتمد الاستزراع المائي في البوري على الزريعة التي يتم جمعها ومن ثم تخزينها في البحيرات وتربيتها في أقفاص صغيرة كما في بحيرة عين الغزالة. وقد ظل الإنتاج قليلا، يتراوح بين 30-40طنا حتى نهاية التسعينيات (Abuarosha 2013). من أشهر أنواعها المستزرعة في ليبيا هي بوري بو دماغ *Mugil cephalus* وبوري بو شارب *Chelon labrosus* والهليلي *Liza aurata*.

4.2 اسماك القاروص *Dicentrarchus labrax* والدنيس (*Sparus aurata*): وهي من الأسماك البحرية المنتشرة في البحر الأبيض المتوسط وهي مقبولة بشكل كبير في الدول الأوروبية وتستجيب للتربية في الاقفاص ومن الممكن اقلمتها على التغذية الصناعية. تم استيرادها من أوروبا خاصة من اسبانيا والبرتغال. وهي من اهم الأسماك البحرية الصالحة للاستزراع في المياه اللبية، ويبلغ وزنها التسويقي ما بين 350-500جم، ويساهم الإنتاج المشترك لكلا النوعين في حوالي 30% من إجمالي إنتاج المزارع السمكية في ليبيا (FAO 2005). ومن اهم المزارع المنتجة لها في ليبيا مثل مزرعة عين الغزالة ومزرعة راس الهلال بالنظام المكثف داخل الاقفاص البحرية بمعدل انتاج سنوي حوالي 200 طن.

5.2 التونة الشمالية زرقاء الزعنفة (*Thunnus thynnus thynnus*): بدأ تربيتها في السبعينيات في خليج سانت ماري بكندا. وقد بدأت ليبيا في تربية أسماك التونة الشمالية زرقاء الزعنفة في عام 2003 بواسطة شركتين تابعتين للقطاع الخاص من اهمهما مزرعة راس الهلال حيث تم تربيتها بواسطة الاقفاص البحرية. وقد بلغ الإنتاج حوالي 350 طنا في عام 2003 و 150 طنا في عام 2004 (FAO 2005).

3. أنواع أنظمة الاستزراع السمكي في ليبيا

يوجد عدة أنظمة مختلفة للاستزراع المائي في ليبيا، و الشكل الأكثر انتشارًا هو الأحواض الخرسانية والأحواض الطينية والاقفاص العائمة والنظام السائد هو النظام المكثف والشبه المكثف للاستزراع المائي في المياه البحرية والمتوسطة الملوحة وبشكل نادر يتم استخدام النظام الطبيعي (Abuarosha 2013). يتم تطبيق الاستزراع شبه

المكثف والمكثف على نطاق واسع في الأحواض الترابية، بينما يتم استخدام خزانات خرسانية للاستزراع المكثف.

1.3 النظام الموسع (الطبيعي): هذا النموذج هو الأقل اقتصاداً، عادة ما يستخدم في المساحات المائية الكبيرة نسبياً مع الاعتماد الكلي على الغذاء الطبيعي في نظام التربية (Jewell and Cummings 1990). يكون مستوى الإنتاج في النظام الموسع منخفضاً ويتراوح من 0.25 إلى 0.75 طن / هكتار سنوياً ويتطلب حوالي 25م³ من المياه لإنتاج كيلوجرام واحد فقط من الأسماك (Soliman and Yacout 2016). النظام الموسع لا يتطلب تهوية صناعية أو أي تغذية ويعتمد فقط على مصادر الغذاء الطبيعية المتوفرة بالفعل في الحوض (Edwards 2015). وهو يُمارس عادة في مناطق منخفضة المستوى خاصة في بعض البحيرات الشبة ملحية أو المالحة مثل مزرعة ام حفين في شرق ليبيا. حيث تكون الأسماك محاصرة طوال فترة التربية أثناء ارتفاع منسوب المياه، وتبقى حتى تصل إلى الحجم التسويقي ويتم حصادها عندما ينخفض منسوب المياه خاصة في فصل الصيف حيث يتم حصاد الأسماك باستخدام شباك الصيد أو القوارب.

2.3 النظام شبه مكثف: في هذا النوع يتم استزراع متوسط من الأسماك في مساحات كبيرة نسبياً واستخدام نسبي للأغذية الصناعية بجانب الغذاء الطبيعي خلال عمليات التربية (Tacon and De Silva 1997). يتراوح إنتاج الأسماك بواسطة هذا النظام من 8 إلى 12 طنًا للهكتار من الأسماك سنوياً (Shaheen et al. 2013). النظام شبه المكثف هو الشكل الأكثر شيوعاً للاستزراع المائي في الوطن العربي مثل جمهورية مصر العربية والمغرب وتونس. ولقد تم استخدام النظام شبه المكثف في العديد من مشاريع الزراعة المائية الليبية مثل مشروع وادي الخبطة بواسطة استخدام الاحواض الخرسانية لتربية

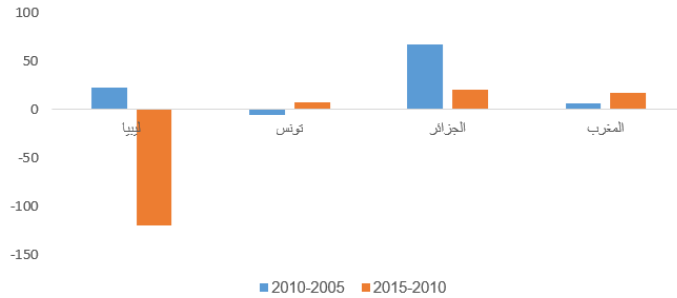
اسماك القاروص والدينيس والبلطي، مشروع مزرعة المسييد البحرية باستخدام 86 حوض خرساني، مشروع مركب فروة للزراعة المائية لتفريخ وتربية الاسماك ويتم تربية الاسماك بنظام شبه المكثف في الاقفاص الطافية والحظائر والاقفاص المفتوحة والاحواض الترابية. ونظرا لندرة موارد المياه العذبة فقد استخدمت السدود والبحيرات الصغيرة للاستزراع شبه المكثف لأسماك القراميط واسماك المبروك المختلفة مثل (المبروك الشائع، الحشائش، ذو الرأس الكبير و الفضي) التي جرى استيرادها من الصين، وقد كانت محاولات الاستزراع ناجحة وكان معدل النمو جيدا في معظم الأنواع ([FAO](#) 2005).

3.3 النظام المكثف: يعتمد هذا النظام على الاستزراع المكثف للأسماك في المساحات المائية الصغيرة حوالي 200م³ فقط لإنتاج طن واحد من الأسماك بكثافة 30-35 كجم / م³ ([Yacout et al. 2016](#)). يتطلب هذا النظام تهوية صناعية ومضخات مياه بالإضافة إلى الأغذية الصناعية لتغطية الاحتياجات الغذائية للأسماك، اما نسبة الإنتاج فهي الأكبر مقارنة بالنظامين السابقين حيث يصل الى ما بين 100 و 150 طن / هكتار ([Tovar et al. 2000](#)). يستخدم النظام المكثف في الزراعة السمكية في ليبيا في الأنظمة المقامة على الأرض مثل الأحواض الطينية والخرسانية وكذلك الأقفاص الشبكية في تربية أنواع مثل الدينيس والقاروص والتونة. وعلى الرغم من ظهور بعض المشاكل في البداية، خاصة في تشغيل الأحواض الأرضية بسبب نقص الخبرة، فإن العديد من المزارع ما زالت تعمل وقد نجحت في التغلب على هذه المشاكل، بينما تحول البعض الآخر إلى أنظمة إنتاجية بديلة.

3.4 الاستزراع السمكي في الصحراء الليبية: بشكل عام، تختلف أنظمة الإنتاج لمشاريع الاستزراع السمكي في الأراضي الصحراوية والقاحلة بناءً على نوع الموارد المائية وتوافرها والبيئات المحيطة، مع الأخذ في الاعتبار تكاليف الاستثمار والبناء المرتبطة بها و قد تم تحديد ان الانظمة المكثفة وشبه المكثفة مناسبة في الأراضي القاحلة ([Mapfumo 2011](#)). واهم الأنواع القابلة للزراعة في الصحراء هي البلطي بشكل رئيسي، وخاصة البلطي الأحمر الهجين، حيث إنها تتحمل ملوحة أعلى ([Sadek et al. 2011](#))، تليها أسماك المبروك ، البوري ، الدنيس ذو الرأس المذهب ، والقاروص الأوروبي ، وأسماك الزينة ([Bakeer 2006](#)). في ليبيا، غالبية مساحة الأرض صحراوية ولكن بها خزان كبير من المياه الجوفية وهذا يجعلها نموذجًا مثاليًا لتطبيق الاستزراع المائي في الصحراء ([FAO 2005](#)). يمكن أن تكون تربية الأحياء المائية في الصحراء أكثر استدامة إذا تم تطبيق نظام إعادة تدوير للأحياء المائية (RAS)، لزيادة الفوائد من المياه المستخدمة وتحسين إعادة تدوير المغذيات ([Martins et al. 2010](#)). في بداية الثمانينيات، انتشرت تربية أسماك المياه العذبة في الصحراء الليبية، وخاصة في الجنوب الليبي، باستخدام البحيرات وخزانات الري. ولقد ذكر الخمسي (2008) أن عدد المزارع الخاصة المحلية الصغيرة وصل إلى 790 مزرعة، وخاصة في براك الشاطئ (على بعد حوالي 650 كم جنوب طرابلس) حيث تم انشاء العديد من المزارع السمكية مياه الري من مخطط زراعي. بالإضافة الى ذلك ففي عام 2004 تم انشاء مشروع كبير للاستزراع المائي في الجنوب بمنطقة سوكنه لإنتاج اسماك البلطي النيلي ([FAO 2005](#)).

4. المعوقات والمشاكل التي تواجه قطاع الزراعة السمكية في ليبيا:

على الرغم من الإمكانيات البيئية الجيدة والظروف المناخية الملائمة للزراعة السمكية وقلّة نسبة الملوثات الصناعية في المياه البحرية الليبية مقارنة بدول المتوسط الأخرى ومساحة المسطحات المائية الكبيرة التي تصل إلى أكثر من 5000 هكتار من الأراضي الرطبة والبحيرات والسبخات والخلجان ومع ذلك فإن معدلات إنتاج الأسماك بواسطة الزراعة السمكية في ليبيا منخفض جدا مقارنة بباقي الدول العربية الأخرى كما هو مبين بالجدول رقم (1). كذلك بناء على دراسة قام بها فضيل وآخرون (2020) حيث لاحظ انخفاض حاد في إنتاج الأسماك الاقتصادية من المزارع السمكية في ليبيا من 0.35 ألف طن في السنة إلى معدلات قد لا تكاد تذكر مقارنة بباقي دول المغرب العربي خلال الفترة من (2005 – 2015) كما هو مبين بالشكل رقم (2).



الشكل: (2) يبين نمو معدلات الانتاج السمكي من المزارع السمكية بدول المغرب العربي خلال الفترة من 2005 - 2015.

المصدر: (فضيل وآخرون 2020).

جدول: (1) معدلات الانتاج السمكي من الاستزراع السمكي بالوطن العربي خلال الفترة من 2009 الى 2015.

الدولة	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
الاردن	6600.00	6600.00	1880.00	4750.00	4800.00	3775.00	3200.49
البحرين	4951.47	4951.47	-	-	66.69	210.55	210.55
تونس	22.20	22.20	1500.00	2300.00	24000.00	10000.00	10000.00
الجزائر	3093.00	4986.00	-	-	7000.00	10000.00	10000.00
السودان	6.70	6.70	-	-	-	-	-
سوريا	436.00	436.00	305.00	-	-	-	-
الصومال	-	-	1508.00	1493.00	-	-	-
العراق	12150.00	14935.00	610.00	420.00	58750.00	55350.00	54403.00
عمان	-	-	-	-	0.00	0.00	61200.00
فلسطين	200.00	301.00	-	-	450.00	30.00	170.00
ليبيا	6500.00	65000.00	6500.00	-	-	-	-
مصر	3473.00	304793.00	47487.00	41060.00	509069.00	560194.00	375267.00
المغرب	5036.00	5959.00	86160.00	-	13700.00	10300.00	10300.00
اليمن	-	-	-	-	4000.00	4000.00	4000.00

المصدر: كتاب الإحصائيات السمكية في الوطن العربي (2016،14،11).

إن هذا الانخفاض الحاد في كمية الإنتاج السمكي من المزارع السمكية في ليبيا

يرجع وبشكل رئيسي الى عدة عوامل من الممكن ايجازها في الاتي:

1.4 نقص زريعة الأسماك: بشكل عام هناك مصدران رئيسيان لزريعة الأسماك: حيث يمكن الحصول عليها من المفرخات أو صيدها من البحر (Sadek 2000). الكثير من الدول العربية تقدمت الى حد ما في تطوير انتاجها من الاصبعيات لتغطي احتياجات السوق لديها واستمرارية انتاج مزارعها السمكية. حيث بلغ الإنتاج العربي من الاصبعيات حوالي 528751040 زريعة سنويا طبقا للكتاب السنوي للإحصاءات السمكية في الوطن العربي لسنة 2016. مصر وحدها تنتج 411 مليون وحدة / سنويًا من مفرخات

أسماك المياه العذبة، منها أكثر من 600 مفرخ لإنتاج زريعة البلطي فقط (Rothuis et al. 2013). كذلك تنتج دول المغرب العربي تونس والجزائر والمغرب 23 و 8 و 10 مليون زريعة على التوالي (الاستراتيجية 2017). في السنوات الخمس الأخيرة، اغلب المفرخات في ليبيا قد توقفت عن العمل بشكل شبه كامل بسبب المشاكل الفنية وقلة الدعم المالي (فضيل وآخرون، 2020). كذلك عدم حصول المزارع السمكية على الزريعة في الوقت المحدد او بكميات قليلة جدا لا تتناسب مع المستهدف من خطة التربية هو من اهم أسباب توقف المزارع السمكية في ليبيا عن الإنتاج او انخفاضه (Abuarosha, 2013).

2.4 نقص الاعلاف: كما هو معروف أن تكلفة غذاء الأسماك والعلائق المصنعة تساهم بحوالي 75 إلى 85% من تكاليف تشغيل المزارع السمكية (Kleih et al. 2013). يتوفر بالمنطقة العربية العديد من مصانع انتاج الأعلاف السمكية بقوة تشغيلية 1655 مليون طن سنويا (الاستراتيجية 2017). للأسف الشديد لا يوجد في ليبيا مصنع واحد لإنتاج الأعلاف السمكية مما أدى إلى توقف العديد من المزارع عن التربية في السنوات القليلة الماضية بسبب ارتفاع أسعار أعلاف الأسماك عالميا وانخفاض قيمة الدينار الليبي مقابل الدولار وغياب الدعم الحكومي (فضيل وآخرون 2020). بينما يوجد في مصر وحدها حوالي 73 مصنعًا للأعلاف تنتج حوالي مليون طن من العلف المائي سنويًا (Shalan et al. 2018). تعتبر شركتي Aqua Egypt Aller و Skretting Nutreco أكبر منتجين للأعلاف المائية في مصر والوطن العربي حيث ينتجان أكثر من 270 ألف طن من اعلاف اسماك سنويا.

3.4 نقص الخبرات العلمية المتخصصة: عادة يحصل مزارعو الأسماك في الدول المتقدمة والتي تبدي اهتمام بالزراعة السمكية على تدريب تقني متخصص لتحديث أفضل طرق تربية الأسماك لزيادة الإنتاج والأرباح من مزارعهم. أن تنظيم مثل هذه التدريبات من خلال التركيز على الاستخدام الأمثل للأعلاف والأسمدة للأسماك المستزرعة وكيفية إدارة كثافات تخزين الأسماك في الأحواض قد حقق أرباحا إضافية لهذه المزارع (Dickson et al. 2016). على الرغم من توفر الموارد المالية الليبية المخصصة لهذا المورد المهم والتي كان من الممكن أن تساهم بشكل كبير في نمو وتطور الإنتاج السمكي وزيادة معدلات نموه إلا أن ذلك لم يتحقق بسبب غياب العناصر المتخصصة في هذا المجال (Abuarosha 2013). تتمثل مسؤولية إدارة المزارع السمكية بوزارة الزراعة، كجهة مختصة حيال إدارة صناعة الاستزراع المائي في الدولة الليبية، في تطبيق ضوابط مشاريع الاستزراع المائي. وكما هو معروف ان إنتاج الأحياء المائية مثل الأسماك والقشريات والمحار والطحالب والأعشاب المائية وغيرها تحت ظروف الأسر والتحكم في عوامل التربية يتم وفق الضوابط والمعايير القياسية المنظمة لعملية الاستزراع السمكي. على ان يتم ادارتها والاشراف عليها عن طريق فنيين متخصصين في مجال الزراعة المائية. فكما هو ملاحظ من الجدول رقم (2) هو غياب الدور الفني المتمثل في العناصر المتخصصة في مجال المزارع السمكية التي تم انشائها وبالتالي ادى إلى توقف أو تلف اغلب المزارع السمكية على طول الساحل الليبي بسبب خلل أثناء التشغيل أو أخطاء أثناء الإنشاء والتجهيز والتي يرجع اغلب الأسباب فيها إلى عدم وجود خبرات علمية متخصصة. فقد ذكر فضيل واخرون (2020) ان من اهم الضوابط الواجب مراعاتها عند تصميم الاحواض بالمزارع السمكية هو امدادها بالمياه

المناسبة للاستزراع السمكي وتصريفها بشكل تقني وملائم، لذلك يجب عند تصميم الاحواض والمزارع السمكية بدراسة الهيدرولوجيا، الطبوغرافية، والجودة التكوينية، وبعد ذلك، يمكن إجراء الحساب بالتزامن مع عمق المياه التي تحتاجه لكل وحدة مساحة من حوض الأسماك على أساس الكمية المتدفقة خلال المواسم المختلفة لضمان إمدادات المياه الكافية لأحواض الأسماك. أيضا عند الاعتماد على العمالة المدربة في ادارة وتشغيل المزارع السمكية فان ذلك سيسهم في زيادة انتاجيتها وتطويرها. فبناء على دراسة (Abuarosha 2013).

جدول (2): يبين وضع المزارع السمكية على طول الساحل الليبي

اسم المزرعة	موقع المزرعة	نظام التربية	الوضع الحالي للمزرعة
مزرعة سلطان	سرت	احواض	لم تدخل مرحلة الإنتاج بسبب أخطاء فنية وخلل في تصريف المياه.
مزرعة عين الزيانة	بنغازي	احواض	متوقفة عن العمل بسبب وجود خلل في المآخذ المائي وتلف الاحواض بسبب العوامل الجوية.
مزرعة عين غزالة	طبرق	اقفاص	متوقفة عن العمل لعدم وجود كوادر متخصصة في نظم الاستزراع-المنشآت الزراعية مهمة-مخازن العلف والمعدات مدمرة-معدات التفريخ -لا توجد مرافق تسويقية-عمالة قليلة.
مزرعة راس الهلال *	راس الهلال	اقفاص	تعمل وهي تنتج حوالي 70 طن من اسماك القاروص والاوراتا. تواجه المزرعة أحيانا صعوبات تمويلية بسبب التأخير في الحصول على القروض، وارتفاع أسعار الفائدة. كما يستغرق الحصول على القروض وقتاً طويلاً. حالياً متوقفة عن العمل و تلف كامل للمزرعة.
مزرعة عين تاورغاء	تاورغاء	احواض	متوقفة عن العمل لوجود طفيليات ضارة.
مزرعة المرافئ	مصراته	احواض	متوقفة عن العمل لوجود أخطاء فنية في تصميم الاحواض.
مزرعة المرقب	الخمس	اقفاص	متوقفة عن العمل بسبب خلل في موقع الاقفاص داخل الميناء.

اسم المزرعة	موقع المزرعة	نظام التربية	الوضع الحالي للمزرعة
مزرعة عين كعام	الخمسة	احواض	متوقفة عن العمل بسبب خلل في تصميم المآخذ المائي.
مفرخ شركة المتوسط	الخمسة	احواض	متوقف عن العمل بسبب تكلفة الإنتاج.
مزرعة القره بوللي	القره بوللي	احواض	متوقفة عن العمل بسبب وجود أخطاء فنية في تصميم الاحواض وخزانات التجميع وموقع المآخذ المائي.
شركة السبخة	سوق الجمعة	احواض	المفرخ متوقف عن العمل لعدم وجود بيوض مخصبة.
مزرعة الشط	الزاوية	احواض	متوقفة عن العمل بسبب وجود أخطاء فنية في تصميم المآخذ المائي.
مزرعة البجع	صرمان	احواض	متوقفة عن العمل بسبب وجود أخطاء فنية في تشغيل المآخذ المائي وأخطاء فنية في تصميم الاحواض وتفتقر لأجهزة قياس الماء وعدم وجود عمالة مدربة أدى إلى نفوق كامل للأسماك بالمزرعة.
مزرعة التليل الذهبي	صبراتة	احواض	متوقفة عن العمل بسبب خلل في تصميم الاحواض ومشاكل فنية في تصميم قنوات التصريف.
مزرعة راس الديوان	صبراتة	احواض	متوقفة عن العمل بسبب وجود أخطاء فنية وافتقارها لأجهزة القياس جودة الماء مما أدى إلى نفوق الأسماك
مزرعة الوفاء	صبراتة	احواض	وجود أخطاء فنية مما أدى إلى نفوق اعداد كبيرة في الأسماك بسبب خطأ في تصميم الاحواض
مزرعة فروة	زواره	احواض	كانت تعمل ولكن توقفت بسبب عمليات السرقة بعد 2011. كذلك كانت تعاني من بعض المشكلات في عمليات الإنتاج مثل انتشار الامراض وتكلفة العلف ونقص العمالة المدربة وسوء جودة المياه
بحيرة المجدوب	بنغازي	اقفاص	المزرعة خالية ولا تعمل لعدم وجود عماله لتشغيلها.
مزرعة المرقب	المرقب	احواض	متوقفة عن العمل بسبب خلل في تصميم الاحواض وعدم وجود مصدر قريب لماء البحر

المصدر: تقرير مركز بحوث الاحياء البحرية و [Abuarosha 2013](#)

4.4 سوء الإدارة: من أكثر الأسباب التي أدت إلى توقف أغلب المزارع السمكية على الساحل الليبي عن العمل وخاصة المزارع الخاصة هو العملية الإدارية المعقدة وسوء المعاملة في النظام المصرفي وعدم وجود تشريعات واضحة خاصة بالاستزراع السمكي (فضيل وآخرون 2020). تعاني أغلب المزارع السمكية من عدم الاستقرار في الإنتاج بسبب صعوبات التمويل ونقص الدعم الفني وصعوبة الحصول على الإصبعيات وارتفاع تكلفة الأعلاف والأمراض. فعدم الحصول على الأعلاف في الوقت المحدد، بسبب الإجراءات المعقدة المفروضة على استيرادها تؤدي غالباً إلى هلاك أغلب الأسماك. كذلك واجهت أغلب المزارع السمكية صعوبات في توريد الإصبعيات أيضاً، سواء بسبب التكلفة العالية أو بسبب إجراءات الاستيراد المعقدة (Abuarosha 2013).

5. الخاتمة ووجهه النظر المستقبلية لاستدامة الزراعة السمكية الليبية

الاستزراع السمكي في ليبيا هو مجال واعد يتمتع بقدرة كبيرة على التوسع والتنمية. من أجل تعظيم إجمالي الإنتاج من المزارع السمكية ولضمان استدامة صناعة الاستزراع السمكي في ليبيا، يجب اتباع النقاط التالية:

1. هناك حاجة إلى مراجعة وتعديل التشريعات الحالية التي قد تعيق تنمية الاستزراع السمكي.
2. تبني نهج حذر وتدرجي لتنمية قدرات الاستزراع السمكي من حيث الدعم المادية أو الفني.
3. نقل المعرفة والتكنولوجيا من خلال المشاريع والبرامج التعاونية مع الدول المتقدمة في مجال تربية الأسماك البحرية، وإرسال الليبيين للتدريب إلى هذه الدول لاكتساب المعرفة والخبرة مباشرة.

4. تشجيع الاستثمارات التي تنطوي على أنشطة الاستزراع السمكي البحري وتعزيز دور القطاع الخاص وتخفيف القيود المفروضة عليه.
5. تأمين الدعم الفني المستمر لمزارعي الأسماك ووضع خطة دعم للقطاع الخاص من خلال إعداد الجلسات والزيارات الدورية للمزارع لتقديم الاستشارات الفنية.
6. توفير الاعلاف السمكية والاصبغيات محليا بدلا من استيرادها لأسباب فنية واقتصادية او استيرادها من شركات مضمونة ذات سمعة جيدة في هذا المجال.
7. تشجيع الصناعات التي تعتمد على الإنتاج السمكي، والمحافظة على المصانع القائمة للأسماك.
8. إعادة تأهيل مركز أبحاث الأحياء البحرية وإنشاء فروع أخرى في مناطق ساحلية مختلفة ودعم البحث العلمي في هذا المجال وافتتاح معاهد تعمل على تخريج متخصصين في الزراعة السمكية.

6. المراجع

1.6 المراجع العربية

- الخمسي، ر. م. 2008. الاستزراع السمكي في ليبيا ودوره في تنمية الثروة السمكية. بنغازي - ليبيا: الهيئة الوطنية للبحث العلمي.
- القبلي، حسن (2004) التنوع في الزراعات المائية وآثره في نجاح الاستثمار، مجلة آفاق البحار، السنة الثالثة، (7). 8-10، مركز بحوث الأحياء البحرية. ليبيا.
- المنظمة العربية للتنمية الزراعية. 2017. الاستراتيجية العربية لتربية الأحياء المائية 2017 - 2037. منشورات جامعة الدول العربية.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية.2016. الإحصاءات السمكية، المجلد (10) الخرطوم، السودان.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية.2011. الإحصاءات السمكية، المجلد (5) الخرطوم، السودان.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية.2014. الإحصاءات السمكية، المجلد (8) الخرطوم، السودان.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية.2016. الإحصاءات السمكية، المجلد (10) الخرطوم، السودان.

الهيئة العامة للثروة البحرية. 2008. تقرير عن حالة المصائد والاستزراع السمكي في ليبيا. منشورات الهيئة. طرابلس، ليبيا.

فضيل، عبد الباسط. حماد، عبد المطلب، و كريمة مؤمن.2020. الاتجاهات الحديثة في الثروة السمكية الليبية مقارنة بدول المغرب العربي. مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية المجلد. تحت الطبع.

2.6 المراجع الانجليزية

Abuarosha, M. A. 2013. Drivers and obstacles of agriculture development in Libya: Case study: Marine aquaculture, Sheffield Hallam University.

Bakeer, M. 2006. Performance of grey mullet (*Mugil cephalus* L.) reared in monoculture in the new desert areas. *Journal of Arabian Aquaculture Society* 1 (2):44-56.

Dickson, M., A. Nasr-Allah, D. Kenawy, and F. Kruijssen. 2016. Increasing fish farm profitability through aquaculture best management practice training in Egypt. *Aquaculture* 465:172-178.

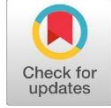
- Edwards, P. 2015. Aquaculture environment interactions: past, present and likely future trends. *Aquaculture* 447:2-14.
- FAO. 2005. Fish and fishery products. World apparent consumption statistics based on Food Balance Sheets (1961-2009). . FAO.
- FAO. 2018. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018–Meeting the sustainable development goals. FAO.
- Fitzsimmons, K., R. Martinez-Garcia, and P. Gonzalez-Alanis. 2011. Why tilapia is becoming the most important food fish on the planet. *Better Science, Better Fish, Better Life*:8.
- Jewell, W. J., and R. J. Cummings. 1990. Expanded bed treatment of complete recycle aquaculture systems. *Water science and technology* 22 (1-2):443-450.



Doi:

Research Article

Open Access



دراسة استطلاعية لواقع الاستثمار في الزراعة السمكية على سواحل الجبل الأخضر في ليبيا

د. مسعودة عبد الرحيم بوعروشة^{1*}، د. عبد السلام عبد الحفيظ الصلاحي²

الباحث الأول^{1*}: أستاذ مساعد، قسم الاقتصاد، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا.
الباحث الثاني: أستاذ مساعد، قسم الاقتصاد الزراعي، جامعة عمر المختار، مدير مركز البحوث الزراعية والحيوانية، البيضاء، ليبيا.

المستخلص: يعتبر نشاط الزراعة السمكية من أهم الأنشطة التي يمكن أن تدعم التنمية المكانية في منطقة الجبل الأخضر، من خلال استغلال موارد الزراعة السمكية غير المستغلة وتشغيل السكان المحليين خاصة الشباب وتوفير مصدر دخل مستدام للمجتمع، ولكن النجاح في ذلك يتطلب دراسة الوضع الراهن والامكانيات المتوفرة والمعوقات التي تواجه القطاع، وذلك من خل وضع خطط مدروسة تستهدف تنميته وتطويره على أسس علمية اقتصادية واجتماعية تضمن له النجاح والاستمرار. تتوفر في ليبيا العديد من الظروف البيئية والاقتصادية المشجعة على الاستثمار في الزراعة السمكية سواء كان محليا أو أجنبيا. حيث أن الاستثمار يعتبر أحد أهم محركات التنمية؛ من أهم الامكانيات المتوفرة في منطقة الجبل الأخضر العوامل البيئية المناسبة للزراعة السمكية، وتوفير مصادر الطاقة، وتوفير البنى التحتية بالإضافة إلى وجود سوق محلي وعالمي يستوعب الانتاج خاصة دول اوربيا القريبة من السواحل الليبية، في المقابل هناك العديد من المعوقات التي تواجه تنمية وتطوير هذا القطاع ولا تشجع على الاستثمار فيه، ورغم ذلك فإن تلك المعوقات يمكن التقليل منها وأزالتها اذا ما تضافرت الجهود الوطنية من أجل تنمية و تطوير وتعزيز هذا القطاع الحيوي الهام؛ من أهم تلك المعوقات نقص الموارد البشرية، وضعف التكنولوجيا وعزوف المستثمرين المحليين، ونقص المعلومات وغياب دور المراكز البحثية والهيئات الحكومية بالإضافة إلى الصعوبات الفنية المتعلقة بالتشغيل وتطبيقات الزراعة السمكية بالإضافة إلى غياب خدمات الدعم والخدمات المكملة .

الكلمات المفتاحية: الزراعة السمكية، الاستثمار، الجبل الأخضر، التطوير

Abstract: Aquaculture is considered one of the important activities that can support spatial development in Al-Jabal Al-Akhdar region, through the utilization of unexploited aquaculture



Received: 3/4/2025
Accepted: 16/8/2025
Publish online:
15/1/2025

resources, and providing job opportunities for local community, and providing a sustainable source of income for the society. However, success in aquaculture requires detuning the content situation, in addition to determining the possibilities and constraints facing the sector. This would be through the preparation of deliberate plans aiming at developing aquaculture on scientific, economic and social basis that guarantee success and continuity. Libya has many environmental and economic possibilities encouraging investment in aquaculture, whether local or foreign, where investment is considered one of the most important engines to development; The main possibilities available in Al-Jabal Al-Akhdar are: suitable environmental elements for fish farming, availability of energy resources, availability of infrastructure and in addition to presence of local and international market that absorbs fish production, especially Europe Market. On the other hand, there are many obstacles facing aquaculture investment and development, however these obstacles can be minimized and eliminated if national efforts are combined to strengthen this vital sector; main obstacles are: lack of human resources, weak technology, lack of information, as well as absence of research centers and government bodies role, in addition to the technical difficulties related to the operation and applications of fish farming, also the absence of support and complementary services.

Keywords: aquaculture, Green Mountain ,Development, investment

المقدمة

إن الطلب على الأسماك يتزايد باستمرار خاصة في ظل الزيادة المتسارعة لعدد سكان العالم، وفي المقابل أصبحت المصايد الطبيعية عاجزة عن تغطية الطلب على الأسماك بسبب استنزافها بالصيد الجائر كنتيجة لتطور آليات الصيد التي مكنت الصيادين من اصطياد آلاف الأطنان في الجولة الواحدة دون مراعاة للقوانين العالمية التي وضعت من أجل الحفاظ على المخزون السمكي. في ظل تلك الظروف ومع مرور الزمن أصبح الاتجاه نحو الزراعة السمكية خيارا استراتيجيا وحيويا لكثير من دول العالم

من أجل توفير الكميات المطلوبة من الأسماك دون استنزاف للبحار والمحيطات. كما أن مضاعفة المصادر الطبيعية فهو أمر المجهود لزيادة الإنتاج من المزارع السمكية هو أمر ممكن، أما مضاعفة المجهود لزيادة الإنتاج من تواجهه الكثير من الصعوبات، وقد يكون مستحيلا في كثير من المناطق حول العالم. من جهة أخرى ينظر للزراعة السمكية على أنها نشاط انتاجي ذو جدوى اقتصادي عالية ويحقق إيرادات مرتفعة في ظل الطلب المتزايد على الأسماك، كما يساهم في خلق فرص عمل للسكان المحليين خاصة في الأرياف الساحلية وهذا ما يساهم في تقليل البطالة، كما أن هذا النشاط الهام يساهم في توفير دخل مستقر للمزارعين. الزراعة السمكية أيضا تعتبر مصدرا مهما للدخل القومي في الكثير من بلدان العالم إذا ما تم تطبيق التكنولوجيا الحديثة التي تساهم في زيادة الانتاج كما ونوعا وجودة بما يتوافق مع متطلبات السوق العالمي للأسماك.

أهمية الدراسة

تأتي أهمية الدراسة من كونها تلقي الضوء على أحد القطاعات الاقتصادية المهمة وهو قطاع الزراعة السمكية، والذي عانى من العديد من المشاكل التي عطلت نموه وتطوره رغم توفر الكثير من الامكانيات والموارد الداعمة له. حيث تأتي أهمية الزراعة السمكية من مساهمتها بشكل مباشر في تحقيق الأمن الغذائي، وزيادة إنتاجية قطاع الثروة السمكية بما يساهم في زيادة الدخل القومي، وأيضا في تنوع مصادر الدخل القومي إضافة إلي توفير فرص عمل للكثير من سكان المناطق الريفية، وكذلك تطوير اقتصاديات الدول التي تعاني من قلة الموارد الزراعية سواء الأراضي الخصبة أو مصادر المياه كما هو الحال في ليبيا. كما أن هذه الدراسة تسلط الضوء على الواقع

الحالي للزراعة السمكية في المنطقة بما يساعد المهتمين وأصحاب القرار في التعرف على حالة القطاع وما يتوفر من امكانيات وما يواجهه من صعوبات من أجل الخطط المستقبلية سواء في مجال التنمية أو الاستثمار.

المشكلة البحثية

يعتبر قطاع الزراعة السمكية في ليبيا متأخرا جدا، وليس له أثر يذكر في الناتج المحلي الاجمالي رغم أن هذا النشاط قد بدأ في ليبيا منذ سبعينيات القرن الماضي، ولكن منذ ذلك الحين وحتى الآن تعتبر المعلومات غير دقيقة حول عدد مشاريع الزراعة السمكية التي تعمل فعليا وحول الكميات المنتجة من تلك المزارع السمكية، والاحصائيات تختلف من مصدر لآخر. منطقة الجبل الأخضر تعتبر احدى أهم المناطق التي استهدفت بمشاريع الزراعة السمكية حيث تتمتع بشواطئ غنية ومتنوعة تمتد إلي مسافة 300 كيلومتر على شاطئ البحر الأبيض المتوسط، وتتوفر في سواحل تلك المنطقة امكانيات وموارد طبيعية وبشرية كبيرة يمكن استغلالها، بالرغم من ذلك إلا أنه يلاحظ من خلال عدد من الدراسات البحثية أن الإنتاج السمكي منخفض جدا. ورغم وجود امكانيات لنجاح مشاريع الزراعة السمكية في المنطقة، إلا أن هناك عزوف على الاستثمار في هذا القطاع الحيوي المهم سواء من جانب القطاع العام أو القطاع الخاص. لذلك فإن تشجيع الاستثمار كأحد محركات تنمية الموارد الريفية الطبيعية والبشرية وتطوير البنية التحتية المرتبطة بالاستزراع في المنطقة هي من أهم عناصر تنمية قطاع الزراعة.

أهداف الدراسة

1 - تحليل إمكانيات الزراعة السمكية في منطقة الجبل الأخضر.

2 - تحديد المعوقات التي تواجه الزراعة السمكية في منطقة الجبل الأخضر.

تساؤلات الدراسة

1- ما هو الواقع الحالي للزراعة السمكية في منطقة الجبل الأخضر؟

2 - ما أسباب تأخر قطاع الزراعة السمكية في منطقة الجبل الأخضر؟

3 - هل هناك فرص لتطوير الزراعة السمكية عبر الاستثمار في منطقة الجبل الأخضر؟

الطريقة البحثية

نظرا لغياب البيانات الكمية عن نشاط الزراعة السمكية وقلة الدراسات الميدانية خاصة بعد عام 2011، فإن الدراسة تعتمد على البيانات الأولية التي تم الحصول عليها من المقابلات الشخصية مع كل من السيد: باسط الميار رئيس مجلس ادارة الهيئة العامة للزراعة والثروة الحيوانية والبحرية، والسيد: سليمان العبيدي مستشار بشركة الجبل القابضة والمسؤول عن ملف الاستثمار في الزراعة السمكية، كما تم الاستعانة بالصور الفوتوغرافية لبعض مواقع المزارع السمكية، اعتمدت الدراسة أيضا على استعراض الدراسات المرجعية السابقة حول موضوع الزراعة السمكية في ليبيا.

الأهمية الاقتصادية للاستزراع السمكي

إن الاهتمام بالاستزراع السمكي كنشاط اقتصادي لتوفير الغذاء وكمصدر للدخل قد بدأ منذ الاف السنين، حتى أظهرت الكثير من النقوش والرسوم الأثرية أن المصريين و الصينيين القدماء كانوا يزاولون هذا الحرفة، ثم تطور في أوروبا في العصور الوسطى حيث أشارت دراسات تاريخية عدة أن الناس في مناطق متفرقة من أوروبا قد ربوا أنواعا مختلفة من الأسماك أهمها الكارب. أما في العصر الحالي فقد شهدت فترة الستينيات

تطورا كبيرا للاستزراع السمكي حيث انتشرت المزارع السمكية ذات الإنتاج التجاري خاصة في أوروبا وآسيا وتم تربية أنواع متعددة من الأسماك كالسلمون والجمبري و القاروص وغيرها (ThiaEng, 1997). حسب إحصائيات منظمة الزراعة والأغذية فقد توسع الإنتاج العالمي من تربية الأحياء المائية حيث بلغ في 2014 حوالي 44.1% من إجمالي الإنتاج السمكي من جميع المصادر، بمتوسط معدل نمو سنوي للفترة من 2005 وحتى 2014 قد بلغ نحو 5.8% بينما لم يتجاوز معدل النمو السنوي في الإنتاج من المصايد الطبيعية حوالي 1.2% سنويا خل نس الفترة. وهذا يعكس التطور المتسارع في هذا النشاط بالمقارنة مع الصيد البحري والذي يعتمد على حجم المخزون السمكي في المصايد الطبيعية، وبالنسبة للتوزيع العالمي للإنتاج من الاستزراع السمكي واستزراع الأحياء البحرية الأخرى فإن آسيا بقيادة الصين تنتج نحو 91.9% من الإنتاج العالمي يليها أوروبا الغربية بنحو 3.54% من الإنتاج العالمي ثم أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي بنحو 2.26% ثم أمريكا الشمالية بنحو 1.27% ثم الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بحوالي 0.86% (منظمة الزراعة والأغذية، 2015). وتعتبر المزارع السمكية في مصر هي الأكثر انتاجا في المنطقة حيث تساهم بنسبة 92% من مجموع الإنتاج الإقليمي في المنطقة وتعتبر حاليا ثاني أكبر منتج لسمك البلطي بعد الصين وأكبر منتج لسمك البوري في العالم (المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، 2016).

تتعلق أهمية الاستزراع السمكي وتربية الأحياء البحرية بشكل عام بالصحة والتغذية وتوفير فرص العمل والدخل والحد من الفقر والاستدامة الزراعية. حيث توفر بروتين حيواني عالي الجودة ومغذيات أساسية و بأسعار معقولة للقطاعات الأكثر فقرا في المجتمعات. في جميع أنحاء العالم وحتى في المجتمعات الغنية، ازداد الطلب على

الأغذية البحرية فقد أصبح معلوما لأغلب الناس أنها أكثر صحة وتساعد على مكافحة أمراض القلب والأوعية الدموية والسرطان وأمراض الزهايمر والعديد من الأمراض الرئيسية الأخرى. حيث تحتوى الأسماك على 20% بروتين حيواني يتميز بارتفاع معامل الاستفادة منه بسبب سهولة هضمها. تعتبر الأسماك أيضا مصدر للدهون الضرورية والفيتامينات والمعادن، وهو غنى بالكالسيوم والحديد واليود خاصة الأنواع البحرية منها، وتتميز دهون الأسماك بارتفاع محتواها من الأحماض الدهنية طويلة السلسلة، كما يحتوي كبد السمك على فيتامينات أ ، د، وتعتبر أحماض أوميغا3 التي توفرها لحوم الأسماك من العناصر المهمة في عملية نمو وتطور وصحة الإنسان وتدخل في العديد من العمليات والوظائف الجسدية المهمة (الحسيني، 1996).

بشكل عام يعول على الأسماك القيام بدور هام في إمداد الشعوب، وبخاصة الفقيرة منها بالبروتين الحيواني، ويشير (waite et al. 2014) معدل استهلاك الاسماك في التجمعات السكانية منخفضة الدخل بمعدل يتراوح من 2 إلى 3 مرات مقارنة باستهلاك اللحوم كما في بعض دول أفريقيا. تدخل الأسماك في العديد من الأطباق الشعبية، ومنها ما يؤكل مملح أو محمر أو مدخن أو مشوي أو مطبوخ، وتؤكل منفردة، كما تؤكل كإضافات للعديد من الوجبات والأطباق الطازجة أو المحممة أو المعلبة.

نشاط الزراعة السمكية يساهم أيضا في خلق فرص عمل ، ويوفر الدخل للمزارعين عن طريق بيع ما يمكن أن يكون منتجات ذات قيمة عالية نسبيا. ويمكن الحصول على فرص العمالة سواء في العمل في المزارع السمكية وفي شبكات الإمداد صناعة العلائق و سلاسل الأسواق والتصنيع وأيضا في الأنشطة البحثية والمختبرات، حيث يعتمد أكثر من IOO الأسماك وتجار التجزئة على صناعة الاستزراع المائي من

أجل كسب رزقهم مليون شخص من المزارعين إلى مصنعي (Edwards 1999) هناك أيضا فوائد غير المباشرة مرتبطة بالزراعة السمكية والمزارعين حيث تساهم في زيادة توافر الأسماك في الأسواق الريفية والحضرية المحلية والزيادة المحتملة في دخل الأسر المعيشية من خل مبيعات المنتجات الزراعية الأخرى المدرة للدخل والتي ستصبح متاحة من خلال زيادة الاستهلاك المحلي للأسماك. كما يمكن للاستزراع السمكي أن يستفيد من المساحات الغير صالحة للزراعة و استخدام الأراضي لتربية الأسماك، والرخويات والأعشاب البحرية (Tacon, 2001). بيئيا، يساعد الاستزراع السمكي على الحد من استنزاف المخزون السمكي في المصايد الطبيعية، كما يخفض استخدام طرق الصيد غير المستدامة مثل سفن الصيد القاعية، كما أنها تساهم في مكافحة البيولوجية للمشاكل البيئية المائية غالبا ما تستفيد نظم الاستزراع السمكي من عمليات الجريان السطحي، ومياه الأمطار، والمياه السطحية. وهذا يقلل من الحاجة إلى الاعتماد على مصادر أخرى لإمدادات المياه، وبالإضافة إلى ذلك، تحافظ البرك على رطوبة التربة في المناطق المجاورة لها مما يحافظ على الموارد الطبيعية. (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2006).

نبذة عن تطور نشاط الاستزراع السمكي في ليبيا

إن معدل إنتاج المصايد الطبيعية في ليبيا ضعيف جدا بالمقارنة مع باقي دول البحر المتوسط وذلك بسبب عدة عوامل من أهمها الضيق النسبي للجرف القاري وعدم وجود أنهار تغذي المياه الساحلية، أيضا هناك عوامل تتعلق بضعف البنية التحتية للصيد البحري وعدم كفاية أساطيل الصيد بكل أنواعها خاصة تلك التي تصطاد في أعالي البحار (الخمسي، 2008). بالإضافة إلى دخول قوارب الصيد غير الليبية التي

تستزف الاسماك وتنقلها دون مقابل إلى دول أخرى، كل هذه العوامل وغيرها أثرت على الانتاج السمكي في ليبيا. من جهة أخرى فإن الطلب المحلي على الأسماك يتزايد باستمرار خاصة في ظل زيادة عدد السكان والمعروض حاليا من الاسماك لا يغطي احتياجات السوق المحلي، ويبلغ استهلاك الفرد في ليبيا حسب المنظمة العربية للتنمية الزراعية (2006) 9 كجم/السنة، في الحقيقة تعتبر المعلومات غير دقيقة حول الكميات المنتجة من المزارع السمكية، والإحصائيات تختلف من مصدر لآخر، فرغم أن القعود (2006) ذكر أن إنتاج المزارع السمكية بلغ 1820 طن منها 300 طن مخزون من أسماك الكارب. في حين ذكرت المنظمة العربية للتنمية الزراعية (2010) (2015) أن الإنتاج لم يزيد عن 350 طن سنويا خلا الفترة من 2004—2014، الجدول (1) أدناه يوضح بعض المؤشرات المتعلقة بالزراعة السمكية في الوطن العربي حيث يلاحظ أن جمهورية مصر العربية تمثل أكبر منتج للأسماك المستزرعة بنحو 1137 ألف طن، وتقع ليبيا ضمن البلدان الأقل انتاجية نحو 0.35 ألف طن.

جدول (1): بعض المؤشرات المتعلقة بالزراعة السمكية في بعض دول الوطن العربي.

الدول	إنتاج المصائد الطبيعية	إنتاج تربية الأحياء المائية	مساهمة تربية الأحياء المائية (%)	قيمة إنتاج المصائد	قيمة إنتاج تربية الأحياء المائية	القيمة الاجمالية	الواردات	القيمة المصدرة	القيمة المصدرة	تربية الأحياء المائية	الاتجاه للتوقع من تربية الأحياء المائية (العالم)
الأردن	0.6	0.85	58.6	3.6	2.7	6.3	34.5	46	-	-	0.3
الإمارات	73.2	-	-	512	-	512	195	211.5	-	-	-
البحرين	15.9	0.01	0.6	63.6	-	63.6	14.6	31	8	85	-
تونس	115	12	9.4	295	60	355	38	78	21	86	15 (2016)
الجزائر	99.1	2.4	2.3	248	12.5	260.5	45.8	144	2	7.7	100 (2020)
جيبوتي	0.26	-	-	0.8	-	0.8	-	-	-	-	-
السعودية	73.8	26.37	24.4	295	195.3	490.3	214	384	34	120	1000 (2029)
السودان	90	10.9	10.8	270	32.7	111	2.5	5	-	-	-
الصومال	30	-	-	90	-	90	-	-	-	-	-
المرق	63	24.6	28	140	55	195	44	85	-	-	-
سلطنة عمان	211	0.28	0.1	527	0.3	527.3	19.2	43.5	132	215	200 (2030)
فلسطين	2.9	0.24	7.6	8.7	0.8	9.5	4	12	-	-	-
قطر	16.2	0.06	0.3	81	0.9	81.9	5.4	11.8	0.9	3.2	-
الكويت	14.9	0.3	2	59.6	0.9	60.5	24	84	0.3	1.2	-
لبنان	3	1.1	26.8	15	2.2	17.2	21	95	-	-	-
ليبيا	3.5	0.35	10	105	1	106	-	-	-	-	-
مصر	345	1137	76.7	1035	2270	3305	584	1100	28	221	1500 (2017)
المغرب	1368	1.1	0.8	3420	5.5	3425.5	74	196	590	1893	200 (2020)
موريتانيا	645	-	-	1290	-	1290	-	-	960	1285	-
اليمن	195	0.25	0.1	585	1	586	2	4	97	268	-
المجموع متوسط	3365.36	1217.81	26.57	8879	2640.8	11493.4	1200	2264	2126	4528	-

المصدر: المنظمة العربية للكمية الزراعية (2016) الاستراتيجية العربية لتربية الأحياء المائية. إصدارات المنظمة، الخرطوم.

إن اللجوء إلي الزراعة السمكية يعتبر خيار استراتيجيا انتهجته الحكومات السابقة ولكنها لم تتجح في تنميته وتطويره، ولقد بدأ نشاط الاستزراع السمكي في ليبيا فعليا في منتصف سبعينيات القرن الماضي. يذكر الخمسي (2008) أنه في 1977 قامت هيئة الثروة البحرية بزراعة بحيرة وادي المجنين بحوالي 220 ألف يرقة من الكارب. وهذه تعتبر أول محاولة استزراع في ليبيا. استمرت عملية استيراد يرقات أسماك المياه العذبة منها الكارب العادي والفضي والكاتفيش والتيلابيا وتم استزراعها بشكل طبيعي في سد وادي المجنين ووادي كعام هذا بالإضافة الي انتشار استزراع اسماك المياه العذبة في مناطق متفرقة من جنوب ليبيا في خزانات مياه الري. ولكن نظرا لانخفاض الطلب على اسماك المياه العذبة بدأ توجه سياسات الدولة في قطاع الثروة

البحرية يتحول نحو استزراع اسماك المياه البحرية، خاصة في ظل الوفرة النسبية في مصادر المياه المالحة من خل أن ليبيا تمتلك شاطئ يتجاوز 1900 يتميز بطوبوغرافيا متنوعة ومناخ دافئ يصلح لإنشاء مزارع سمكية تحت أنظمة استزراع متنوعة. في نهاية الثمانينات بدأت أول محاولات الاستزراع البحري في بحيرة عين الغزالة. يذكر حدود (1999) أنه تم استزراع البحيرة بعدة أنواع من الأسماك أهمها البوري والقاروص والاوراتا كما تجربة تربية بعض القواقع. و بشكل عام فإن أسماك المياه المالحة كانت أكثر قبولا لدي المستهلك المحلي. انشئت العديد من المزارع السمكية التابعة للقطاع العام. ثم في نهاية التسعينات بدأ القطاع الخاص في الاستثمار في قطاع الزراعة السمكية وظهر عدد من المزارع ذات الانتاج الملحوظ مثل رأس الهلال والسبخة وشط الزاوية وشاطئ التليل. في 2004 انشأت الدولة احدث محطة تربية وتغريخ في جزيرة فروة أقصى غرب ليبيا (مركز بحوث الأحياء البحرية، 2008).

كما أهتمت الدولة بالجانب التنظيمي والقانوني فأصدرت عدد من القوانين المتعلقة بالزراعات المائية وذلك من منطلق أن صيد الاسماك والزراعة السمكية تعتبر من الانشطة الاقتصادية المؤثرة على الاقتصاد والبيئة والمجتمع. صدر القانون (14) لسنة 1989 بشأن استغلا الثروة البحرية و تنظيم العمل في الاستزراع السمكي، وقد اشتمل القانون على تسع مواد خاصة بالزراعة السمكية أهمها:

المادة (57): يشترط للقيام بنشاط الزراعة المائية أخذ التراخيص من وزارة الزراعة والثروة البحرية بعد تقديم الطلب متضمنا البيانات الخاصة بالموقع ونوع الأحياء المائية المراد استزراعها وتربيتها.

المادة (58): تشكل لجنة فنية من مركز بحوث الأحياء البحرية ومشروع الزراعات المائية تتولى دراسة الطلبات المحالة إليها بشأن إقامة المزارع المائية ومراقبة نشاط المزارع وتقديم المشورة الفنية.

المادة (59): لا يجوز نقل الأحياء المائية إلا في وسائل نقل خاصة معدة خصيصا لهذا الغرض.

المادة (60): يجب أن تخضع الأحياء الموردة لغرض التربية من الخارج للفحص الدقيق للتأكد من عدم وجود أمراض بها كما يجوز إجراء الحجز الصحي لكل الأحياء المائية الموردة إذا ثبت وجود أي أمراض أو إصابات.

المادة (61): يجب أن تخضع الأحياء المائية داخل المزرعة للفحوصات الصحية الدورية وذلك للتأكد من عدم وجود أمراض أو طفيليات داخل المزرعة قد تنتقل إلي المزارع الأخرى.

المادة (63): يحق لباحثي مراكز بحوث الأحياء البحرية ومهندسي مشروعات المزارع المائية المخولين القيام بزيارات ميدانية وإجراء الدراسات العلمية بمواقع المزارع المائية سواء التابعة للمشروعات العامة أو الشركات الخاصة.

فيما يخص الإطار المؤسسي يذكر القعود (2006) أن أهم المؤسسات الإدارية والبحثية العاملة في مجال الزراعة السمكية هي المشروع الوطني للتنمية الزراعة المائية ومركز بحوث الأحياء البحرية، حاليا تنقسم المؤسسات بين الحكومات المؤقتة في غرب البلاد وشرقها وتختلف تبعيتها من حكومة لأخرى بسبب الأوضاع السياسية لذلك تعاني المؤسسات المسؤولة عن ادارة القطاع بعدم الاستقرار مما يؤثر على خطط التنمية المستقبلية لمشاريع الزراعة السمكية، تذكر (Abuarosha, 2013) أن المحاولات لإنجاح

تتمية الزراعة السمكية في ليبيا لم تتوقف ولكنها لم تتجح في تحقيق مستهدفات التنمية، حيث أوضحت الدراسة أن مزارع القطاع العام محدودة و تعاني من الإهمال وضعف المتابعة التقنية والادارية، ووصل معظمها الي مرحلة التدهور ثم الفشل والأمثلة كثيرة اخرها مزرعة عين الغزالة التي رغم تحول ملكيتها من القطاع العام الي القطاع الخاص الا ان المزرعة توقفت تماما عن العمل بداية 2011، رغم أن الخطة التي وضعتها وزارة الزراعة (اللجنة الشعبية للزراعة والثروة الحيوانية والبحرية، 2008) للفترة 2006-2010 أشارت إلي استهداف انشاء مزارع سمكية ومحطات استرشاديه بتكلفة اجمالية 93 مليون دينار تشمل 7 مزارع سمكية تابعة للقطاع العام، 330 مزرعة أهلية، و5 محطات استرشاديه ولكن هذه المشاريع لم تنجز. أما مزارع القطاع الخاص فتعمل بصعوبة في ظل نقص التمويل ونقص الخبرات الفنية وصعوبات الحصول على الزريعة والأعلاف وغيرها من موارد التشغيل. الجدول التالي يوضح المزارع السمكية في ليبيا تبعيتها ونوع النشاط فيها. علما بأنه حتى الان لا توجد معلومات عن دخول مزارع جديدة للقطاع سواء تابعة للقطاع العام او القطاع الخاص، كما أن معظم هذه المزارع متوقف عن العمل.

جدول (2) توزيع مشاريع المزارع السمكية على امتداد ليبيا حسب المسح الميداني لمركز بحوث الأحياء البحرية 2008

المنطقة	المزرعة	القطاع	نوع النشاط	نظام التربية
طرابلس	السبخة (بحرية)	خاص	تربية وتفرخ	أحواض خرسانية وترايبية
الزاوية	شاطئ الزاوية (شروب)	خاص	تربية	أحواض خرسانية
الزاوية	الخيرات (شروب)	خاص	تربية	أحواض خرسانية
صرمان	البعجة (بحرية)	خاص	تربية	أحواض خرسانية وترايبية
صبراتة	شاطئ التليل (بحرية)	خاص	تربية	أحواض خرسانية وترايبية
صبراتة	راس الديوان (بحرية)	خاص	تربية	أحواض خرسانية وترايبية
صبراتة	الوفاء (بحرية)	خاص	تربية	أحواض خرسانية وترايبية
زوارة	مركب فروة (بحرية)	عام	تربية وتفرخ	أحواض متنوعة وأقفاص عائمة
زوارة	بن عويدة (بحرية)	خاص	تربية	أحواض خرسانية وفيرقلاس
زوارة	مزرعة أيوب (بحرية)	خاص	تربية	أقفاص عائمة
سوتنة	الجرف القاري (عذبة)	عام	تربية	أحواض خرسانية
سوتنة	العافية (عذبة)	عام	تربية	أحواض خرسانية
ودان	منزّه ودان (عذبة)	عام	تربية	أحواض خرسانية
زلة	أحواض ري (عذبة)	خاص	تربية	أحواض خرسانية
وادي الشاطئ	مزرعة استرشانية (عذبة)	عام	تربية	أحواض خرسانية
مرزق	أحواض ري (عذبة)	خاص	تربية	أحواض خرسانية
وادي الحياة	أحواض ري (عذبة)	خاص	تربية	أحواض خرسانية
القربولي	مشروع القربولي (بحرية)	عام	تربية	أحواض خرسانية
الخميس	مفرخ أسماك (عذبة)	عام	تفرخ	أحواض فايبرقلاس
الخميس	سيدي عبدالله (عذبة)	عام	تربية	أقفاص عائمة
الخميس	عين كعام (عذبة)	عام	تربية وتفرخ	أحواض خرسانية وفايبرقلاس
الجفارة	بحيرة سد وادي المجيبين (عذبة)	عام	تربية	تربية موسعة
مصراة	المرقا (بحرية)	خاص	تربية	أحواض خرسانية
تاورغاء	عين تاورغاء(عذبة)	عام	تربية	أحواض فايبرقلاس
سرت	سلطان (بحرية)	عام	تربية	أحواض خرسانية
بنغازي	عين الزيانة (شروب)	عام	تربية وتفرخ	أحواض مجلفنة
بنغازي	بحيرة المجنوب (شروب)	عام	تربية	تربية موسعة
بنغازي	مزرعة العلام (شروب)	خاص	تربية	أحواض خرسانية
الجبل الأخضر	راس الهلال (بحرية)	خاص	تربية	أقفاص عائمة وغطاسة
الجبل الأخضر	شاطئ ليبيا (بحرية)	خاص	تربية	أقفاص عائمة
طبرق	عين الغزالة (بحرية)	خاص	تربية	أقفاص عائمة

أنواع الأسماك التجارية القابلة للاستزراع بنجاح في ليبيا

هناك أنواع كثيرة من الأسماك في المياه الإقليمية الليبية، بعض هذه الأسماك قابل للتربية والاستزراع في البيئة المحلية وبعضها لا يمكن استزراعه. يذكر (القبلي، 2004) أن هناك أنواع من الأسماك البحرية تصلح للزراعة والتربية في البيئة المحلية ومقبولة جدا في السوق المحلي مثل القراقوز والبعلة والفروج والبوري، بالإضافة إلى أنواع أخرى يمكن أقلمتها بالأسر على الغذاء الصناعي مثل الشولة وثعبان البحر والتونة، كما أشار إلي أن تربية التيلابيا أعطت نتائج جيدة، وأيضا أشار إلي امكانية تربية أنواع أخرى من اسماك المياه العذبة والشروب مثل البوري. بشكل عام الجدول التالي يوضح أهم أنواع الأسماك والكائنات البحرية التجارية التي يمكن استزراعها في ليبيا

جدول (3) أهم أنواع الأسماك التجارية والتي يمكن اقلمتها واستزراعها تحت ظروف البيئة في ليبيا:

نوع المياه التي تربي فيها الأسماك	الاسم المحلي	الاسم اللاتيني
المياه المالحة (برك وسبخات ممتدة من البحر) وشبه المالحة	التيلابيا	Tilapia sp
	القاروص العادي	Dicentrarchus labrax
	القاروص المنقط	Dicentrarchus punctatus
	ثعبان البحر	Anguilla Anguilla
	الاوراتا (الدينيس)	Sparus aurata
	الطوبارة	Liza ramado
	الدهيانية	Liza aurata
	الجرانة	Liza saliens
	البوري ذو الرأس	Mugil cephalus
	المياه البحرية	دندشي
الدندشي الأبيض		Pseudocaranx dentex
بأقرو		Pagrus pagrus
الثونة زرقاء الزعفة		Thunnus thynnus
عزالي		Trachinotus ovatus
كوالي		Scomber japonicas
شولة		Seriola dumerili
السيجان		Siganus rivulatus
الجميري الياباني		
هناك محاولات ناجحة لاستزراع الروبيان (الجميري الياباني)		

المصدر: مصادر متعددة: حسن القبلي، مجلة آفاق البحار (اعداد متفرقة) - تقارير منظمة (FAO) (اصدارات مختلفة)، موقع وكالة أونلاين،

من المهم الإشارة إلي أن هناك كائنات بحرية أخرى يجب الاهتمام بزراعتها وتربيتها وهي الأرتيميا، وهذا الكائن مرتبط بعملية حيث تتغذى الأسماك على يرقات الأرتيميا، وتنتشر الأرتيميا في عدة مواقع في ليبيا مثل قبر عون بالجنوب الاستزراع السمكي والسبخ الساحلية، أيضا يمكن نجاح استزراع الطحالب في ليبيا وفقا لظروف البيئة المحلية، حيث يعتبر من أهم مصادر البروتين (القبلي، 2004).

أنواع المزارع السمكية الممكن تطبيقها في ليبيا حسب مصدر المياه

مزارع المياه العذبة: إن أهم مصادر المياه العذبة في ليبيا هي المياه الجوفية، حيث تتركز في سهل الجفارة و مرزق وغدامس وسهل بنغازي والجبل الأخضر والكفرة والسرير. ولا تقوم أي مشاريع بالحجم الاقتصادي للمزارع السمكية حول تلك الأحواض المائية الجوفية. أما المصدر الثاني فهو مياه العيون والينابيع والواحات الداخلية، وأهم العيون العذبة في ليبيا عين الدبوسية في الجبل الأخضر، وعين كعام جنوب الخمس، وعين تاورغاء في تاورغاء، وهي ذات إنتاجية عالية تصل إلي 10 لتر في الثانية، وهناك عدة مشاريع تم إنشاؤها على هذه العيون مثل مزرعة عين تاورغاء ومزرعة عين كعام لاستزراع أنواع من أسماك المياه العذبة. المصدر الثالث هو المياه السطحية والبحيرات وهي من المصادر المهمة في شمال ليبيا حيث تتجمع مياه الأمطار بعد جريانها السطحي في الوديان خلف السدود مكونة بحيرات صناعية، ويوجد في ليبيا حوالي 16 سد بسعة إجمالية تبلغ 385 مليون متر مكعب (الهيئة العامة للتخطيط، 2003). ويعتبر سد وادي كعام والقطارة ورئيسي المجينين هي الأكثر سعة تخزينية وقد تم استزراع تلك السدود في فترة مضت بأنواع من أسماك المبروك لا تزال تعيش في بحيرات السدود حتى الآن بالإضافة إلي بحيرات طبيعية مثل بحيرة بودزيرا والمجدوب في بنغازي وبحيرة الملفا في الجغبوب.

مزارع المياه المالحة وشبه المالحة: وهي المزارع المقامة على البحيرات الداخلية ذات الامتداد عبر البحر وأيضا على السبخات. وكذلك المزارع المقامة على الشاطئ والتي تعتمد على ضخ المياه مباشرة من البحر أو من بئر محفور بالقرب من الشاطئ. بشكل عام في ليبيا يتخلل الشاطئ عدد من المناطق الرطبة من السبخ والمستنقعات والبحيرات

المالحة، وهذه المناطق هي عبارة عن مخارج طبيعية لأحواض المياه الجوفية المجاورة للطبقات الحاملة للمياه. هناك عدة بحيرات وسبخ مثل بحيرة فروة وبحيرة عين الزيانة وبحيرة عين الغزالة و بحيرة ام حفين وبحيرة خليج البومبا وبحيرة المجدوب وسبخة سلطان وسبخة تاورغاء وغيرها، وأغلب هذه المواقع صالحة للزراعة السمكية، وقد تم فعلا استغلال بعض المواقع لإقامة مزارع سمكية مثل مزرعة عين الغزالة ومزرعة فروة ومزرعة عين الزيانة وسبخة سلطان.

مزارع المياه البحرية: وهي المزارع التي يتم إنشاؤها في البحر المفتوح حيث تكون الأعماق مناسبة لإقامة الاقفاص العائمة والعاطسة. في ليبيا توجد الكثير من المواقع داخل البحر وقريبة من الشاطئ ذات أعماق كبيرة تتجاوز الأربعة أمتار.

أغلب تلك المواقع تتركز في المنطقة الشرقية نتيجة لتضاريس المنطقة الملائمة مثلا مرسى البردي، وخليج البومبا، ورأس الهلال، وسوسة وغيرها.

في دراسة للشقروني (1984)، بينت أن مصلحة الثروة البحرية وضعت خطة مبدئية للمواقع الممكن استغلالها في نشاط الزراعة السمكية في ليبيا، وقد اسفر المسح المبدئي لتلك المواقع آنذاك على النتائج المبينة في الجدول (4) أدناه، ويلاحظ أن منطقة الجبل الأخضر غير مستهدفة بالدراسة ما عدا خليج البومبا والذي يعتبر جغرافيا نهاية امتداد الجبل الأخضر شرقا.

جدول (4) : المسح المبدئ لمصلحة الثروة البحرية للمواقع الصالحة لزراعة وتربية الأسماك في ليبيا 1984 :

أولا إمكانية إنشاء المشروعات التالية:	
1-	مشروع مجمع زراعة أسماك بحرية بعين الزيانة
2-	أربعة مشروعات لزراعة أسماك المياه العذبة في كل من بونذيرا-المقارين-وادي كعام - وادي المجنين
3-	مشروعان لزراعة أسماك بحرية في جزيرة فروة
4-	مشروع الحواجز الشبكية لزراعة أسماك بحرية في بحيرة عين الغزالة
5-	مشروع لزراعة أسماك بحرية بطريقة الحضائر العادية في خليج البومبا
6-	مشروع معمل تفريخ أسماك عذبة في عين كعام وعين تاورغاء
7-	مشروع مجمع لزراعة أسماك المياه العذبة في وادي الشاطئ
8-	مشروع لزراعة القواقع البحرية في جزيرة فروة
9-	مشروع لزراعة الارتيميا في الملاحات والبحيرات المالحة
10-	مشروع استزراع بحيرات السنود
11-	مشروع دمج تربية الدواجن كالبط والوز مع زراعة الأسماك
12-	مشروع دمج زراعة الأشجار والأحضان المائية مع زراعة الأسماك
ثانيا: تقدير المساحات	
تقدر المساحة الإجمالية للمواقع المستهففة بالزراعة السمكية 194080 هكتار، منها أكثر من 161000 هكتار صالحة لزراعة الأسماك، 15380 هكتار بطريقة الحظائر، 65 هكتار بطريقة الأقفاس، 144960 هكتار بطريقة الأحواض.	

أما التقارير الفنية ل FAO و JN (1995, 1990, 1987) فقد بينت أن هناك مواقع عديدة أكثر مما الملاحظ أن هناك عرضه تقرير الشقروني صالحة للاستزراع السمكي بالنظم المختلفة وهي مبينة في الجدول (5) أدناه، ومن اشارة ايجابية لإمكانية انشاء مزارع سمكية في عدة مواقع في إقليم الجبل الأخضر وهو ما تدعمه بعض الدراسات الفنية التي أجريت على بعض المواقع في المنطقة، حيث أجرت مؤسسة الأوزون للدراسات البيئية (حدود وآخرون، 2005) دراسة فنية واقتصادية على الخلجان والبحيرات والسبخات في المنطقة الممتدة من أبو الفرائس إلي وادي الخبطة من أجل تحديد مدى صلاحيتها للزراعة السمكية وتقع بعض هذه المناطق جغرافيا ضمن اقليم الجبل الأخضر وهي خليج البومبا، وراس التين، بحيرة أم القرامى، بحيرة أم حفين ووادي الخبطة ، وقد أثبتت نتائج الدراسة وجود إمكانيات لنجاح مشاريع الزراعة السمكية في بعض تلك المناطق توافقا مع النتائج الموضحة في الجدول (5) وأهم أنواع الأسماك الممكن استغلالها ثعبان البحر وأنواع من البوري والتيلابيا والقاروص والأورتا:

جدول (5) : بعض المواقع الملائمة لزراعة وتربية الأسماك بنظم مختلفة

المواقع الصالحة للاستزراع	المشروعات المحتملة
1- مرسى البردي	مشروعات استزراع بنظام الأقفاس العائمة في البحر المفتوح.
2- مرسى أم الشاوش	مشروعات استزراع بنظام الأقفاس الشاطئية.
3- طريق المدينة	في البحر المفتوح المقابل للميناء هناك فرص للاستزراع بنظام الأقفاس العائمة واستخدام الميناء كقاعدة على الشاطئ
4- عين الغزالة	مشروعات استزراع بنظام الأقفاس الشاطئية داخل البحيرة. على الشاطئ هناك فرصة لنجاح إقامة مشروعات استزراع بنظام الأحواض، إذا تم إنشاء المآخذ المائية بالطرق العلمية الصحيحة.
5- سبخة التميمي - رأس التين	موقع متميز لتكاثر الأريتميا، ممكن إنشاء مزرعة لإنتاج هذا النوع من الغذاء الحي بشكل اقتصادي يفيد المزارع الأخرى.
6- بحيرة أم القرامى بمنقار رايح	مشروعات الاستزراع بنظام البرك المائية والقنوات المائية.
7- بحيرة أم حفين	مشروعات صغيرة للاستزراع بنظام البرك المائية والقنوات المائية.
8 - خليج البومبا	بالرغم أن البحيرة غير مناسبة لمشروع تربية واستزراع الأسماك، ولكن تصلح لجمع اليرقات واستزراعها في مكان آخر. أما المياه خارج بحيرة خليج البومبا تعتبر مناسبة وبشكل جيد للاستزراع بنظام الأقفاس في البحر المفتوح في أي موقع على طول ساحل خليج البومبا.
9- ميناء درنة	مشروعات استزراع بنظام الأقفاس العائمة في البحر المفتوح مع قاعدة شاطئية للمزرعة على الميناء.
10- ميناء سوسة	مشروعات استزراع بنظام الأقفاس العائمة في البحر المفتوح مع قاعدة شاطئية للمزرعة على الميناء.
11- رأس الهلال	مشروعات استزراع بنظام الأقفاس العائمة في البحر المفتوح مع قاعدة شاطئية للمزرعة على الميناء.
12- عين الزياتة	مشروعات استزراع بنظام الأحواض على اليابسة مع استغلال البحيرة بنظام البرك، مشروع مفرخ للأسماك يغطي إنتاجه المنطقة الشرقية
13- بحيرة بونزيرا	مشروعات لاستزراع أسماك المياه العذبة بنظام الحظائر والأقفاس العائمة، مشكلة البحيرة التلوث بمياه الصرف الصحي
14- ميناء بنغازي	مشروعات استزراع بنظام الأقفاس العائمة في البحر المفتوح مع قاعدة شاطئية للمزرعة على الميناء.
15- المقارين	مشروعات صغيرة للاستزراع بنظام البرك المائية والقنوات المائية.
16- جليانا	مشروعات صغيرة للاستزراع بنظام البرك المائية والقنوات المائية.
17- سبخة سلطان	مشروعات استزراع بنظام الأحواض على اليابسة مع توفير المآخذ المائية المناسبة
18- سبخة تاورغاء	مشروعات استزراع بنظام الأحواض على اليابسة مع توفير المآخذ المائية المناسبة
19- عين تاورغاء	مشروعات استزراع بنظام الأحواض على اليابسة مع توفير المآخذ المائية المناسبة
20- عين كعام	مشروعات صغيرة للاستزراع بنظام البرك المائية والقنوات المائية.
21- بحيرة سد وادي كعام	مشروعات استزراع بنظام الأقفاس العائمة في مياه السد، ويمكن تطوير المفرخ القائم بالموقع.
24- ميناء زليتن	مشروعات استزراع بنظام الأقفاس العائمة في البحر المفتوح مع قاعدة شاطئية للمزرعة على الميناء
25- ميناء الخمس	مشروعات استزراع بنظام الأقفاس العائمة في البحر المفتوح مع قاعدة شاطئية للمزرعة على الميناء
26- تاجعراء	مشروعات صغيرة للاستزراع بنظام البرك المائية والقنوات المائية في مواقع عديدة على طول ساحل تاجعراء
28- جزيرة فروة	تطوير المشروع القائم حاليا (تفريخ وتربية أسماك المياه البحرية)، مشروعات استزراع ناجحة بنظام البرك والقنوات والأحواض على اليابسة.

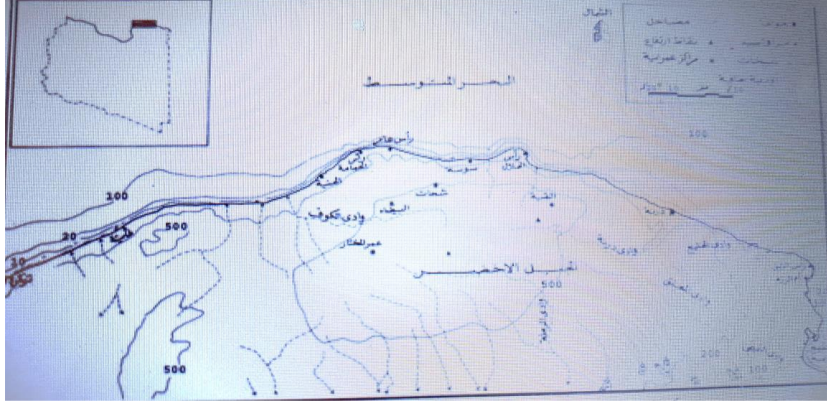
المصدر : FAO, Survey derived from LIBFISH Frame Survey (Reynolds et. al, 1995)

تحليل امكانيات الاستثمار في الزراعة السمكية في الجبل الأخضر أولاً: التوصيف الجغرافي لمنطقة الجبل الأخضر:

تقع منطقة الجبل الأخضر شرق ليبيا حيث تمتد جغرافيا من خليج البومبا شرقا إلي توكرا غربا كما هو مبين شكل (1)، تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي، وبين خطى طول 5.20 - 25 شرقا، بمسافة تقدر بحوالي 275 كم. يحده من الشمال البحر الابيض المتوسط أما الجنوب فهو منطقة شبه صحراوية. يعتبر ساحل الجبل الاخضر متنوع ومن أهم أنواع الشواطئ البحرية الشواطئ الرملية تغطي معظم شواطئ الجبل الأخضر ولكن بشكل متقطع تفصل بينها بعض الشواطئ الصخرية وأهم هذه الشواطئ الرملية شواطئ منطقة البومبا ومنطقة رأس التين والخبطة وسوسة و الحمامة وجرجارامه وطمميثة وتوكرا. هناك أيضا الشواطئ الصخرية وهي تضم الأحواض الصخرية وهي عبارة عن أحواض شبه مغلقة تتغذى على مياه البحر، ويقع معظمها بالقرب من ميناء سوسة ومنطقة الاثرون وكرسه، تشمل أيضا الخلجان والرؤوس البحرية ومن أهمها رأس التين رأس الهلال وخليج رأس عامر والحمامة، والحنية بالإضافة إلي عدة خلجان تطل عليها الحافات الجبلية بغطائها النباتي المتنوع، ومن أهم هذه الخلجان خليج البومبا و خليج أرس الهلال و خليج أرس عامر والحمامة والحنية و طلميثة (بن عمور 2014) أنظر المرفق 11

الملحق (1) خرائط

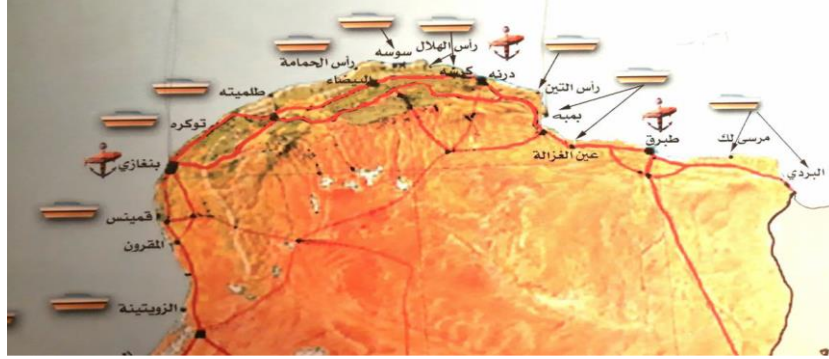
الشكل (1): خريطة توضح الامتداد الجغرافي للجبل الأخضر من خليج البوميا شرقا إلى توكرة غربا



المصدر: مركز بحوث الأحياء البحرية. (2005)، أطلس البحر المتوسط، اصدارات مركز بحوث الأحياء البحرية، تاجوراء

كما يوجد في المنطقة ميناءين رئيسيين للصيد هما ميناء سوسة وميناء ارس الهلال، بالإضافة إلي ميناء درنة الذي يعتبر في الأساس ميناء تجاري ولكنه يستعمل أيضا للصيد. وأيضاً يوجد بالمنطقة عدة مواقع للإنزال والمرفئ الموسمية الصغيرة كما هو مبين في الشكل 2 أدناه. تتوزع التجمعات السكانية في عدد المدن الرئيسية أهمها القبة وشحات والبيضاء والمرج ودرنة، بالإضافة الي ما أكثر من عشرين قرية ما بين قرى ساحلية وقرى الأرياف الداخلية، معظم هذه التجمعات السكانية تتركز على خط الساحل بعرض يناهز 15 كم من الشاطئ.

الشكل (2): توزع الموانئ البحرية ومواقع الإنزال على شواطئ الجبل الأخضر من خليج البمبا إلى توكرة.



ثانياً: الواقع الحالي للزراعة السمكية في المنطقة

استهدفت بعض أجزاء المنطقة بالدراسة كما هو موضح في الجداول أعلاه، كما أنشئ فعلياً عدد من المزارع السمكية بعضها دخل مرحلة التشغيل ولازال مستمرا، وبعضها توقف وبعضها تم تصميمه وبدأ انشائه ولكن توقف العمل عليه ولم يكتمل، من خلال الدراسات السابقة والمقابلات مع السيد رئيس هيئة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية، والسيد المسؤول عن ملف الاستثمار في الزراعة السمكية بشركة الجبل القابضة تبين وجود مزرعة واحدة تابعة للقطاع الخاص لازالت تعمل حتى الآن وإنتاجيتها عالية. وبخلاف ذلك لا توجد أي آثار لمزارع سمكية تعمل سواء تابعة للقطاع العام أو الخاص ، ويمكن استعراض الوضع الحالي للمزارع السمكية في المنطقة كالتالي:

مزرعة ارس الهلال (متوقف)

يقع المشروع بمنطقة أرس الهلال شرق مدينة درنة، تم إنشاء المزرعة عام 1999 ، كانت ملكيته تعود للقطاع الخاص، ولكن حالياً المشروع حالياً متوقف منذ 2011 بسبب غياب المسؤولين عن المزرعة وانتهاكها من قبل بعض الأشخاص غير المعروفين حيث

تم تدمير وسرقة محتوياتها. المزرعة كانت تعمل بنظام الزراعة في البحر المفتوح، حيث كان هناك اثنان من الأقفاص ذاتية التغذية فارموشن، اضافة إلى 4 أقفاص عائمة دائرية. القاعدة الشاطئية للمزرعة تتكون من مخازن للأعلاف ومبنى للعمال والح ا رسة. كانت المزرعة تعمل بطاقة انتاجية تبلغ 250 - 270 طن في الموسم الواحد. المزرعة كانت تعمل على استزراع القاروص والاوراتا وتربية التونة زرقاء الزعنفة في الأسر، الانتاج بالكامل كان يذهب مباشرة إلى الأسواق الخارجية. انظر المرفق 2

الملحق 2 صور لمواقع المزارع السمكية

صورة (1): مرفأ مزرعة ا رس الهلال للزراعة السمكية:



صورة 2 الأقفاص الغاطسة التابعة لمزرعة ارس الهلال التقطت 2010



صورة 3 الأقفاص العائمة التابعة لمزرعة ارس الهلال بعد تحطمها على الشاطئ الصخري (التقطت 2011)



مزرعة شواطئ ليبيا (يعمل)

وهي مزرعة تابعة للقطاع الخاص، أنشأت في عام 2004 بنظام زرعة شبه مكثفة، وتستخدم الأقفاص العائمة. اعتمد المستثمر على موارد ذاتية لتمويل مشروعه بالإضافة إلي قرض متوسط الأجل تحصل عليه في 2004 . تعمل المزرعة على استزراع وتربية القاروص والأوراتا و البوري، ويبلغ انتاج المزرعة من الأسماك البحرية في الموسم من 120 إلي 150 طن ، بالإضافة إلي أنه يدرس حاليا امكانية زراعة المحار والجمبري، وهو يسوق انتاجه محليا وخارجيا إلي كل من مصر وتونس.

مزرعة مركز البحوث الزراعية:

وهي مزرعة غير مكتملة التشييد تابعة لمركز البحوث الزراعية، أنشأت في عام 2007 في منطقة الحمامة، وقد صممت على أن تعمل بنظام التربية المغلق

بالأحواض الإسمنتية على مسافة 15 م من مياه الشاطئ، لم تدخل المزرعة اطلاقاً لحيز التشغيل وذلك بسبب توقف العمل على اكمالها كان من المخطط أن تستخدم كمزرعة ارشادية بحثية بالتعاون مع مركز بحوث الأحياء البحرية.

صورة 4 الأحواض الاسمنتية الموجودة في منطقة الحمامة والتابعة لمركز البحوث الزراعية



صورة 5 آثار بئر معطلة يعتقد أنها حفرت لتزويد الأحواض بالمياه



صورة 6 موقع الأحواض الإسمنتية على الشاطئ الصخري وبعدها عن الشاطئ



بشكل عام يعتبر الوضع الحالي لنشاط الزراعة السمكية في المنطقة متأخر للغاية ولا توجد إي مؤشرات على وجود انتاج على المستوى الاقتصادي، و ليس هناك أي اقبال من قبل المستثمرين المحليين على الاستثمار في الزراعة السمكية، هناك فقط مخططات مستقبلية تعتمد على ارقام المستثمرين الأجانب في هذا القطاع. أما فيما يخص القطاع العام فليس هناك أي مشاريع مستقبلية للمنطقة ولا وجود للزراعة السمكية في مخططات وزارة الزراعة ما عدا بعض الجوانب المتعلقة بالتدريب الفني بالتعاقد مع منظمة الفاو وهي أيضا ضمن برنامج عمل مستقبلي لم يحدد مداه الزمني بعد.

ثالثا : امكانيات تنمية وتطوير الزراعة السمكية في الجبل الأخضر:

من خلال الاستعراض المرجعي لبعض الدراسات السابقة، ونتائج المسح الميداني لمزارع الأسماك في ليبيا والذي أجراه مركز بحوث الأحياء البحرية ابتداء من 2004 ، ومن خلال المقابلات التي أجراها الباحثون مع كل من السيد: رئيس مجلس ادارة الهيئة العامة للزراعة والثروة الحيوانية والبحرية، و السيد: مستشار شركة

الجبـل القابضة للـتنمية) مسؤـول ملف الـاستثمار في الـزراعة السمكية (فإن البـحث يقبل البـند الثـاني والثـالث والـ رـبـع للـفرضية الـأولى ويرفض البـند الـأول كـالتالي:
هناك فرص لتطوير الزراعة السمكية في إقليم الجبل الأخضر نتيجة لوجود عدة مقومات:

- 1- الظروف القانونية الداعمة والاجراءات الحكومية الميسرة
 - 2- الظروف البيئية المناسبة لتربية واستزراع الأسماك.
 - 3- القرب من الأسواق الأوروبية ذات الطلب المتزايد على الأسماك.
 - 4- وجود سوق محلية تستوعب انتاج المزارع السمكية.
- كما أنه يمكن تلخيص أهم امكانيات تنمية وتطوير الزراعة السمكية وتربية الأحياء البحرية في الجبل الأخضر وفقا لنتائج تحليل المقابلات الشخصية ونتائج المسح الميداني وبعض الدراسات الفنية في النقاط التالية:
- 1) الإمكانيات البيئية:** تتوفر في إقليم الجبل الأخضر العديد من الظروف البيئية والطبيعية المشجعة لتربية الأحياء المائية وقيام مشروعات مزارع سمكية ناجحة، وخاصة في مجال الزراعة البحرية. أهم تلك الظروف ارتفاع درجة نقاء مياه السواحل وانخفاض درجة التلوث بالمقارنة مع كثير من الدول المطلة على البحر المتوسط، ودرجة الحرارة المناسبة للعديد من الأنواع الاقتصادية بالإضافة إلى التنوع الحيوي، وتضاريس السواحل المتنوعة التي تسمح بتنوع نظم الاستزراع. أعماق المياه أمام سواحل الجبل الأخضر وحتى 3 كم في المياه تتراوح من أقل من متر إلى حوالي 100 متر، وهناك مناطق ذات أعماق كبيرة وقريبة من النطاق الساحلي، مثلا المنطقة الممتدة من طلميثة إلى رأس التين تصل الأعماق إلى 200 متر وبمسافة لا تزيد عن 7 كم من

خط الساحل بالقرب من أرس الحمامة و أرس عامر (بن عمور، 2014). هذه الأعماق القريبة من الساحل تعطي الميزة الطبيعية لإقامة مشاريع الزراعة السمكية بنظم الأقفاص العائمة والغطاسة في البحر المفتوح، كما أن مناطق عديدة على ساحل الجبل الأخضر تضاريسها تسمح بإقامة قواعد شاطئية للمزارع. تعتبر مياه البحر ومياه السبخات والخلجان من أهم المصادر المائية للاستزراع السمكي في الجبل الأخضر حيث يمكن انشاء المزرعة السمكية داخل مياه البحر أو على الشاطئ. هناك أيضا بعض البحيرات المالحة، وهي عبارة عن مخارج طبيعية لأحواض المياه الجوفية المجاورة للطبقات الحاملة للمياه،

مثل بحيرة أم حفين وبحيرة خليج البومبا وهي آخر الحدود الجغرافية للجبل الأخضر. وقد وضعت منظمة الأوزون للدراسات البيئية (حدود وآخرون، 2005) بعض المقترحات بشأن إقامة مزارع سمكية في بعض المواقع التي قامت بدراستها بيئيا وحدد مدى ملائمتها للزراعة السمكية، حيث اقترحت بناء مزارع سمكية في بحيرة أم حفين وفق نموذج البرك المائية، ونموذج القنوات المائية بنظام شبه مكثف وهي مزارع تعتبر عائلية صغيرة الحجم، ويتوقع امكانية انشاء 8 وحدات في ذلك الموقع. وقد اقترح وفقا للدراسة أن يتم استزراع وتربية القاروص والأوراتا بطاقة إنتاجية حوالي 9 طن لكل وحدة إنتاجية. وضعت أيضا مقترحا لمزرعة سمكية بمنطقة وادي العقيق وفق نموذج الأحواض الإسمنتية، بحيث تحتوي المزرعة على 20 حوض، منها أحواض للحضانة وللتسمين وللجنين. وقد اقترح البدء باستزراع سمكة الأوراتا، ويتوقع أن يكون إنتاج المزرعة حوالي 200 طن سنويا. بالإضافة إلي مقترح مزرعة ارتيميا بمنطقة رأس التين؛ فبناء على مساحات أحواض التجميع لملاحة أرس التين تم اقتراح انشاء مزرعة

لتجميع حوصلات الارتيميا، بالإضافة إلى إنتاج الارتيميا الحية، ويتوقع ان يكون حجم الانتاج السنوي 1.8 طن. 18

(2) الامكانيات الاقتصادية: هناك عدة عوامل اقتصادية تساعد على نجاح مشاريع الزراعة السمكية في منطقة الجبل الأخضر، وتجعل منها مشروعات ذات جدوى اقتصادية، وتجذب إليها رؤوس الأموال المحلية والأجنبية، من أهم تلك العوامل: - موقع جغرافي مميز، حيث أن الجبل الأخضر يعتبر من أهم المناطق الساحلية الليبية والتي ترتبط مع باقي مناطق ليبيا بشبكة من الطرق البرية الساحلية، بالإضافة إلى وجود عدد من الموانئ و مواقع للزلازل والماء الرغى الموسمية الصغيرة التي يمكن تطويرها مستقبلا لتصبح منافذ بحرية. من أهم الموانئ ميناء سوسة وميناء ارس الهلال، بالإضافة إلى ميناء درنة المنفذ التجاري للمنطقة إلى موانئ أوروبا، هذا العامل يعطي المنطقة ميزة قربها من شواطئ جنوب أوروبا والتي تعتبر من أهم الأسواق العالمية لمنتجات المزارع السمكية.

- السوق الليبي يعتبر محدود نسبيا لقلة عدد السكان الذين لا يزيد عددهم عن 5.8 مليون نسمة (مصلحة الإحصاء والتعداد، 2012)، وفي المقابل ليبيا دولة نفطية تحصل على دخل كبير من تصدير النفط، مما يجعل سوق ليبيا يتمتع بقوة شرائية عالية وحركة نمو اقتصادي متزايدة. بالإضافة إلى أن ليبيا اذا ما تحققت الاستقرار الأمني والاقتصادي تستطيع تكوين علاقات إقليمية ودولية تساعد على توسيع أسواقها في المستقبل.

- توفر مصادر الطاقة الرخيصة بالمقارنة مع الدول غير النفطية والتي ترتفع فيها تكاليف الطاقة، حيث أن ليبيا تعتبر من الدول البترولية المنتجة للطاقة وبالتالي فستكون

تكلفة الطاقة المشغلة، سواء الغاز أو الكهرباء أو الوقود، عنصرا هامشيا في بنود تكاليف الإنتاج مما يقلل من التكلفة الكلية وبالتالي ارتفاع هامش الربح. - توفر بنية تحتية جيدة إلي حد كبير تتمثل في شبكة الطرق البرية التي تساعد على تسهيل عمليات النقل والتنقل ما بين مناطق الإنتاج ومناطق التسويق ومناطق توريد مستلزمات الإنتاج. أيضا البنية التحتية الأساسية المتعلقة بتوفير المياه وسبل تصريفها، وكذلك إمدادات الكهرباء والطاقة المشغلة من مصادرها إلي مواقع المزارع السمكية.

رابعا العوامل التي تعيق تنمية وتطوير الزراعة السمكية في الجبل الأخضر:

من خلال الاستعراض المرجعي لبعض الدراسات السابقة، ونتائج المسح الميداني لمزارع الأسماك في ليبيا والذي أجراه مركز بحوث الأحياء البحرية ابتداء من 2004 ، ومن خلال المقابلات التي أجراها الباحثون مع كل من السيد:

رئيس مجلس ادارة الهيئة العامة للزراعة والثروة الحيوانية والبحرية، و السيد: مستشار شركة الجبل القابضة للتنمية) مسؤول ملف الاستثمار في الزراعة السمكية (فإن البحث يقبل بنود الفرضية الثانية كالتالي:

التأخر في قطاع الزراعة السمكية في منطقة الجبل الأخضر يرجع لعدد من الأسباب:
1- صعوبات ادارية تتعلق بقدرة المؤسسات العامة المختصة على ادارة قطاع الزراعة السمكية بنجاح

2- صعوبات فنية تتعلق بالحصول على الزريعة والاصبغيات والأعلاف السمكية وتقنيات التربية والاستزراع السمكي.

3- انخفاض الإقبال على مهنة الاستزراع السمكي وانخفاض درجة الوعي بأهميته الاقتصادية.

4- غياب الاستثمار الحكومي وعزوف المستثمرين المحليين عن الاستثمار في الزراعة السمكية.

5- عدم وجود بنية تحتية داعمة لقطاع الزراعة السمكية.

كما أنه يمكن تلخيص أهم معوقات تنمية وتطوير الزراعة السمكية وتربية الأحياء البحرية في الجبل الأخضر وفقا لنتائج تحليل المقابلات الشخصية ونتائج المسح الميداني وبعض الدراسات الفنية في النقاط التالية:

1- ضعف الإمكانيات البشرية: بالرغم من أن شمال الجبل الأخضر يعتبر منطقة ساحلية، ويزيد عدد سكانه عن 550 ألف نسمة، ما يقارب 75 % هم من سكان الحضر والباقي من سكان الأرياف تصل نسبة الشباب ما بين 20 - 40 سنة حوالي 34.9 % من اجمالي سكان المنطقة (مصلحة الإحصاء والتعداد، 2012) وهي فئة يمكن أن يتم اقامها في مجال الزراعة السمكية إذا ما تم توفير المعاهد والمراكز الفنية المختصة. فبالنظر إلى الموارد البشرية والأكاديمية المتخصصة في علوم البحار وفي الصيد البحري، نجد أن المنطقة تعاني من نقص حاد في مخرجات التعليم من تلك الفئة من المختصين والحرفيين، وبشكل يكاد يكون منعدم تماما في مجال المزارع السمكية. يلاحظ الانخفاض الشديد في اتجاه السكان المحليين نحو العمل في مجال الصيد البحري والزراعة السمكية، مقارنة بالمنطقة الغربية و بالدول المجاورة، كمصر وتونس، كما أن أغلب من يمارسون حرفة الصيد يمارسونها كهواية وليس كنشاط اقتصادي يدر دخلا. إن إهمال السكان المحليين لهذه المهنة يرجع لعدة أسباب من أهمها عدم وجود مؤسسات تعليمية متخصصة في المجال وغياب مراكز التدريب الفني التي تساهم في تطوير مهنة الصيد والاستزراع السمكي وتعليم الشباب وترغيبهم في المهنة وايضا الحجم

الصغير جدا لنشاط الزراعة السمكية في ليبيا مما قد يجعله غير ملحوظ وغير مرغوب به من قبل الباحثين عن العمل.

2- **نقص البيانات وضعف برامج البحث العلمي والدراسات العلمية:** رغم طول وتنوع البيئة البحرية لساحل الجبل الأخضر لا يوجد بالمنطقة مركز واحد للأبحاث يتخصص بتنمية واستغلال وحماية الثروة البحرية، وتوفير قاعدة معلومات فنية وعلمية عن المخزون السمكي وعن البيئة البحرية. وان عدم وجود بيانات علمية موثوقة حول امكانيات ومواقع تربية الأسماك والأنظمة البيئية الساحلية والبحرية في المنطقة يعيق عملية اتخاذ قرارات سليمة على مستوى السياسة العامة للقطاع وهذا نتج عنه عدم استغلال الموارد البحرية الساحلية في المنطقة. ولا يخفى على أحد أهمية المركز البحثية لما توفره من معلومات تساعد متخذي القرار في المستويات الادارية المختلفة على إعداد وتنفيذ الخطط التي من شأنها تنمية قطاع الزراعة السمكية وتطوير مجالاتها المختلفة وكل المواضيع المتعلقة بالثروة البحرية.

3- **غياب خدمات البنية الأساسية المساعدة (المفرخات ومصانع الأعلاف) تعاني منطقة الجبل الأخضر من عدم وجود أي مفرخات محلية لإنتاج اليرقات والإصبعيات، وقد عمل مفرخ مركب فروة الواقع قرب الحدود التونسية، على توفير الإصبعيات للمزارع السمكية العاملة في ليبيا منذ 2004 ، ولكنه الآن متوقف عن العمل بعد أحداث 2011 ، ومن المهم الإشارة إلي أن ارتفاع تكاليف استيرادها خاصة في ظل الظروف الحالية يزيد من عزوف المستثمر المحلي عن الزراعة السمكية. من جهة أخرى لا تساهم هيئة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية في توفير اليرقات و الإصبعيات، كما تتعدم مساهمة القطاع الخاص في إنشاء المفرخات، مع انعدام التجارب والدراسات البيولوجية الخاصة**

بإمكانيات التفريخ السمكي لبعض الأنواع الصالحة للاستزراع في المنطقة. لا تتوفر في المنطقة أيضا ولا في ليبيا أي مصانع للأعلاف السمكية المصنعة، حيث تعتمد المزارع بشكل عام على استيرادها من الخارج. وتعتبر الأعلاف أحد أكثر البنود تأثيرا في إجمالي التكاليف التشغيلية. إن عدم توافر الأعلاف محليا بالإضافة إلي ارتفاع أسعار الأعلاف المستوردة يزيد من تكلفة التغذية، وأيضا تأخر وصولها بسبب الظروف الصعبة التي تصاحب عمليات الاستيراد قد يؤثر على عملية الإنتاج برمتها.

(4) غياب البيئة التحتية المكتملة: مثل مصانع الثلج ومجمعات التبريد والصناعات المرتبطة بالإنتاج السمكية مثل مصانع تعليب الأسماك.

(5) معوقات فنية: وهي مشاكل حدثت فعلا أو من المتوقع حدوثها في حالة البدء في الاتجاه نحو بناء وتشغيل المزارع السمكية، فمثلا هناك مشاكل مرتبطة بتشغيل المزارع السمكية فمثلا عشوائية تصميم الأحواض السمكية عطلت بدء التشغيل في مزرعة مركز البحوث الزراعية في الحمامة، هناك مشاكل متعلقة بالتغذية الصناعية للأسماك، وجود الأعداء الطبيعية في المزارع السمكية كالطيور والأسماك المفترسة. هناك أيضا مشكلة عشوائية في تصميم الأحواض السمكية كما في المزرعة التابعة لمركز البحوث الزراعية في الحمامة (مصيف الجرابي)، حيث لا تصمم الأحواض السمكية بالطريقة الصحيحة، و لا تخضع لأي أسلوب هندسي منتظم ؛ وذلك لعدم وجود مؤسسات هندسية متخصصة، في إنشاء وتصميم المزارع السمكية.

(6) المنافسة مع القطاعات التنموية: حيث تنافس قطاعات أخرى خاصة في المناطق الساحلية خاصة قطاع السياحة قطاع الزراعة السمكية مما يؤدي إلي محدودية الموارد اللازمة لتنمية الزراعة السمكية.

(7) ضعف الامكانيات والقدرات المؤسسية للهيئات المسؤولة عن الزراعة السمكية: إن الثروة السمكية هي المؤسسة الرئيسية المسؤولة عن إدارة هذا القطاع ولها صلاحية تخطيط وتنفيذ السياسات والمشاريع الوطنية المرتبطة به والبحوث السمكية، وجمع البيانات الإحصائية ذات الصلة وغير ذلك من المسؤوليات ومع ذلك، فإن القدرات الإدارية والمؤسسية والتنظيمية والموارد البشرية والفنية والتكنولوجية والبحثية المحدودة جنبا إلى جنب مع عدم كفاية قاعدة المعلومات و غياب مخصصات التنمية ضمن الباب الثالث المتعلق بالتحول والتنمية، وتداخل الهياكل المؤسسية غير الفاعلة أساسا حالت دون إدارة القطاع وهذا بدوره أثر بشكل كبير على تنمية قطاع الزراعة السمكية، وهذا الأمر ليس مرتبطا بالمرحلة الراهنة بل هو امتداد لمشاكل عدم الاستقرار المؤسسي الذي كانت ولا زالت تعاني منه مؤسسات الدول قبل وبعد أحداث 2011. من جهة أخرى يعاني القطاع العام من الترهل والبيروقراطية والتفكك المؤسسي، أيضا ضعف دور الهيئات المسؤولة في دعم قطاع الزراعة السمكية و عدم وجود تسهيلات ائتمانية مما يعيق تنمية وتشجيع المشاريع الصغيرة والمتوسطة ال ا رغبة في الاستثمار في الزراعة السمكية، أيضا عدم وضوح المسؤولية والصلاحيات فيما يخص قضايا الاستزراع السمكي بين الوزارات والهيئات، وتعقيد إجراءات منح التراخيص وحياسة الأراضي، وقصور الأطر القانونية والتنظيمية الخاصة بإدارة وتنظيم نشاط الاستزراع السمكي، وهذه كلها عوامل تخلق بيئة عمل واستثمار غير مناسبة. ضعف آليات التنسيق بين قطاع الزراعة السمكية والقطاعات الأخرى على المستوى المحلي وعلى المستوى الإقليمي والدولي وهذا أدى إلى ضعف ملائمة سياسات الزراعة السمكية للتخطيط والإدارة الفعالة للبيئة البحرية الإقليمية وم واردةا المشتركة.

(8) ضعف دور القطاع الخاص: يعتبر الاستثمار الخاص أحد أهم أركان التنمية ومؤشر من مؤشرات التنمية الاقتصادية، ومن الملاحظ عدم اقبال رؤوس الأموال المحلية على الاستثمار في المزارع السمكية وقد يعود ذلك لعدة أسباب منها ارتفاع تكاليف الانشاء والتشغيل وغياب دراسات الجدوى الاقتصادية و عدم تحديد الفرص الاستثمارية لمشاريع الزراعة السمكية خاصة الصغيرة والمتوسطة ورغم وجود توجه لتطوير المؤسسات الصغيرة والمتوسطة كفرص تنموية للقطاع الخاص ولكن غياب الوعي والمعرفة الفنية المحدودة بالنسبة للقطاع الخاص حول تنمية الاستزراع السمكي يؤدي إلي احجابه عن دخول هذا النشاط الاقتصادي الهام.

(9) معوقات مرحلية: وهي مجموعة المعوقات المرتبطة بالمرحلة الحالية التي تمر بها البلاد بعد أحداث 2011 والتي ستنتهي بانتهاء مسبباتها، فعقب سقوط نظام معمر القذافي سادت حالة من الفوضى والصراعات الداخلية، وانتشار للسلاح، وظهور المجموعات المسلحة تحت مسميات مختلفة، مما أدى إلي غياب الأمن في كثير من المناطق داخل ليبيا. ويعتبر غياب الأمن من أهم عوامل عدم الاستقرار والتي تزيد درجة المخاطرة على الاستثمارات ، وتقلل منتوجه الدول للتنمية. من جهة أخرى فإن الاضطرابات حول حقول النفط تؤثر على حجم الصادرات النفطية وبالتالي على حجم الميزانية العامة للدولة وبالتالي مخصصات القطاعات، ايضا تؤدي إلي تذبذب سعر الدينار الليبي مقابل العملات الأخرى وارتفاعه في معظم الاحيان بما يؤثر على عمليات الاستيراد لمستلزمات تشغيل المزارع السمكية.

ولكن وفقا لتقارير دولية حول ليبيا فإن هذا الوضع غير المستقر لن يدوم طويلا إذا تم القضاء على بؤر الإرهاب، وعناصر الجريمة، وتمت المصالحة الوطنية الشاملة بين الليبيين. وتشكلت الدولة الليبية وفقا للدستور والقانون.

الخلاصة

من كل سبق يمكن القول أنه على الرغم من وجود معوقات كثيرة تعرقل عملية تنمية قطاع الزراعة السمكية ولا تشجع على الاستثمار فيه ولكن هناك مقومات وامكانيات كبيرة يمكن استغلالها اذا ما توفرت الا اردة والوعي الكافيين لتنمية الزراعة السمكية في المنطقة وتحقيق تنمية اقتصادية واجتماعية وبشرية شاملة. وعموما فإنه ووفقا لما تم الوصول إليه من استنتاجات حول الحالة الراهنة والتوقعات المستقبلية بقطاع الزراعة السمكية فإن البحث يتوافق مع معظم الفرضيات النظرية التي افترضها مسبقا حول المقومات والمعوقات التي تواجه الزراعة السمكية في منطقة الجبل الأخضر بالإضافة إلي ظهور معوقات ومقومات جديدة تم التعرف عليها من خلال المقابلات الشخصية التي اجريت مع بعض المسؤولين.

التوصيات

1- ضرورة الاهتمام ببناء موارد بشرية فنية تغطي النقص الكبير في الكادر البشري في مجال الزراعة لسلكية، كما أنه من الضروري الاهتمام ببناء موارد بشرية أكاديمية تتخصص في البحوث العلمية، وفي تطوير العلوم النظرية والعملية والتقنية المتعلقة بمجالات البيئة البحرية والصيد والاستزراع السمكي. هذا بالتأكيد سيساهم في زيادة الانتاج السمكي، واستغلال الثروة البحرية وأيضا تنميتها بطريقة مستدامة بما يكفل

تغطية احتياجات السوق المحلي بل ورفع مستوى الانتاج الي الحد الذي يمكن معه الوصول الي الاسواق العربية والعالمية.

2- ضرورة الاهتمام بزيادة وعي المجتمع المحلي بأهمية الزراعة السمكية للاقتصاد الوطني وجدواها الاقتصادية وأنها أحد أهم قطاعات التنمية المستدامة التي تساهم في استغلال الموارد الطبيعية المحلية الغير مستغلة، وتساهم في الحفاظ على المخزون السمكي وتزيد من انتاج الأسماك وتوفر فرص عمل لسكان الأرياف.

3- ضرورة الاهتمام بالبحوث العلمية والدراسات البحثية المتخصصة في الزراعة السمكية من أجل تقييم إمكانيات استزراع الأسماك في المنطقة والمواقع الملائمة لها والنظم والطرق التي تناسب البيئة المحلية في منطقة الجبل الأخضر، بالإضافة إلي البحوث التي تعنى باستغلال وحماية الثروة البحرية وايضا بناء قاعدة معلوماتية حول قطاع الزراعة السمكية بما يخدم المهتمين به.

4- العمل بكل الوسائل الممكنة على تشجيع رؤوس الأموال المحلية والأجنبية على الاستثمار في الزراعة السمكية فهو أساس مهم لتحقيق تنمية القطاع وبدونه لا يمكن في الوقت ال ا رهن النهوض به ونقله إلي مستوى القطاعات الإنتاجية، ومن أهم المجالات التي يجب تشجيع الاستثمار المحلي وحتى الأجنبي على الاستثمار فيها : المزارع السمكية البحرية، خدمات الدعم والبنية التحتية المكلمة، مدخلات الانتاج، البنية التسويقية، تقنيات الاستزراع، التدريب والارشاد الزراعي، البحث العلمي. ويكون تشجيع القطاع الخاص عبر تقديم التسهيلات الممكنة قانونيا واجراءات والتخلص من البيروقراطية والفساد الاداري والمالي.

5- تتسيق هيئة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية مع جهات التمويل خاصة المصارف التجارية من أجل توفير الائتمان والاعتمادات وتقديم التسهيلات المصرفية والتحويلات للأصحاب المشاريع الصغيرة والمتوسطة الراغبين في الاستثمار في الزراعة السمكية.

6- التنسيق مع المنظمات الدولية والاقليمية من أجل نقل الخبرات ونقل التكنولوجيا من أجل بناء قطاع متطور يتواءم مع التوجهات الحديثة للتنمية المستدامة في مجال الزراعة السمكية.

7- لابد من مراعاة التأثيرات البيئية لمشروعات الزراعة السمكية مستقبلا في حالة ما تم التوسع الانتاجي للقطاع.

المراجع والمصادر:

الحسيني، أسامة محمد (1996) أساسيات إنتاج الأسماك. ط 1 ، القاهرة : الدار العربية للنشر والتوزيع.

الخمسي، محمد رجب (2008). الزراعة السمكية في ليبيا ودورها في زيادة الانتاج السمكي. ط 1 ، طرابلس: الهيئة الوطنية للبحث العلمي.

القبلي، حسن (2005) من مزارع تربية الأحياء المائية (سمكة الشولة). مجلة آفاق البحار، السنة ال 1 ، رابعة، (32) . 8 - 10 ، مركز بحوث الأحياء البحرية. ليبيا.

القبلي، حسن (2006) من مزارع تربية الأحياء البحرية (ثعبان البحر)، مجلة آفاق البحار، السنة الخامسة، (55) . 8 - 10 ، مركز بحوث الأحياء البحرية . ليبيا.

القبلي، حسن (2004) التنوع في الزراعات المائية وآثره في نجاح الاستثمار، مجلة آفاق البحار، السنة الثالثة، (7). 10 - 8 ، مركز بحوث الأحياء البحرية. ليبيا.

القعود، أحمد الهادي (2006). ورقة عمل قطرية حول الزراعة المائية في ليبيا، ورشة عمل حول النظم المطورة لزيادة إنتاج المزارع السمكية للفترة 10 - 12 سبتمبر. القاهرة، مصر.

اللائحة الفنية للقانون (14) لسنة 1989.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية (2010). الإحصاءات السمكية المجلد (7)، الخرطوم السودان

http://www.aoad.org/Statistical_Fish%20book%20v4.pdf

المنظمة العربية للتنمية الزراعية (2015). الإحصاءات السمكية، المجلد (9).

http://www.aoad.org/Fish_Book_Vol9.pdf. الخرطوم ، السودان.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية (2016). الاستراتيجية العربية لتربية الأحياء المائية. اصدا ارت المنظمة، الخرطوم، السودان

<http://www.aoad.org/FishStratgy.asp>

المنظمة العربية للتنمية الزراعية (2006). المؤشرات العامة لواقع الزراعة السمكية في الوطن العربي، ورقة محورية

، ورشة عمل حول النظم المطورة لزيادة إنتاج المزارع السمكية للفترة 10 - 12 سبتمبر. القاهرة، مصر.

الهيئة العامة للتخطيط (2003). تقييم القطاعات الاقتصادية للفترة 1985 - 2002 . إصدار سنوي . طرابلس .

اللجنة الشعبية العامة للزراعة والثروة البحرية والحيوانية (2008). تقرير عن حالة المصائد البحرية والصيد والاستزراع السمكي في ليبيا . طرابلس ، ليبيا
مركز بحوث الأحياء البحرية (2005). أطلس البحر المتوسط، اصدا ارت مركز بحوث الأحياء البحرية، تاجوراء .

بن عمور، خالد محمد (2014). التنمية المستدامة للسياحة الشاطئية بمنطقة الجبل الأخضر(منظور جغرافي)، مجلة العلوم والدراسات الإنسانية، 1 (2) 58 - 86 ، المرج، ليبيا

□ بوعروشة، مسعودة عبد الرحيم (2015). امكانيات وفرص الاستثمار في الزراعة السمكية في ليبيا. تقرير غير منشور مقدم للهيئة العامة للزراعة والثروة الحيوانية والبحرية . البيضاء ، ليبيا.

□ حدود، ضو (1996). دراسة بيئية لبحيرة عين الغ ا زلة ومدى ملائمتها للزراعة المائية، بحث مقدم للندوة العلمية حول الزراعة المائية في ليبيا " الواقع والآفاق"، للفترة 23 - 25 نوفمبر . سرت. ليبيا.

□ حدود، ضو ؛ النعاس، أيوب؛ المقصودي، محمد؛ عبد الباري، رمضان (2005). تقرير الأماكن الرطبة والسبخات بالمنطقة الشرقية ، دراسة مقدمة إلى اللجنة الشعبية لشعبية القبة إعداد الأوزون للدراسات البيئية.

فاطمة محمد حمد (2007). دراسة اقتصادية للعوامل المؤثرة على إنتاج وتسويق واستهلاك الاسماك في الجماهيرية الليبية، رسالة ماجستير قسم الاقتصاد الزراعي، كلية الزراعة ، جامعة عمر المختار ، 2007.

محمد الشقروني (1984). مشروع المزارع السمكية في ليبيا. تقرير غير منشور. هيئة الثروة البحرية. وزارة الاقتصاد

مركز بحوث الأحياء البحرية (2004). المسح الميداني للمزارع السمكية على طول الساحل. تاجوراء، ليبيا.

مركز بحوث الأحياء البحرية (2005). المسح الميداني للمزارع السمكية على طول الساحل. تاجوراء، ليبيا.

مركز بحوث الأحياء البحرية (2006). المسح الميداني للمزارع السمكية على طول الساحل. تاجوراء، ليبيا

مركز بحوث الأحياء البحرية (2007). المسح الميداني للمزارع السمكية على طول الساحل. تاجوراء ، ليبيا

مركز بحوث الأحياء البحرية (2008). المسح الميداني للمزارع السمكية على طول الساحل. . تاجوراء ، ليبيا

مصلحة الإعداد والإحصاء (2012). المسح العام للسكان. طرابلس. ليبيا.

مواقع الكترونية

موقع كنانة اونلاين

: <http://kenanaonline.com/users/hatmheet/posts/758185>

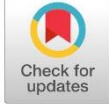
- Abuarosha, M.(2013). **Drivers and Obstacles of Agriculture Development in Libya**: case study: marine aquaculture, PhD, thesis, Faculty of Management, Sheffield Hallam University, UK.
- Edwards, P.(1999). **Aquaculture and Poverty: Past, Present and Future Prospects of Impact**. discussion paper prepared for the : *Fifth Fisheries Development Donor Consultation*. Rome, Italy, 22-24 February 1999.
- FAO.(2014). **State OF Word Aquaculture**. Fisheries Department, Roma, Italy.
- FAO (2016). **The State of World Fisheries and Aquaculture 2016**. Contributing to food security and nutrition for all. Rome.
- FAO (1995). **Planning for Aquaculture Development in Libya, Review**. By Reynolds, JE, D. Hadoud, & F. Vallet. FD 9. Sept. Tripoli/ Rome.
- FAO (1995). **The Marine Wealth Sector of Libya: A Development Planning Overview**. Libya/Italy. By: Reynolds, J.E., Abukhader, A.& Ben Abdallah, A.; Lib-fish field. No. 14. 24
- FAO (2005). **Regional Review on Aquaculture Development** (Near east and North Africa). Rome, Italy Circular No: 101 7/2.
- FAO, UN (1998). **Country Case Study: National Water Policy Review and Management of Water Scarcity in Libya**. In: Proceedings of the second expert consultation on national water policy reform in the Near East. Cairo, Egypt. 24 – 55.
- Tacon, A.G.J. (2001). **Increasing the Contribution of Aquaculture for Food Security and Poverty Alleviation**. In R.P. Subasinghe, P.B. Bueno, M.J. Phillips, C. Hough, S.E. McGladdery and J.R. Arthur, (eds.), *Aquaculture in the Third Millennium, the Conference on Aquaculture in the Third Millennium, Bangkok, Thailand*, February 2000, pp. 63-72. NACA, Bangkok, Thailand and FAO, Rome, Italy 25-20.
- Waite R, Beveridge M, Brummett R, Castine S, Chaiyawannakarn N, Kaushik S, Mungkung R, Nawapakpilai S and Phillip, M (2014). **Improving Productivity and Environmental Performance of**

Aquaculture, Working Paper, Installment 5 of Creating a : Sustainable Food Future. Washington, DC. World Resources Institute
Thia eng (1997). **Aquaculture and Its Environmental Implications**, first
edition: Malaysia , university of Malaysia

Doi:

Research Article

Open Access



دراسة التوزيع والتنوع الحيوي للرخويات الاقتصادية والمستزرعة في بحيرة فروة - ليبيا

ضو حدود^{1*}، علي المغازي²، علي شفرن³

ضو حدود^{1*}: مركز
بحوث الأحياء البحرية،
تاجوراء، ليبيا.
علي المغازي: مركز
بحوث الأحياء البحرية،
تاجوراء، ليبيا.
علي شفرن: مركز بحوث
الأحياء البحرية،
تاجوراء، ليبيا..

المستخلص: أُجريت هذه الدراسة في بحيرة فروة، الواقعة على الساحل الغربي لليبيا، وذلك بعد إعلانها محمية بحرية عام 2010. هدفت الدراسة إلى تقييم التنوع الحيوي والتوزيع المكاني للرخويات البحرية، مع التركيز على الأنواع ذات الأهمية الاقتصادية والمستزرعة، بالإضافة إلى الأنواع المهددة بالانقراض والأنواع الدخيلة على البحر المتوسط.

تم جمع العينات من 22 محطة باستخدام مربع حديدي (25 × 25 سم) لجمع الرخويات السطحية، إضافةً إلى أخذ ثلاث عينات رسوبية بواسطة أداة الحفر (Core) من نفس المواقع. أُعيدت هذه العملية في جميع محطات الدراسة، وتم تحديد الأنواع باستخدام مفاتيح تصنيفية ومراجع متخصصة.

سُجل وجود أكثر من 150 نوعاً من الرخويات، تنتمي إلى 45 عائلة من بطنيات الأقدام وذوات المصراعين. ومن بين هذه الأنواع، وُثقت ستة أنواع مهددة بالانقراض، كان أبرزها القوقع المروحي (*Pinna nobilis*)، إضافةً إلى أنواع اقتصادية صالحة للاستزراع مثل *Ruditapes decussatus*، *Venerupis sp.* و *Mytilus galloprovincialis* كما رُصدت أنواع

دخيلة مثل *Fulvia fragilis* و *Pirenella conica*.

تشير النتائج إلى أن بحيرة فروة تمثل موطناً غنياً بالرخويات البحرية، إلا أن تنوعها يتأثر بعوامل بيئية وفيزيوكيميائية مختلفة. وتوصي هذه الدراسة

بضرورة تعزيز برامج الرصد البيئي المستمر وتطوير استراتيجيات الاستزراع المائي المستدام، بما يضمن الحفاظ على التنوع الحيوي وحماية الأنواع المهددة بالانقراض في السواحل الليبية.
الكلمات المفتاحية: الرخويات، بحيرة فروة، التنوع الحيوي، الأنواع الاقتصادية، الأنواع المهددة بالانقراض، الاستزراع المائي.

Study of the Distribution and diversity of economically important and cultured mollusks in Farwa Lagoon, Libya

Abstract: This study was conducted in Farwa Lagoon, located on the western coast of Libya, following its declaration as a marine protected area in 2010. The main objective was to assess the biodiversity and spatial distribution of marine mollusks, with a focus on economically important and aquaculture-relevant species, as well as endangered and exotic species recorded in the Mediterranean Sea.

Samples were collected from 22 stations using a 25 × 25 cm quadrat for surface mollusks, along with three sediment samples obtained using a core sampler at the same sites. This procedure was repeated across all stations, and species were identified using taxonomic keys and specialized references.

A total of more than 150 molluscan species were recorded, belonging to 45 families of gastropods and bivalves. Among these, six species were identified as endangered, most notably the fan mussel (*Pinna nobilis*). Economically important species suitable for aquaculture were also documented, including *Ruditapes decussatus*, *Venerupis sp.*, and *Mytilus galloprovincialis*. Furthermore, exotic species such as *Fulvia fragilis* and *Pirenella conica* were observed.

The findings highlight that Farwa Lagoon hosts a rich molluscan fauna, though its diversity is influenced by various environmental and physicochemical factors. The study emphasizes the need for continuous ecological monitoring and the development of sustainable aquaculture strategies to conserve biodiversity and protect endangered species along the Libyan coast.

Received:

8/4/2025

Accepted:

12/8/2025

Publish online:

15/1/2025

Keywords: Mollusks, Farwa Lagoon, biodiversity, economic species, endangered species, aquaculture.

المقدمة: تُعدّ الرخويات واحدة من أكبر المجموعات الحيوانية وأكثرها تنوعًا، حيث يقدر عدد أنواعها المعروفة بأكثر من 85 ألف نوع موزعة في البيئات البحرية والعذبة والبرية (Brusca & Brusca, 1990). وقد شكّلت منذ العصور القديمة جزءًا مهمًا من حياة الإنسان، إذ استُخدمت كمصدر غذائي ودوائي وزينة وتجارية، إضافة إلى دورها في المؤشرات البيئية وارتباطها بالدورات الطبيعية للنظم البيئية المائية (Abbott, 1974; Kay, 1992)، وتكتسب الرخويات ثنائية المصراع وبطنيات القدم أهمية خاصة نظرًا لقيمتها الاقتصادية، حيث تشكل الأساس في أنشطة المصايد والاستزراع المائي حول العالم، مثل القوقع المخملي (*Ruditapes decussatus*) والمحار المتوسط (*Mytilus galloprovincialis*)، واللذين يُسهمان بشكل كبير في توفير الغذاء وزيادة الإنتاج السمكي العالمي (Barnabé, 1997; Cáceres-Martínez & Figueras, 1997; 1991)، أن الضغوط البشرية المتزايدة، مثل الصيد الجائر والتلوث وتغير المناخ، أدت إلى تراجع أعداد العديد من الأنواع، ومنها القوقع المروحي (*Pinna nobilis*) الذي أُدرج ضمن قائمة الأنواع المهددة بالانقراض في البحر الأبيض المتوسط (UNEP, 1995; Zenetos et al., 2003).

تُعدّ البحيرات الساحلية في حوض البحر المتوسط نظامًا بيئيًا بالغ الأهمية، إذ توفر مواطن حرجة للتكاثر والتغذية وحضانة الأسماك واللافقاريات، إضافة إلى إمكانية استغلالها في الاستزراع المائي (Laurent et al., 1999) في ليبيا، ورغم وجود بعض الدراسات الأولية التي وثّقت تنوع الرخويات على السواحل الشرقية والغربية

(Abushaala et al., 2014; Bek-Benghazi et al., 2020 Naas, 1989;) ، فإن

الدراسات المتخصصة في البيئات الشاطئية والبحيرات الساحلية لا تزال محدودة. تُعتبر بحيرة فروة، الواقعة في الساحل الغربي لليبيا، من المناطق البحرية الغنية بالموارد الطبيعية والتنوع الأحيائي، وقد أعلنت كمحمية بحرية عام 2010 لحماية الأنواع المهددة وصون البيئة الساحلية. غير أن المعلومات المتوفرة حول الرخويات في هذه البحيرة تظل قليلة. ومن هنا تأتي أهمية هذه الدراسة التي تهدف إلى توثيق التوزيع والتنوع الحيوي للرخويات الاقتصادية والمستزرعة والمهددة بالانقراض في بحيرة فروة، وذلك لتوفير قاعدة بيانات علمية يمكن أن تُسهم في برامج الحماية والتطوير المستدام للاستزراع البحري في ليبيا.

المواد وطرق العمل

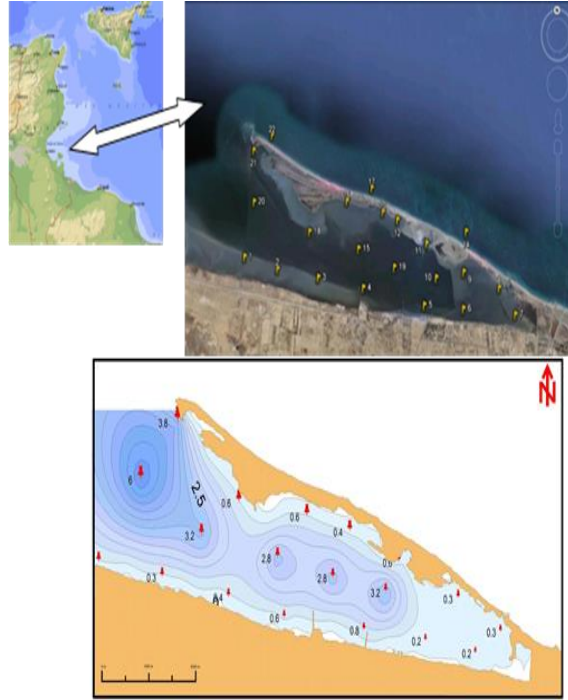
منطقة الدراسة

تقع بحيرة فروة في الساحل الغربي لليبيا، وتبلغ مساحتها نحو 31 كم² بطول يقارب 11 كم وعرض يصل إلى 3.5 كم. يتفاوت عمق البحيرة بين 0.2 و 3.5 متر، باستثناء الجزء الأوسط المعروف محلياً بـ "الوادي" الذي يصل عمقه إلى 6 أمتار بعد تعميقه عام 2006. يغطي قاع البحيرة عدد من الأعشاب البحرية أهمها *Cymodocea* و *Posidonia oceanica nodosa*، إضافة إلى أنواع عديدة من الطحالب. وتتميز البحيرة بديناميكية مائية معقدة حيث تدخل الكتل المائية من البحر عبر الجزء الجنوبي الغربي وتتحرك شرقاً، ثم تنقسم إلى تيارين أحدهما يتجه شمالاً قبل العودة للبحر، والآخر يستمر شرقاً قبل أن يعود غرباً ليتصل بالتيار الخارجي (Gerges & Durgham, 1983;

(Gashout & Haddoud, 2001

جمع العينات

تم جمع العينات خلال شهر يوليو 2010 من 22 محطة موزعة داخل البحيرة وعلى شواطئها المقابلة للبحر المفتوح (شكل 1 و2). استُخدم مربع حديدي (25 × 25 سم) لجمع الرخويات السطحية، بينما جُمعت ثلاث عينات إضافية من الرواسب في كل موقع باستخدام أداة الحفر (Core). حُفظت العينات بعد الغلي لفترة وجيزة بهدف تثبيت الأجزاء الداخلية، ثم أُزيلت الأنسجة الحيوانية ونُظِّفت الأصداف باستخدام الكحول (70%) ومحلول بوتاسي مخفف.



شكل: (1 ، 2) الموقع العام لمنطقة الدراسة ومحطات تجميع العينات

تصنيف العينات

جرى تصنيف الأنواع بالاعتماد على المراجع والمفاتيح التصنيفية المتوفرة في مركز بحوث الأحياء البحرية بتاجوراء (Abbott, 1974; Brusca & Brusca, 1990) كما استُخدم جهاز تحديد المواقع (GPS) لتوثيق مواقع المحطات.

تحليل البيانات

تم حساب التنوع والتوزيع النوعي للعائلات والأنواع المسجلة، مع التركيز على:

1. الأنواع المهددة بالانقراض.
2. الأنواع الاقتصادية ذات الأهمية للاستزراع.
3. الأنواع الدخيلة على البحر المتوسط.

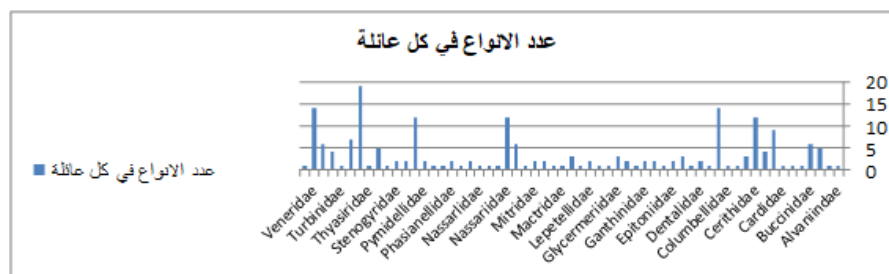
النتائج

أظهرت نتائج الدراسة تسجيل أكثر من 150 نوعاً من الرخويات البحرية في بحيرة فروة، تنتمي إلى 45 عائلة من بطنيات الأقدام وذوات المصراعين (شكل 1، 2). وقد تركز التوزيع النوعي على عدد محدود من العائلات الغنية بالأنواع مثل Trochidae و 19 نوعاً ، Conidae و Veneridae (14 نوعاً لكل منهما)، إضافة إلى Cerithidae و Nassariidae و Rissoidae (12 نوعاً لكل منها).

تم توثيق ستة أنواع مهددة بالانقراض وفق قائمة برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP, 1995) أبرزها القوقع المروحي (*Pinna nobilis*) الذي سُجل في ثلاث محطات، إلى جانب *Lithophaga lithophaga*، *Patella nigra*، و *Patella ferruginea*.

كما سُجلت أنواع اقتصادية صالحة للاستزراع البحري، أهمها *Ruditapes* و *Venerupis sp. decussatus*، و *Mytilus galloprovincialis* ويُعتقد أن بعض هذه الأنواع وصلت إلى البحيرة عبر التيارات البحرية من شمال المتوسط. جدول 1 من جهة أخرى، لوحظ وجود أنواع دخيلة مثل *Fulvia fragilis* و *Pirenella conica*، ما يعكس التغيرات البيئية والتأثيرات البشرية على النظام البيئي البحري.



**Alvaniinae***Alvania lineate***Astartidae***Astarte lusca***Arcidae***Arcanoae**Arca zebra**Barbatiabarbata**Glycymerisviolacescens**Glycymerispilosa***Buccinidae***Babylonia pintado**Buccinulumcorneum**Cantharusscaber**Columbrariareticulata**Engina bicolor**Hindsiamagnifica***Bullidae***Retusatrunctula***Calyptraeidae***Strombusdecorus***Cardidae***Cerastodermaedule**Acanthocardiaechinata**Acanthocardiatuberculata**Acanthocardiaechinata*

Acanthocardiatuberculata

Cerastodermaedule

Laevcardiumoblongum

Lorpielacteus

Parvicardiumpapilosum

Parvicardiumexigum

Carditidae

Astarte flusca

Carditacalyculata

Cardita trapezia

Venericardiacoubis

Cerithidae

Bittiumreticulatum

Cerithiumalucastrum

Cerithiumvulgatum

Cerithiumasper

Cerithiumliteratum

Cerithiumrupestre

Cerithiumsp

Cerithiumtubercularis

Cerithiumvulgatum

Epitonium commune

Pirenella conica

Terebraliasulcata

Cerithiidae

Bittiumreticulatum

Cerithiumvulgatum

Pirenellaconica

Cerithiopsidae

Cerithiopsistubercularis

Columbellidae

Columbellarustica

Conidae

Conusione

Conus mediterraneus

Conusmus

Conustinianus

Conusventricosus

Conusmediterranneus

Cytharaalbida

Cytharastriolata

Kleinellabulinea

Odostomiaconoidea

Raphitomaechinata

Raphitomapurea

Raphitomapurpurea

Truncatellasubcylindrica

Cypraeidae

Natcariusdillwyni

Dentalidae

Dentaliumvulgare

Dentaliumrubeseens

Dentallidae

Dentaliumrubescens

Donacidae

Donaxtrunculus

Donaxvenustus

Donaxsp

Epitoniidae

Epitoniumtenuicosta

Epitonium commune

Eulimidae

Leiostracaephamilla

Fasciolaridae

Fusinussyracusaanus

Fasciolarialignaria

Ganthinidae

Ganthinaganthina

Ganthina fragilis

Glossidae

Thyasiraflexuosa

Glycymeridae

Glycymerisbimaculata

Glycymerisviolacescens

Glycermeriidae

Glycmeris sp

Glycmerispilosa

Glycmerisbimaculata

Hydrobiidae

Peringiaulvae

Kellidae

Borniasebetia

Lepetellidae

Gibbulaardens

Monodontamutabilis

Littorinidae

Littorinasaxatilis

Lucinidae

Loripeslacteus

Ctenadecussata

Loripihusfragilis

Mactridae

Mastrastultorum

Marginellidae

Gibberulamiliaria

Mathildidae

Mathildaelegantissima

Mathildasp

Mitridae

Gibberulamiliaria

Mitracornicula

Muricidae

Murex trunculus

Mytilidae

Brachidontesvariabilis

ModiolusCapax

Modiolusadriaticus

Modiolusbarbatus

Mytilusedulis
Mytilusgalloprovincialis

Nassariidae

Fusinuspulchellus
Hinialimata
Hiniacostulata
Hiniasp
Nassariuscuvieri
Nassarius reticulates
Nassariusreticulatus
Nassariussp
Nassariusincrassatus
Nssarius reticulates
Sphaeronassamutabilis

Neritidae

Smaragdiaviridis

Nssariidae

Hinialimata

Nassarlidae

Hiniacostulata

Naticidae

Neverita Josephina
Smaragdiaviridis

Nuculanidae

Nuculasulcata

Phasianellidae

Tricoliaspeciosa
Tricoliatenuis

Pholadidae

Pholasdactylus

Potamididae

Pirenellaconica

Pymidellidae

Turbonillalactea
Kleinellabulinea

Rissoida

Alvania sp.
Alvaniahirta
Alvanialanciae
Alvaniareticulata
Cingulacingillus
Rissoalineolata
Rissoabruguierei
Rissoauriscaplium
Rissoalineolata
Rissoamonodonta
Rissoaventica
Turboelliamonterosato
Solecurtidae
Gastranafragilis
Solecurtusstrigillatus
Stenogyridae
Trimusculusmammilarislinne
Smaragdiaviridisalbescens
Solecurtidae
Solecurtusstrigillatus
Tellinidae
Arcopagiabalaustina
Tellina nidulus
Tellina pulchella
Tellina tenuis
Tellinain carnata
Thyasiridae
Myrtheaspinifera
Trochidae
Calliostomagranulatum
Calliostomalaugieri
Calliostomacnulum
Calliostomagranulatum
Calliostomalaugieri
Calliostomazizyphinum
Calliostomalaugieripayraudeua

Clanculusgussieui
Gibbulaalbida
Gibbulafanulum
Gibbulaguttadauroi
Gibbula magus
Gibbulanebulosa
Gibbulararilineata
Gugubinusdepictus
Monodontaturbinata
Monodonta articulate
Monodontamutabilis
Monodontiaturbinata
Truncatellidae
Alvaniaaspera
Alvaniacimex
Alvanialineata
Alvanla reticulate
Rissoalinedata
Rissoamonodonta
Turboellasimilis
Turbinidae
Tricoliatenuis
Turridae
Raphitomaechinata
Clathrodrilliaflavidula
Cytharaginnania
Raphitomapurpurea
Turritellidae
Coquille turriculee
Mesaliabrevialis
Turritellamediterranea
Turritellacommunis
Turritellamediterranea
Turritellasp
Veneridae
Chameleagallina

*Circumphaluscasinus**Dosinaexoleta**Dosinia lupines**Placamen tiara**Ruditapesdecussatus**Tapes turgida**Variation of Irusirus**Venerupisaurea**Venerupisgeographica**Venerupispullastra**Venerupis rhomboids**Venerupisaurea**Venus casina***Vermetidae***Vermetuspolyphranga*

المناقشة

تُظهر نتائج هذه الدراسة أن بحيرة فروة تُعدّ من البيئات الساحلية الغنية بالرخويات البحرية، حيث تم تسجيل أكثر من 150 نوعًا ينتمون إلى 45 عائلة. هذا التنوع يعكس الأهمية البيئية للبحيرات الساحلية في ليبيا كموائل طبيعية تدعم بقاء العديد من اللاقاريات والأسماك (Laurent et al., 1999; Ibrahim et al., 2014) إلا أن توزيع الأنواع بين المحطات أظهر تباينًا واضحًا، إذ شكّلت بطنيات الأقدام النسبة الأكبر من الأنواع المسجلة مقارنة بذوات المصراعين. ويرتبط ذلك بطبيعة القاع الرملي للبحيرة، الذي يوفّر ظروفًا أكثر ملاءمة لتجمع بطنيات الأقدام مقارنة بالأنواع الأخرى، وهو ما يتوافق مع ملاحظات دراسات سابقة أجريت على بحيرات ومسطحات ساحلية مشابهة (Naas, 1989; Haddoud, 1999).

من الناحية البيئية، سُجل وجود ستة أنواع مهددة بالانقراض، أبرزها *Pinna nobilis* التي تُعد من أكثر الرخويات تعرضًا للانقراض في البحر المتوسط نتيجة الأنشطة البشرية والتغيرات المناخية (UNEP, 1995; Zenetos et al., 2003) كما تم رصد أنواع دخيلة مثل *Fulvia fragilis* و *Pirenella conica*، مما يشير إلى تأثير التيارات البحرية أو الأنشطة البشرية (مثل النقل البحري) في إدخال أنواع غير أصلية، وهو ما سبق أن أُشير إليه في دراسات حول الغزو البيولوجي بالمتوسط (Zenetos et al., 2003). من جهة أخرى، توضح النتائج وجود أنواع اقتصادية ذات قيمة في الاستزراع البحري مثل *Ruditapes decussatus* و *Mytilus galloprovincialis*. وقد أثبتت التجارب العالمية أن هذه الأنواع تُمثل أساسًا ناجحًا للاستزراع المائي، خصوصًا في أوروبا واليابان والولايات المتحدة. (Barnabé, 1991; Cáceres-Martínez & Figueras, 1997) ويُعزز وجودها في بحيرة فروة فرص تطوير مشاريع الاستزراع البحري في ليبيا إذا ما أُخذت في الاعتبار الظروف البيئية المحلية والضغط البشرية. تشير المقارنة مع الدراسات السابقة في (Abushaala et al., 2014; Bek-Benghazi et al., 2020) إلى أن تنوع الرخويات في بحيرة فروة أعلى نسبيًا من بعض المواقع الساحلية الأخرى، ما يعكس دورها كمحمية بحرية في الحفاظ على التنوع الأحيائي. ومع ذلك، فإن تسجيل نسبة مرتفعة من الأصداف الميتة في العينات قد يشير إلى وجود ضغوط بيئية مثل التلوث، أو تأثير التيارات البحرية التي تعيق استقرار يرقات الكائنات الحية القاعية.

بناءً على ذلك، يمكن القول إن بحيرة فروة تمثل بيئة بحرية هامة ذات إمكانات مستقبلية للاستزراع المائي، لكنها في الوقت نفسه تحتاج إلى خطط إدارة وحماية أكثر صرامة لمواجهة التهديدات البيئية وضمان استدامة مواردها الطبيعية.

الخلاصة

تؤكد نتائج هذه الدراسة أن بحيرة فروة تُعد من النظم البيئية البحرية الهامة في ليبيا، حيث سجلت أكثر من 150 نوعًا من الرخويات تنتمي إلى 45 عائلة، بينها أنواع مهددة بالانقراض، وأخرى اقتصادية ذات أهمية للاستزراع البحري، إضافةً إلى أنواع دخيلة. هذا التنوع يعكس الأهمية البيولوجية للبحيرة ودورها كمحمية طبيعية تدعم الحفاظ على التنوع الأحيائي البحري.

إلا أن تواجد نسبة كبيرة من الأصداف الميتة وتسجيل أنواع دخيلة يشير إلى وجود ضغوط بيئية محتملة، سواء ناجمة عن الأنشطة البشرية أو التغيرات الطبيعية، مما يستدعي ضرورة متابعة هذه المؤشرات لتفادي فقدان التنوع الحيوي في المستقبل.

المراجع

- Abott, T. R. A. (1974). *The shell makers: Introducing mollusks*. New York: Wiley.
- Abushaala, N. M., Shaibi, T., & Howaege, H. M. (2014). Molluscan fauna of hard substrate along the coastal zone of western Libya. *International Journal of Bioassays*, 3(9), 3211–3217.
- Arnaiz, R., & De Co, A. (1977). *Artes de marisqueo usadas en la ria de Arosa. Plan de Explotacion Marisquera de Galicia*. Santiago, Galicia, España.
- Barnabé, G. (1991). *Acuicultura* (Vols. 1–2). Barcelona: Ed. Omega.
- Bek-Benghazi, N., Al-Mgoushi, A., Hadoud, D., & Shakman, E. (2020). Marine Mollusca of the Libyan waters, the southern Mediterranean Sea. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 26(3), 1–12.

- Brusca, R. C., & Brusca, G. J. (1990). *Invertebrates*. Sunderland, MA: Sinauer Associates.
- Cáceres-Martínez, J., & Figueras, A. (1997). The mussel, oyster, cockle, clam and pectinid fisheries in Spain. *NOAA Technical Report NMFS*, 129, 165–190.
- Contrasimex. (1977). *Final report concerning the results of the fisheries oceanographic survey in the territorial waters of the Libyan Arab Republic between Ras Azzaz and Ras Karkura* (Vol. 11, pp. 173–563).
- Eisenberg, J. M. (1981). *A collector's guide to sea shells of the world*. New York: McGraw-Hill.
- Figueras, A., Robledo, J. A. F., & Novoa, B. (1996). The brown ring disease in clams (*Ruditapes decussatus* and *R. philippinarum*) from Spain and Portugal: Relation with parasitism. *Journal of Shellfish Research*, 15(12), 1–6.
- Gashout, S. F. (1991). Status and evaluation of aquaculture projects in Jamahiriya. *Arab Fisheries Journal*, 13.
- Gashout, S. F., & Ezabi, E. (1990). Report on Farwa Lagoon. *Field report files, MBRC Tajura*.
- Gashout, S. F., & Haddoud, A. D. (2001). Libyan lagoon management. In D. Eozkan (Ed.), *Proceedings of the Fifth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment (MEDCOAST)* (pp. 1033–1042). Tunis.
- Gerges, M., & Durgham, A. (1983). Seasonal fluctuations of the hydrographic conditions and the current system in Farwa Lagoon. *Bulletin of the Marine Research Centre*, 4, 65–84.
- Ghannudi, S. A., & Daawad, D. S. (1986). Mercury concentrations in fishes and invertebrates from Farwa Lagoon. *Bulletin of the Marine Research Centre*, 7, 35–44.
- Haddoud, A. D. (1999). *Study of bio-ecological factors at Ain-El-Gazala Lagoon* (Unpublished MSc thesis). Al-Fateh University, Tripoli.
- Haddoud, A. D., & Rawag, A. A. (2007). Marine protected area in the Libyan coast. In *Report of the MedSudMed Expert Consultation on Marine*

- Protected Areas and Fisheries Management* (pp. 31–37). Salammbô, Tunisia: FAO.
- Hickman, C. P. (1967). *Biology of the invertebrates*. St. Louis: C.V. Mosby Co.
- IAC (International Agribusiness Corporation). (1981). *Feasibility study on pen and cage culture: Coastal and Inland Aquaculture Development Project of the Socialist People's Libyan Arab Jamahiriya*. Manila, Philippines.
- Ibrahim, M. E., Ezziany, D., Haddoud, D., & Barah, M. (2014). Influence of some ecological factors on distribution of two common species of seagrasses (*Posidonia oceanica* and *Cymodocea nodosa*) in a marine protected area: Farwa Lagoon–Libya. *International Journal of Agriculture and Economic Development*, 2(2), 46–55.
- Kay, E. A. (Ed.). (1992). *The conservation biology of molluscs*. IUCN Species Survival Commission, Occasional Papers, 9, 1–90.
- Laurent, L., Haddoud, D., El-Gomati, H., & Hamza, A. (1999). Coastal and marine biodiversity in Libya. WWF International Mediterranean Programme.
- Naas, S. A. (1989). *The distribution of some littoral prosobranch gastropods from the western Libyan coast* (Unpublished MSc thesis). Al-Fateh University, Tripoli.
- Novoa, B., Ordás, C., & Figueras, A. (2002). Hypnosporos detected by RFTM in clam (*Ruditapes decussatus*) tissues belong to two different organisms: *Perkinsus atlanticus* and a *Perkinsus*-like organism. *Aquaculture*, 209, 11–18.
- Rawag, A. A., Haddoud, D. A., & Zgozi, S. W. (2005). An ecological study of Ain Gazala Lagoon and its fitness for aquaculture. *Journal of Basic and Applied Sciences*, 15(2), 11–22.
- Sedigh, A. N. (1989). *The distribution of some littoral prosobranch gastropods from the western Libyan coast* (Unpublished MSc thesis). Al-Fateh University, Tripoli.

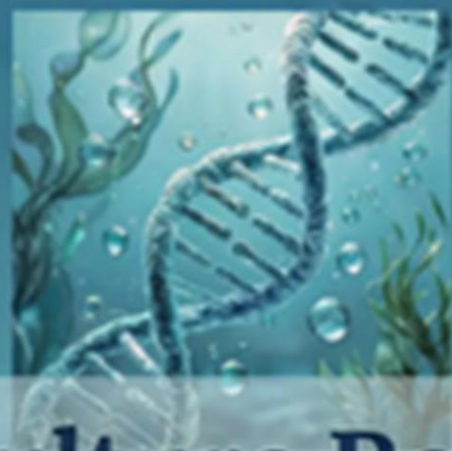
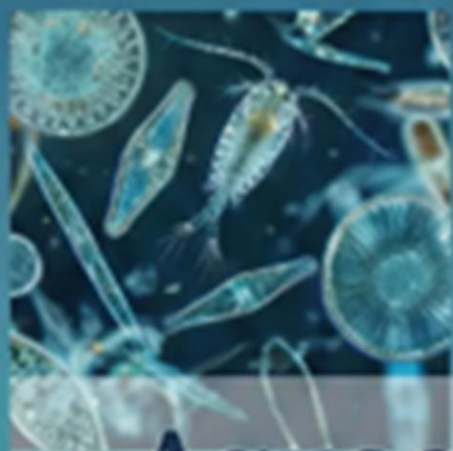
- UNDP. (1990). *United Nations Development Programme project of the Government of the Socialist People's Libyan Arab Jamahiriya: Technical assistance in fisheries development* (Project LIB/88/009).
- UNEP. (1995). *Report of the meeting on endangered species in the Mediterranean* (Montpellier, France, 22–25 November 1995).
- WWF Mediterranean Programme Office, Marine Biology Research Centre, & Environmental General Authority – EGA. (2005). *Marine and coastal resources assessment of the eastern region of Libya*.
- Zenetos, A., Gofas, G., Russo, G., & Templado, J. (2003). *CIESM Atlas of exotic species in the Mediterranean. Vol. 3: Molluscs* (F. Briand, Ed.). Monaco: CIESM Publishers.



Aquaculture Research and Studies

Journal of Aquatic Life Sciences

ISSN: 2025/734



Aquaculture Research and Studies

Published by: National Project of Aquaculture

Research • Studies • Innovations in Aquaculture