تأثير كثافة الاستزراع على نمو إصبعيات الغريبة الرملية *Siganus rivulatus* المستزرعة في أحواض

د. أمير إبراهيم*

د. معينة بدران**

علاء صالح***

(تاريخ الإيداع 31 / 5 / 2021. قبل للنشر في 1 / 8 / 2021)

□ ملخّص □

هدفت الدراسة الحالية لمعرفة تأثير كثافة الزراعة على نمو إصبعيات الغريبة الرملية *Siganus rivulatus* المصطادة من المنطقة الشاطئية المجاورة للمعهد العالي للبحوث البحرية (35°35′30″N, 35°44′31″E). بعد أقلمة الإصبعيات، وُزِّعت على 6 أحواض من البولي إيثلين المقوى سعة 250 لتر بواقع ثلاث كثافات 50 – 100 – 150 فرد/حوض مع مكرر لكل كثافة. علفت الاصبعيات حتى الشبع مرتين يومياً وأُخذت القراءات الهيدرولوجية للمياه يومياً وأوزان الإصبعيات ثلاث مرات لمدة 70 يوماً. بَينت نتائج البحث عدم وجود فرق معنوي بين الكثافتين 50 و100 فرد/حوض ($P>0.05$) حيث أعطت زيادة وزنية بمقدار 6.57 و6.5 غرام/سمكة على التوالي ومعامل تحويل غذائي 2.47، 2.49 على التوالي، بينما سجل وجود فرق معنوي واضح ($P<0.05$) بين هاتين الكثافتين والكثافة 150 فرد/حوض التي أعطت أقل معدل نمو (5.59 غرام/سمكة) ومعامل تحويل غذائي (2.82).

الكلمات المفتاحية: استزراع بحري – إصبعيات غريبة رملية *Siganus rivulatus* – كثافات استزراع – أحواض

* أستاذ – المعهد العالي للبحوث البحرية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية

** أستاذ مساعد – المعهد العالي للبحوث البحرية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية

*** طالب ماجستير – المعهد العالي للبحوث البحرية– جامعة تشرين – اللاذقية – سورية

Effect of Stocking Density on the Growth of *Siganus rivulatus* Fingerling Reared in Tanks

Dr. Amir Ibrahim*
Dr. Mouina Badran**
Alaa Saleh***

(Received 31 / 5 / 2021. Accepted 1 / 8 /2021)

□ ABSTRACT □

The study aimed to investigate the effect of stocking density on the growth of *Siganus rivulatus*, caught from the coastal area adjacent to the Higher Institute for Marine Research ($35^{o}35'30''$N, $35^{o}44'31''$E). After acclimation, fingerlings were distributed into 6 strengthened polyethylene tanks 250 liters each under three densities 150 - 100 - 50 fish/tank with replicates. Fingerlings were fed twice a day to satiation and the hydrological features of the water were taken every day and the fish weights three times during the study period (70 days). The results showed that there was no significant difference between the 50 and 100 fish/tank densities ($P>0.05$), which gave an increase in weight by 6.57 and 6.5g/individual, respectively and had a feed conversion ratio of 2.47 and 2.49, respectively. On contrast, there was a significant difference between these two densities and that of 150 fish/tank ($P<0.05$), which had the lowest growth rate and lowest weight gain (5.59g/individual) and feed conversion rate (2.82).

Keywords: Mariculture - *Siganus rivulatus* fingerlings - Stocking density - Tanks

* **Professor, Higher Institute of Marine Research, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
** **Associate Professor, Higher Institute of Marine Research, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
*** **Postgraduate Student, Higher Institute of Marine Research, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة

ازداد الاهتمام في مجال الاستزراع السمكي وتربية الأحياء المائية لأهميته في توفير الأغذية والمساهمة في تأمين كمياتٍ كبيرةٍ من الأسماك بعيداً عن المصائد الطبيعية التي تعاني من التدهور بسبب الممارسات الخاطئة للإنسان، ولأهميتها في توفير فرص العمل وتحقيق الأمن الغذائي العالمي في ظل نمو الناتج السمكي بنسبة 7.5 في المائة سنوياً. وتعد البيئة البحرية بما تحتويه من تنوعٍ حيويٍ كبيرٍ مصدراً مهماً جداً من مصادر الغذاء البشري الذي تمثل الأسماك فيه نحو 17% من البروتين الحيواني و7% من جميع البروتينات المستهلكة عالمياً علماً أنَّ البروتين السمكي يُعد من أكثر البروتينات سهولة في الهضم، كما أنَّ لحم الأسماك يحتوي على العديد من الأحماض الأمينية والدسمة الأساسية، وقد وصل متوسط نصيب الفرد من الأسماك عالمياً إلى 20.5 كغ (FAO, 2020)

تُعدُّ سورية من الدول الأقل إنتاجاً للأسماك إذ لم يتجاوز إنتاجها 4000 طن/سنة مع انخفاضٌ مستمرٌ عاماً بعد عام، إلى درجة أن هذا الصيد لا يغطي احتياجات السكان (AOAD, 2018). كما لا يزال يقتصر الاستزراع السمكي في سورية على المياه العذبة، عدا عن مزرعة بحرية واحدة في حرم مركز بحوث الثروة السمكية في مصب نهر السن (قطاع عام) وبعض مزارع القطاع الخاص على المستوى التجاري أو المنزلي. هذا فضلاً عن أن الأبحاث المتعلقة بالاستزراع السمكي البحري ما زالت في بداياتها، ومن هنا تأتي ضرورة إجراء الأبحاث التي تصب في منحى تطوير الاستزراع السمكي في القطر.

يجب توفير مقومات جيدة للمزارع السمكية كي نحقق أعلى ريعية اقتصادية، لذلك تم هنا البحث عن عامل مهم هو تحديد كثافة الأسماك المثالية لنمو إصبعيات أحد الأنواع السمكية البحرية الاقتصادية وهو الغريبة الرملية *Siganus rivulatus* الذي يصلح للتربية في مزارع بحرية (Ibrahim *et al.*, 2008)، إذ تعد زيادة كثافة الأسماك في وحدة المساحة أحد الحلول لمشاكل ضيق الأراضي المخصصة للاستزراع. وقد لوحظ من خلال الأبحاث المختلفة أن الكثافة العالية جداً تؤدي إلى حدوث تغيرات سلبية في خصائص المياه الأمر الذي يقلل من قابلية الأسماك على تناول العلف وكذلك كفاءة التحويل الغذائي (Ellis *et al.*, 2002)، بالإضافة لارتفاع نسبة الإصابة بالأمراض وحدوث تغيرات فيزيولوجية عند الأسماك (North *et al.*, 2006)، كما أن انخفاض كثافات الاستزراع يؤثر سلباً على الجدوى الاقتصادية لعملية التربية (Juell *et al.*, 2003).

تم اختيار نوع الغريبة الرملية *S. rivulatus* نظراً لتوفره في المياه الشاطئية السورية، وسهولة الحصول على إصبعياته ولأهميته الاقتصادية العالية، فضلاً عن كونه مرغوب لدى شريحة كبيرة من المستهلكين في سورية بسبب سعره المعتدل، ومذاقه المستساغ وتحمله لشروط التربية القاسية (Ibrahim *et al.*, 2008)، وتقبله للغذاء الصناعي الجاف الحاوي على العناصر الغذائية بعد 18 يوم من فقس البيوض (Stephanou and Georgiou, 2000).

ما تزال الأبحاث حول استزراع هذا النوع قليلة، ففي تركيا يتم استزراعه مختلطاً مع أسماك القجاج *Sparus aurata* والقريدس Shrimp بهدف تكامل عملية الاستزراع وتنظيف الأحواض (Deniz, 2000)، وتتم تربيته في قبرص (Stephanou and Georgiou, 2000)، والسعودية (Bukhari, 2005؛ Gabr *et al.*, 2018) ومصر (Abdel-Aziz *et al.*, 2016؛ Sallam *et al.*, 2020) ولبنان (Ghanawi *et al.*, 2010؛ Abou-Daoud *et al.*, 2014؛ Monzer *et al.*, 2017؛ Nasser *et al.*, 2019) وأجريت في تلك البلدان أبحاث حول أسلوب استزراعه واحتياجاته الغذائية. وفي سورية فقد أجريت بعض الدراسات القليلة التي تعنى بجوانب مختلفة من استزراع

الغريبة الرملية *S. rivulatus* (Ibrahim *et al.*, 2008؛ Ibrahim *et al.*, 2016؛ Gerdy *et al.*, 2018؛ Albahri *et al.*, 2019).

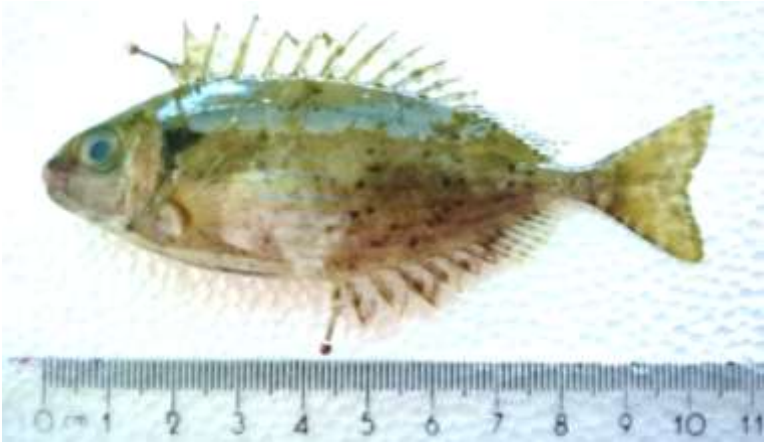
تأتي أهمية هذا البحث استكمالاً للأبحاث القليلة جداً المتعلقة بمجال الاستزراع التي بدأت مؤخراً في بلدنا، كما أن دراسة العوامل المناسبة لنمو الغريبة الرملية *S. rivulatus* ومنها الكثافة تقدم فكرةً واضحةً عن أساليب استزراعه بالشكل الأمثل، والحصول على الإنتاج السمكي الأجود نوعاً والأفضل اقتصادياً.

أجريت الدراسة الحالية بهدف تقييم تأثير كثافات الزراعة المختلفة على مؤشرات النمو لإصبعيات الغريبة الرملية *S. rivulatus* المستزرعة في أحواض.

طرائق البحث ومواده

وصف النوع *Siganus rivulatus*:

يتبع النوع لعائلة Siganidae التي تضم أنواعاً بحرية عاشبة يمكن لها العيش في المياه المختلطة (Woodland, 1990)، وهي ذات أهمية اقتصادية ومناسبة للاستزراع المائي (Darsono, 1993). يتصف نوع الغريبة الرملية *S. rivulatus* (الشكل 1) بجسم مضغوط من الجانبين وبوجود زعنفة ذيلية متشعبة وخطوط صفراء متوازية على طول الجسم أسفل الخط الجانبي مع وجود حراشف صغيرة مدمجة تغطي الجسم. يصل طول أفراد هذا النوع حتى 40 سم كحد أعظمي، ويتغير لونه حسب لون القاع كوسيلة للتمويه. يعيش في القيعان الرملية وفي جماعات وأسراب، وينتشر حتى عمق حوالي 60 متر (Wheeler, 1975؛ Kuiter, 1993؛ Moyle and Cech, 2004). يتغذى على العوالق النباتية وبيوض ويرقات العوالق الحيوانية كما يتغذى على نوعي الطحالب (*Ulva* sp. و *Hypnea* sp.) (Bariche, 2006). يعتبر من الأنواع المرغوبة جداً في الأسواق السورية والعالمية.



الشكل (1) النوع المدروس الغريبة الرملية (*Siganus rivulatus*)

الأعمال الحقلية والمخبرية:

أجريت الدراسة – في حرم المعهد العالي للبحوث البحرية (الشاطئ الأزرق) حيث جُمعت الإصبعيات من المنطقة الشاطئية المجاورة خلال الفترة 11-2020/8/18 باستخدام مصفاة من الستانلس مثقبة من الأسفل (Ibrahim *et al.*, 2008) وبداخلها قطع من الخبز أو العجين ومغطاة بقطعة نايلون فيها ثقب في وسطها يسمح بدخول الاصبعيات من الوسط المحيط. تم تثبيت المصفاة في المنطقة الشاطئية على عمق من (20 – 50) سم باستخدام أحجار مناسبة (الشكل 2). جُمعت الاصبعيات (متوسط الوزن 3.95 ± 0.9غ) من المصافي كل نصف ساعة ونُقلت مباشرة إلى المخبر ووضعت في حوضين يحتويان مياه بحرية لمدة أسبوعين للتأقلم مع ظروف الاستزراع في الأحواض.

الشكل (2) طريقة جمع الاصبعيات باستخدام المصافي المعدنية

بعد نهاية فترة الأقلمة تاريخ 2020/8/29 نقلت الإصبعيات إلى 6 أحواض من البولي ايثلين المقوى (100 * 60 * 50 سم) (الشكل 3) يحوي كل منها 250 لتر مياه بحرية ومزود بجهاز تهوية مع فلتر. وضعت الإصبعيات بكثافات 50، 100 و150 فرد/حوض على مكررين. غذيت الأسماك مرتين في اليوم (التاسعة صباحاً والثالثة بعد الظهر) حتى الشبع باستخدام خلطة علفية تجارية (جدول 1) تحتوي 40% بروتين وبأحجام حبيبات مناسبة لفتحة الفم. تم تبديل 25% من مياه الأحواض يومياً مع تغيير كامل المياه مرتين اسبوعياً بالإضافة لتنظيف الأحواض والفلاتر من الفضلات بشكل دائم.

استمرت التجربة 70 يوماً سجلت خلالها قراءات الوزن والطول الكلي ثلاث مرات خلال فترة التجربة، وقياس العوامل الهيدرولوجية (درجة الحرارة، pH، DO، درجة الملوحة) يومياً (الساعة الحادية عشر صباحاً) للتأكد من جودة المياه، مع مراقبة كمية الأوكسجين المنحل عند الساعة السادسة صباحاً وذلك بسبب الانقطاع المتكرر للكهرباء وحساسية هذه الفترة وتأثيرها على استمرارية حياة النوع.

الشكل (3) أحواض الاستزراع

جدول (1) مكونات الخلطة العلفية المستخدمة في تغذية إصبعيات الغريبة الرملية

المادة	النسبة %
كسبة فول الصويا	45
كسبة قطن مقشورة	20
نخالة قمح	22
ذرة صفراء	2
طحين سمك	6
ديكالسيوم فوسفات	1.5
معادن	1
فيتامينات	1.5
كولين كلوريد	0.5
ميثيونين	0.5
المجموع	100

جمع البيانات والتحليل الإحصائي:

أجريت القياسات من واقع عينة عشوائية من 30 سمكة لكل حوض، وحسبت المتوسطات لكل معاملة. كما حسب استهلاك العلف طوال مدة التجربة ومن ثم تطبيق المعاملات التالية:

$$\text{معامل تحويل الغذاء FCR (Feed Conversion Rate)} = \frac{\text{كمية العلف المتناول}}{\text{الزيادة في وزن السمكة}}$$

$$\text{معدل النمو اليومي ADG (Average Daily Gain)} = \frac{\text{الوزن النهائي} - \text{الوزن البدائي}}{\text{مدة التجربة (يوم)}}$$

$$\text{معدل النمو المئوي\% (Percent Weight Gain)} = \frac{\text{الوزن النهائي} - \text{الوزن البدائي}}{\text{الوزن البدائي}} \times 100$$

$$\text{معدل النمو النوعي\% SGR (Specific Growth Rate)} = \frac{\text{لوغاريتم الوزن النهائي} - \text{لوغاريتم الوزن البدائي}}{\text{مدة التجربة (يوم)}} \times 100$$

عولجت المعطيات باستخدام برنامج Excel وتم اختبار وجود أية فروقات معنوية بين متوسطات الكثافات باستخدام اختبار ANOVA واختبار (Student t-test) عند مستوى معنوية 0.05.

النتائج والمناقشة

سلوك الأسماك: لوحظ في بداية التجربة أن الإصبعيات تتجمع في زوايا الحوض وأسفل أجهزة الأوكسيجين وخاصة عند اقتراب أي شخص من الأحواض، وعند التعليف كانت تنتظر غياب الشخص قبل تحركها نحو حبيبات العلف، لكن ومع الزمن أصبحت تتحرك بحرية في الحوض دون خوف من اقتراب الأشخاص إلى درجة أنها كانت تنتظر قدوم الشخص لتغذيتها ووقت التغذية لتتجه نحو المكان المخصص للتعليف. في فترة التعليف الصباحية كانت الاصبعيات تتناول العلف بشراهة كون هذا النوع نهاري التغذية ولا يتناول العلف خلال فترة الليل وبالتالي تكون المعدات فارغة، وهذا ما يتفق مع دراسة Gerdy *et al.* (2018) حول نفس النوع. ولوحظ أن أسماك التجربة تعيش بشكل تجمعات وأسراب وهذا أمر معروف عن نوع الغريبة الرملية (Moyle and Cech, 2004).

المواصفات الهيدرولوجية لمياه الحوض:

يعرض الجدول (2) قيم العوامل الهيدرولوجية لمياه الأحواض خلال فترة التجربة:

- **درجة الحرارة:** تفضل أفراد النوع درجات حرارة مياه مرتفعة إذ ازدادت حيويتها واستهلاكها للغذاء عند درجات الحرارة 21 – 29°م وخاصة بين 26-29°م. لقد ساهم تبديل مياه الأحواض بمياه البحر مباشرةً في الحفاظ على حرارة مياه الأحواض قريبة جداً من درجة حرارة مياه البحر الطبيعية، وبالتالي حيوية جيدة للإصبعيات. كما لوحظ انخفاض في الحركة والحيوية والتغذية عند انخفاض درجة الحرارة عن الحد المذكور أعلاه إلى درجة حدوث نفوق لبعض الأفراد عند الدرجة 19°م يعود ذلك لوجود أفراد أكثر حساسية لانخفاض درجة الحرارة وصولاً للدرجة 15°م حيث توقف النوع عن التغذية. يتفق ذلك مع دراسة Saoud *et al.* (2008a) التي أوضحت أن درجة الحرارة المناسبة لاستزراع نوع الغريبة الرملية *S. rivulatus* تقع في المجال 22 – 32°م وأن درجة الحرارة المثلى لنمو النوع هي 27°م، وينخفض عند الدرجة 17°م ويتوقف النوع عن التغذية في حدود درجات الحرارة 36°م و14°م.

تمت مراقبة تأثير انخفاض درجات الحرارة في الفترة التي تلت انتهاء التجربة (بين 2020/11/1 حتى 2020/1/20) على أحد الأحواض التي تحتوي 100 فرد حيث لوحظ بقاء بعض الاصبعيات على قيد الحياة وكانت تتحرك ببطء في الحوض حتى درجة حرارة 11.5°م ونفوق كامل أفراد الحوض في درجة حرارة 10.7°م.

- **كمية الأوكسيجين المنحل:** يعد النوع المدروس من الأنواع المتحملة لنقص الأوكسيجين المنحل في الماء ولكنه يصبح حساساً لكميات الأوكسيجين المنخفضة جداً عندما يتعرض للإجهاد بسبب النقل والتداول، إذ لوحظ نفوق الأفراد في فترات الصباح الأولى عند انخفاض مستوى الأوكسجين إلى ما دون 2 ملغ/ل. لذلك تم خلال التجربة الحفاظ على كمية من الأوكسيجين المنحل قريبة من القيمة الطبيعية، ولم يلاحظ انخفاض كمية الأوكسيجين خلال فترة التجربة بعد ذلك حيث حافظت على قيمة قريبة من 6 ملغ/ل. يتوافق ذلك مع دراسة Babikian *et al.* (2017) التي أشارت إلى أن *S. rivulatus* يتوقف عن القيام بالعمليات الاستقلابية بما دون 2 ملغ/ل وبأن كمية الأوكسيجين المنحل 5 ملغ/ل وما فوق هي المناسبة لاستزراعه.
- **درجة pH:** كانت قيم pH خلال فترة التجربة قريبة من القيم الطبيعية في المياه الشاطئية بسبب عمليات التنظيف والتغيير الدوري لمياه الأحواض، الأمر الذي حال دون تجمع الفضلات في الحوض وبالتالي عدم حدوث تفكك بكتيري لها. تراوحت قيم pH في الأحواض 7.35 – 8.42، وهذه النتائج متوافقة مع دراسة Lacoul and Freedman (2006) التي تؤكد أن هذا المجال هو الأمثل لاستزراع ونمو جميع أنواع الأسماك حيث أن زيادة الحموضة أو نقصانها عن الحد المثالي يؤدي لحدوث خلل في النمو والعمليات الفيزيولوجية في جسمها.
- **درجة الملوحة:** كانت درجات الملوحة مشابهة جداً للمياه الطبيعية البحرية في المنطقة وذلك بسبب التغيير المستمر للمياه من البحر مباشرة إذ بلغ المتوسط (38 ± 0.7غ/ل) وهي ملوحة مثالية لهذا النوع (Babikian *et al.*, 2016).

جدول (2) يوضح القياسات الهيدرولوجية لمياه الأحواض خلال فترة التجربة

التاريخ	درجة الحرارة (م°)	الملوحة (غ/ل)	الأوكسيجين المنحل DO	درجة pH
2020/8/29 حتى 2020/9/15	0.7 ± 28.2	0.5 ± 38.4	0.2 ± 7.2	0.3 ± 8.1
2020/9/16 حتى 2020/10/4	0.5 ± 27.8	0.7 ± 38.3	0.1 ± 6.7	0.7 ± 7.7
2020/10/5 حتى 2020/10/30	0.9 ± 24.34	0.4 ± 38.1	0.3 ± 6.9	0.2 ± 7.4

نفوق الأسماك: لوحظ نفوق الأسماك في بداية التجربة عند انخفاض كمية الأوكسجين المنحل عن 2 ملغ/ل وخصوصاً في فترات الصباح الأولى حيث كانت تبدو عليها علامات الإجهاد لفترة يومين ثم تنفق. هذا بالإضافة لنفوق بعض الأسماك عند إجراء القياس المورفوميتري الأول حيث حدث نفوق 5 و7 أفراد في مكرري الكثافة 150 فرد/حوض، 4 و2 أفراد في مكرري الكثافة 100 فرد/حوض، و3 و2 أفراد في مكرري الكثافة 50 فرد/حوض، وكان النفوق بعد ذلك شبه معدوم (2 سمكة في كثافة 150، 1 سمكة في كثافة 100، ولم يحدث نفوق في أحواض كثافة

50 فرد/حوض) بسبب المحافظة على النوعية الجيدة لمياه للأحواض. ولوحظ تحول الاصبعيات إلى اللون الأبيض عند النفوق وغياب بقع التصبغات عن الجلد كلياً. كانت نسبة البقاء على قيد الحياة عند النوع حوالي 98% في الكثافات الثلاث وذلك يتوافق مع دراسة Albahri *et al.* (2019) عن نفس النوع.

النمو والكفاءة التحويلية: لوحظ خلال فترة التجربة أن الكثافتين 50 و100 فرد/حوض (200 – 400 فرد/م^3 على التوالي) كانت أكثر كفاءة نمو من الكثافة 150 فرد/حوض (600 فرد/م^3)، حيث كان متوسط الوزن النهائي 10.51، 10.42غ لأسماك الكثافتين 50 و100 فرد/حوض على التوالي مقابل متوسط وزن نهائي 9.64غ عند كثافة 150 فرد/حوض.

كما كان أعلى وزن وصلت له الأسماك كان 11.9، 11.7، 11.1غ عند 100، 50، 150 فرد/حوض على التوالي. وكان متوسط الكسب بالوزن 6.57 غ عند الكثافة 100 فرد/حوض متفوقاً على الكثافتين الباقيتين. فضلاً عن أن معدل النمو اليومي 0.088، 0.086غ/يوم كان متقارباً جداً بين الكثافتين 100، 50 فرد/حوض على التوالي، وأعلى منه عند كثافة 150 فرد/حوض 0.074غ/يوم. وتبين أن معامل التحويل الغذائي 2.86% عند كثافة 150 فرد/حوض كان أكبر منه عند كثافتي 100، 50 فرد/حوض 2.49، 2.47% على التوالي (الجدول 3).

جدول (3) يوضح معدلات النمو ومعامل التحويل الغذائي عند اصبعيات سمك الغريبة الرملية عند كثافات مختلفة

الكثافة / المتغير	150 فرد/حوض	100 فرد/حوض	50 فرد/حوض
متوسط الوزن البدائي (غ)	0.85 ± 4.05	0.9 ± 3.85	0.75 ± 4.0
متوسط الوزن النهائي (غ)	0.9 ± 9.64	0.7 ± 10.42	0.8 ± 10.51
متوسط الكسب بالوزن (غ)	0.9 ± 5.59	0.7 ± 6.57	0.8 ± 6.51
متوسط غذاء السمكة الواحدة (غ)	2.9 ± 16	2.1 ± 16.4	2.4 ± 16.2
معدل النمو اليومي ADG (غ/يوم)	0.074	0.088	0.086
معدل النمو المئوي PWG (%)	57.98	63.05	61.94
معدل النمو النوعي SGR (%)	1.15	1.32	1.28
معامل التحويل الغذائي FCR	2.86	2.49	2.47

بينت نتائج تحليل ANOVA عند مستوى معنوية (P = 0.05) وجود فروقات معنوية لمعدلات نمو الأسماك في المجموعات الثلاث (P=0.0008<0.05) وعند إجراء اختبار t – Student لمعرفة الفروق في المتوسطات بين كل مجموعتين على حدة عند نفس مستوى المعنوية تبين أن كثافة 50 فرد/حوض لم تسجل فروقاً معنويةً بينها وبين كثافة 100 فرد/حوض (P=0.627>0.05) وعلى العكس تبين أن كثافة 150 فرد/حوض سجلت وجود فروقات معنوية بينها وبين الكثافتين 50، 100 فرد/حوض (P=0.0005<0.05، P=0.0006<0.05 على التوالي).

تُضاف الدراسة الحالية إلى مجموع الدراسات التي بينت أهمية الكثافة ودورها في عملية الاستزراع، إذ قام Lichatowich, *et al.* (1984) بإجراء دراسة في خليج العقبة حول تربية *S. rivulatus* في أقفاص عائمة ولعدة

كثافات 20، 30، 40، 50 و60 فرد/م^3 بمتوسط وزن 3غ للسمكة الواحدة لمدة 180 يوماً وبينت نتائج الدراسة أنه لا يوجد فروق معنوية بين متوسطات الأوزان النهائية ونسب البقاء على قيد الحياة للكثافات المختلفة، وفي جدّة قام Bukhari (2005) بإجراء دراسة أيضاً عن تربية *S. rivulatus* في أحواض عائمة وبكثافات 80، 100 و120 فرد/م^3 بمتوسط وزن اولي 2غ للسمكة الواحدة وتبين عدم وجود فروقات معنوية بين متوسطات الأوزان النهائية للأسماك ونسب البقاء على قيد الحياة لهذه الكثافات: أكدت كلتا الدراستين أن النوع متحمل لزيادة الكثافة وهذا ما يتوافق مع دراستنا لكن تلك الكثافات كانت أقل من الكثافات المستخدمة في بحثنا، بالإضافة إلى اعتماد كلا الدراستين المذكورتين على طريقة الأقفاص العائمة. كما قام Saoud *et al.* (2008b) في لبنان بإجراء دراسة حول الكثافة لإصبعيات *S. rivulatus* في أحواض الحضانة قبل وضعها في أحواض التسمين حيث استخدمت كثافات 10، 20، 30 و40 فرد/52 ليتر بمتوسط وزن 6.5غ للسمكة الواحدة وقد توصل إلى أن هذا النوع ينمو جيداً مع زيادة الكثافة حتى 750 فرد/م^3 بعمر حوالي 6 أسابيع، أقرت تلك الدراسة بكثافات أكبر الامر الذي يمكن أن يعود إلى ظروف التجربة المغايرة لظروف تجربتنا حيث أن الهدف الرئيس فيها هو التخزين في أحواض الحضانة وتم استخدام نظام الدورة المغلقة للمياه بالإضافة لاستخدام أحواض زجاجية. كما أجرى Richard *et al.* (2010) في فرنسا دراسة على يرقات أسماك البوري دهبان *Liza aurata* لمعرفة تأثير الكثافة على النمو في أحواض الحضانة حيث كانت الكثافات المدروسة 20، 40 و60 فرد/م^3 ومتوسط وزن 0.56غ للسمكة الواحدة وأظهرت هذه الدراسة أن النمو كان أكبر في الكثافات الأقل، وبينت دراسة Hussein *et al.* (2016) حول تأثير كثافات الاستزراع على معدلات النمو عند أسماك *Acanthopagrus arabicus* في العراق باستخدام الأقفاص العائمة وبواقع ثلاث كثافات 20، 30 و40 فرد/م^3 بمتوسط وزن 20.5غ للسمكة الواحدة أن معدل زيادة الوزن النهائي كانت أعلى وبشكل معنوي عند الكثافة 20 فرد/م^3 مقارنة بالكثافتين 30 – 40 فرد/م^3: بينت كلتا الدراستين السابقتين أن الكثافة المنخفضة هي المناسبة لنمو الأنواع المدروسة وأوضحتا أن الأمر يعود لقلة المنافسة على العلف وزيادة المساحة الكلية للسمكة. وفي دراسة Taher (2007) على أسماك القجاج *Sparus aurata* لمعرفة تأثير الكثافات على معدلات النمو في أقفاص عائمة في الإمارات العربية المتحدة كانت الكثافات المدروسة 50، 100 و150 فرد/م^3 بمتوسط 2.7غ للسمكة الواحدة وأثبتت الدراسة أنه لا وجود لفروقات معنوية للأوزان النهائية بين الكثافات الثلاث، كما لا توجد آثار كبيرة لكثافة الأسماك على معدل النمو ومعدل تحويل العلف بينما يتم زيادة الإنتاج النهائي للأسماك مع زيادة الكثافة. وأوضحت Gomes *et al.* (2006) في البرازيل التي درس فيها تأثير الكثافة على نمو أسماك *Colossoma macropomum* بواقع أربع كثافات مدروسة 20، 30، 40 و50 فرد/حوض ومتوسط وزن 55غ للسمكة الواحدة أنه لم ينخفض معدل النمو خلال فترة الاستزراع ما يشير إلى عدم الوصول إلى القدرة الاستيعابية للأسماك ولم يكن هناك فروقات معنوية بين متوسطات الأوزان النهائية بين الكثافات مع وجود زيادة واضحة في الكتلة الحيوية للحوض عند الكثافة المرتفعة.

الاستنتاجات والتوصيات

من خلال دراستنا حول الغريبة الرملية *S, rivulatus* نستنتج أن هذا النوع متسامح ومتحمل للكثافات العالية في ظروف مثالية من الحرارة والأوكسيجين وpH. في ظروف تجربتنا ننصح بأن كثافة 100 فرد/حوض (400 سمكة/م^3) هي الكثافة الأمثل للحصول على أفضل عائد اقتصادي من خلال الاستغلال الأمثل لوحدة المساحة. ونوصي بـ:

1- متابعة الأبحاث حول الكثافات المثالية لاستزراع أنواع بحرية جديدة، والتوسع في الأبحاث حول الاستزراع السمكي البحري من أجل زيادة القاعدة البحثية في هذا المجال.

2- تطوير مجال العمل في الاستزراع السمكي من خلال إنشاء مزارع على المستويين التجاري والمنزلي.

3- التعاون مع الهيئة العامة للثروة السمكية للبحث عن موائل الأسماك البحرية الاقتصادية المهددة بالانقراض وإنشاء مفرخات لها والعمل على تربية الأمات للحصول على الإصبعيات التي تعد العامل الرئيس المحدد لعمليات الاستزراع.

4- التركيز على الأنواع المحلية ومنها الغريبة الرملية *S. rivulatus* لفائدتها وقيمتها الغذائية العالية وسهولة استزراعها.

References:

1. ABDEL-AZIZ, M. F.؛ MOHAMMED, R. A.؛ ABOU-ZIED, R. M. and ALLAM, S. M. *Effect of feeding frequency and feeding time on growth performance, feed utilization efficiency and body chemical composition on Rabbitfish Siganus rivulatus fry and juvenile under laboratory condition.* Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries, Vol(20) No(3), 2016, 35-52.
2. ABOU-DAOUD, Y.؛ GHANAWI, J.؛ FARRAN, M.؛ DAVIS, D. and SAOUD, I. *Effect of dietary protein level on growth performance and blood parameters of Marbled spinefoot Siganus rivulatus.* Journal of Applied Aquaculture, Vol(26) No(2), 2014, 103-118.
3. ALBAHRI, N. S.؛ IBRAHIM, A. A. and BADRAN, M. M. *Hydrological factors and handling effects on fingerling survival and vitality of three marine fish species.* International Journal of Agriculture & Environmental Science (SSRG – IJAES), Vol(6) No(1), 2019, 18-23.
4. AOAD, ARAB ORGANIZATION FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENT. *Arab Fishery Statistics Yearbook*. AOAD, Khartoum, Sudan, 2018.
5. BABIKIAN, J.؛ NASSER, N.؛ MONZER, S. and SAOUD, I. P. *Survival and respiration of marbled rabbitfish (Siganus rivulatus) fingerlings at various oxygen tensions.* Aquaculture Research, Vol(48) No(8), 2017, 4219-4227.
6. BABIKIAN, J.؛ NASSER, N. and SAOUD, I. P. *Effects of salinity on standard metabolic rate of juvenile marbled spinefoot (Siganus rivulatus).* Aquaculture Research, Vol(48) No(5), 2016, 2561-2566.
7. BARICHE, M. *Diet of the Lessepsian fishes, Siganus rivulatus and S. luridus (Siganidae) in the eastern Mediterranean: A bibliographic analysis.* Cybium, Vol(30) No(1), 2006, 41-49.
8. BUKHARI, F. A. *Trials of rabbit fish Siganus rivulatus production in floating cages in the Red Sea.* Emirates Journal of Food and Agriculture, Vol(17) No(2), 2005, 23-29.
9. DARSONO, P. *Culture potential of rabbit fishes, Siganus (Siganidae).* Oseana, Vol(18) No(1), 1993. 1-24.
10. DENIZ, H. *Marine aquaculture in Turkey and potential for finfish species.* Cahiers Options Méditerranéennes, Vol(47) 2000, 349-358.
11. ELLIS, T.؛ NORTH, B.؛ SCOTT, A.؛ BROMAGE, N.؛ PORTER, M. and GADD, D. *The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout.* Journal of fish biology, Vol(61) No(3), 2002, 493-531.

12. FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FISHERIES DEPARTMENT. *The State of World Fisheries and Aquaculture*. FAO, Rome, Italy, 2020. 223.
13. GABR, M. H.؛ BAKAILI, A. S. and MAL, A. O. *Growth, mortality and yield per recruit of the rabbit fish Siganus rivulatus (Forsskål 1775) in the red sea coast of Jeddah, Saudi Arabia.* International Journal of Fisheries Aquatic Studies, Vol(6) No(1), 2018, 87-96.
14. GERDY, A.؛ BADRAN, M. and HASSAN, M. *The effect of three oils sources in the diets on the performance of siganus rivulatus fingerlings cultured in tanks.* International Journal of Agriculture & Environmental Science (SSRG – IJAES), Vol(5) No(4), 2018, 29-35.
15. GHANAWI, J.؛ SAOUD, I. P. and SHALABY, S. M. *Effect of size sorting on growth performance of juvenile spinefoot rabbitfish, Siganus rivulatus.* Journal of the World Aquaculture Society, Vol(41) No(4), 2010, 565-573.
16. GOMES, L. C.؛ CHAGAS, E. C.؛ MARTINS-JUNIOR, H.؛ ROUBACH, R.؛ ONO, E. A. and PAULA LOURENCO, J. N .*Cage culture of tambaqui (Colossoma macropomum) in a central Amazon floodplain lake.* Aquaculture, Vol(253) No(1-4), 2006, 374-384.
17. HUSSEIN, S. A.؛ AL-FAIZ, N. A. and YESSER, A.-K. T. *The effect of various stocking densities on growth performance of Arabian yellowfin seabream (Acanthopagrus arabicus).* Iraqi Journal of Aquaculture, Vol(13) No(1), 2016, 13-22.
18. IBRAHIM, A.؛ HASSAN, M. and MTAWEJ, A. *Studying the Juvenile Stages of the Major Farmed Fish Species (Mullets and Rabbitfish) and their Abundance in AL-Kabir AL-Shamali Estuary.* Tishreen University Journal. Bio. Sciences Series, Vol(38) No(1), 2016, 85-104.
19. IBRAHIM, A.؛ MANSOUR, C. and BADRAN, M. *Dietary protein requirements for siganus rivulatus fingerlings.* Tishreen University Journal. Bio. Sciences Series, Vol(30) No(2), 2008, 105-116.
20. JUELL, J. E.؛ OPPEDAL, F.؛ BOXASPEN, K. and TARANGER, G. L. *Submerged light increases swimming depth and reduces fish density of Atlantic salmon Salmo salar L. in production cages.* Aquaculture Research, Vol(34) No(6), 2003, 469-478.
21. KUITER, R. *Coastal fishes of south-eastern Australia*. University of Hawaii Press, 1993. 437.
22. LACOUL, P. and FREEDMAN, B. *Relationships between aquatic plants and environmental factors along a steep Himalayan altitudinal gradient.* Aquatic Botany, Vol(84) No(1), 2006, 3-16.
23. LICHATOWICH, T.؛ AL-THOBAITY, S.؛ ARADA, M. and BUKHARI, F. *Growth of Siganus rivulatus reared in sea cages in the Red Sea.* Aquaculture, Vol(40) No(3), 1984, 273-275.
24. MONZER, S.؛ NASSER, N.؛ BABIKIAN, J. and SAOUD, I. P. *Substitution of fish meal by soybean meal in diets for juvenile marbled spinefoot, Siganus rivulatus.* Journal of applied aquaculture, Vol(29) No(2), 2017, 101-106.
25. MOYLE, P. B. and CECH, J. J. *Fishes: an introduction to ichthyology*. Upper Saddle River, NJ : Pearson Prentice Hall,, 2004. 726.
26. NASSER, N.؛ BABIKIAN, J.؛ HATEM, M.؛ SAOUD, I. and ABIAD, M. *Evaluation of post-consumer food waste as partial replacement of commercial feed in marbled*

rabbitfish, Siganus rivulatus aquaculture. International Journal of Environmental Science Technology, Vol(16) No(8), 2019, 4059 - 4068.
27. NORTH, B.؛ TURNBULL, J.؛ ELLIS, T.؛PORTER, M.؛ MIGAUD, H.؛ BRON, J. and BROMAGE, N. *The impact of stocking density on the welfare of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss).* Aquaculture, Vol(255) No(1-4), 2006, 466-479.
28. RICHARD, M.؛ MAURICE, J.-T.؛ ANGINOT, A.؛ PATICAT, F.؛ VERDEGEM, M. and HUSSENOT, J. *Influence of periphyton substrates and rearing density on Liza aurata growth and production in marine nursery ponds.* Aquaculture, Vol(310) No(1-2), 2010, 106-111
29. SALLAM, A. E.؛ MANSOUR, A. T.؛ ALSAQUFI, A. S.؛ SALEM, M. E.-S. and EL-FEKY, M. M. *Growth performance, anti-oxidative status, innate immunity, and ammonia stress resistance of Siganus rivulatus fed diet supplemented with zinc and zinc nanoparticles.* Aquaculture Reports, Vol(18) 2020, 100410 - 100419.
30. SAOUD, I. P.؛ MOHANNA, C. and GHANAWI, J. *Effects of temperature on survival and growth of juvenile spinefoot rabbitfish (Siganus rivulatus).* Aquaculture Research, Vol(39) No(5), 2008a, 491-497.
31. SAOUD, I. P.؛ GHANAWI, J. and LEBBOS, N. *Effects of stocking density on the survival, growth, size variation and condition index of juvenile rabbitfish Siganus rivulatus.* Aquaculture International, Vol(16 (No(2), 2008b, 109-106.
32. STEPHANOU, D. and GEORGIOU, G. *Recent experiences on the culture of rabbitfish Siganus rivulatus in Cyprus.* Cahiers Options Mediterraneennes, Vol(47) 2000, 295-301.
33. TAHER, M. *Effect of fish density and feeding rates on growth and food conversion of gilthead seabream (Sparus aurata Linnaeus,* .(1758 Iraqi Journal of Aquaculture, Vol(4) No(1), 2007, 25-35.
34. WHEELER, A. *Fishes of the world; an illustrated dictionary*. Macmillan, 1975. 366.
35. WOODLAND, D. J. *Revision of the fish family Siganidae with descriptions of two new species and comments on distribution and biology*. Indo-Pacific Fishes, 1990. 147.