العلاقة بين مساحة الترشيح وطول الجسم القياسي لأنواع من الأسماك البحرية مختلفة التغذية مصطادة من ساحل مدينة مصراتة

اسماعيل محمد الهمالي
عضو هيئة التدريس بكلية العلوم بجامعة مصراتة
esmail74science@gmail.com

نورا أحمد البكوش
باحثة بكلية العلوم بجامعة مصراتة
noora.elbakkoush87@gmail.com

الملخص

تمت الدراسة الحالية لمقارنة وتحديد كفاءة الترشيح الغذائي بين أنواع من الأسماك (الكوالي (*Scomber japonicus*، والرزام المنقط *Euthynnus alletteratus*، والمرجان *Pagrus pagrus*، والبطاطا *Siganus rivulatus*، والدلفين *Coryphaena hippurus*). استخدم مجهر التصوير الرقمي Motic BA310 Digital لإجراء القياسات المظهرية لقواس الخيشومية. نتائج الدراسة أظهرت وجود تباين واختلاف بين معدلات مساحة الترشيح (ملم²)، حيث كانت مساحة الترشيح لأسماك الكوالي والرزام والمرجان والبطاطا والدلفين 0.28، 233.95، 15.56، 8.77، 0.12 ملم² على التوالي، وكان لعاملا الطول وعدد الأسنان الخيشومية التأثير المباشر على قيم مساحة الترشيح للخياشيم. أظهرت علاقة الارتباط (R^2) وجود علاقة طردية معنوية بين معدلات الطول القياسي للأسماك المدروسة والمتغيرات الخاصة لحساب معدلات الترشيح للأسنان الخيشومية مما يدل على زيادة معدلات تلك المتغيرات كلما ازدادت الأسماك طولا.

الكلمات المفتاحية: مساحة الترشيح، أسنان خيشومية، طول قياسي.

Abstract

The present study was conducted on the determination of the nutrient filtration efficiencyof some species of fish(*Scomber japonicus*, *Euthynnus alletteratus*, *Pagrus pagrus*,*Siganus rivulatus* and *Coryphaena hippurus*). Use the Motic BA310 Digital Imaging Microscope for microscopic measurements. The results of the study showed a difference in the filter area rates (mm^2) for the study fish, Where was the filtration area for *S.japonicas*, *P pagrus*,*S. rivulatus* and *C. hippurus* 0.28, 233,95, 15.56, 8.77 and 0.12 mm^2 respectively. In addition to the currently study showed that positive effect of body length of fishes and teeth number factor on

filtration area of gills.In addition, the current study showed that the factor of fish body length and number of teeth positively effect on the filtration area of the gills.

Furthermore, the results showed a significant positive relationship (R^2) between the average length of the standard and the average length of the alimentary canal of the study fish, except for *S. japonicus*. We conclude from this difference was demonstrated by microscopic examination, and this is due to the different feeding habits of fish studied.

Keywords: filtration area, Gill rackers, Standard length.

المقدمة

بيئة البحر الأبيض المتوسط من البيئات ذات التنوع السمكي الكبير، حيث تقدر بحوالي 664 نوع، وتشكل انواع الأسماك في هذه البيئة حوالي 4% من مجموع أسماك البحار. يعتبر الشاطئ الليبي من بين أهم شواطئ البحر الابيض المتوسط إذ يصل طوله إلى حوالي 1900 كم تقريبا (الصلابي وبو عروشة، 2010)، لذا نجده يحتوي على العديد من أنواع الأسماك، حيث يبلغ اعدادها 400 نوع من الأسماك تقريبا (بن عبدالله وآخرون، 2005).

تسبب التباين في نوعية وعادات الغذاء للأسماك ظهور اختلافات مظهرية وتركيبية في الخياشيم وخاصة في شكل وأبعاد الأسنان الخيشومية (أحمد، 1991؛ سليمان ومثني، 2003؛ منصور، 2005)، كما أن حجم دقائق الغذاء أو حجم الفريسة له تأثير على مظهر وشكل الأسنان الخيشومية (Budy et al., 2005).

يتميز بلعوم الأسماك العظمية بوجود الأقواس الخيشومية، التي تتمركز في الحجرة الخيشومية الواقعة في منطقة البلعوم (Opercular chamber) (Elsheik, 2013). تحمل الأسنان الخيشومية على السطح البطني للقوس الخيشومي، وتختلف الأسنان الخيشومية المحمولة على الأقواس الخيشومية بين مجاميع الأسماك تبعاً لاختلاف طبيعة التغذية (Bone and More, 2008). حيث تحمل هذه الأسنان على أجزاء من القوس الخيشومي تعرف بفوق الخيشوم Epibranchial، وحول الخيشوم Ceratobranchial، وهذه الأسنان مرتبة ومتباعدة بمسافات مختلفة حسب نوع الغذاء الذي تقتات عليه الأسماك (البكوش وآخرون، 2022).

تظهر الأسماك تباينا في شكل وتركيب الخياشيم، وتعمل على ترشيح الماء من خلال الأسنان المبطنة لسطحها الداخلي لحجز دقائق الغذاء أو الفرائس الصغيرة وغيرها ومنعها من الخروج من خلال فتحة الغرفة الخيشومية أثناء قيام الأسماك

بالحركات التنفسية، كما أنها تعمل على حماية الخيوط الخيشومية من الاحتكاك بالجزيئات الغذاء الصلبة (Robinson and Parsons, 2002; Smith and Sanderson, 2008; Piska and Naik, 2010).

التباين في شكل وعدد الأسنان الخيشومية يلعب دور مهماً في تصنيف وتحديد الأنواع السمكية (Yadav and Singh, 2013)، حيث استخدمت الأسنان الخيشومية للقوس الخيشومي من قبل Mousa *et al*. (2019) في تصنيف بعض أسماك عائلة Family: Labridae. كما قسم Salman *et al*. (1993) الأسماك إلى مجموعتين اعتماداً على مظهرية الأسنان الخيشومية، وأعدادها وأشكالها. حيث ضمت المجموعة الأولى المرشحات (Filter feeders) التي تمتلك أسنان خيشومية عديدة ذات معدلات طول كبيرة. بينما وقعت المجموعة الأخرى من الأسماك ضمن ثلاث مجاميع مختلفة، ذات التغذية العشبية (Herbivores)، والتغذية اللحمية (Carnivores)، والقارتة (Omnivores)، وتمتاز الأخيرة بأسنان خيشومية مدببة وقصيرة ذات أعداد قليلة (Salman *et al*., 1993).

يتفاوت دور الأسنان الخيشومية من مجرد توجيه تدفق الماء نحو سقف الفم أو تدفقه نحو التجويف الفمي أو الى عملية غربلة أو ترشيح الماء من خلالها أو عملها كسطح لتدفق الماء عبرها إذ تعمل على حجز دقائق الغذاء أو الفرائس الصغيرة وغيرها إضافة الى حمايتها للخيوط الخيشومية من الجزيئات الصلبة، وإن مظهرها الخارجي يشبه الأمشاط الغضروفية التي تتشابك وتتداخل مع بعضها البعض عندما يغلق التجويف الفمي البلعومي (Smith and Sanderson, 2008، Piska and Naik, 2010، البكوش وآخرون، 2022).

نظرا لقلة الدراسات التي تهتم بالجانب التشريحي لأسماك وكذلك العلاقات البيانية التي تفسر وظائف العديد من الأعضاء وتركيبها وعلاقتها بنوعية الغذاء للأسماك القاطنة في المياه الإقليمية الليبية، فإن الدراسة الحالية تهدف الى معرفة التباين في مظهر وترتيب أسنان الأقواس الخيشومية، إضافة لمعرفة كفاءة الترشيح لأسماك الدراسة ومعرفة عاداتها الغذائية المختلفة، كما هدفت الدراسة الحالية لإيجاد العلاقة بين الطول القياسي ومعدل مساحة الترشيح.

المواد وطرق العمل

عينات الدراسة: جمعت خمسة أنواع من الأسماك العظمية مختلفة التغذية خلال شهر أبريل، 2022 ومتمثلة في أسماك الكوالي، والرزام، والمرجان، بالإضافة لأسماك البطاطا (أيوشوكة)، واللمبوكه (الدلفين)، كما هو موضح في (جدول، 1)،

واستخدم في التعرف على الأنواع الدليل المصور للأسماك الليبية (بن عبدالله وأخرون، 2005)، و(2023) FishBase. استخدمت 10 أسماك لكل نوع (ثلاث أقواس خيشومية لكل سمكة).

جدول 1. أسماك الدراسة ونوع الغذاء

الاسم العلمي	الاسم الشائع	التغذية
Scomber japonicus	الكوالي	الأسماك السطحية الصغيرة كالسردينة والأنشوقة والقشريات
Euthynnus alletteratus	الرزام المنقط	أسماك السردين والأنشوقة
Pagrus pagrus	المرجان	القشريات والرخويات والأسماك القاعية الصغيرة
Coryphaena hippurus	الدلفين (لمبوكة)	الأسماك كغذاء رئيسي ثم القشريات والحبار
Siganus rivulatus	البطاطا (أبوشوكة)	النباتات والطحالب البحرية

طريقة العمل

جمعت عينات الدراسة من محلات بيع الأسماك بمدينة مصراتة، وأرسلت لمعمل قسم علم الحيوان بكلية العلوم في أكياس بلاستك معقمة Sterile polythene bags، وذلك لإجراء القياسات الخارجية للأسماك (Morphometries). تم أخذ الطول القياسي (Standard length, SL)، بالإضافة للوزن الكلي للجسم (Body weight, BW)، وذلك قبل البدء في فصل وفحص الأقوس الخيشومي الثلاث الأولى من أسماك الدراسة، تحت مجهر التشريح. نقلت الأقوس الخيشومية (Gill arch) إلى إناء التشريح به محلول فسيولوجي (Normal saline) للفحص والتعرف على الأجزاء الرئيسية، بعد إزالة الجزء اللحمي باستخدام مشرط ثم وضعت عينات الدراسة في فورمالين 5%، وذلك حسب ما ذكره منصور وعودة (2014). ثم قياس طول كل قوس خيشومي باستخدام سلك مرن الى أقرب مليمتر، ويمثل طول القوس الخيشومي المسافة بين أول سن خيشومية الى آخر سن خيشومية لكل قوس خيشومي يرمز له بالرمز (L). عدد الأسنان الخيشومية لكل قوس خيشومي باستخدام مجهر تشريح dissecting microscope (N).

أخذ معدل أطول خمسة أسنان خيشومية تمثل جميع مناطق القوس الخيشومي ولكل قوس خيشومي. أخذ معدل سمك قاعدة ثلاث أسنان خيشومية من مواقع مختلفة من كل قوس خيشومي باستخدام مجهر مزود بكاميرا رقمية (Motic BA310 Digital) مع موازنة ضبط التكبير على قوة (X10) وذلك حسب ما أشار إليه Gibson (1988). كما تم استخراج معدل الفسحة الخيشومية Gap (G) لكل قوس خيشومي، من خلال قياس الفراغات بين الأسنان الخيشومية باستخدام معادلة Gibson, (1988).

$$\boldsymbol{G = L - [(N - 1) * T]/N - 1}$$

تمثل G: المسافة بين كل شوكة خيشومية، وL: طول كل قوس خيشومي، وN: عدد الأسنان الخيشومية لكل قوس خيشومي، وT: متوسط سمك قواعد الأسنان الخيشومية

حسبت مساحة الترشيح Filtration area (F)، التي تمثل المساحة المفتوحة بين الأسنان الخيشومية وذلك بتطبيق معادلة Gibson (1985).

$$F = (\Sigma I - Imax) * G$$

حيث أن F: مساحة الترشيح، وΣI: يمثل الطول القياسي للأسنان الخيشومية لكل قوس خيشومي= عدد الأسنان الخيشومية× معدل أطوال الأسنان الخيشومية ولكل قوس خيشومي، وImax تمثل أطول سن خيشومي على القوس الخيشومي ولكل قوس خيشومي.

التحليل الإحصائي

استخدم اختبار T لإيجاد الفروق بين المتغيرات باستخدام تحليل الأنوفا (One way ANOVA)، كما مثلت البيانات باستخدام المتوسط± الخطأ المعياري، والقيمة المعنوية $P<0.05$.

النتائج

تبين من خلال نتائج الدراسة الحالية (جدول، 2)، ظهور اختلاف بين معدلات قيم مساحة الترشيح (ملم²) لجميع الأسماك المختارة للدراسة حيث امتلكت أسماك الرزام(*E. alletteratus*) معدلات مساحة ترشيح كبيرة (233.95 ملم²) مقارنة بمعدلاتها

في الأسماك الأخرى. حيث لوحظ من النتائج أن أسماك المرجان (*P. pagrus*) وأسماك البطاطا (*S. riyulatus*) وأسماك الكوالي (*S. japonicas*) وقعت ضمن المجموعة متوسطة مساحة الترشيح حيث بلغ معدل مساحة الترشيح لأقواسها الخيشومية 15.56 ملم² و 8.77 ملم² و*S* 0.28 ملم²، على التوالي. بينما كان معدل الترشيح ل لأسماك الدلفين (*C. hippurus*) أقل معدل مساحة الترشيح، حيث بلغت 0.12 ملم².

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي للبيانات وجود علاقة طردية معنوية بين معدل الطول القياسي للأسماك ومعدل مساحة الترشيح (ملم²) فقد بلغت قيمة R^2 0.5168، 0.3894، 0.1092، 0.1453 لأسماك ارزام، المرجان، البطاطا والدلفين على التوالي كما هو موضح في (شكل، 1، و 2، 3، و 4)، أما أسماك الكوالي فقد كانت العلاقة عكسية ضعيفة، حيث كانت قيمة معامل الارتباط (R^2)عكسية ضعيفة 0.281− (شكل 5).

المناقشة

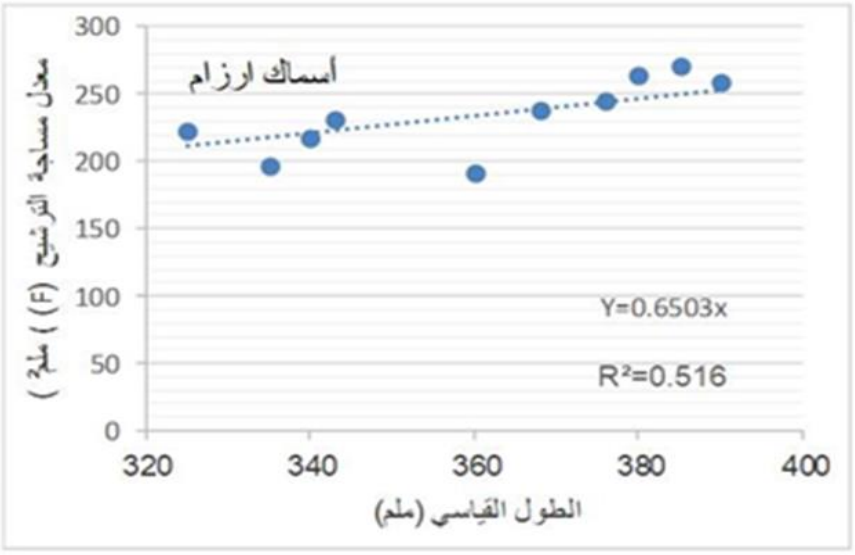
أشارت الدراسة الحالية لارتباط مساحة الترشيح الخيشومية بطول القوس الخيشومي، وعدد الأسنان الخيشومية المحمولة على السطح البطني للأقواس الخيشومية للأسماك الدراسة. كانت أعلى مساحة ترشيح لأسماك الرزام وأقل مساحة ترشيح لأسماك الدلفين (*C. hippurus* <*E. alletteratus*)، في حين كان معدل مساحة الترشيح تقع بين النوعين السابقين لباقي أسماك الدراسة (*S. japonicas*<*S. rivulatus*<*P. pagrus*). اتفقت النتائج السابقة مع دراسة سليمان ومثني (2003)، ومنصور (2005)، ومنصور وعودة (2014).

ذكر Salman *et al.* (2003) أن من العوامل المؤثرة على مساحة الترشيح الغذائي وكفاءتها في خياشيم الأسماك طول القوس الخيشومي، الذي يؤثر على الأسنان الخيشومية من حيث أعدادها وأطوالها، والذي بدوره انعكس على قيم وكفاءة مساحة الترشيح لأسماك الدراسة الحالية.

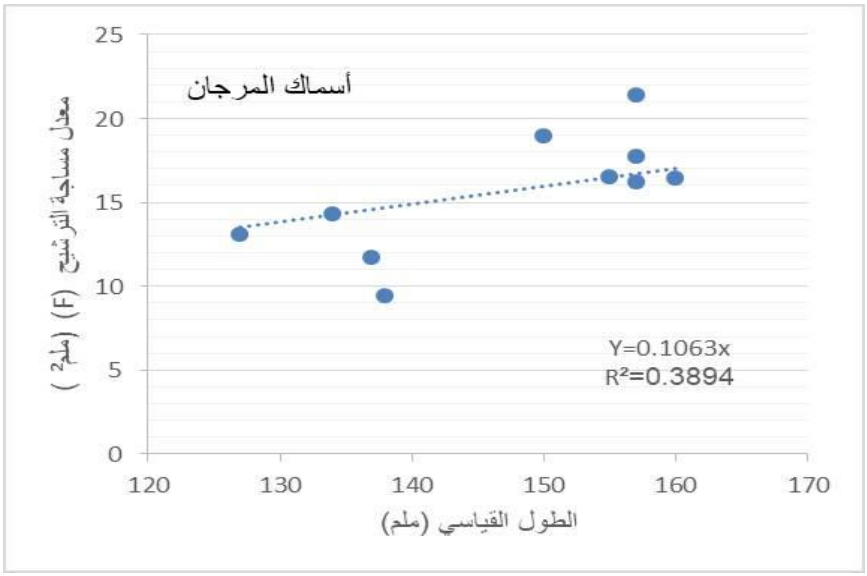
يعود سبب الاختلاف بين معدل الترشيح الغذائي للأقواس الخيشومية لأسماك الدراسة الحالية لارتباطها بشكل وثيق مع نوع وطبيعة الغذاء لأنواع الأسماك المدروسة، وهو ما أكده منصور وعودة (2014). كما رجح أيضا الاختلاف في مساحة الترشيح بين أسماك للاختلاف في عمر الأسماك حيث يزداد ظهور الاسنان الخيشومية من مرحلة اليرقات الى الاطوار البالغة، والذي يؤدي الى زيادة نمو اعداد واطوال الاسنان الخيشومية مع تقدم النمو (Mansour, 2018, Salman *et al.* 1993, Gibson, 1988, EL-Fiky and Wieser, 1988)

جدول 2. معدلات الطول القياسي وطول القوس الخيشومي واعداد الاسنان الخيشومية وطول الاسنان الخيشومية ومساحة الترشيح (ملم²)، لأسماك الدراسة (متوسط±الخطأ القياسي).

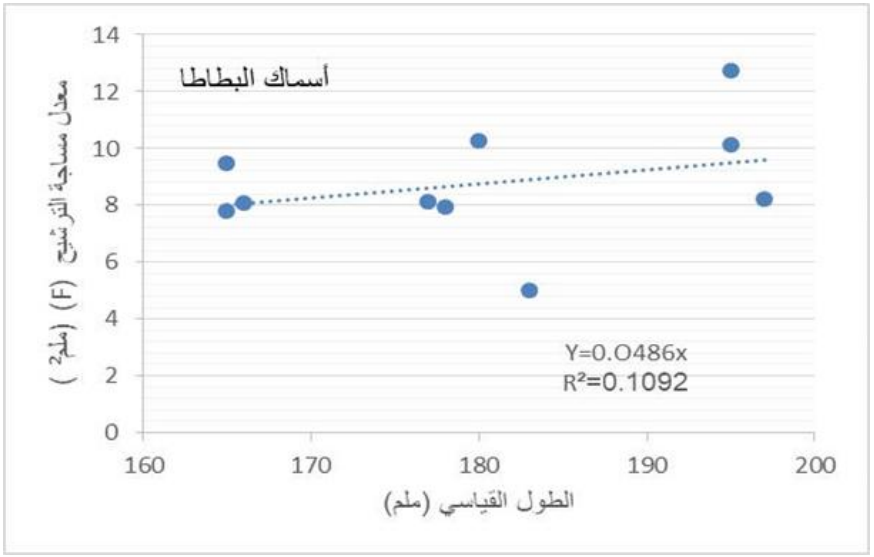
نوع الأسماك	معدل الطول القياسي (ملم)	معدل طول القوس الخيشومي (ملم)	معدل عدد الاسنان الخيشومية	معدل طول الاسنان الخيشومية (ملم)	معدل طول سن خيشومية (ملم)	معدل قاعدة السن الخيشومية (ملم)	معدل فسحة الترشيح (G) (ملم)	معدل مساحة الترشيح (F) (ملم²)
الكوالي	221.40 ± 2.62	47.00 ± 1.21	40.20 ± 0.84	0.0061 ± 0.00074	0.0080 ± 0.00020	0.0001 ± 0.00001	1.20 ± 0.03	0.28 ± 0.007
الرزام	360.20 ± 7.29	69.40 ± 1.41	38.00 ± 0.48	6.78 ± 1.50	10.7500 ± 0.10206	0.4641 ± 0.00323	0.95 ± 0.34	233.95 ± 8.55
المرجان	147.20 ± 3.789	25.80 ± 1.25	12.60 ± 0.65	1.25 ± 0.24	1.8910 ± 0.01766	0.5521 ± 0.02393	1.15 ± 0.098	15.55 ± 1.121
البطاطا	180.10 ± 3.95	22.30 ± 1.23	20.40 ± 0.82	0.38 ± 0.031	0.4597 ± 0.00859	0.2213 ± 0.00989	0.87 ± 0.08	8.76 ± 0.64
الدلفين	241.00 ± 3.47	37.30 ± 0.37	9.10 ± 0.18	0.0036 ± 0.00053	0.0050 ± 0.00020	0.1737 ± 0.01381	4.39 ± 0.13	0.12 ± 0.0025



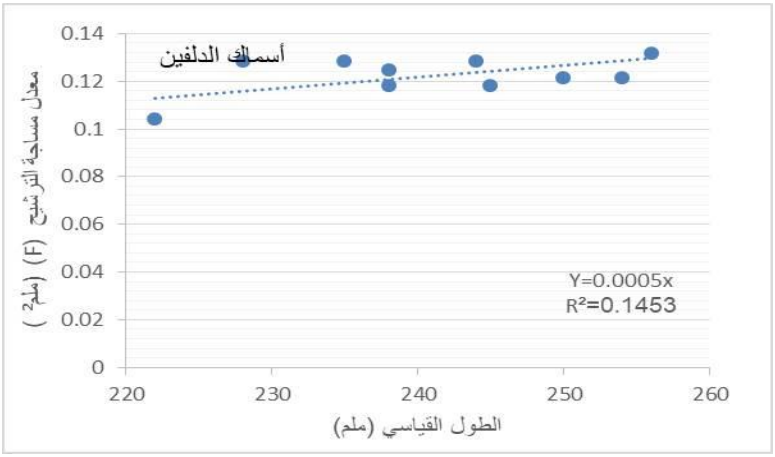
شكل 1. العلاقة بين معدل الطول القياسي (ملم) ومعدل مساحة الترشيح (ملم²) لأسماك الرزام (*E. alletteratus*)



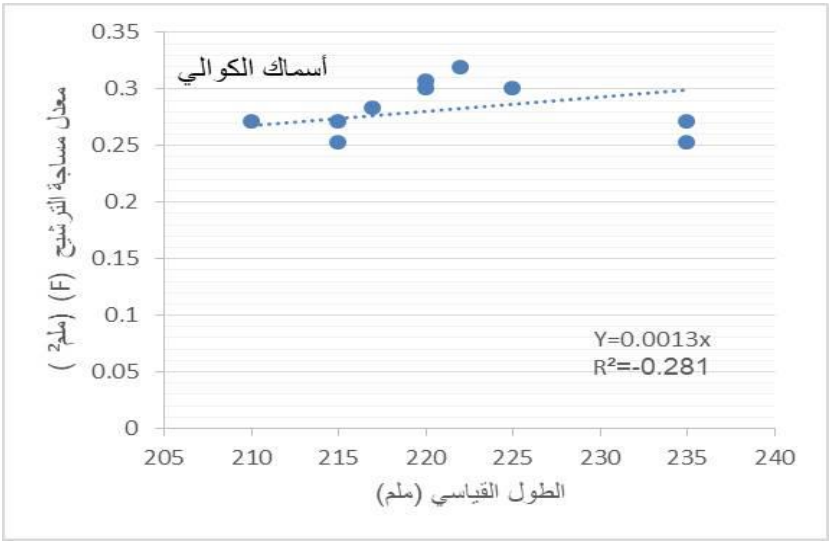
شكل 2. العلاقة بين معدل الطول القياسي (ملم) ومعدل مساحة الترشيح (ملم²) لأسماك المرجان (*P. pagrus*)



شكل 3. العلاقة بين معدل الطول القياسي (ملم) ومعدل مساحة الترشيح (ملم²) لأسماك البطاطا (*S. riyulatus*).



شكل 4. العلاقة بين معدل الطول القياسي (ملم) ومعدل مساحة الترشيح (ملم²) لأسماك الدلفين (*C. hippurus*).



شكل 5. العلاقة بين معدل الطول القياسي (ملم) ومعدل مساحة الترشيح (ملم²) لأسماك الكوالي(*S. japonicas*).

المستخلص

تختلف الأسنان الخيشومية للقوس الخيشومي باختلاف الغذاء الذي تقتات عليه الأسماك، حيث تساهم في توجيه الغذاء وكذلك منعه من الخروج من الحجرة الخيشومية أثناء الحركات التنفسية، إضافة لمساهمتها في تمزيق جزيء للغذاء. كما يمكن استخدام الاختلاف في الصفات المظهرية للأسنان الخيشومية كصفة تصنيفية لتفريق بين الأنواع. كما أن التباين في شكل وترتيب الأسنان بين أسماك الدراسة يشير لتأثير التنوع في مصادر الغذاء المتاح للأسماك في المياه الاقليمية الليبية.

شكر وتقدير

نتقدم بالشكر والتقدير لدكتور مختار عقوب رئيس وحدة البحوث الزراعية بمدينة مصراتة على تحليل البيانات احصائيا.

المراجع

- أحمد، هاشم عبد الرزاق (1991). مبادئ علم الأسماك. مطبعة دار الحكمة، جامعة البصرة،301 صفحة.
- البكوش، ن. أ. إ. والهمالي، إ. م. وأبودبوس، ع. ع. ونصير، هـ. إ. م. (2022): دراسة مقارنة للشكل الظاهري لأسنان القوس الفكي لأنواع من الأسماك العظمية مختلفة التغذية مصطادة من الساحل البحري لمدينة مصراتة–ليبيا. المجلة العلمية لكلية التربية، جامعة مصراتة. العدد 8(20): 265–274.
- الصلابي، ع. ع. وبوعروشة، م. ع. (2010): دراسة اقتصادية للأوضاع الحالية للموارد السمكية واستخداماتها على المستويين العالمي والمحلي، مجلة المختار للعلوم، جامعة عمر المختار، البيضاء– ليبيا، العدد (25).
- الهمالي، إ. م. وسليم، ف. ع. والوحيشي، س. ص. وأبودبوس، ع. ع. (2019): دراسة شكلية لأسنان التجويف الفموي لنوعين من الأسماك البحرية من شاطئ مصراتة – ليبيا. مجلة العلوم، العدد الثامن، 51–54.
- بن عبدالله، ع. ر.، التركي، أ. ع.، والفيتوري، ع. أ. (2005): رصد بعض الأسماك الدخيلة في الساحل الليبي، المجلة الليبية لعلوم البحار، 10 :ص –1 14.
- سلمان، ن. ع. و مثنى، أ. م. (2003): وظائف أعضاء الأسماك العلمي. منشورات جامعة الحديدة، الجمهورية اليمنية، الطبعة الأولى: 156 صفحة.
- منصور، ع. ج. (2005): دراسة مظهرية ونسيجية مقارنة لبعض الجوانب الحياتية للأسماك. رسالة دكتوراة، كلية التربية، جامعة البصرة: 150 صفحة.
- منصور، ع. ج. وعودة، و. ي. (2014): دراسة مقارنة لتحديد كفاءة الترشيح الغذائي للغالصم وتركيب القناة الهضمية لنوعين من الأسماك العظمية. مجلة أبحاث المنصورة،40 (73-55 :B).
- Bone, Q. and More, R. H. (2008): Biology of Fish. 3th.published in the Taylor and Francis e-Library. 469 Pp.

- Budy, F. E., Handdix, T. and Schneidorvin, R. (2005): Zooplankton Size Selection relative to Grill Raker Spacing in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). Transactions of the American Fisheries Society. Vol. 134. 2128-1235.
- El-Fiky, N. and Wieser, W. (1988): Life styles and Patterns of Gills an Muscles in Larval Cyprinids (Cyprinidae : Teleostei). J . Fish . Biol., Vol. 33:135 - 145.
- FishBase (2022): Available at: https://www.fishbase.se/search.php. [Online April, 2022].
- Elsheikh, E. H. (2013): Scanning electron microscopic studies of gill arches and rakers in relation to feeding habits of some fresh water fishes. J. Basi. Appli. Zool., Vol. 66: 121-130.
- Gibson, R.N. 1988. Development, morphometry and practical retention capability of the gill rakers in the herring, *Clupae harengus* (L.). J. Fish. Biol., Vol. 32: 949-962.
- Mansour, A. J. (2018): A Comparative Study on Filtration Area of Gill Rakers in Two Fish Species: Redbelly Tilapia, *Coptodon zillii* and *Torpedo Scad*, *Megalaspis cordyla* in Basrah, Iraq. Biolo. Appli. Enviro. Resea. Vol. 2 (2): 146-153.
- Mousa, M. A.; Azab,A. M.; Khalaf-Allah, H. M. M. and Mohamed, M, A. (2019): Comparative studies on the gill rakers of some marine fishes with different feeding habits. International Journal of Development, Vol.5(1): 91-108.
- Piska, R. S. and Naik, J. K. (2010): Fish Biology and Ecology (Fisheries). Osmania university. Headerabad. Vol. 5: 70 – 97.
- Robinson, B. W., Parsons, K. J. (2002): Changing times, spaces, and faces: tests and implications of adaptive morphological plasticity in the fishes of northern postglacial lakes. Can. J. Fish Aquatic Sci., Vol. 59:1819–1833.
- Salman, N. A., Ahmed, H.A. and AL-Rudainy, A. M. J. (1993):Gill rakers morphometry and filtering mechanism in four cyprinid species. Marine Mesopotamica, Vol. 8(1): 25-43.
- Salman, N. A.; Heba, H. M. A. and Al-Mahdawi, G .J. (2003): Feeding ecolgy of *Naqim Pomadasys maculatus* from Red Sea Coasts of Yemen. J. Kau. Mar. Sci. Vol. 13 (inpress).
- Smith, J. C., Sanderson, S. L. (2008): Intra-oral flow patterns and speeds in a suspension-feeding fish with gill rakers removed versus intact. Biol Bull, Vol. 215:309– 318.
- Yadav, S. K. and Singh, B. B. (2013): Morphological and histochemical study of digestive system in relation to feeding habits of Chanda ranga. Asia., J. Anima. Scie. Vol. 8(2): 125-133.