

## الوصف المظهري والنسيجي للخياشيم في أسماك كلب السمك *Squalus acanthais* (Linnaeus, 1758)، وأسماك الزرام *Euthynnus alletteratus* (Rafinesque, 1810)

نجلاء عبدالفتاح الفقي  
قسم علم الحيوان، كلية العلوم، جامعة مصراتة، مصراتة، ليبيا.  
البريد الإلكتروني: [elfaghi.n.a@sci.misuratau.edu.ly](mailto:elfaghi.n.a@sci.misuratau.edu.ly)

### Article history

Received: Dec 19, 2023

Accepted: Dec 29, 2023

### المخلص:

تناولت الدراسة الحالية وصف مظهري ونسيجي للخياشيم في نوعين من الأسماك البحرية، النوع الأول تمثل في كلب السمك الشوكي *Squalus acanthais* من فصيلة أسماك القرش ويصنف ضمن Class: Chondrichthyes، أما النوع الثاني تمثل في سمك الزرام (التونة الصغيرة) *Euthynnus alletteratus* من فصيلة أسماك التونة، ويصنف ضمن Class: Osteichthyes، كلاهما من النوع اللحم Carnivorous. من خلال الفحص المظهري، للخياشيم في *S. acanthais* لوحظ أنها تتكون من خمسة أزواج من الأقواس الخيشومية يفصلها عن بعضها حواجز عضلية وليس لها غطاء خيشومي، أما الخياشيم في *E. alletteratus* فتميزت بوجود عدد أربعة أزواج من الأقواس الخيشومية التي توجد في غرفة خيشومية مغطاة بخيشومي، وكانت الحواجز العضلية مختزلة، ويظهر القوس الخيشومي على شكل قوس منحني مكون من تركيب غضروفي داعم وتترتب الخيوط الخيشومية في صف مزدوج من الناحية المحدبة للقوس، بينما الأسنان الخيشومية تظهر كصف مزدوج على الناحية المقعرة. نسيجياً تم تحضير القطاعات النسيجية للخياشيم، ومن ثم فحصها باستخدام المجهر الضوئي، تميزت الأقواس الخيشومية بوجود هيكل غضروفي أو عظمي يشع منه الداعمات العظمية للصفائح الخيشومية الأولية ومحاط بنسيج ضام يحتوي على مقاطع الأوعية الدموية، تتفرع الصفائح الثانوية من الصفائح الخيشومية الأولية والتي تميزت بوجود أوعيه دموية وخلايا داعمة عمودية، كما لوحظ وجود خلايا مخاطية كأسية وخلايا كلوريد في ظهارة الصفائح الخيشومية الأولية عند قواعد الصفائح الثانوية المتفرعة منها.

**الكلمات المفتاحية:** كلب السمك *Squalus acanthais*، اسمك الزرام *Euthynnus alletteratus*، التركيب النسيجي، الخياشيم، الخيوط الخيشومية.

### ABSTRACT:

The current study described the morphological and histological features of gills in two species of marine fish. The first species represents the spiny dogfish *Squalus acanthais* from the shark family (Class: Chondrichthyes), while the second species represents the little tunny *Euthynnus alletteratus* from the tuna family (Class: Osteichthyes). Both species are carnivorous. Through visual examination, it was observed that the gills in *S. acanthais* consist of five pairs of gill arches separated by muscular barriers and lacking a gill cover. On the other hand, the gills in *E. alletteratus* were characterized by the presence of four pairs of gill arches located in a gill chamber covered by a gill cover, with reduced muscular barriers. The gill arch appeared as a curved arc composed of supportive cartilage, and the gill filaments were arranged in a double row on the convex side of the arch, while the gill rakers appeared as a double row on the concave side. Histologically, the gill tissues were prepared as histological sections and examined under a light microscope. The gill arches were characterized by the presence of a cartilaginous or bony structure from which the bony supports of the primary gill lamellae radiated, surrounded by connective tissue containing vascular sections that supply the muscles and gill filaments for gas exchange. The secondary lamellae branched from the primary gill lamellae and were characterized by the presence of blood vessels and vertical supporting cells. Mucous cup cells and chloride cells were also observed in the epidermis of the primary gill lamellae at the bases of the branching secondary lamellae.

**Keywords:** Dogfish *S. acanthais*; Little tuna *E. alletteratus*; Histological Structure ; Gills; Gill filaments.

### 1. مقدمة:

الأسماك حيوانات فقارية، تعتمد كلياً على الماء كوسط للمعيشة، وجميعها تشترك في نفس الخصائص الأساسية كوجود الخياشيم Gills للتنفس الأكسجين المذاب في الماء، والزعانف Fins للسباحة وحفظ التوازن، وتغطي أجسامها القشور Scales لحماية الجلد (kassem & Bowashi, 2015)، وتنقسم إلى أسماك غضروفية وأسماك عظمية. يعتبر كلب السمك *Squalus acanthais* من ضمن الأسماك التابعة لطائفة الأسماك الغضروفية Class:

Order: Chondrichthyes، تحت طائفة صفيحية الخياشيم Subclass: Elasmobranchii رتبة القروش Class: Osteichthyes وتعرف بأسماء Squaliformes، وهي أسماك لاحمة التغذية Carnivorous (البهبهاني والعامري، 2002). أما أسماك *Euthynnus alletteratus* فتقع ضمن طائفة الأسماك العظمية Euthynnus الزرقاء أو التونة الصغيرة Little tunny أو بأسماء التونة Tunas، التابعة لجنس أيوثيناس Euthynnus ضمن عائلة سكومبريديا Family: Scombridae، لاحمة التغذية Carnivorous وتصنف كمفترسات انتهازية وشرهة للغاية وتتغذى بشكل أساسي على الأسماك الصغيرة واليرقات واللافقاريات كالفشريات والرخويات (Falautano *et al.*, 2002; Kahraman, 2005).

تعتبر الخياشيم Gills عضو متعدد الوظائف فهي تلعب دوراً مهماً في عملية تبادل الغازات عن طريق الجهاز التنفسي، والتنظيم الأيوني والتوازن الحمضي القاعدي، وإخراج الفضلات النيتروجينية (Evans *et al.*, 2005)، كما تعمل الأسنان الخيشومية على تصفية الغذاء من الماء الذي يدخل من الفم ويخرج من الفتحات الخيشومية وتتحكم الخياشيم في حجم الغذاء (Abumandour & Gewaily, 2006). تستخدم الأسماك الخياشيم كسطح تنفسي رئيسي، على الرغم من وجود هياكل تنفسية إضافية مثل الجلد والبلعوم، خاصة في تلك الأنواع التي تم تكيفها لقضاء فترات من حياتها خارج الماء. تمتلك الأسماك الغضروفية Elasmobranchs خمسة أزواج من الفتحات الخيشومية يفصلها حاجز عضلي، ويحمل كل حاجز قوساً خيشومياً وأشعة خيشومية وأوعية دموية واردة وأوعية دموية صادرة. كما تظهر فتحة خيشومية أثرية تعرف بالمتنفس خلف العين مباشرة يتم استخدامها كمر مائي (Shaker & Rezk, 2017). بينما معظم الأسماك العظمية Teleost فتحتوي على أربعة أزواج من الأقواس الخيشومية (AL-Lehaibe & AL-Mukhtar, 2012). كل زوج من الأزواج الأربعة مدعوم بهيكل عظمي غضروفي أو عظمي مع عضلات مخططة مما يسهل حركة الخياشيم إلى أوضاع تنفسية مواتية. الفتحات الخيشومية مغطاة ومحمية بغطاء خيشومي وعلى عكس الأسماك الغضروفية، فإن الحواجز الخيشومية في الأسماك العظمية تكون مختزلة للغاية وهذا يوفر سطحاً تنفسياً أكبر (Genten *et al.*, 2009). يحمل كل خيشوم العديد من الصفائح الخيشومية الأولية والثانوية الدقيقة. القوس الخيشومي عبارة عن هيكل غضروفي أو عظمي منحنى، تشع منه الدعامات العظمية (الأشعة الخيشومية) للصفائح الأولية. يحتوي القوس الخيشومي على الشرايين العضدية الواردة والصادرة. القوس الخيشومي مغطى بنسيج بشرة مليء بالخلايا المخاطية. تحتوي الصفيحة الأولية على دعامة غضروفية مركزية وشرايين واردة وصادرة تغطي الظهارة السطحية للصفائح الأولية بخلايا ظهارية مكعبة وحرشفية والخلايا المخاطية وخلايا الكلوريد. تكون خلايا الكلوريد هذه أكثر عدداً في الجزء القاعدي من الصفائح؛ أما الصفائح الثانوية هي موقع التبادل الغازي. تشمل الخلايا الأخرى الخلايا الليمفاوية والبلاعم والخلايا الظهارية العصبية. تحمل الأسطح الداخلية للأقواس الخيشومية صفاً واحداً أو أكثر من المصافي الصلبة التي تسمى الأسنان الخيشومية Gill

raker تعمل على فرز وتجميع المواد الغذائية الدقيقة ووضع المواد الغذائية الأكبر حجماً قبل تمرير الطعام إلى المريء ثم إلى الأمعاء (Genten *et al.*, 2009 و Mokhtar, 2017).

وصف الباحثين (Shaker & Rezk (2017) في دراستهم لأسماك *Glaucostegus typus* الغضروفية، وكذلك (Kempton, (1969) في دراسته لأسماك كلب السمك الشوكي *S. acanthais* أن الخياشيم تتكون من خمس أكياس خيشومية يفصلها حاجز خيشومي، كما تحتوي الأقواس الخيشومية على صفيين من الصفائح الخيشومية الأمامية والخلفية باستثناء القوس الخامس فهو يحتوي على صف واحد فقط ويسمى بنصف خيشوم، كما تبين من خلال القطاعات النسيجية أن الخيوط أو الصفائح الخيشومية الأولية تنقرع منها خيوط خيشومية ثانوية وأن كل صفيحة خيشومية ثانوية متكونة من خلايا العمودية وأوعية دموية، والغطاء الخارجي غني بالخلايا المخاطية ويحتوي على نسيج ضام كثيف وخلايا الدم الحمراء. أشار (De Vries & De Jager (1984) في دراستهم للجهاز التنفسي والخياشيم لأسماك كلب السمك *S. acanthais* إلى أن القوس الخيشومي يتكون من غضروف زجاجي محاط بطبقة رقيقة من المصفوفة وخلايا مخاطية، وأن هيكل الخيوط الخيشومية الأولية مكونة من غضروف محاط بمادة غضروفية وعليها طبقة طلائية. وفي دراسات أخرى قام بها الباحثون (Laurent & Dunel (1980 و Wilson, *et al.*, (1997) على أسماك كلب السمك *Scyliorhinus canicula*، كذلك (Wright, 1973) في دراسته للتركيب الهيكلي للخياشيم في أسماك *S. acanthais* الغضروفية، حيث أشاروا إلى أن الخيوط الخيشومية الأولية تنقرع منها الخيوط الخيشومية الثانوية وتتكون ظهارة الصفائح الخيشومية الأولية والصفائح الثانوية للخياشيم من ثلاثة أنواع من الخلايا الرئيسية، غالبية مساحة السطح متكونة من خلايا طلائية مسطحة، تليها خلايا الميتوكوندريا الغنية، ثم الخلايا المخاطية، بالإضافة إلى خلايا كلوريد وأوعية دموية عند قواعد الخيوط الخيشومية الثانوية المتفرعة منها.

أشارت دراسة على سمكة البعوض *Gambusia affinis* والتي قام بها (AL-Lehaibe & AL-Mukhtar (2012) إلى أن الخياشيم توجد في غرفة خيشومية ويعلوها غطاء خيشومي متصل من الأمام بالرأس و من الخلف حر، وتمتلك خمس أقواس خيشومية، حيث يكون القوس الأول أطول من باقي الأقواس، وأن القوس الخيشومي يتكون من غضروف زجاجي وعظم مختلط ومحاط بغشاء مخاطي يتكون من نسيج حرشفي تتخلله خلايا مخاطية، والطبقة تحت مخاطية تتكون من نسيج ضام وشعيرات دموية وعضلات، الأسنان الخيشومية تكون منفصلة تتكون من عظم مختلط محاط بغشاء مخاطي وتتميز بكثرة الخلايا المخاطية، ووصف (Abumandour & Gewail (2016) في دراستهم للشكل الظاهري والنسيجي للخياشيم في أسماك (Puffer Fish) *Lagocephalus sceleratus* أن الفتحات الخيشومية ظهرت على شكل شقوق بسيطة أمام الزعنفة الصدرية بدون غطاء خيشومي مميز. يتكون النظام الخيشومي من ثلاثة أزواج من الأقواس الخيشومية، وكل قوس خيشومي مؤلفاً من قضيب منحنى من غضروف زجاجي يحمل صفيين من الخياشيم من الجهة المقعرة والخيوط الخيشومية نشأت على الجهة المحدبة للقوس. أشارت الدراسة التي قام بها منصور

وعودة (2014) والتي تناولت نوعين من الأسماك العظمية وهما سمكة الصبور *Tenulos ailisha* وسمكة الجري الأسيوية *Silurustrio stegus* أن الأسنان الخيشومية تختلف في أطوالها من سمكة إلي أخرى، وكذلك اختلاف في أطوال الأقواس الخيشومية.

نظراً لأهمية الدراسات المقارنة للأسماك في تفسير بعض الظواهر والعلاقات التطورية التي فرضتها الظروف الحياتية والبيئية والوراثية على هذه الكائنات بصورة عامة، فقد صمم هذا البحث والذي يهدف إلى دراسة الوصف المظهري، والتركيب النسيجي للخياشيم، في نوعين مختلفين من الأسماك الذي ينتمي أحدهما إلى طائفة الأسماك الغضروفية والآخر إلى طائفة الأسماك العظمية.

### 3. المواد وطرق العمل

#### 1.3. عينات الدراسة Study samples

تم جلب 10 عينات من نوعين من الأسماك اللاحمة، تتمثل في كلب السمك *S.acanthais* شكل (1)، وأسماك الرزاق *E.alletteratus* شكل (2)، من ميناء الصيد البحري قصر أحمد، بمعدل 5 عينات لكل نوع.

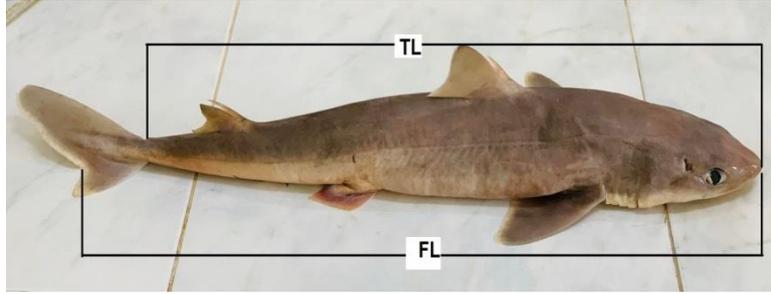
#### 2.3. الدراسة المظهرية والتشريحية Morphological and anatomical study

نُقلت العينات من أماكن تجميعها إلى معمل شعبة علم الحيوان، كلية العلوم، جامعة مصراتة، محفوظة في أكياس بلاستيكية Polythene bags وبها ثلج، للحفاظ عليها إلى حين الوصول بها إلى المعمل لإجراء الدراسة، تم التعرف على الأسماك مظهرياً، وإجراء القياسات الخارجية. تم إحداث شق طولي في التجويف البطني باستخدام المشروط من بداية فتحة المخرج Anus إلى الحجرة الخيشومية Gill chamber، واستخراج الأقواس الخيشومية وفصلها في وبالنسبة لأسماك الرزاق فقد تم ذلك بعد إزالة الغطاء الخيشومي، ثم نُقلت العينات المراد فحصها والمتمثلة في الخياشيم إلى طبق التشريح للتعرف على الأجزاء الرئيسية، بعد ذلك غُسلت بمحلول ملحي فسيولوجي (Normal Saline (NC)، ثم جُزئت إلى قطع صغيرة، ونُقلت مباشرة إلى مثبت فورمالين متعادل 10%، و ذلك لحفظها من التحلل إلى حين البدء في الخطوة التالية.

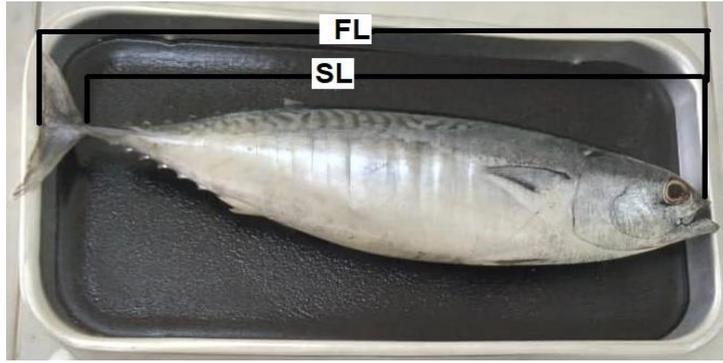
#### 3.3. الدراسة النسيجية Histological study

لغرض الدراسة النسيجية، أُخذت أجزاء من الأعضاء المستهدف دراستها، وجُزئت إلى قطع صغيرة ووضعت في قوارير كل منها تحمل اسم السمكة المستخدمة في الدراسة واسم الجزء المحدد من العينة، ثم أرسلت عينات الدراسة إلى وحدة الأنسجة بمختبر مصراتة. مررت القطع النسيجية الصغيرة في محاليل مختلفة التركيز من الكحول الإيثانول تصاعدياً (70-100%)، ثم الترويق في الزيولون، للوصول إلى مرحلة الطمر في شمع البرافين. وتم استخدام المشراح الرحوي Rotary Microtome Model Cut 5062 (An Argentic SLEE Medical company) في مرحلة

التقطيع بسماك 5 ميكروميتر. تم صبغ القطاعات النسيجية بصبغة الهيماتوكسيلين والايوسين Haematoxylin ثم غسلت الشرائح بالماء، وتم نزع الماء تصاعدي من كحول الإيثانول، وتم ترويق القطاعات بالزليول وحُملت بالغراء (DBX)، وذلك للفحص بالمجهر الضوئي حسب ما ذكره (Bancroft & Stevens (1977). تم تصوير القطاعات النسيجية، بواسطة مجهر التصوير (Motic BA 310 Digital).



شكل 1. المظهر العام لكلب السمك *S. acanthais*، الطول الشوكي (FL)، الطول الكلي (TL).



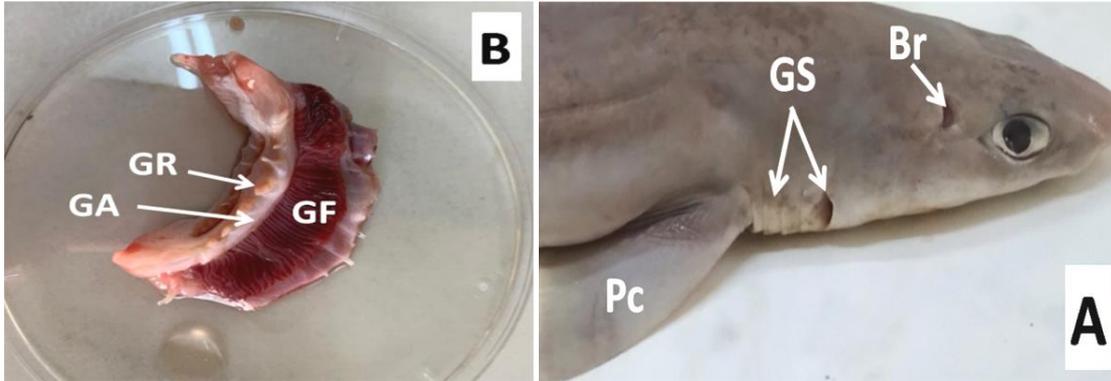
شكل 2. المظهر العام لسماك الرزام *E. alletteratus*، الطول القياسي (SL)، الطول الشوكي (FL).

#### 4. النتائج والمناقشة Results and Discussion

##### 1.4. الدراسة التشريحية و النسيجية للخياشيم في كلب السمك *S. acanthais*

**المظهر التشريحي:** تبين من خلال الفحص الظاهري للخياشيم في كلب السمك *S. acanthais* أنها تتكون من خمسة أزواج من الأكياس الخيشومية Gill pouches يفصلها عن بعضها ويدعمها خمسة أزواج من الأقواس الخيشومية Gill arches متصلة بطنياً بالحاجر ما بين الخيشومي، وتحمل على سطحها الأمامي والخلفي صفائح خيشومية متوازنة غنية بالشعيرات الدموية ماعدا الكيس الخيشومي الخامس الذي يحمل على سطحه الأمامي فقط ويسمى نصف خيشوم، أما الأخرى فهي كاملة، كذلك لوحظ في الدراسة الحالية أن الأكياس الخيشومية تفتح داخل البلعوم بفتحات خيشومية داخلية، كما تفتح على سطح الجسم بفتحات خيشومية خارجية على جانبي الرأس وليس لها غطاء خيشومي، وتقع هذه الشقوق

خلف العين وأمام الزعانف الصدرية Pectoral fins كما يوضح (شكل 3: A)، كما أظهرت النتائج (شكل 3: B) أنه لكل قوس خيشومي حدود داخلية مقعرة وخارجية محدبة تنشأ منها الأشعة الخيشومية يدعمها صفاً مزدوجاً (أمامي وخلفي) من الخيوط الخيشومية Gill filaments اللحمية التي تظهر باللون الأحمر لوفرة الأوعية الدموية، أما الأسنان الخيشومية Gill raker فتظهر كحليمت على جانبي الغشاء المخاطي من الجانب المقعر للقوس الخيشومي. كما لوحظ أن الخياشيم قصيرة وسميكة، هذه الدراسة توافقت مع الدراسة التي قام بها (Kempton (1969) لخياشيم كلب السمك الشوكي *S.acanthais*. كذلك توافقت مع ما توصل إليه الباحثين (Shaker & Rezk (2017) في دراستهم لخياشيم سمكة *Glaucostegus typus* الغضروفية في كونها تتركب من خمس أقواس خيشومية، وأن فتحات الأقواس الخيشومية معرضة للخارج وبدون غطاء خيشومي، وفي تركيب الأقواس الخيشومية، في حين أنها لم تتوافق دراستهم مع الدراسة الحالية، حيث أشاروا إلى أن الأقواس الخيشومية تحتوي على صفيين من الخيوط الخيشومية الأمامية والخلفية باستثناء القوس الأول يحتوي على صف خلفي فقط، وكذلك الشقوق الخيشومية فقد كانت بطنية الموقع وليست جانبية، وظهرت كفتحات عرضية خلف الفم وأمام الزعنفة الصدرية.



شكل 3. يوضح الشكل الظاهري وموقع الخياشيم في أسماك كلب السمك : A - فتحات خيشومية (GS)، المتنفس (Br)، زعنفة صدرية (Pc)، B - الخيوط الخيشومية (GF)، القوس الخيشومي (GA)، الأسنان الخيشومية (GR).

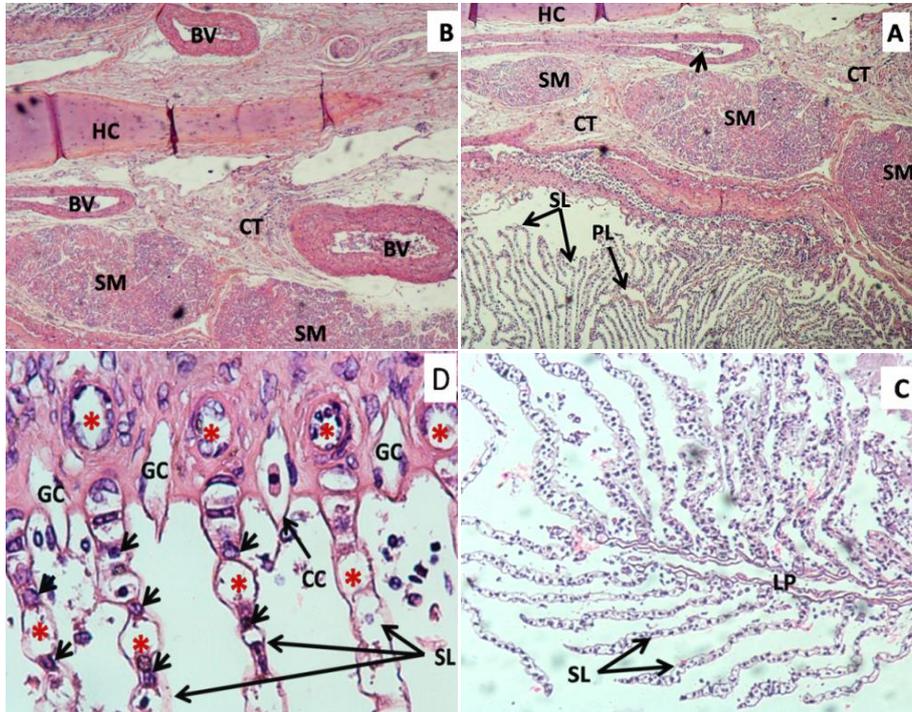
**المظهر النسيجي:** من الفحص المجهرى للقطاعات النسيجية كما في الشكل (A,B : 4) خلال الحاجز الخيشومي الفاصل بين الفتحات الخيشومية والذي يدعم الخيوط الخيشومية في كلب السمك *S. acanthais*، أظهرت النتائج وجود الغضروف الزجاجي Hyaline cartilage وهو الهيكل الذي يدعم القوس الخيشومي محاطاً بنسيج ضام فجوى Connective tissue يحتوي على مقاطع للأوعية الخيشومية الصادرة Efferent branchial artery والأوعية الخيشومية الواردة Afferent branchial artery والشعيرات الدموية Blood capillaries التي تقوم بتغذية العضلات والخيوط الخيشومية لتقوم بوظيفتها من خلال عملية تبادل الغازات بين الأكسجين الموجود في الماء وأكسجين الدم (Mokhtar, 2017)، وبالتالي لوحظ أن الخياشيم غنية بالأوعية الدموية، كما يظهر بالشكل وجود حزم من الألياف العضلية الملساء مما يسهل حركة الخياشيم للقيام بعملية التنفس عن طريق انقباض وانبساط العضلات الخيشومية، كما أنها تلعب دور في دفع ومرور

الماء على الصفائح الخيشومية (Genten *et al.*, 2009) ، لوحظ وجود الخيوط الخيشومية Gill filaments وهي صفائح خيشومية أولية Primary lamellae وتتفرع منها صفائح خيشومية ثانوية Secondary lamellae كما يظهر في (الشكل 4: A,C)، توافقت نتائج الدراسة الحالية مع النتائج التي توصل إليها (De Vries & De Jager (1984) في دراستهم للجهاز التنفسي والخياشيم لأسماك *S. acanthais* حيث أشار إلى أن القوس الخيشومي يتكون من غضروف زجاجي محاط بطبقة رقيقة من الخلايا المصفوفة وخلايا مخاطية، كما أوضحت الدراسة تفرع الصفائح الخيشومية الثانوية من الصفائح الخيشومية الأولية.

ظهارة الصفائح الخيشومية الأولية كما يوضح (الشكل 4: D) تظهر أكثر سمكاً من ظهارة الصفائح الثانوية، واللحاح محاط بنسيج ظهاري Epithelium tissue ويلاحظ وجود العديد من الأوعية الدموية، كما يحتوي فضلاً عن الخلايا الطلائية الاعتيادية، على خلايا الكلوريد Chloride cells والتي ظهرت بنواة بيضاوية مركزية الموقع وهي ذات شكل بيضاوي تقريبا تشبه شكل الخلايا المخاطية، وكذلك ظهرت الخلايا المخاطية Mucous cells (الكأسية) متكونة من جزء كبير متوسع و يحتوي في الغالب على إفرازات مخاطية ويتخذ السيتوبلازم فيه موقعا ضيقا عند الحافة، كما أظهرت نتائج البحث الحالي إن الخلايا المخاطية تقع في ظهارة الخيوط الخيشومية بموقع مشابه لموقع خلايا الكلوريد عند التقاطع بين الصفائح الأولية والثانوية، تكون خلايا الكلوريد chloride cells هذه أكثر عدداً في الجزء القاعدي (القريب) من الصفائح الثانوية، وتساعد في التخلص من الأملاح الزائدة، والتوازن الأسموزي والنقل الأيوني، كما أن لها دور محتمل في إزالة السموم. أما الخلايا المخاطية فلها وظائف متنوعة تتمثل في التنظيم الأيوني، ووظائف وقائية ومناعية (Genten *et al.*, 2009)، توافقت نتائج الدراسة الحالية مع النتائج التي توصل إليها (De Vries & De Jager (1984) في دراستهم للجهاز التنفسي والخياشيم لأسماك *S. acanthais* حيث أشاروا إلى أن هيكل الخيوط الخيشومية الأولية مكونة من غضروف محاط بمادة غضروفية وعليها طبقة طلائية مع كثير من الخلايا المخاطية، كما تحتوي على العديد من خلايا الكلوريدية والخلايا العمودية.

أوضحت النتائج التي تحصل عليها الباحثون (Laurent & Dunel (1980) و Wilson *et al.*, (1997) في دراستهم على أسماك *S. acanthais*، كذلك النتائج التي توصل إليها (Wright, 1973) في دراسته للتركيب الهيكلي للخياشيم في أسماك *Scyliorhinus canicula* الغضروفية، أن الخيوط الخيشومية الأولية تتفرع منها الخيوط الخيشومية الثانوية وتتكون ظهارة الصفائح الخيشومية الأولية والصفائح الثانوية للخياشيم من ثلاثة أنواع من الخلايا الرئيسية، غالبية مساحة السطح متكونة من خلايا طلائية مسطحة، تليها خلايا الميتوكوندريا الغنية، ثم الخلايا المخاطية، بالإضافة إلى خلايا الكلوريد، والأوعية الدموية عند قواعد الخيوط الخيشومية الثانوية المتفرعة منها، وتشابهت النتائج التي تحصلوا عليها إلى حد كبير مع نتائج الدراسة الحالية بإستثناء خلايا الميتوكوندريا فلم يتم ملاحظتها.

يحدث التبادل الغازي بين أكسجين الماء وأكسجين الدم بشكل أساسي عبر سطح الصفائح الثانوية Secondary lamellae التي تتكون بصورة رئيسية كما يظهر في (الشكل 4: D) من الشعيرات الدموية Blood capillaries تتخللها وتصلها خلايا تدعى بالخلايا العمادية Pillar cells والتي تدعم الصفائح الثانوية، ولها دور في تنظيم تدفق الدم (Mokhtar, 2017). كما تظهر الصفائح الثانوية محاطة بنسيج ظهاري حرشفي بسيط Simple Squamous epithelium، هذه النتائج التي تم الحصول عليها من خلال القطاعات النسيجية كانت متوافقة مع النتائج التي أشار إليه (Kempton, 1969) في دراسته لخياشيم أسماك كلب السمك الشوكي *S.acanthais*، حيث تبين أن الخيوط أو الصفائح الخيشومية الأولية تتفرع منها خيوط خيشومية ثانوية وأن كل صفيحة خيشومية ثانوية متكونة من خلايا عمودية وأوعية دموية، والغطاء الخارجي غني بالخلايا المخاطية ويحتوي على نسيج ضام كثيف وخلايا الدم الحمراء.

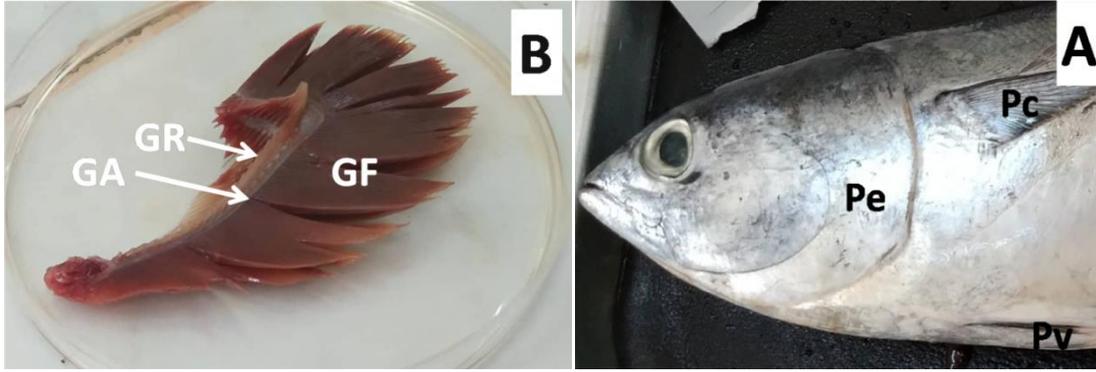


شكل 4. قطاع خلال الحاجز الخيشومي في كلب السمك (*S.acanthais*). A- غضروف زجاجي (HC)، وعاء دموي (رأس السهم)حزم عضلات ملساء (SM)، نسيج ضام فجوي (CT)، صفيحة خيشومية أولية (PL)، صفيحة خيشومية ثانوية (SL)، B- أوعية دموية (BV) غضروف زجاجي (HC)، حزم عضلات ملساء (SM)، نسيج ضام فجوي (CT). C- صفيحة خيشومية أولية (PL)، صفيحة خيشومية ثانوية (SL)، D- أوعية دموية (\*)، خلايا كاسيه (GC)، خلايا الكلوريد (CC)، خلايا عمودية (رأس السهم)، خيوط خيشومية ثانوية (SL). H&E، 40X.

#### 2.4. الدراسة التشريحية والنسيجية للخياشيم في أسماك الرزاق *E. alletteratus*

**المظهر التشريحي:** أظهرت النتائج من خلال الفحص التشريحي أن الخياشيم Gills في أسماك *E. alletteratus* توجد في مقدمة الجسم على جانبي الرأس خلف العين وأمام الزعنفة الصدرية Pectoral fins، في غرفة خيشومية Gill chamber مغطاة بغطاء خيشومي Operculum والذي يكون متصل من الأمام بعظام الرأس وحر من الخلف ويعمل

على حماية الخياشيم، كما يساعد في عملية التنفس، وتعتبر نهايته مؤشر إلى انتهاء حدود منطقة الرأس في معظم الأسماك العظمية كما في (شكل 5: A). كما أوضحت النتائج من خلال ( شكل 5: B). وجود عدد أربعة أزواج من الأقواس الخيشومية Gill arches التي تظهر على شكل قوس منحي مكون من تركيب غضروفي داعم، يظهر هذا القوس الخيشومي منحنياً شديداً في ثلثه العلوي من جهة الأمشاط الخيشومية في حين أشار AL-Lehaibe & AL-Mukhtar (2012) في دراستهم لخياشيم سمكة البعوض *G. affinis* إلى إن الأقواس الخيشومية كانت مقوسة قليلاً. ظهرت الخيوط الخيشومية Gill filaments لزجة وناعمة الملمس، ذات لون أحمر لوجود المخاط والأوعية الدموية، وتترتب في صف مزدوج من الناحية المحدبة للقوس الخيشومي بينما الأسنان الخيشومية Gill raker فكانت خشنة الملمس وظهرت كصف مزدوج على الناحية المقعرة للقوس الخيشومي مع اختزال كلي للحاجز البين خيشومي Interbranchial septum، فتظهر الخيوط الخيشومية حرة وغير ملتحمة، وهذا ما أكدته (Genten et al., 2009) حيث أشار إلى أن الحواجز الخيشومية في الأسماك العظمية تكون مختزلة للغاية مما يوفر سطحاً تنفسياً أكبر على عكس الأسماك الغضروفية Elasmobranches التي تميزت بوجود هذا الحاجز الفاصل ما بين الأقواس الخيشومية. كما أشار الباحثون (Wegner et al., 2006) إلى أن الخيوط الخيشومية قد تكون ملتحمة كما في عائلة الأسماك الشراعية Istiophoridae وهذا ما لا يتفق مع الدراسة الحالية. توافقت هذه النتائج مع نتائج الدراسة التي قام بها AL-Mukhtar & AL-Lehaibe (2012) على سمكة البعوض *G. affinis*، حيث أشاروا إلى أن الخياشيم توجد في غرفة خيشومية ويعلوها غطاء خيشومي متصل من الأمام بالرأس و حر من الخلف، وكذلك وجود أقواس خيشومية على كل جانب من جانبي التجويف الفمي وكل قوس خيشومي يحتوي على العديد من الخيوط الخيشومية مع صفيين من الصفائح الثانوية التي تتكون بشكل عمودي على الخيوط الخيشومية الأولية، ولكن اختلفت الدراسة الحالية مع نتائج نفس الدراسة من ناحية عدد الأقواس الخيشومية، فقد كان عددها خمسة أقواس وليس أربعة. ولم تتفق بعض نتائج هذه الدراسة مع ما توصل إليه (Abumandour & Gewaily 2016) في دراستهم للشكل الظاهري والنسجي لخياشيم أسماك Puffer *Lagocephalus sceleratus* (Fish) حيث أن الفتحات الخيشومية ظهرت على شكل شقوق بسيطة أمام الزعنفة الصدرية بدون غطاء خيشومي مميز، كما أن النظام الخيشومي متكون من ثلاثة أزواج من الأقواس الخيشومية.



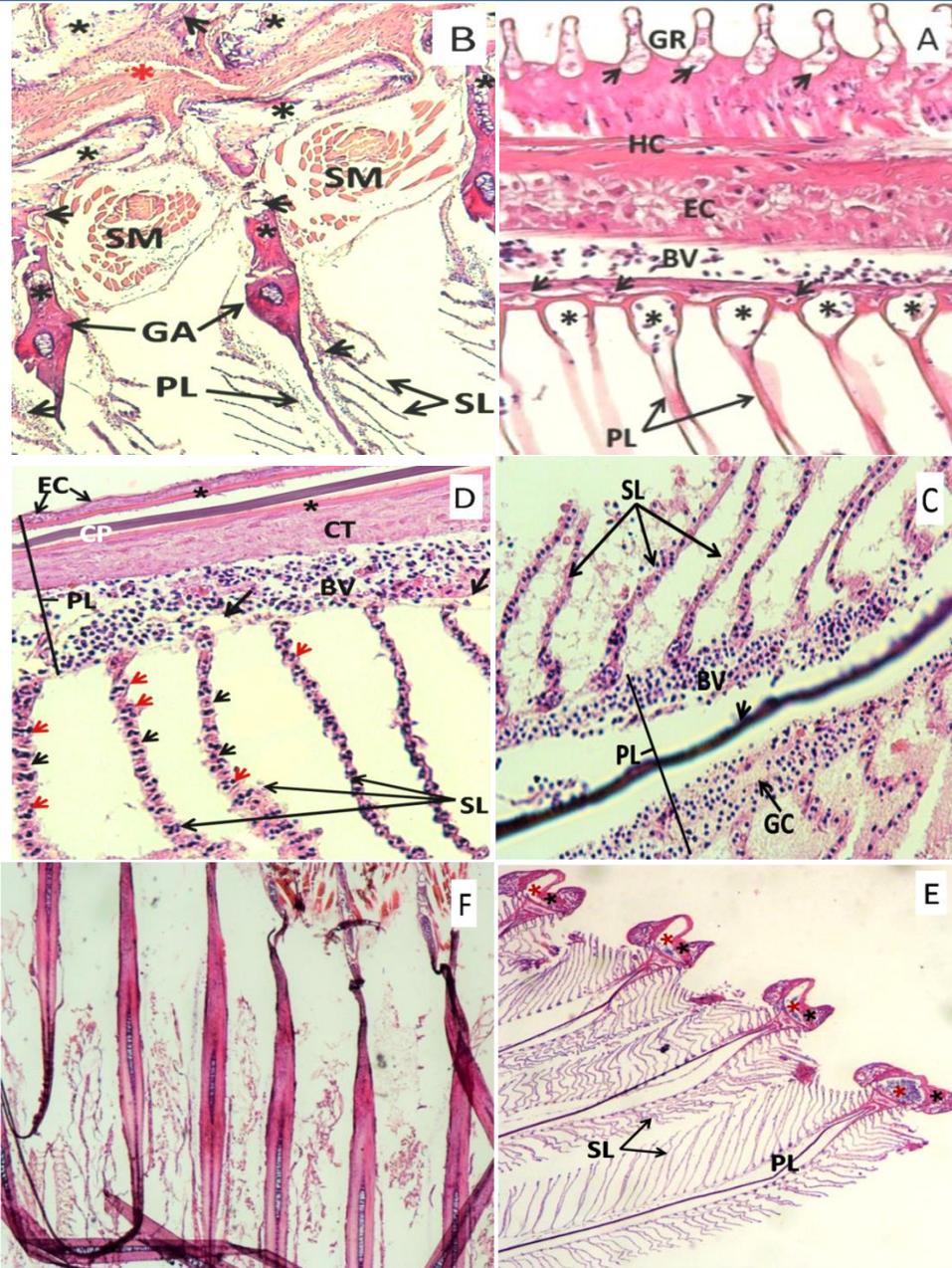
شكل 5. يوضح الشكل الظاهر وموقع الخياشيم في أسماك الرزنام : A- غطاء خيشومي (Pe)، زعنفة حوضية (Pv)، زعنفة صدرية (Pc)، B- الخيوط الخيشومية (GF)، القوس الخيشومي (GA)، الأسنان الخيشومية (GR).

**المظهر النسيجي:** أظهرت نتائج الصبغ النسيجي في قطاع يمر خلال الحاجز الخيشومي Gill arch لسمكة الرزنام *E. alletteratus* كما يظهر في (شكل 6: A,B) وجود هيكل غضروفي Hyaline cartilage أو غضروفي وعظمي Bone يدعم القوس الخيشومي، يشع منه الدعامات العظمية (الأشعة الخيشومية) للصفائح الخيشومية الأولية، ومحاطاً بنسيج ضام Connective tissue يحتوي على مقاطع للأوعية الدموية الرئيسية والشعيرات الدموية Blood capillaries التي تغذي العضلات والخيوط الخيشومية لتقوم بوظيفتها وتسمح بتبادل كفو للغازات ما بين أكسجين الماء وأكسجين الدم (Mokhtar, 2017)، وبالتالي لوحظ أن الخياشيم غنية بالأوعية الدموية. يبين (الشكل 6: A) أن القوس الخيشومي يحوي نسيج ظهاري Epithelium tissue به العديد من الخلايا المتباينة والخلايا المخاطية الكأسية Goblet cells، وتُغطى الظهارة السطحية للصفائح الأولية بخلايا ظهارية طلائية، والخلايا المخاطية تتواجد بكثرة في الجزء القاعدي من الصفائح وتفرز المخاط الذي يساعد في تبادل الغازات والتنظيم الأيوني، كما يلعب دور مناعي ووقائي، أما الأسنان الخيشومية Gill raker فتظهر واضحة على الجهة الداخلية للقوس الخيشومي يدعمها غضروف زجاجي كما لوحظ وجود خلايا مخاطية في قواعدها، تعمل على فرز وتجميع المواد الغذائية الدقيقة ووضع المواد الغذائية الأكبر حجماً قبل تمرير الغذاء إلى المريء ثم إلى الأمعاء وهذا ما أكدته كل من (Genten et al., 2009) و Mokhtar (2017)، كما لوحظ في القطاع الخلايا القاعدية التي تنشأ منها الخيوط الخيشومية. (الشكل 6: B) يوضح قطاع طولي في القوس الخيشومي لسمكة *E. alletteratus* يظهر به الغضروف الزجاجي و العظم، كما لوحظ وجود الأوعية الدموية وحزم من العضلات الهيكلية Skeletal muscle ما بين الأقواس الخيشومية، مما يسهل حركة الخياشيم للقيام بعملية التنفس عن طريق انقباض وانبساط هذه العضلات، ولتسمح بأوضاع تنفسية مناسبة (Genten et al., 2009). الصفحة الخيشومية الأولية Primary lamellae يظهر بها دعامة غضروفية مركزية وشرابين واردة وصادرة وتتفرع منها الصفحة الخيشومية الثانوية Secondary lamellae. (شكل 6: C) يوضح قطاع يمر خلال الصفحة الخيشومية الأولية Primary lamellae لسمكة *E. alletteratus*. يظهر الغضروف الزجاجي الداعم للخيوط الخيشومية، والوعاء الدموي الرئيسي الذي تتفرع منه أوعية دموية لتغذي الصفائح الخيشومية الثانوية Secondary lamellae كما يظهر

بالقطاع خلايا مخاطية Goblet cells عند قاعدتها. كما يوضح (شكل 6: D) قطاع في الهيكل الداخلي للخيوط الخيشومية Gill felaments لسمكة *E. alletteratus*. هذه النتائج مماثلة للدراسة التي قام بها AL-Lehaibe & AL-Mukhtar (2012) على الخياشيم في سمكة *G. affinis* حيث أشار إلى أن القوس الخيشومي يتكون من غضروف زجاجي وعظم مختلط ومحاط بغشاء مخاطي يتكون من نسيج حرشفي تتخلله خلايا مخاطية والطبقة تحت مخاطية تتكون من نسيج ضام وشعيرات دموية وعضلات، الأسنان الخيشومية تكون منفصلة تتكون من عظم مختلط محاط بغشاء مخاطي وتتميز بكثرة الخلايا المخاطية الكأسية وبراعم ذوقية Taste buds اتفقت هذه النتائج مع نتائج الدراسة الحالية باستثناء براعم التدوق فلم يتم ملاحظتها.

لوحظت الخلايا الطلائية تحيط بالخيوط الخيشومي والهيكل الداعم مكون من صفيحة غضروفي Cartilage plate محاطة بعظم Bone، ونسيج ضام به خلايا متباينة وخلايا كأسية مخاطية تظهر بكثرة في ظهارة الصفائح الخيشومية الأولية وعند قواعد الصفائح الثانوية المنفرعة من الخيوط الخيشومي الأساسي، والتي تتركب من شعيرات دموية تفصلها خلايا عمودية داعمة للصفحة الخيشومية الثانوية، توافقت هذه النتائج مع النتائج التي تحصل عليها Abumandour & Gewaily (2016) في دراستهم للشكل الظاهري والنسجي للخياشيم في أسماك Puffer Fish (*Lagocephalus*) حيث أوضحت أن الصفائح الخيشومية الثانوية متكونة من شعيرات دموية وخلايا عمادية. ولوحظت الخلايا المخاطية في الظهارة الخيشومية عند قاعدة الصفائح الخيشومية الثانوية.

أوضح (الشكل 6: E) قطاع عرضي خلال الحجرة الخيشومية يمر بالأقواس الخيشومية Gill arch لسمكة *E. alletteratus*، حيث تظهر الصفائح الخيشومية الأولية تنفرع منها صفائح الثانوية على الجانبين، كما يظهر الغضروف الزجاجي وتظهر فتحة يمر خلالها الوعاء الدموي الرئيسي إلى الصفائح الخيشومية الأولية ومن ثم يتفرع داخل الصفائح الثانوية لتزويدها بالدم، ويوضح (الشكل 6: F) قطاع طولي يظهر الهيكل الغضروفي الداعم للخيوط الخيشومية في سمكة *E. alletteratus*. واتفقت هذه النتائج مع ما ذكره (Genten et al., 2009) و (Mokhtar 2017).



شكل 6. قطاع خلال القوس الخيشومي في أسماك الرزاق *E. alleteratus*. A- أسنان خيشومية (GR) غضروف زجاجي (HC)، خلايا مخاطية (رأس السهم)، خلايا طلائية (EC)، وعاء دموي (BV)، خلايا قاعدية للخيط الخيشومي (\*)، صفيحة خيشومية أولية (PL)، B- قطاع طولي في القوس الخيشومي لسمة الرزاق: غضروف زجاجي (\*) باللون الأسود، عظم (\*) باللون الأحمر، وأوعية دموية (رأس سهم)، عضلات هيكلية (SM)، أقواس خيشومية (GA)، صفيحة خيشومية أولية (PL)، صفيحة خيشومية ثانوية (SL) H&E، 40X. C- قطاع طولي في الخيط الخيشومي لسمة الرزاق: وعاء دموي (BV)، هيكل غضروفي (رأس سهم)، خلية مخاطية (GC)، صفيحة خيشومية أولية (PL)، صفيحة خيشومية ثانوية (SL)، D- قطاع مار بمنطقة الخياشيم يوضح ظهور الهيكل الداخلي للخيوط الخيشومية: خلايا طلائية (EC)، هيكل غضروفي مكون من صفيحة غضروفية (CP)، عظم (\*)، نسيج ضام (CT)، خلايا كأسية مخاطية (سهم طويل)، شعيرات دموية (رأس سهم) باللون الأحمر، خلايا عمودية داعمة (رأس سهم) باللون الأسود، صفيحة خيشومية أولية (PL)، صفيحة خيشومية ثانوية (SL) H&E، 40X. E- قطاع عرضي يمر بالأقواس الخيشومية لسمة الرزاق: غضروف زجاجي (\*) باللون الأسود، وعاء دموي (\*) باللون الأحمر، صفيحة خيشومية أولية (PL)، صفيحة خيشومية ثانوية. F- قطاع طولي يوضح الهيكل الغضروفي الداعم للخيوط الخيشومية في سمة الرزاق. H&E، 10X.

## 5. الاستنتاج Conclusion

نستنتج من هذه الدراسة وجود بعض الاختلافات في شكل وتركيب وعدد الأقواس الخيشومية للأسماك المدروسة، حيث ظهرت في أسماك *S. acanthais* مكونة من خمسة أزواج من الأقواس الخيشومية المفصولة عن بعضها بواسطة حواجز عضلية وبدون غطاء خيشومي، بينما في أسماك *E. alletteratus* فكان عددها أربعة أزواج من الأقواس الخيشومية موجودة في غرفة خيشومية ومغطاة بغطاء خيشومي، وكانت الحواجز العضلية مختزلة، ومن الناحية النسيجية، تميزت الأقواس الخيشومية بوجود هيكل غضروفي أو عظمي يشع منه الداعمات العظمية للصفائح الخيشومية الأولية ومحاط بنسيج ضام يحتوي علي مقاطع الأوعية الدموية التي تقوم بتغذية العضلات والخيوط الخيشومية لتسمح بعملية تبادل الغازات تتفرع الصفائح الثانوية من الصفائح الخيشومية الأولية والتي تميزت بوجود أوعية دموية وخلايا داعمة عمودية، كما أن وجود الخلايا المخاطية الكأسية يشير إلى التعديلات التكيفية لبيئة الغذاء والتغذية، كذلك لوحظ وجود العديد من خلايا كلوريد في ظهارة الصفائح الخيشومية الأولية عند قواعد الصفائح الثانوية المتفرعة منها والتي تكيفت مع التنظيم التناضحي في بيئة المياه المالحة.

## 6. الشكر والتقدير Acknowledgement

كل الشكر والتقدير والعرفان للدكتور إسماعيل محمد الهمايي أستاذ مشارك في قسم الأحياء بكلية العلوم جامعة مصراتة لدعمه ومد يد العون في إنجاز هذا البحث، والشكر للأخوات إبتسام اللاس، وإسراء الأميل للمشاركة في جلب العينات.

## 7. المراجع References

- الدهباني، بهجة إسماعيل؛ العازمي، بدر محمد (2002): دراسات في علم الحيوان، ذات السلاسل للطباعة والنشر والتوزيع، الكويت ، ص 327.
- منصور، عقيل جميل، عودة، ياسر وصفي(2014)؛ دراسة مقارنة لتحديد كفاءة الترشيح الغذائي للغلاصم وتركيب القناة الهضمية لنوعين من الأسماك العظمية، مجلة أبحاث البصرة (العلميات)، العدد40، الجزء B.2
- Abumandour, M., & Gewaily, M. S. (2016). Morphological Studies on the Gills of Puffer Fish (*Lagocephalus sceleratus*, Gmelin, 1789). *International Journal of Morphology*, 34(3).
- Allehaibe, K. A & Almukhtar, K. A. ( 2012). Anatomical and Histological Study of Gills in Adult Mosquito Fish (*Gambusia affinis*) Baird and Girard. *Ibn Al-Haitham Journal For Pure and Applied Sciences*, 25(2).
- Bancroft, J. D. and Stevens, A. (1977): *Theory and Practice of Histological Techniques*. Churchill Livingstone; New York: distributed in the U.S. of America by Longman. 436 p.
- De Vries, R., & De Jager, S. (1984). The gill in the spiny dogfish, *Squalus acanthais*: respiratory and nonrespiratory function. *American journal of anatomy*, 169(1),1-29. <https://doi.org/10.1002/aja.1001690102>
- Evans, D. H., Piermarini, P. M., Choe, K.P. 2005. The Multifunctional Fish Gill: Dominant Site of Gas Exchange, Osmoregulation, Acid-Base Regulation, and Excretion of Nitrogenous Waste, *Physiological Reviews*, 85 (1); 97 -177. <https://doi.org/10.1152/physrev.00050.2003>



- Falautano, M., Castriota, L., Campagnuolo, S., Sinopoli, M. and Vivona, P., (2002). La pesca dell'alletterato (*Euthynnus alletteratus*, Rafinesque 1810) nell'isola di Lampedusa (Stretto di Sicilia). *Biologia Marina Mediterranea*, 9, 751–753.
- Genten, F., Terwinghe, E., & Danguy, A. (2009). *Atlas of fish histology*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780367803599>
- Kahraman, A. E. (2005). Preliminary investigations on Atlantic black skipjack (*Euthynnus alletteratus* Raf. 1810) in the eastern Mediterranean Sea. *ICCAT Collective Volume of Scientific Papers*, 58(2), 502-509.
- Kassem, H. H., and Bowashi, S. M. (2015). Prevalence of Anisakid nematode larvae infecting some marine fishes from the Libyan Coast. *Journal of the Egyptian Society of Parasitology*, 45(3), 609-616. <https://doi.org/10.21608/jesp.2015.96311>
- Kempton, R. T. (1969). Morphological features of functional significance in the gills of the spiny dogfish, *Squalus acanthias*. *The Biological Bulletin*, 136(2), 226-240. <https://doi.org/10.2307/1539816>
- Laurent, P. I. E. R. R. E., & Dunel, S. U. Z. A. N. N. E. (1980). Morphology of gill epithelia in fish. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 238(3), R147-R159. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.1980.238.3.R147>
- Mokhtar, D. M. (2017). *Fish histology: from cells to organs*. Apple Academic Press. <https://doi.org/10.1201/9781315205779>
- haker, N. A., & Rezk, H. M. (2017). Anatomical Study on the Gills with its Respiratory Circulation in Shovelnose Ray Fish (*Glaucoctegus Typus*). *Alexandria Journal for Veterinary Sciences*, 52(1). DOI: [10.5455/ajvs.250234](https://doi.org/10.5455/ajvs.250234)
- Wegner, N. C., Sepulveda, C. A., & Graham, J. B. (2006). Gill specializations in high-performance pelagic teleosts, with reference to striped marlin (*Tetrapturus audax*) and wahoo (*Acanthocybium solandri*). *Bulletin of Marine Science*, 79(3), 747-759.
- Wilson, J. M., Randall, D. J., Vogl, A. W., & Iwama, G. K. (1997). Immunolocalization of proton-ATPase in the gills of the elasmobranch, *Squalus acanthias*. *Journal of Experimental Zoology*, 278(2), 78-86. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097010X\(19970601\)278:2%3C78::AID-JEZ2%3E3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097010X(19970601)278:2%3C78::AID-JEZ2%3E3.0.CO;2-1)
- Wright, D. E. (1973). The structure of the gills of the elasmobranch, *Scyliorhinus canicula* (L.). *Zeitschrift für Zellforschung und mikroskopische Anatomie*, 144(4), 489-509. <https://doi.org/10.1007/BF00307376>