

دراسة مقارنة لجلد نوعين من أسماك التريليا والكوالي المصطادة من ساحل مدينة مصراته، ليبيا

www.doi.org/10.62341/cms12421

إسماعيل محمد الهمالى¹، عادل عمر أبودبوس²، حنان حسين شتيوي³،
لطفية عبد اللطيف السويحلي⁴، ندى أبوبكر الأجنف⁵، وفاطمة محمد الشويهدى⁶
^{1,2,4,5,6} قسم علم الحيوان، كلية العلوم، جامعة مصراتة
³ قسم علم الحيوان، كلية العلوم، جامعة طرابلس
esmail74science@gmail.com

الملخص:

يلعب جلد الأسماك دورا مهما في توفير العديد من الوظائف الفسيولوجيا للأسماك في بيئتها المحيطة. استخدم جهاز الميكروتوم الرخوي (4 µm)، والصبغ الروتيني (Hematoxylin and eosin)، بالإضافة لمجهر ضوئي مزود بكاميرا رقمية، وذلك لدراسة جلد أسماك *Mullus barbatus* و *Scombr scombrus*. أظهرت الدراسة الحالية أن جلد الأسماك مكون من ثلاث طبقات أساسية مرتبة في البشرة، والأدمة، وتحت الجلد. الدراسة النسيجية والقياسات الميكرومترية أظهرت أن البشرة والأدمة أكثر سمكا في أسماك الكوالي يتراوح ما بين $5.21 \pm 71.91 \mu\text{m}$ و $20.04 \pm 171.33 \mu\text{m}$ ، مقارنة بأسماك التريليا والتي كانت $0.05 \mu\text{m} \pm 6.85$ و $7.11 \pm 92.51 \mu\text{m}$ على التوالي. بينما كانت طبقة تحت الجلد أكثر سمكا في أسماك التريليا ($27.81 \pm 501.65 \mu\text{m}$) مقارنة بأسماك الكوالي ($15.34 \pm 174.02 \mu\text{m}$). علاوة على ذلك وجدت المستقبلات الكهروستاتيكية في جلد أسماك التريليا، بينما لوحظت جيوب القشور العظمية في أدمة جلد أسماك الكوالي. الدراسات النسيجية على جلد الأسماك تساهم في معرفة الاختلافات النسيجية لتكيف للمعيشة في البيئة المائية المحيطة.
الكلمات المفتاحية: أسماك، جلد، بشرة، أدمة، تحت الجلد.

Comparative study of two fish species *M. barbatus* and *S. scombrus* caught from Misurata coast, Libya

www.doi.org/10.62341/cmsl2421

Esmail Mohamed Alhemmati¹, Adel Omar abudabos²,
Hanan Hussien Shtewi³, Lotfia Abd Alatif Swehly⁴,
Nada Abubaker Al Ajnaf⁵, Fatma Mohamed Alshwehdy⁶

^{1,2,4,5,6}Zoology Department, Faculty of Science, Misurata University

³Zoology Department, Faculty of Science, Tripoli University
esmail74science@gmail.com

Abstract:

The role of skin in fish is important providing mutli-physiological functions to fishes in surrounding environmental. In this study used rotary microtome, routine procedures of tissues preparation were followed and paraffin blocks were cut at 4 μ m, stained with Hematoxylin and eosin (H&E) and microscope with digital camera to studdy skin of *Mullatus barbatus* and *Scomperscombrus*. The currently study showed that, skin is composed of three tissue layers; epidermis, dermis and subcutis. Histological and morphometric studies revealed the epidermis and dermis of *S. scombrus* were 71.21 \pm 5.21 μ m, 171.33 \pm 10.21 μ m in thickness compare with *M. barbatus* which were 6.85 \pm 0.05 μ m, 92.51 \pm 7.11 μ m respectively. While the thickness of the subcutis layer in *M. barbatus* (501.65 \pm 27.81 μ m) compared with *S. scombrus* (174.02 \pm 15.34 μ m). Furthermore, A spread of electroreceptor in skin of *M. barbatus* as observed, in addition to the presence of scale pockets in the dermis of the skin of *S. scombrus*. The structural variations of skin of fishes may reflect the various environmental difficulties that they confront. Histological study of fish skin contributes to understanding adaptations to life in the surrounding aquatic environment

Keywords: Fishes, Skin, Epidermis, Dermis, Subcutis.

مقدمة:

تزرخ بيئة البحر المتوسط بالعديد من الأحياء، والتي تتكون من المخلوقات دقيقة الحجم (الهوائم النباتية والحيوانية)، والنباتات والأعشاب والأسماك بأنواعها المختلفة والقشريات والرخويات وصولاً إلى الثدييات العملاقة ذات الأحجام الكبيرة، والتي تصل أوزان بعضها إلى عدة أطنان وغيرها من الكائنات البحرية، ولكل منها أهمية في السلسلة الغذائية البحرية وكغذاء للإنسان [1].

تعد الأسماك أحد الكائنات المائية والتي يوجد منها العديد من الأنواع التي تقطن البحر الأبيض المتوسط، وتعد أسماك التريليا (*M. barbatus*) والكوالي (*S. scombrus*)، من بين تلك الأنواع [2]. تتبع أسماك التريليا لعائلة Mullidae، و يبلغ أقصى طول لهذه الأسماك العظمية 20 سم ووزن 680 جم، وهي تسبح قريبة من القاع الطيني والرمل، على عمق يتراوح بين 10-328 متر، وتتغذى على القشريات والديدان والقواقع [3]. أسماك الكوالي من بين أسماك عائلة Scombredea، وهي لحمية التغذية حيث تقف على يرقات الأسماك والقشريات، وتسبح أفراد هذه العائلة في مجموعات كبيرة قريبة من المياه السطحية وتصل لعمق 1000 متر. يقدر طول أسماك الكوالي عند البلوغ ما بين 28.7-34 سم، كما تصل لوزن 3.4 كجم [4، 3].

جلد الأسماك يعتبر عضو مهم حيث يغطي جميع أجزاء الجسم والزعانف، وهو يعد بمثابة حاجز الدفاع الأول، حيث يحمي من أي ضغوط خارجية، ويحافظ على سلامة وتوازن الجسم، وله دور في التواصل والتنفس [5، 6]. كما يعتبر الجلد ذو أهمية للأسماك في كونه عضو للإحساس والتواصل مع البيئة المحيطة، بالإضافة لدوره في الحركة والتنظيم الأيوني والحراري، علاوة لدوره في عملية الإخراج، والحفاظ على درجة حرارة العضلات أعلى من درجة حرارة الماء المحيط [7، 9]. يعتبر الجلد من بين أهم الأعضاء التي تمكن الأسماك من الحصول على ما يقدر من 5 % إلى 30 % من الأكسجين الإضافي [10، 11]، ليساهم بإضافة O_2 المذاب في الماء والتخلص من CO_2 خلال عملية التنفس التي تتم عبر الطلائية التنفسية للخياشيم، و طلائية التجويف

الفمي، والمثانة الهوائية أو الأعضاء الهيدروستاتيكية (Hydrostatic organs) [12]،
[13].

أشارت الدراسات النسيجية لجلد الأسماك أنه يتكون أساسا من طبقتين رئيسيتين هما
البشرة والأدمة. كما تنتشر خلال الطبقة الطلائية الحرشفية المركبة براعم الذوق،
بالإضافة للعديد من الخلايا المخاطية والصبغية وخلايا متعددة السطوح المركبة
(Stratified polygonal)، وطبقة سفلية عبارة عن خلايا جرثومية [6]. أظهرت دراسة
نسيجية لجلد أسماك القرموط (Cat fish) وجود طبقة من نسيج طلائي حرشفي طبقي،
تنتشر بينها العديد من الخلايا الصبغية، والمخاطية، و الصولجانية (Club Cells)،
وكذلك الخلايا المنذرة (Alarm cells) [14].

تعتبر أدمة الجلد في الأسماك مكونة من طبقة غنية بالأوعية الدموية وخاصة في
الجزء قريب من البشرة وتعرف بالطبقة المفككة (Strutum Spongiosum)،
بالإضافة لطبقة مضغوطة (Strutum compactum) تكون غنية بالألياف الغروية
في العديد من الأسماك العظمية [6، 15]. يلاحظ بالإضافة لطبقتي البشرة والأدمة في
العديد من الأسماك العظمية (Teleost) وجود طبقة غنية بالخلايا دهنية الناضجة
منتشرة خلال نسيج ضام مفكك، وتعرف بطبقة تحت الجلد (Subcutis) [14].

تنتشر المستقبلات الكهربائية خلال جلد الأسماك بصفة عامة إلا إنها تعد أكثر تطورا
في الأسماك العظمية، والتي لها دور مهم في الاستشعار بالتردد الكهربائي الواقع ضمن
نطاق 0.1- 20 هيرتز (Hz) للكائنات الحية وكذلك تلك التي تنتجها المصادر الفيزيائية
والكيميائية غي الحية في البيئات المائية المحيطة [16، 17]. هذه المستقبلات الحسية
تمكن الأسماك من الحياة الليلية بدون أن تكتشفها الحيوانات المائية، كما تمكنها من
الكشف عن فرائسها من خلال التحسس بالموجات الكهربائية التي تنطلق من الفريسة
حتى وإن كانت مدفونة تحت الرمل [18].

أجريت العديد من الدراسات الميكرومترية لطبقات جلد الأسماك، والتي أظهرت تباين في
السماك، حيث تراوحت ما بين 35.4-150.0 μm في أسماك *Tridentiger*
[6]، بينما كان معدل سمك طبقة البشرة $1.10 \pm 7.11 \mu\text{m}$

والأدمة $0.01 \pm 57.25 \mu\text{m}$ ، في أسماك *Siganus luridus*، وأيضا سمك طبقة البشرة ($1.34 \mu\text{m} \pm 36.45$)، والأدمة ($15.14 \mu\text{m} \pm 244.6$) في أسماك *Chelon labrosus* [19]. هدفت الدراسة الحالية للتعرف على التركيب النسيجي وسمك طبقات الجلد لنوعيين من الأسماك العظمية.

المواد وطرق العمل:

جمعت عينات أسماك الدراسة من ساحل مدينة مصراتة، خلال شهر مايو، 2023. تم استخدام نوعين من أسماك العظمية بواقع 5 عينات لكل نوع من أسماك (*M. barbatus*، و *S. scombrus*). نقلت العينات إلى معمل علم الحيوان بكلية العلوم جامعة مصراتة مباشرة، تم أخذ جزء من الجلد ناحية المنطقة الظهرية (1 سم²) بواسطة مشرط، وكشطت لإزالة طبقة العضلات. بعد الكشط وضعت قطعة من الورق على الجلد المكشوط ثم أعطيت أرقام ورموز تدل على نوع السمكة وتكرارها، ووضعت في فورمالين مخفف 10% [4]. أجريت الطريقة الروتينية لأخذ قطاعات من خلال تمرير العينات في سلسلة تصاعديّة من الكحولات (70%-100%)، تم طمرت في شمع البرافين واستخدم الميكروتوم الرحوي (Rotary Microtome Model cut 5062) في أخذ قطاعات بسمك 4 μm . كما تمت صبغ العينات باستخدام الصبغ الروتيني (H&EHematoxylin and eosin) وذلك حسب ما ذكره [20] Alarami. لأخذ صور رقمية للقطاعات النسيجية استخدام مجهر التصوير الرقمي (Nikon, Model Eclipse Ni-E, 920346)، بمركز البحوث الحيوية، كلية العلوم، جامعة مصراتة.

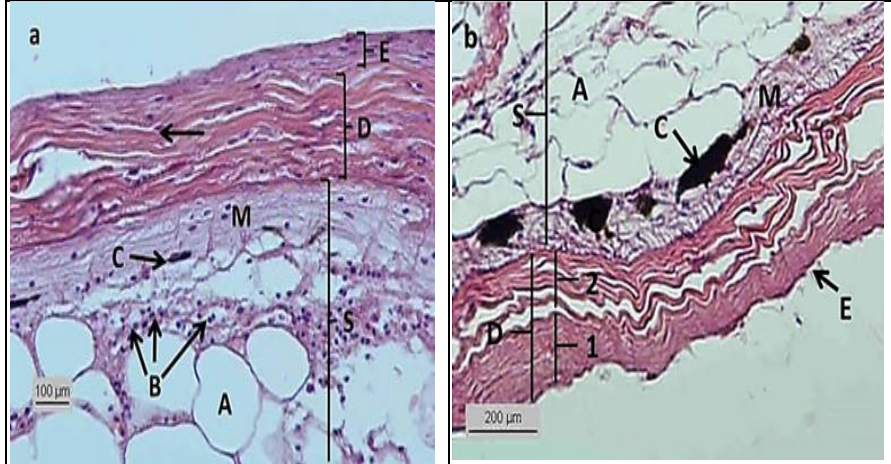
التحليل الإحصائي

استخدام اختبار T (T test) وقيمة أقل فرق معنوي (0.05) بواسطة برنامج SPSS. الأشكال البيانية والخطأ القياسي (SE) بواسطة برنامج اكسل (2010).

النتائج والمناقشة:

الفحص المجهرى لجلد المنطقة الظهرية لأسماك الدراسة (*M. barbatus* و *S. scombrus*) أشار لوجود ثلاث طبقات رئيسية مرتبة من الخارج للداخل في البشرة،

والأدمة، والمفصولة عن بعضهما بواسطة غشاء قاعدي، كما توجد طبقة تحت الجلد (تحت الأدمة) والتي هي عبارة عن نسيج دهني (شكل 1- a, b). تتفق النتائج السابقة مع دراسة Mohamed *et al.* [21] والتي تمت على جلد أسماك *Pangasius hypophthalmus* وكذلك مع دراسة Basir *et al.* [22] على جلد أسماك *Barbus usgrypu*. يرجح التباين بين طبقة البشرة للأسماك العظمية للتركيب الوظيفي حيث يعمل على الحفاظ الضغط الاسموزي ثابتا للجسم بالإضافة للوقاية من الاحتكاك بالمكونات البيئية المحيطة، كما له وظيفة مناعية، لاحتوائه على العديد من الخلايا التي لها دور مهم في الدفاع ضد مسببات الأمراض [22، 23، 6] كالبكتيريا والفطريات والطفيليات [24].

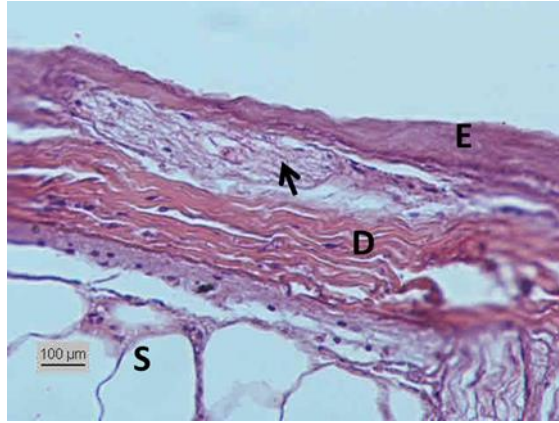


شكل 1. قطاع خلال جلد المنطقة الظهرية لأسماك التريليا

(a) *M. barbatus* و الكوالي *S. scombrus* (b).

(E) البشرة، (D) الأدمة، (M) خلايا غير ناضجة دهنية، (B) أوعية دموية، (A) خلايا ناضجة دهنية، (S) طبقة تحت الأدمة، (C) خلايا صبغية، (1) طبقة مضغوطة، (2) طبقة إسفنجية، (H&E).

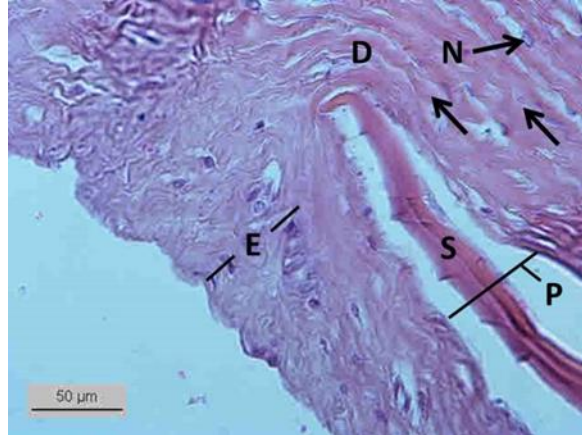
لوحظ من خلال الفحص النسيجي لجد أسماك الدراسة، وجود خلايا طلائية حرشفية طبقية غير متقرنة تبطن البشرة مرتبة في ثلاث طبقات خلوية إلى أربعة (شكل 1، 2). نتائج الدراسة انفتحت مع ما أشار إليه Romano *et al.* [25] عند دراستهم لأسماك *Lepdosiren paradoxa*، و Mohamed *et a.* [21] عند فحصه لجد أسماك *Pangasius hypophthalmus*، وكذلك لدراسة الهمالي وآخرون [15] على جلد أسماك *Dibloidys vulgaris* و *Siganys luridus*، بالإضافة Kim [6] عندما درس جلد أسماك *Tridentiger brevispinis*.



شكل 2. قطاع خلال منطقة ظهرية الأسماك التريليا (*M. barbatus*). (E) البشرة، (D) الأدمة، يشير السهم إلى الخلايا الحسية، (S) تحت الأدمة، (H&E).

تختلف طبقة البشرة في الأسماك عن الحيوانات البرية بعدم وجود طبقة الكيراتين على السطح الخارجي [26، 27]. أشار Sychalski [28] لتأثير عدة عوامل كالنوع والعمر ومنطقة الجسم التي تمت دراستها، بالإضافة للتغيرات الفصلية، حيث قد يكون الجلد عبارة عن طبقتين خلويتين (برقات الأسماك) إلى عشر طبقات خلوية في أنواع مختلفة من الأسماك، كما أن جلد الأسماك يمتاز بطبقة مخاطية تفرز من قبل خلايا متخصصة تنتشر خلال الطبقة السطحية للبشرة [13، 22].

الفحص المجهرى لجلد أسماك الكاوالي (شكل 3) يشير لوجود تجايف على شكل جيوب قشرية تتوضع فيها قواعد القشور العظمية، وهذا ما أشارت إليه دراسة التي تمت على جلد أسماك *P. hypophthalmus* [21]، وأسماك البطاطا (*Siganus lubridus*) [15]، وأسماك البوري والشرقان [19]. تعمل القشور المدفونة في طبقة الأدمة على زيادة قدرة الجلد في مقاومة الظروف البيئية من تلوث والتقليل من التلف الذي قد يحدث بسبب الاحتكاك مع الكائنات المحيطة [5].



شكل 3. قطاع خلال منطقة الظهرية للأسماك الكوالي *S. scombrus* . (P) جيوب القشور العظمية، (E) البشرة، (D) الأدمة، (رأس السهم) أنوية الحزم الألياف الغروية، (S) تحت الأدمة (H&E).

طبقة الأدمة في أسماك التريليا والكاوالي (*M. barbatus* و *S. scombrus*) مكونة من نسيج ضام فجوي (Loose connective tissue) غني بالأوعية الدموية بالإضافة لعدد من الألياف الكولاجينية والتي تظهر في حزم ليفية مضغوطة ومتوازية (شكل 1-ب، ا). اتفقت نتيجة الدراسة الحالية مع دراسة [5] في وجود حزم الألياف الغروية خلال الأدمة، بينما نجدها اختلفت مع دراسة الهامالي وآخرون [19] في كون طبقة الأدمة لأسماك الشرقان والبوري *D. Vulgaris* و *C. labrosus* مكونة من طبقة علوية وعائية وآخرى سفلية ليفية. يرجح زيادة حزم الألياف الغروية في أسماك الدراسة

لدور الطبقة الليفية في زيادة تماسك وترابط الجلد، بالإضافة لاختلاف تركيب الجلد تبعا لنوع الأسماك المدروسة.

الفحص النسيجي لقطاع خلال جلد أسماك الدراسة أظهر وجود المستقبلات الحسية الكهروستاتيكية (Electroreceptor) ضمن طبقة الأدمة لأسماك التريليا، وظهرت تحت المجهر مكونه من خلايا حسية تتمركز كتجمع من خلايا عصبية (شكل 2_a). أيضا لوحظت في أسماك *Clarias gariepinus* [29]، و *S. luridus* [15]. المستقبلات الحسية توفر للأسماك القدرة على اكتشاف المجالات الكهروستاتيكية في البيئة المحيطة بشكل طبيعي. حيث تعمل هذه المستقبلات الجلدية على كشف الفرائس بالإضافة لكونها تعد وسيلة للتواصل بين أفراد النوع الواحد [30].

شوهدت حاملات اللون (Chromatophorus) منتشرة خلال طبقة الأدمة بشكل ملاحظ في أسماك الكوالي أكثر من أسماك التريليا (شكل 1، a و b). أيضا أشار Elliott [5] لانتشار هذه الخلايا الصبغية خلال الطبقة الأسفنجية من الأدمة أو خلال طبقة تحت الجلد. توجد ثلاث أنواع من الحاملات اللون أو الخلايا الصبغية من حيث محتواها من اللون (Melanophores، و Xanthophores، و Iridophores)، لها دور مهم جدا في تحديد اللون، ومقاومة الأشعة فوق البنفسجية (UV)، ومسببات الأمراض [31].

أظهر الفحص النسيجي لقطاعات جلد أسماك الدراسة وجود طبقة تحت الجلد (تحت الأدمة)، والتي تتكون من عدد كبير من الخلايا الدهنية مكونة النسيج الدهني الناضج والتي ظهرت تحتوي فراغات عند صبغتها بالصبغة الروتينية (H&E) (شكل 1، a و b). دراسة [32] أشارت لنفس النتائج المتحصل عليها من الدراسة الحالية، أن طبقة تحت الجلد لأسماك *Ancistrus dolichopterus* عبارة عن نسيج ضام فجوي تنتشر خلاله الخلايا الدهنية.

القياسات النسيجية

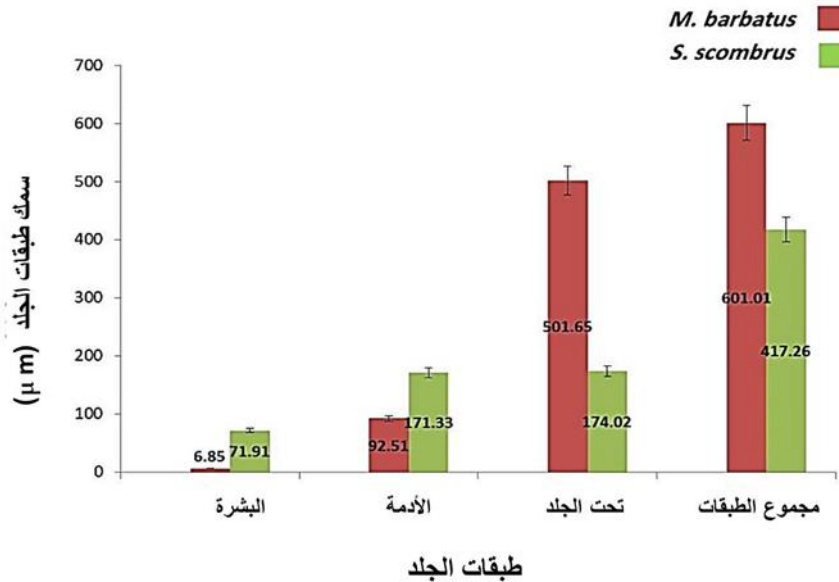
تبين من خلال تحليل بيانات قياس سمك الطبقات النسيجية لأسماك *M. barbatus* و *S. scombrus* وجود تباين بين معدلات سمك طبقات الجلد المختلفة (جدول 1 وشكل

4). حيث بلغ معدل سمك طبقة البشرة لأسماك التريليا (*M. barbatus*) $0.05\pm 6.85\mu\text{m}$ ، بينما كان معدل سمكها في أسماك الكوالي (*S. scombrus*) أكثر بما يقرب 12 ضعف ($5.21\pm 71.91\mu\text{m}$). أيضا لوحظ أن سمك طبقة الأدمة كان أقل في أسماك *M. barbatus* ($7.11\pm 92.51\mu\text{m}$) بالمقارنة بسمكها في أسماك *S. scombrus* ($10.21\pm 171.33\mu\text{m}$). على عكس ذلك، كان معدل سمك طبقة تحت الجلد في أسماك *M. barbatus* ($27.81\pm 501.65\mu\text{m}$) أعلى من معدله في أسماك *S. scombrus* ($15.34\pm 174.02\mu\text{m}$). التباين بين معدل سمك طبقات الجلد للنوع الواحد لأسماك التريليا و الكوالي، وكذلك بين الأنواع كان له دلالة إحصائية ($P>0.05$).

جدول 1. متوسط سمك طبقات جلد أسماك الدراسة (متوسط±الانحراف المعياري).

نوع الأسماك	سمك طبقات الجلد (μm)		
	البشرة	الأدمة	تحت الجلد
<i>M. barbatus</i>	0.05 ± 6.85	7.11 ± 92.51	27.81 ± 501.65
<i>S. scombrus</i>	5.21 ± 71.91	10.21 ± 171.33	15.34 ± 174.02

انتقلت نتائج الدراسة الحالية على أسماك التريليا والكوالي مع العديد من الدراسات السابقة حيث تراوحت ما بين $35.4-150.0\mu\text{m}$ في أسماك *Tridentiger breuispina* [6]، وكان معدل سمك طبقة البشرة ($1.34\pm 36.45\mu\text{m}$)، والأدمة ($15.14\pm 244.6\mu\text{m}$) في أسماك *Chelon labrosus* [19]، في حين بلغ سمك طبقة البشرة $1.10\pm 7.11\mu\text{m}$ والأدمة $0.01\pm 57.25\mu\text{m}$ ، في أسماك *Siganus luridus* [15]. هذا التباين في معدل سمك طبقات يعتبر طبيعيا نظرا لتنوع الكبير في الأسماك والتي تصل إلى 28000 سمكة [5].



شكل 4. سمك الطبقات النسيجية في أسماك الدراسة (*M. barbatus* و *S. scombrus*).

تميزت أسماك الكوالي بوجود طبقة سميكة من النسيج الدهني مقارنة بأسماك التريليا، وبذلك اتفقت مع الدراسة *Lizarazo et al.* [27] عند دراستهم لأسماك *Eremophilus mutisii*، والتي أشارت لوجود طبقة سميكة من النسيج الدهني. يعمل النسيج الدهني لتزويد الأسماك بالطاقة الحرارية اللازمة وخاصة في الأسماك المهاجرة من بيئة مائية إلى أخرى كأسماك الكوالي [3].

يشير جدول (1) لمجموع معدل طبقات الجلد أسماك الدراسة، حيث كان معدل سمك جلد أسماك التريليا $75.43 \pm 601.01 \mu\text{m}$ أعلى من مجموع معدلته في أسماك الكوالي $51.04 \pm 417.26 \mu\text{m}$. أيضا دراسة أظهرت أن سمك طبقات الجلد كانت $157.50 \pm 638.50 \mu\text{m}$ حيث اشارت دراسة *Park et al.* [12]. لوجود مدى لسمك جلد الأسماك تقع ضمنه الأسماك التي تعتمد على الجلد في حال نقص الأوكسجين في البيئة المحيطة والذي يتراوح ما بين $22.5 - 220 \mu\text{m}$. يرجح عدم وقوع سمك جلد أسماك الدراسة ضمن مدى المذكور في الدراسة السابقة [12]، لعدم اعتماد أسماك التريليا

والكاوالي على الجلد بصفة رئيسية للحصول على الأكسجين، والذي يرجع لتوفر نسب عالية من الأكسجين الذائب في الماء المحيط.

الاستنتاجات:

الدراسة الحالية تشير لوجود تباين بين سمك طبقات الجلد في النوع الواحد وبين الأنواع، مما يشير لاختلاف الدور الوظيفي بين طبقات الجلد. الاختلاف بين سمك طبقة تحت الجلد تعد مؤشرا على الاختلاف في محتوى النسيج الدهني الذي تعتبر مصدر لطاقة الحرارية المخزونة. علاوة على ذلك المستقبلات الحسية المنتشرة في جلد الأسماك يمكن أن تكون محل دراسة مستقبلية.

شكر وتقدير:

نتقدم بالشكر والعرفان لرئيس مركز البحوث الحيوية د. غيث الدرسي، لسماحه لاستخدام مجهر التصوير الرقمي.

المراجع:

- [1] ساسي، س. م.؛ ساسي، ن. م. وبين ضو، ع. ع. (2016). دراسة مراحل النضج الجنسي لسمكة الكوالى (*Scomber Juponicas*) بساحل مدينة طرابلس، شمال غرب ليبيا. مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية، العدد 2(2): 96-100.
- [2] قاسم، أ. أ.، بن عبد الله، ع. ع.، ر.، التريكي، أ. أ.، ع.، بن موسى، م.، ن. (2009): دليل الأسماك العظمية بالمياه الليبية، مركز بحوث الأحياء البحرية، تاجوراء، ليبيا.
- [3] Fishbase (2023). Available at: www.Fishbase.Selsearch.php. (online June,2023).
- [4] الهمالي، إ. م.؛ ابودبوس، ع. ع. وشبش، أ. ح. (2016). التركيب الظاهري والنسجي لمريء، ومعدة، ومعوي أسماك الكاوالي (*Scomber scombrus*) من

البحر الأبيض المتوسط المطل على مدينة مصراتة، ليبيا، محلة كلية التربية، العدد
:5 234–253.

- [5] Elliott, D. G. (2011). The Functions of fish integument. Encyclopedia of fish physiology: From Genome to Environment. Vol.1:471-475.
- [6] Kim, H. T. (2022). Histology and morphometry of the Skin of the trident goby *Tridentiger brevispinis* (Perciformes, Gobiidae). Jurnal of Applied Microscopy. Vol. 52(8):2-7.
- [7] Park, K.; Kim, W. and Kim, H. Y. (2014). Optimal lamellar arrangement in fish gills. Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A., Vol. 111: 8067–8070. doi:10.1073/pnas.1403621111.
- [8] Elliott, D. G. (2000). The integumentary system. In: Ostrand GK (ed) The handbook of experimental animals: the laboratory fish. Academic Press, London, pp 95–108.
- [9] Putri, R. A. and Sukiya. (2017): Comparative microanatomical structure of gills and skin of remainers and Kippers from Gunung Kidul intertidal zone. AIP Conference Proceedings 1868, 090012.
- [10] Kim, C. H. and Park, J. Y. (2011). Modified organs of air breathing fishes in Korea. Korean J. Ichthyol., Vol. 23: 250–254.
- [11] Nilsson, G. E.; Hobbs, J. P.; Munday, P. L. and Ostlund-Nilsson, S. (2004). Coward or braveheart: extreme habitat fidelity through hypoxia tolerance in a coral-dwelling goby. J. Exp. Biol., Vol. 207: 33–39. doi: 10.1242/jeb.00713.
- [12] Park, J. Y.; Kim, I. S. and Kim, S. Y. (2003) Structure and histochemistry of the skin of a torrent catfish, *Liobagrus mediadiposalis*. Environ Biol Fish. Vol. 66:3–8. doi: 10.1023/A:1023298520696

- [13] Zaccone, B.; Kapoor, G.; Fasulo, S. and Ainis, L. (2001). Structural, histochemical and functional aspects of the epidermis of fishes. *Advan. in Mari. Biolo.* Vol. 40: 253-276.
- [14] El-Zoghby, E.M.; Attia, H. F.; Emam, M.A. and Tantawy, A.H. (2016). Histological, Ultrastructural and Immunohistochemical Studies on the Skin of Catfish. *Benha Journal of Applied Sciences.* Vol.1(2):59-65.
- [15] الهامالي، إ.م.؛ أبودبوس، ع.ع.؛ المنقوش، ا.ع.؛ الدوشي، ش.ع. وفيدان، م.س. (2023). دراسة نسيجية والقياسات الميكرومترية لجلد المنطقة الجانبية لأسماك البطاطا *Siganus luridus* Academy journal for Basic and Applied Sciences. Vol. 5(1): 1-6
- [16] Kalmijn, A. J. (1988). Detection of weak electric fields. In Atema, J.; Fay, R. R.; Popper, A. N. and Tavogla, W. N. (Eds.), *Sensory Biology of Aquatic Animals* (pp. 151-186). New York: Springer-Verlag.
- [17] Moller, P. (1995). Electric fishes: history and behavior. In *Fish and Fisheries Series*, Vol. 17, pp. xxiv, 584. London: Chapman and Hall.
- [18] Kramer, B. (1996). Electoreception and communication in fishes. *Progress in zoology*, vol. 42, ISBN 3-437-25038-8. Available at: <https://epub.uni-regensburg.de/ubr00728> [online February 2024].
- [19] الهامالي، إ.م.؛ أبودبوس، ع.ع.؛ عبد الواحد، ت.ر. (2022). دراسة نسيجية والقياسات الميكرومترية لجلد المنطقة الجانبية للأسماك المصطادة من ساحل مدينة مصراتة *Chelon labrosus*. مجلة جامعة بني وليد للعلوم الإنسانية والتطبيقية. العدد 24: 199-209.

- [20] Alarami, M. J. (2015): Histopathological Changes in the Liver and Kidney of Albino Mice on Exposure to Insecticide, Dimethoate Ateeq. Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci., Vol. 4(7): 287-300.
- [21] Mohamed, M.; Abdi, R.; Taghi, M. R.; Abadi, Mohammad, A. S. A. and Basir, Z. (2020). Comparative histomorphometry of dorsal, ventral and lateral skin in macroscopy, microscopy and free scale fish, Vol. 16(2): 47-53.
- [22] Basir, Z.; Morovvati, H.; Mahabadi, M. K.; Mesbah, M. and Abdi,R.(2015).Histomorphometric and histochemistry of Mucous Secreting Cells in Different parts of Skin in Shabut (*Barbusgrypus*,Heckel 1843).J.Appl.Envirn.Biol.Sci.,Vol.5(10):80-85
- [23] Bjørngen,H.and koppang,E.O.(2021). Anatomy of teleost Fish immune structures and organs.Immunogenetics, Vol.73:53-63.
- [24] Husen, M. A. and Sharma, S. (2014). Efficacy of anesthetics for reducing stress in fish during aquaculture practices- a review. J. Scien. Engen. Technol. Vol.10 (I): 104-123
- [25] Romano, L. A.; Lopez, A.I.H.;Buitrago, J. R. and pedrosa,V.F.(2019):Histology of Juvenile Skin of *Lepidosiren Paradoxa* Fitzinger,1837 (Sarcopterygii, Dipnoi).Anais da Academia Brasileira de Ciências.Vol .91(41):e20190822.Doi.org/10.1590/0001-3765201920190822.
- [26] Fontenot, D. K. and Neiffer, D. L. (2004). Wound management in teleost fish: biologyof the healing process, evaluation, and treatment, The Veterinary Clinical of North America, Exotic Animal Practice., Vol. 7: 57-86.
- [27] Lizarazo, R. J. B.; Virguez, M. Q.; Ramírez, E. G.; Caicedo, D. R. and Giraldo, H. H. (2008). Histología y morfometría de piel del pez *Eremophilus mutisii*, Rev. Biol.

- Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 56 (2): 885-893 (Trychomecteriidae, Siluriformes)
- [28] Spychalski, P.; Poradowski, D. and Chrószcz, A. (2020). Histological and electrophoretic analysis of Carpathian barbel (*Barbus carpathicus*, Cyprinidae) skin and mucus in environmental context. *Animals* (Basel). Vol. 10(4): 645. doi: 10.3390/ani10040645
- [29] Teunis, P.F.M.; Vredevoogd, W.; Weterings, C.; Bretschneider, F. and Peters, R.C. (1991). The emergence of electroreceptor organs in regenerating fish skin and concurrent changes in their transduction properties, *J. Neurosci.* Vol. 45(1): 205-212
- [30] Hopkins, C. D. Electroreception. *Encyclopaedia britannica*, Available at: <https://www.britannica.com/science/electroreception> [online February 2024].
- [31] Nordlund, J. J.; Boissy, R. E.; Hearing, V. J. (2008). *The Pigmentary System: Physiology and Pathophysiology*. Oxford: Blackwell Publishing; Pp. 64.
- [32] Garg, T. K.; Valdez, V. F.; Almeida-Val, V. M. F.; and Adalberto L. V. (2010). Histochemistry and functional organization of the dorsal skin of *Ancistrus dolichopterus* (Siluriformes: Loricariidae). *Neotropical Ichthyology.*, Vol. 8(4):877-884.