The Libyan Journal of Science
University of Tripoli Vol. 26, No. 02
https://uot.ed.ly/journals/index.php/ljs

حساب نسب العضلات الحمراء والبيضاء في أسماك القاروص *Dicentrarchus Labrax* (Linnaeus, 1758) بساحل مدينة مصراتة، ليبيا

نجلاء عبد الفتاح الفقي*[1]، منى محمد قدورة[2]، سندس الكردي[3]، إلهام إندش[4]، أحلام حسن[5]

1، 2، 3، 4، 5 قسم علم الحيوان، كلية العلوم، جامعة مصراتة

Corresponding authors: elfaghi.n.a@sci.misuratau.edu.ly

ARTICLE INFO

Article history:

Received 04/10/2023

Received in revised form 13/12/2023

Accepted 30/12/2023

المستخلص

تضمنت الدراسة الحالية حساب نسب العضلات الحمراء والبيضاء في أسماك القاروص *Dicentrarchus labrax* ، وهي من الأسماك العظمية التي تعود إلى عائلة (Moronidae). جُمعت عينات الدراسة من ميناء مدينة مصراتة بمنطقة (قصر احمد)، وأظهرت النتائج اختلافاً واضحاً في نسب العضلات الحمراء والبيضاء للأسماك المدروسة في ثلاث مناطق مختلفة من الجسم، الأولى خلف الرأس (R1)، والثانية أمام الزعنفة الظهرية (R2)، والثالثة بالقرب من السويقة الذيلية (R3)، وكانت نسب العضلات الحمراء أقل من العضلات البيضاء، حيث تراوح المعدل الكلي لنسب العضلات الحمراء بين (0.3 -1.7%)، بينما المعدل الكلي لنسب العضلات البيضاء فقد تراوح بين (86.32 – 97.16 %)، كما أوضحت النتائج أن نسب العضلات الحمراء تزداد باتجاه المنطقة الخلفية (R3) مقارنة بمثيلاتها في المناطق(R1)، و(R2)؛ لدورها الوظيفي المهم والمرتبط بميكانيكية السباحة، في حين أن نسب العضلات البيضاء تزداد في المناطق (R1) و(R2)، وتقل بإتجاه المنطقة (R3)؛ وعلى ضوء النتائج الحالية، واعتماداً على نسب العضلات الحمراء والبيضاء في النسيج العضلي لأسماك الدراسة؛ والذي يعكس نشاطها الحركي، يمكن إعتبار أسماك *D.labrax* ضمن مجموعة الأسماك الواثبة Sprinters fishes، ومن النوع المقاتل، وتستخدم العضلات البيضاء للحركات الفجائية التي تحتاجها للاندفاعات السريعة، والهروب من الأعداء، أما العضلات الحمراء فتستخدمها في السباحة الإعتيادية ولفترات طويلة.

الكلمات المفتاحية: أسماك القاروص *Dicentrarchus labrax*؛ الألياف العضلية؛ نسب العضلات الحمراء؛ نسب العضلات البيضاء.

Abstract: The current study included calculating the ratios of red and white muscles in *Dicentrarchus labrax*, which is a bony fish belonging to the family (Moronidae). Samples for the study were collected from the port of Misrata in the (Qasr Ahmed) area, and the results showed a clear difference in the ratios of red and white muscles for the studied fish in three different regions of the body: the first behind the head (R1), the second in front of the dorsal fin (R2), and the third near the caudal peduncle (R3). The red muscle ratios were lower than the white muscle ratios, with the overall average for red muscle ratios ranging from (0.3-1.7%), while the overall average for white muscle ratios ranged from (86.32-97.16%). The results also indicated that the red muscle ratios increased towards the posterior region near the caudal fin (R3), due to their important functional role associated with swimming mechanics. Meanwhile, the white muscles increased in the regions (R1) and (R2) and decreased towards the (R3) region. Based on the current results and the ratios of white and red muscles in the muscle tissue of the studied fish, which reflects their motor activity, D. labrax can be considered a member of the sprinter fishes, and is of the fighting type. It uses white muscles for sudden movements needed for rapid bursts and escaping enemies, while red muscles are used for regular swimming and endurance.

1. المقدمة

تعد الأسماك من أهم الثروات الإقتصادية؛ لكونها ذات قيمة غذائية عالية غنية بالبروتين الحيواني، ومنخفضة السعرات الحرارية والأحماض الدهنية المشبعة. [1]

أسماك القاروص *Dicentrarchus labrax* والمعروفة أيضا بأسماك (Sea Bass)، من الأسماك شعاعية الزعانف (Actinopterygii)، مختلطة الجنس، تنتمي إلى عائلة (Moronidae)، وهي عابرة للمحيطات بشكل رئيسي، وترتاد أحيانًا مياه البحار، والمياه المويلحة Brackish water، والمياه العذبة. تنتشر في البحر الأبيض المتوسط وخليج السويس، وفي مناطق مختلفة في شرق المحيط الأطلسي، وعلى امتداد سواحل أوروبا والمغرب إلى السنغال، وجزر الكناري. [2] كما أن هذا النوع من الأسماك ذو قيمة اقتصادية عالية وهو من أسماك الدرجة الأولى ومفضل في الزراعة المائية .لونها يكون فضي مخضر أو مزرق على الظهر، مع وجود بقعة سوداء على حاشية غطاء الخياشيم، وطولها يكون عادة من 30-40 سم وقد يصل إلى 70 سم ، وتعيش بالقرب من القاع الرملي أو الحصوي، (مدونة علم الأحياء البحرية في ليبيا). تعتمد الأسماك اعتماداً كليًا على قدرتها على السباحة لتحقيق العديد من السلوكيات مثل التغذية، والهجرة، والتكاثر [3]، كما أن تكيفات وأساليب السباحة المختلفة في الأسماك تعتمد أساساً على ترتيب وإستخدام الألياف العضلية ذات الخصائص الإنقباضية والأيضية المختلفة. [4،5] يتكون الجهاز العضلي الحركي في الأسماك من عضلات سريعة وعضلات بطيئة، ويمتد على جانبي الجسم من بداية الرأس إلى الذيل، ويكون هذا الجهاز مرتبطاً بالاحتياجات التي تفرضها كثافة الوسط المائي. العضلات في الأسماك مكونة من سلسلة من القطع العضلية Myotomes، التي تترتب بشكل موازي لمحور الجسم، وتنفصل عن بعضها البعض بواسطة الحواجز العضلية Myosepta، وتتميز هذه العضلات بالنمو المستمر مما يؤدي إلى زيادة حجمها خلال فترة حياتها. [6]

صُنفت العضلات بصورة عامة في الأسماك على أساس الموقع والمظهر ونسب العضلات في كل نوع، وعلى هذا الأساس قسمت إلى نوعين وهي العضلات الحمراء، والبيضاء. [7] تختلف هذه الألياف العضلية من الناحية الوظيفية [8]، فالألياف العضلية الحمراء Red Muscles Fibers هي الألياف المؤكسدة، ومهمتها الرئيسية تحريك الأسماك أثناء السباحة البطيئة والمستمرة. [9] أما الألياف العضلية البيضاء White Muscles Fibers، فمهمتها الرئيسية متخصصة في السباحة السريعة أو الاندفاعات المفاجئة. [10،11]

تناولت العديد من البحوث والمراجع دراسة الجهاز العضلي للأسماك لغرض تحديد النشاط الحركي للأنواع المختلفة، وتختلف الألياف العضلية من حيث الموقع والنسب في مناطق الجسم المختلفة. حيث ذكر [12] في دراسته على أسماك *Tenualosa ilisha* وأسماك *Cyprinus carpio*، و[13] في دراسته لأسماك *Barbus luteus*، و[14] في دراسته لأسماك *Tilapia zillii*، وأسماك *Acanthopagrus latus* و[15] في دراسته لأسماك *Arabibarbus grypus* وأسماك *Acanthopagrus arabicus*، أن العضلات الحمراء تشغل طبقة رقيقة تقع تحت الجلد وتمتد على طول جانبي الجسم، في حين أن العضلات البيضاء تشكل الجزء الأكبر من النسيج العضلي وتتغلغل بعمق داخل جسم السمكة.

تشكل العضلات الحمراء طبقة أسفل الجلد نحيفة تتراوح نسبتها بين (5-20%) من النسيج العضلّي، بينما تشكل العضلات البيضاء الكتلة الداخلّية للنسيج العضلّي، وتتراوح نسبتها بين (80-100%). [16،17] تختلف نسب هذه العضلات باختلاف نشاط السمكة كما في أسماك السطح التي تسبح أكثر من غيرها بشكل مستمر، وقد تصل نسبة العضلات الحمراء إلى (48%) من وزن الجسم [11]، كما أشار [18] إلى أن قدرة الأسماك على السباحة المستمرة يعتمد على نسب العضلات الحمراء والبيضاء في النسيج العضلّي، ولهذا السبب قُسمت إلى أربع مجاميع حركية هي:

1. الأسماك الواثبة (Sprinters Fishes): تسبح بسرعة كبيرة ولفترات قصيرة مثل سمكة البايك (Pike fish).
2. الأسماك الثعبانية (Sneakers Fishes): تسبح ببطء وبحركات إلتوائية مثل سمكة الثعبان (Eel fish).
3. الأسماك الزاحفة (Crawlers Fishes): حركتها زاحفة مثل سمكة البريم (Bream fish).
4. الأسماك الصامدة (Stayers fishes): تسبح بسرعة كبيرة ولفترات طويلة مثل سمكة السلمون (Salmon fish).

تمتاز مجاميع الأسماك الواثبة، والثعبانية، والزاحفة باحتواء أجسامها على نسبة قليلة أو متوسطة من العضلات الحمراء، وتقتصر حركتها على الانطلاقات المفاجئة والسريعة ولمدة قصيرة، معتمدة بذلك على ما تحتويه من نسب عالية للعضلات البيضاء، أما مجموعة الأسماك الصامدة فتمتاز باحتوائها على نسب عالية من العضلات الحمراء إذ لها القابلية على السباحة لمدة طويلة.

ومن أهم الدراسات التي تناولت حساب نسب الألياف الحمراء والبيضاء في أنواع مختلفة من الأسماك، دراسة [13] لأسماك *B.luteus*، و[12] في دراسته لأسماك *T.ilisha*، وأسماك *C. carpio*، و[19] في دراسته لأسماك *Luciobarbasx anthopterus*، وأسماك *Leuciscus vorax*، و[20] في دراسته لأسماك *Acanthopagrus arabicus*، وأسماك *Leuciscus vorax* ، وأسماك *Coptodon zillii* ، و[21] في دراسته لأسماك *Aspius vorax*، وأسماك *Liza abu* ، و[22] في دراسته لأسماك *Abu Mullt*، و[23] في دراسته لأسماك *Barbus xanthopterus*، وأسماك *A. latus* حيث أشاروا جميعاً إلى وجود اختلافاً واضحاً في نسبة العضلات الحمراء والبيضاء لمجاميع الطول المدروسة. في دراسة قام بها [24] لنوعين من الأسماك *A. vorax*، و *L. abu* ، ودراسة [25] لأسماك *Luciobarbas xanthopterus* وأسماك *Coptodon zillii*، ودراسة [26] لأسماك *L. xanthopterus* وأسماك *C. zillii*، ودراسة [27] لأسماك ***D. labrax***، جميعهم أشاروا إلى تحديد ومعرفة مستوى النشاط الحركي للأسماك وأسلوب حياتها.

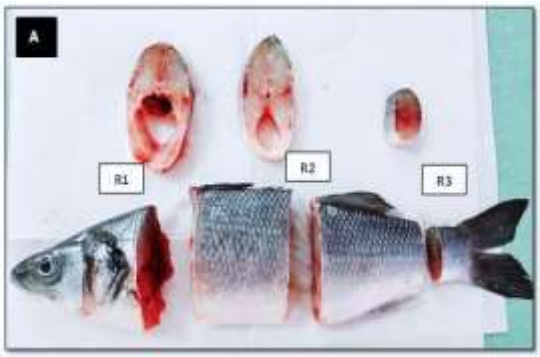
نظراً للأهمية الاقتصادية لأسماك القاروص ***D. labrax***، ولكونها من أسماك الدرجة الأولى، والاعتماد عليها بشكل واسع في الإستزراع السمكي؛ تم في هذا البحث حساب نسب العضلات الحمراء والبيضاء في ثلاث مناطق مختلفة من الجسم، مما يساعد في تحديد مستوى النشاط الحركي لهذا النوع من الأسماك، ومعرفة أسلوب حياتها في بيئتها المائية.

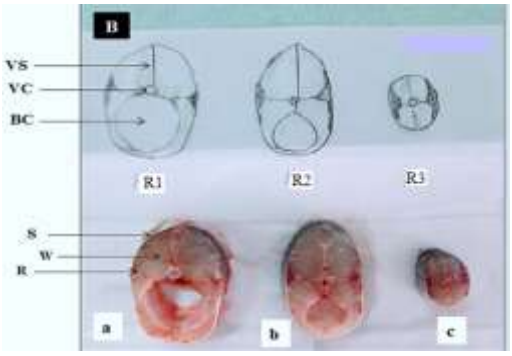
2. المواد وطرق العمل

1.2. جمع العينات: جُمِعت 7 عينات من أسماك الدراسة (شكل:1) خلال شهري نوفمبر وديسمبر (2022 م)، من السوق المحلي (سوق الأسماك) بمنطقة قصر أحمد بمدينة مصراتة، ووضِعت في أكياس في حافظة بلاستيكية، ثم نقلت إلى معمل بشعبة علم الحيوان بكلية العلوم/ جامعة مصراتة واخِذت القياسات الخارجية لأسماك الدراسة، ووزِنت العينات Body weight(BW) بالجرام باستخدام الميزان الرقمي، وقِيس الطول الكلي Total length (TL)بالسنتمتر باستخدام المسطرة.

شكل.1. المظهر الخارجي لسمكة القاروص *D. labrax* (Linnaeus, 1758)

2.2. تشريح الاسماك: لغرض حساب النسبة المئوية لكل من العضلات الحمراء والبيضاء لأسماك الدراسة ضمن مجموعات طول مختلفة، تم اخذ قطاعات باستخدام سكين حاد من ثلاث مناطق من الجسم للعينات كالتالي: الأولى خلف منطقة الرأس (R1) ، والثانية أسفل الزعنفة الظهرية (R2)، والثالثة أمام السويقة الذيلية (R3)، كما في شكل (A:2)، واتضح من خلال التشريح تجويف الجسم، والحاجز الأفقي ، والعمود الفقاري، والجلد ، كذلك تم تمييز العضلات الحمراء والبيضاء عن طريق الموقع واللون، ثم حُدِدت معالم العضلات الحمراء والبيضاء للمناطق الثلاثة (R1, R2, R3) بالرسم على الورق الشفاف كما في شكل (B :2).





شكل.2. A. مناطق الجسم المدروسة لقياس نسب العضلات الحمراء والبيضاء (R1, R2, R3).
B. (R1, a): المنطقة الأمامية من الجسم، (2R, b): المنطقة أسفل الزعنفة الظهرية (R3, c): المنطقة القريبة من السويقة الذيلية، (BC) تجويف الجسم، (VC) العمود الفقري، (VS) جسم الفقرة، (S) الجلد، (W) العضلات البيضاء، (R) العضلات الحمراء.

2.3. حساب نسبة العضلات الحمراء إلى البيضاء

تم فصل العضلات الحمراء والبيضاء باستخدام المقص ومشرط حاد، ووضعت في أطباق بتري ثم وُزِنت كل منهما على حدٍ باستخدام الميزان الحساس، وحُسِبت النسبة المئوية للعضلات الحمراء والبيضاء على أساس النسبة المئوية للوزن الكلي في المقطع اعتماداً على الطريقة التي ذكرها. [28]

نسبة العضلات الحمراء(%) $= \frac{\text{وزن العضلات الحمراء}}{\text{وزن العضلات الحمراء+وزن العضلات البيضاء}} \times 100$

نسبة العضلات البيضاء (%) $= \frac{\text{وزن العضلات البيضاء}}{\text{وزن العضلات البيضاء+وزن العضلات الحمراء}} \times 100$

3. التحليل الإحصائي

دُرِست العلاقات في المتغيرات في مناطق الجسم المستهدفة (R1،R2 ، R3) لحساب معامل الإرتباط Correlation (R) Coefficient وحُسِبت معدلات الإنحدار (R^2) Regression equations لكل علاقة حسب البرنامج الأحصائي Statistical Package for Social Sciences 26 (SPSS26).

4. النتائج والمناقشة

إن وجود الأسماك في الوسط المائي يتطلب منها الحركة والبحث عن الغذاء لإستمرار حياتها والقيام بالفعاليات الحيوية؛ لذا يتطلب وجود جهاز عضلي كفؤ يتناسب مع حركتها، وبما أن الأسماك تختلف مستوياتها الحركية، كما تختلف عموماً في بعض الصفات المرتبطة بالعضلات الهيكلية الحمراء والبيضاء، بالتالي فأنها ستختلف في بعض الخصائص النسيجية المتعلقة بنسب الألياف العضلية وتوزيعها في مناطق الجسم،

إضافة إلى الاختلاف في الدور الوظيفي الذي تقوم به هذه الألياف. [29،30]

الدراسة الحالية أظهرت أن أسماك *D. labrax* تمتلك نسيجاً عضلياً مؤلفاً من نوعين من العضلات متمثلة في العضلات الحمراء والعضلات البيضاء، والتي تختلف من حيث الموقع والمظهر، إضافة إلى اختلاف نسب هذه العضلات بين الأسماك في مناطق الجسم المدروسة، وبين أفراد نفس النوع، توافقت هذه النتائج مع دراسة [14، 24، 31]؛ ويعود الإختلاف في نسب العضلات الحمراء خاصةً إلى اختلاف نوع الأسماك، والعمر، وأسلوب النشاط الحركي الذي تمارسه في الوسط المائي. [32]

أوضح الشكل التشريحي في أسماك *D. labrax* كما في الشكل (A، B:2)، وجود العضلات الحمراء والعضلات البيضاء، والتي تم تمييزهما في المقاطع (R1)، و(R2)، و(R3) عن طريق الموقع واللون، إذ أن العضلات الحمراء تتواجد كطبقة رقيقة تقع أسفل الجلد مباشرة، وتمتد على طول الخط الجانبي للجسم من نهاية منطقة الرأس إلى بداية السويقة الذيلية، وكانت تزداد بإتجاه المنطقة الخلفية. بينما العضلات البيضاء تشغل الحيز الأكبر من النسيج العضلي، وتتوزع بعمق داخل جسم السمك. هذه النتائج توافقت مع العديد من الدراسات منها دراسة [13، 12، 33، 34] للعضلات في أنواع مختلفة من الأسماك. تظهر العضلات الحمراء باللون الأحمر؛ نظراً لوفرة الشعيرات الدموية في أليافها، أما العضلات البيضاء فإنها تظهر باللون الأبيض؛ لقلة عدد الشعيرات الدموية. [10]

بينت نتائج الدراسة الحالية أن معدل نسب العضلات الحمراء في المنطقة (R3) لأسماك *D. labrax* كانت اكبر من المناطق (R2) و(R1)، في حين أن (R2) كانت اكبر من (R1) واقل من(R3)، وهذا يعني إختلاف معدل نسب العضلات الحمراء حسب مناطق الجسم المستهدفة للدراسة، وهذا توافق مع النتائج التي تحصل عليها كل من [8، 12، 13، 14، 35،17] في دراساتهم لأنواع مختلفة من الأسماك، حيث كانت معدلات نسب العضلات الحمراء متطابقة مع نتائج الدراسة الحالية، وعند تحليل النتائج إحصائياً لتوضيح الفروقات المسجلة لنسب العضلات الحمراء الكلية، لوحظ أن هذه الزيادة في نسب العضلات الحمراء في المنطقة الخلفية باتجاه الزعنفة الذيلية Caudal fin؛ لإعتبارها العضو الرئيسي المسؤول عن الحركة في الأسماك، كما أنه لهذه العضلات أهمية كبيرة مرتبطة بميكانيكية السباحة؛ لما تحتويه من نسب عالية من الدهون الموجودة في أليافها والتي تستخدمها كمصدر أساسي للتزويد بالطاقة اللازمة للسباحة المستمرة ولفترات طويلة، كما أن هذه الزيادة تكسب المرونة العالية للألياف العضلية خاصة في عملية التقلص والإنبساط، وهي كذلك غنية بالأوعية الدموية وبالتالي القيام بدورها الوظيفي المناسب حسب نشاطها الحركي.[9]

بالمقابل أظهرت النتائج أن معدل نسب العضلات البيضاء في المنطقة (R3) كانت اقل من المناطق (R2) و(R1)، وفي المنطقة (R1) كانت النسب أكبر من المنطقة (R3)، وهذا يعني اختلاف معدل نسب العضلات البيضاء حسب مناطق الجسم المدروسة، وعند تحليل النتائج إحصائياً لتوضيح الفروقات المسجلة لنسب العضلات البيضاء الكلية، لوحظ أن هذه الزيادة في نسب العضلات البيضاء بإتجاه المناطق الأمامية، مما يدل على زيادة النمو المستمر للعضلات وبالتالي زيادة الدور الوظيفي لها، وهذا يتوافق مع ما أشار إليه [13، 14، 12، 19، و26، 25] في دراساتهم لحساب نسب العضلات البيضاء لعدة أنواع مختلفة من الأسماك.

أشارت النتائج الخاصة بحساب نسب العضلات الحمراء، إلى اختلافات واضحة في قيم معدلاتها نسبة إلى مجاميع الطول المختلفة في أسماك *D. labrax*، حيث تراوحت نسب معدلات العضلات الحمراء في (R1) بين (0.3-0.7)، وفي المنطقة (R2) بين (0.7-1.7%)، وفي المنطقة (R3) بين (0.4-1.2%) كما موضح في الجدول، ولوحظ أن نسب العضلات الحمراء تقل كلما زاد طول الأسماك، وهذا ما أظهرته قيم معامل الإرتباط (r) التي كانت (0.567-)؛ مما يدل على وجود علاقة عكسية بين الطول الكلي والمعدل الكلي لنسب العضلات الحمراء، ويرجع ذلك لاعتماد السمكة في مراحلها المبكرة على عضلاتها الحمراء لتزويدها بالأكسجين اللازم لإتمام العمليات الإيضية، والحركة قبل أن تنمو الخياشيم بشكل جيد. [36]

كما أن معدل استهلاك الأكسجين في أسماك *D.labrax* الأصغر حجماً يكون أكثر كفاءة من معدل استهلاكه في الأسماك الأكبر في أي سرعة سباحة، وهذا يتفق مع ما أشار إليه [27] في دراسته على نفس النوع من الأسماك، والذي يعد من المراجع القليلة حول معدلات استهلاك الأكسجين في أسماك *D. labrax*. العضلات الحمراء البطيئة عبارة عن عضلات مؤكسدة وتتمثل مهمتها الرئيسة في تحريك الأسماك أثناء السباحة البطيئة والمستمرة، وبها نسبة عالية من البروتين العضلي Myoglobin، والميتوكوندريا Mitochondria، وشبكة واسعة من الأوعية الدموية التي تضمن وفرة عالية من الهيموجلوبين لكي تتحصل العضلات على كمية وافرة من الأكسجين [37]، أما الميتوكوندريا فتولد الطاقة باستخدام العمليات الهوائية، وأعدادها الكبيرة تضمن أن لا تتعب الألياف العضلية بسهولة، كما تمنع تراكم حامض اللاكتيك فيها[38]. تتطور العضلات الحمراء بشكل كبير في أنواع الأسماك التي تسبح غالباً لفترات طويلة، وبصورة مستمرة. [39]

أما النتائج الخاصة بحساب نسبة العضلات البيضاء، فقد أظهرت اختلافاً واضحاً في قيم معدلاتها بالنسبةً لمجاميع الطول المختلفة في أسماك *D. labrax*، تراوحت نسب معدلات العضلات البيضاء في المنطقة (R1) بين (13.4-20.2)، وفي المنطقة (R2) بين (2.9-20.5)، وفي المنطقة (R3) بين (2.7-12.2)، كما يوضح الجدول، ولوحظ أن نسب العضلات البيضاء تزداد كلما زادت الأسماك طولاً وهذا ما أظهرته قيم معامل الارتباط (r) التي كانت (0.567)؛ مما يدل على وجود علاقة طردية بين الطول الكلي والمعدل الكلي لنسب العضلات البيضاء، كما يدل على زيادة النمو المستمر للعضلات كلما ازدادت الأسماك طولاً، وبالتالي زيادة الدور الوظيفي لها، وتوافقت هذه النتائج مع ما أشار إليه كل من [23] في دراسته لأسماك *A. Latus* وأسماك *B. xanthopterus*؛ وكذلك مع [27] في دراسته لأسماك *D. labrax* ، فيما لم تتوافق مع النتائج التي تحصل عليها [12، 19، 26، 25] في دراستهم على أنواع مختلفة من الأسماك الأخرى، حيث ذكروا أن العلاقة كانت عكسية بين الطول الكلي والمعدل الكلي لنسب العضلات البيضاء.

يمكن أن تُرجح النتائج المتحصل عليها من الدراسة الحالية إلى اختلاف نشاط السمكة، وأسلوب حياتها التي تقضيه في البيئة التي تعيش فيها والذي يعكس نشاطها الحركي، حيث أن أسماك

D. labrax من النوع المقاتل، وتستخدم العضلات البيضاء في الحركات الفجائية التي تحتاج إليها للاندفاعات السريعة، وللتعامل مع الظروف المعاكسة مثل الإفتراس والهروب من الأعداء أثناء تعرضها للهجوم. [27]

العضلات البيضاء السريعة تمتلك بنية وعائية دموية أقل بثلاث مرات من العضلات الحمراء، فهي تحتوي على تراكيز منخفضة من البروتين العضلي Myoglobin، وهذا يعني أن إمدادات الأوكسجين الخاصة بها محدودة مما يجعلها قادرة فقط على السباحة باندفاعات قصيرة من السرعة قبل أن تتعب[10]، وتكون الميتوكوندريا في العضلات البيضاء أقل عدداً وأصغر حجماً من تلك الموجودة في العضلات الحمراء، وتشارك بشكل رئيسي في التمثيل الغذائي اللاهوائي، كما أن محتواها الدهني والجلايكوجيني أقل من الألياف الحمراء [40]، ويتضاءل الأوكسجين والجلايكوجين Glycogen في العضلات بسرعة كبيرة بحيث يتم تغذية هذه العضلات من خلال تحلل الجلوكوز المسؤول عن استنفاد الجلايكوجين وتراكم حمض اللاكتيك Lactic acid فيها؛ ولهذا السبب من المحتمل أن السباحة السريعة لا يمكن أن تستمر لفترات طويلة، ويحدث التعب فجأة لأن ذلك يتطلب قدرًا كبيرًا من الطاقة، وسرعان ما تستنفذ احتياطيات الجلايكوجين [41] ولكن إعادة تخليق الجلايكوجين والتعافي من تراكم حمض اللاكتيك؛ يمكن أن يستغرق 12 ساعة أو أكثر. [42،10]

إن توظيف العضلات البيضاء كان نوعًا ما خاصاً بالأنواع [43]. كما أشار [27] في دراسته على اسماك *D. labrax* ، إلى أن تنشيط العضلات البيضاء كان أكثر في العينات الأكبر حجماً بسبب الأيض اللاهوائي. على وجه الخصوص، يمكن أن يكون للعضلات البيضاء كتلة أكبر تصل إلى 20 مرة من كتلة العضلات الحمراء. على الرغم من هذه الاعتبارات، وعلى عكس الأنواع السمكية الأخرى المعروفة؛ أنه في أسماك *D. labrax* يكون تنشيط كل من العضلات الحمراء والبيضاء بشكل متزامن ولكن بمستويات شدة مختلفة [41]، ويمكن أن تساهم العديد من العوامل في تفسير هذه الاختلافات، مثل الحجم [44]، درجة الحرارة [45]، بروتوكولات السباحة (المدة، السرعة)، الملوحة [46]، والنظام الغذائي [47]. كما تعكس نسبة استخدام العضلات الحمراء والبيضاء الحالة الفسيولوجية للأسماك[48] والقدرة على التعامل مع الإجهاد في الوسط البيئي.[49]

جدول.1. عدد الأسماك ومتوسط الطول والوزن الكلي ومعدل نسب العضلات الحمراء والبيضاء

	معدل نسب العضلات الحمراء			المعدل الكلي لنسبة العضلات الحمراء (%)	معدل نسب العضلات البيضاء			المعدل الكلي لنسبة العضلات البيضاء (%)	متوسط الوزن الكلي (سم)	متوسط الطول الكلي (سم)	عدد العينات
	R1	R2	R3		R1	R2	R3				
المتوسط	2.84	7.34	13.68	7.95	97.16	92.66	86.32	92.05	406.3	31.66	7
الخطأ المعياري	±0.25	±2.09	±2.13	±0.56	±0.25	±2.09	±2.13	±0.56	±8.14	±0.39	

5. الخلاصة

أظهرت الدراسة أن نسب العضلات الحمراء في اسماك *D. Labrax*، كانت أقل من نسب العضلات البيضاء وتختلف باختلاف الطول في الأسماك المدروسة، حيث تتناسب الأطوال السمكية عكسياً مع نسب العضلات الحمراء، وطردياً مع نسب العضلات البيضاء، كما أن نسب العضلات الحمراء تزداد في منطقة السويقة الذيلية، وهذا يفسر أهمية هذه المنطقة في حركة الأسماك في البيئة المائية، كذلك نسب العضلات البيضاء العالية في نسيجها العضلي تعكس نشاطها الحركي؛ فهي من الأسماك التي تتحرك بسرعة كبيرة ولفترة قصيرة، كما أنها من النوع المقاتل حيث تعتمد على عضلاتها البيضاء في الحركات الفجائية التي تحتاج إليها للاندفاعات السريعة، والهروب أثناء تعرضها للهجوم، ويمكن إعتبارها ضمن مجموعة الأسماك الوثابة Sprinters fishes.

6. المراجع

1. S Al-Sarraj, E., H Janker, M., & M Al-Rawi, S. Bioaccumulation Study of Some Heavy Metals in Tissues and Organs of Three Collected Fish Species in Tigris River within Mosul City. Rafidain Journal of Science 25(2014) 43-55.
2. Eschmeyer, W. Catalog of Fishes .special publication California Academy of sciences San Francisco 3 (1998) 2905.
3. Plaut, I. Critical swimming speed: its ecological relevance. Comparative Bio-chemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology 131 (2001) 41-50.
4. Jayne, B. C. & Lauder, G. V. Are muscle fibers within fish myotomes activated synchronously

Patterns of recruitment within deep myomeric musculature during swimming in largemouth bass. Journal of Experimental Biology 198 (1995) 805-815.
5. Altringham, J. D., & Ellerby, D. J. Fish swimming: patterns in muscle function. Journal of Experimental Biology 202 (1999) 3397-3403.
6. Okagaki, T., Takami, M., Hosokawa, K., Yano, M., Higashi-Fujime, S., & Ooi, A. Biochemical properties of ordinary and dark muscle myosin from carp skeletal muscle. Journal of biochemistry 138 (2005) 255-262.
7. Coughlin, D. J., & Rome, L. C. Muscle activity in steady swimming scup, Stenotomus chrysops, varies with fiber type and body position. The Biological Bulletin 196 (1999) 145-152. doi:10.1007/s10750-006-0538-9.
8. Anttila, K. Swimming Muscles of Wild , Trained and Reared Fish. Aspects of Contraction Machinery and Energy Metabolism. PhD [dissertation] University of Oulu , Finland A526 (2009) 86.
9. Bernal, D., Donley, J. M., Mc Gillivray, D. G., Aalbers, S. A., Syme, D. A., & Sepulveda, C. Function of the medial red muscle during sustained swimming in common thresher sharks: contrast and convergence with thunni form swimmers. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology 155 (2010) 454-463.
10. Ferreira, M. S., Aride, P. H., & Val, A. L. Could resistance to lactate accumula- tion contribute to the better swimming performance of Brycon amazonicus when compared to Colossoma macropomum . PeerJ 6 (2018).
11. Nowsad, A. Structure of fish muscles and composition of fish. In Participatory Training of Trainers-A New Approach Applied in Fish Processing; Bangladesh Fisheries Research Forum: Dhaka, Bangladesh (2007) 329.
12. Hamza, Naser Merza. Study of percentage of red and white muscles in two species of bony fishes Tenualosa ilisha (Hamilton, 1822) and Cyprinus carpio (Linnaeus, 1758). Ibn AL-Haitham Journal for Pure and Applied Sciences 30 (2017) 288-296.
13. Al-Mohanna, Mohammed. Wisam. Hayder. Hassan. Estimation of percentage and diameters of red and white muscles fibers Barbus luteus (Heckle, 1843) fishes in Karbala province. Journal of kerbala university 15 (2017).
14. Oda, Yasir. W. Study Proportions and Chemical Composition of red and white muscles of Tilapia zillii and Acanthopagrus latus. Iraqi Journal of Aquaculture 12 (2015) 17-34.
15. AL-Turfi. Duaa. Habeeb. Hamza. A comparative study to determinetion of the chemical components of muscles in Arabibarbus grypus (Heckel, 1843) and the Acanthopagrus arabicus (Iwatsuki, 2003), (Master Thesis. Coll. Edu. University of Karbala. Iraq) (2022).
16. Karahmet, E., Vileš, A., Katica, A., Mlaćo , N., & Toroman, A. Differences between white and red muscle fibers diameter in three salmon fish species. Biotechnology in Animal Husbandry 30 (2014) 349-356.
17. Rabah, S. Light microscope study ofOncorhynchus kisutch muscle development. Egyptian Journal of Aquatic Research 31(2005) 303-3013.
18. Mansour, Akeil. Jameil .A comparative study of some phenotypic and histological aspects of some local fish in southern Iraq. PhD thesis, College of Education, University of Basra (2005) 145.
19. AL-Tamimi, R. S.A. A comparative study between the ratios and diameters of the red and White muscle fibers in the fishes of Luciobarbus xanthopterus(Heckel,1843) and Leuciscus vorax (Heckel,1843) In Al-HIndia River, Karbala governorate. (Doctoral dissertation, Master Thesis. Coll. Edu. University of Karbala. Iraq) (2022).
20. Al-Asadi, Zhraa. Hussein. Flayyih. A comparative study to calculate the respiratory area and the proportions of red and white muscles in Acanthopagrus arabicus (Iwatsuki, 2013), Leuciscus vorax (Heckel, 1843) and Coptodon zillii (Gervais,1848) in Holly Karbala City, (Master Thesis. Coll. Edu. University of Karbala. Iraq) (2021).
21. Al-Mohanna, Mohammed. Wisam. Hayder & Mansour Akeil. Jameil. A comparative study estimation of percentage of muscles Aspius vorax and Liza abu fishes. Journal of kerbala university 12(2014).

generalizations. Journal of Fish Biology 35 (1989) 11-20.
31. Al-Mohanna, Mohammed. Wisam. Hayder. Hassan. A comparative study estimation of percentage of muscles Acanthopagrus latus (Houttuyn , 1782) and Liza subviridis (Valenciennes , 1836) fishes in Karbala province. journal of kerbala university 15 (2017b) 220-227.
32. Kareem, H.M. Structure and develo pment of muscle in the Rainbow Trout, Salmo gairdneri and the Brown Trout, Salmo trutta. Ph.D. Thesis, University of Salford. (1986) 125.
33. Kiessling, A., Ruohonen, K. and Bjornevik, M. Muscle fibre growth and quality in fish. Arch. Tierz., Dummer- storf 49 (2006) 137 – 146.
34. Pagu, I. B., Nistor, C. E., Măgdici, E., Hoha, G. V., Barbacariu, A. C., Polenschi, C. & Păsărin, B. Research Regarding Variaion of Muscular Fiber Diameter at Rainbow Trout Differentialy Feed. Lucrări Științifice-Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară, Seria Zootehnie, 62 (2014) 74-78.
35. Priester, C. Changes in White Skeletal Muscle Structure and Function in Representative Orders of Fishes. Ph.D. Thesis (Doctoral dissertation, University of North Carolina Wilmington). University of North Carolina (2012) 105.
36. El-Fiky, N., & Wieser, W. Life styles and patterns of development of gills and muscles in larval cyprinids (Cyprinidae; Tele ostei). Journal of fish biology 33 (1988) 135-145.
37. Gladden, L. B. Lactate metabolism a new paradigm for the third millennium. The Journal of physiology 558 (2004) 5-30.
38. Peake, S. J., & Farrell, A. P. Locomotory behaviour and post-exercise physiology in relation to swimming speed, gait transition and metabolism in free-swimming smallmouth bass (Micropterus dolomieu). Journal of Experimental Biology 207 (2004) 1563-1575.
39. Elena, S. Z., Mahassine, A., Rosa, O., Casilda, N., Juana, F. L., Esther, S., ... & José Angel, P. A. Quality characteristics of dark muscle from yellowfin Tuna thunnus albacares to its potential application in the food industry. Food and Nutrition Sciences, 2011 (2011) 22-30.
22. Al-Asadi, S. M., Mansour, A. J., & Altaee, A. M. A study of the accounting of the percentages of red and white muscles and the estimation of proteins and lipids in different regions of the abu mullet, planiliza abu (heckel, 1843). Plant Arch 19 (2019) 4175-4178.
23. AL-Muhanna, M. W. Comparative study for measurement the diameter of red and white muscle fibers in two Iraqi fish Acanthopagrus latus (Houttuyn, 1782) and Barbus xanthopterus (Heckel, 1843). Plant Archives 18 (2018) 2791-2796.
24. Al-Mohanna, Mohammed. Wisam. Hayder. Hassan. A comparative study of the gills and some histological features of the skeletal muscles of the two types of Iraq Teleosts Aspius vorax, Liza abu. PhD thesis, College of Education for Pure Sciences, Karbala University134 (2015) .
25. Al-Baldawy, A. N. Z. Anatomical and chemical comparative study for skeletal muscles of the two species of Teleost fish Coptodon and Luciobarbus xanthopterus in Hindiyah river Karbala province (Doctoral dissertation, Master Thesis. Coll. Edu. University of Karbala. Iraq) (2019).
26. Al-Asadi, Fatima. Hussein. A comparative anatomical study of the respirato- ry area and the diameters of the red and white muscle fibers between two types of bony fish in Shatt al-Hindi, Karbala (Master Thesis. Coll. Edu. University of Karbala. Iraq) (2021).
27. Zupa, W., Carbonara, P., Spedicato, M. T., & Lembo, G. Modelling swimming activities and energetic costs in European sea bass (Dicentrarchus labrax L., 1758) during critical swimming tests. Marine and Fresh water Behaviour and Physiology 48 (2015) 341-357.
28. Broughton, N. M., Goldspink, G., & Jones, N. V. Histological differences in the lateral musculature of O-group roach, Rutilus rutilus (L.) from different habitats. Journal of Fish Biology 18 (1981) 117-122.
29. Bone, Q. Locomotor muscle. In Fish physiology, Vol.8 (Hoar, W. S. and Randall, D. J., eds.), London, Academic Press (1978) 361-424.
30. Pauly, D. Food consumption by tropical and temperate fish populations: some

speed and cost of transport in juvenile European sea bass (Dicentrarchus labrax). Journal of Experimental Biology 209 (2006) 3420-3428.

46. Chatelier, A., McKenzie, D. J., & Claireaux, G. Effects of changes in water salinity upon exercise and cardiac performance in the European sea bass (Dicentrarchus labrax). Marine Biology 147(2005) 855-862. doi:10.1007/s00227-005-1624-7.
47. Chatelier, A., McKenzie, D. J., Prinet, A., Galois, R. Robin, J., Zambonino, J., & Claireaux, G. Associations between tissue fatty acid composition and physiology-
ical traits of performance and metabolism in the sea bass (Dicentrarchus labrax). Journal of Experimental Biology 209 (2006) 3429-3439.
48. Lembo, G., Carbonara, P., Scolamacchia, M., Spedicato, M. T., & McKinley, R. S. Use of muscle activity indices as a relativ e measure of well-being in cultured sea bass Dicentrarchus labrax (Linnaeus, 1758). In Developments in Fish Telemetry: Proceedings of the Sixth Conference on Fish Telemetry held in Europe . Springer Netherlands (2007) 271-280 doi:10.1007/s10750-006-0538-9.
49. .Martins, C. I., Galhardo, L., Noble, C., Damsgård, B., Spedicato, M. T., Zupa, W., & Kristiansen, T. Behavioural indicators of welfare in farmed fish. Fish Physiology and Biochemistry 38 (2012) 17-41. doi:10.1007/s10695-011-9518-8.
40. Helman, G. S., Collette, B. B., Facey, D.E., & Bowen, B. WT. WT. he diversity of fishes: biology, evolution, and ecology. John Wiley & Sons2nd edition. Wiley-Blackwell. Oxford, United Kingdom (2009).
41. Carbonara, P., Corsi, I., Focardi, S., Lembo, G., Rochira, S., Scolamacchia, M., ... & Scott McKinley, R. The effects of stress induced by cortisol administration on the repeatability of swimming performance tests in the European sea bass (Dicentrarchus labrax L.) Marine and Freshwater Behaviour and Physiology 43 (2010) 283-296. doi:10.1080/10236244.2010.504046.
42. Marras, S., Killen, S. S., Domenici, P., Claireaux, G., & McKenzie, D. J. Relationships among traits of aerobic and anaerobic swimming performance in individual European sea bass Dicentrarchus labrax. Plos one 8 (2013).
43. Burgetz, I. J., Rojas-Vargas, A. N. I. B. A. L., Hinch, S. G., & Randall, D. J. Initial recruitment of anaerobic metabolism during sub-maximal swimming in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). Journal of Experimental Biology 201 (1998) 2711-2721.
44. Carbonara, P., Scolamacchia, M., Spedicato, M. T., Lembo, G., Zupa, W., & McKinley, R. S. Swimming performa- nces as a well being indicator of reared sea-bass dicentrarchus labrax (linnaeus, 1758). Preliminary results. Biologia Marina Mediterranea 13 (2006) 488-491.
45. Claireaux, G., Couturier, C., & Groison, A. L. Effect of temperature on maxim- um swimming