

Assessment of Ash Content Composition in the Muscles of Economically Important Libyan Marine Fish Species from Tripoli, Libya

Najah Nasr Al-Khatroushi ^{*1}, Randa Al-Taher Al-Bushti ², Ali Sayed Ghaniya ³,

Magda Saleh Al-Waleed ⁴

^{1,2,4} Department of Aquaculture, Faculty of Agriculture, University of Tripoli, Tripoli, Libya

³ Food and Drug Control Center, Tripoli, Libya

تقييم محتوى الرماد في عضلات الأنواع البحرية للأسماك الاقتصادية الليبية في مدينة طرابلس – ليبيا

نجاة نصر الختروشي ^{1*}، رندة الطاهر البشتي ²، علي سيد غنية ³، ماجدة صالح الوليد ⁴

^{1,2,4} قسم الزراعات المائية، كلية الزراعة، جامعة طرابلس، طرابلس، ليبيا

³ مركز الرقابة على الأغذية والأدوية، طرابلس، ليبيا

*Corresponding author: nelkhatroushi@gmail.com

Received: July 17, 2026

Accepted: September 29, 2026

Published: October 12, 2026

Abstract:

This study aims to evaluate the ash content in the muscles of six economically important marine fish species, namely sardine (*Sardinella aurita*), barracuda (*Sphyraena sphyraena*), dusky grouper (*Epinephelus costae*), red seabream (*Pagellus erythrinus*), chub mackerel (*Scomber japonicus*), and saddled seabream (*Oblada melanura*). A total of 18 specimens of each species were obtained from local fishermen at the Tripoli fish market. The mean lengths and weights were as follows: sardine (19.22 cm, 60.17 g), barracuda (32.35 cm, 122.5 g), dusky grouper (25.02 cm, 190.17 g), red seabream (20.55 cm, 119.5 g), chub mackerel (24.35 cm, 139.17 g), and saddled seabream (20.5 cm, 181.67 g). Ash content was determined using the AOAC 938.08 (2005) method, with the objective of quantifying the concentrations of major minerals (Ca, P, Mg, Na, K) and trace elements (Fe, Zn, Cu) in each species studied. The study further seeks to assess the nutritional value of these fish and to discuss the potential application of the findings in improving aquafeed formulations to ensure food safety.

Keywords: Ash content, Marine fish, Major minerals, Trace elements, Aquafeed improvement.

المخلص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم نسبة الرماد في عضلات ستة أنواع من الأسماك البحرية ذات الأهمية الاقتصادية، وهي السردين *Sardinella aurita*، المغزل *Sphyraena sphyraena*، الدوت *Epinephelus costae*، المرجان *Pagellus erythrinus*، الكواللي *Scomber japonicus*، الكحلة *Oblada melanura*. تم الحصول على ما مجموعه 18 عينة من كل نوع من الصيادين المحليين في سوق طرابلس للأسماك. وكانت متوسطات الأطوال والأوزان كما يلي: - السردين (19.22 سم، 60.17 جم)، المغزل (32.35 سم، 122.5 جم)، الدوت (25.02 سم، 190.17 جم)، المرجان (20.55 سم، 119.5 جم)، الكواللي (24.35 سم، 139.17 جم)، الكحلة (20.5 سم، 181.67 جم). وتم قياس نسبة الرماد باستخدام طريقة (AOAC 938.08, 2005)، وذلك بهدف معرفة تركيز المعادن الكبرى (Ca، P، Mg، Na، K) والعناصر النادرة (Fe، Zn، Cu) في كل نوع من الأنواع المدروسة وتقييم القيمة الغذائية للأسماك، كما تسعى الدراسة إلى إمكانية استخدام النتائج في تحسين الأعلاف في الاستزراع السمكي لضمان السلامة الغذائية.

الكلمات المفتاحية: محتوى الرماد، الأسماك البحرية، المعادن الكبرى، العناصر النادرة، تحسين أعلاف الأسماك.

المقدمة

يعد تقدير نسب الرماد في الأسماك من أهم المؤشرات الكيميائية المستخدمة لتقييم محتواها المعدني والقيمة الغذائية لها (Osibona et al., 2009)، فالرماد يمثل الجزء غير العضوي المتبقي بعد حرق الأنسجة العضوية عند درجات حرارة عالية (500-600م°)، ويحتوي على مجموعة من المعادن الكبرى مثل الكالسيوم، الفسفور، المغنيسيوم، الصوديوم، البوتاسيوم، إضافة إلى العناصر النادرة كالحديد، الزنك والنحاس (AOAC, 2000). يستخدم تقدير نسب الرماد في الأسماك كأداة لتقييم كفاءة الأعلاف المستخدمة في المزارع السمكية، إذ يعكس الرماد المحتوى المعدني الذي يحصل عليه السمك من الغذاء، فارتفاع نسبة الرماد يدل على أن الأعلاف غنية بالمعادن الأساسية مثل الكالسيوم والفسفور الضرورية للنمو وتكوين العظام (NRC, 2011). المعادن التي يمثلها الرماد ضرورية لعمليات أيضية متعددة مثل تكوين الهيكل العظمي، تنظيم التوازن الأيوني، دعم الجهاز المناعي. لذلك فإن تقدير الرماد يساعد في متابعة الحالة الصحية للأسماك وضمان نموها بشكل سليم داخل أنظمة الاستزراع (Lall, 2002). تقدير الرماد يكشف عن تراكم بعض المعادن الثقيلة مثل الرصاص، الكاديوم الناتجة عن التلوث الصناعي أو الزراعي وهذا يساعد المزارع على مراقبة جودة المياه واتخاذ إجراءات وقائية لحماية إنتاجه (FAO, 2014). ومن الناحية الاقتصادية، فإن الأسماك ذات المحتوى المعدني المرتفع تسوق كمشتقات غنية بالعناصر الأساسية، مما يزيد من قيمتها التسويقية ويعزز من الجدوى الاقتصادية للاستزراع السمكي (Huss, 1995).

طريقة العمل

تم أخذ 18 سمكة من كل نوع من أنواع الأسماك الستة المدروسة، من سوق الحوت – باب البحر في شهر يونيو لسنة 2025، ونقلت العينات المجمعة في حاوية مبردة إلى معمل الأسماك بقسم الزراعات المائية- كلية الزراعة – جامعة طرابلس، وتم ترتيبها على لوحة الترقيم وإعطاء كل سمكة رقم تسلسل خاص بها، تم قياس الطول الكلي باستخدام المسطرة لأقرب 0.1 سم، والوزن الكلي لأقرب 0.1 جم باستخدام ميزان حساس Sartorius Bp 1500، تم فرم عضلات كل نوع على حدة واستخدمت طريقة (AOAC 938.08, 2005) لتقدير نسبة الرماد في عضلات الأسماك المدروسة وذلك عن طريق وزن العينة ثم حرقها في الفرن في درجة حرارة 550م°، ومن ثم وزن البقايا المعدنية. تحسب نسبة الرماد الكلي في عينة السمك على أساس الوزن الرطب أو الجاف من خلال المعادلة التالية:

$$\text{نسبة الرماد (\%)} = \frac{W_2 - W_0}{W_1 - W_0} \times 100$$

حيث:

W_0 = وزن البوتقة فارغة ونظيفة بالجرام

W_1 = وزن البوتقة + عينة السمك قبل الحرق بالجرام

W_2 = وزن البوتقة + الرماد المتبقي بعد الحرق بالجرام.

التحليل الإحصائية:

تم تحليل البيانات باستخدام اختبار التباين الأحادي لتقييم الفروق في تباين نسب الرماد في عضلات الأسماك الستة المدروسة، واختبارها عند مستوى الدلالة $P > 0.05$ ، وكذلك اختبار توكي Tukey- HSD للمقارنات البعدية وأجريت التحاليل باستخدام برنامج SPSS

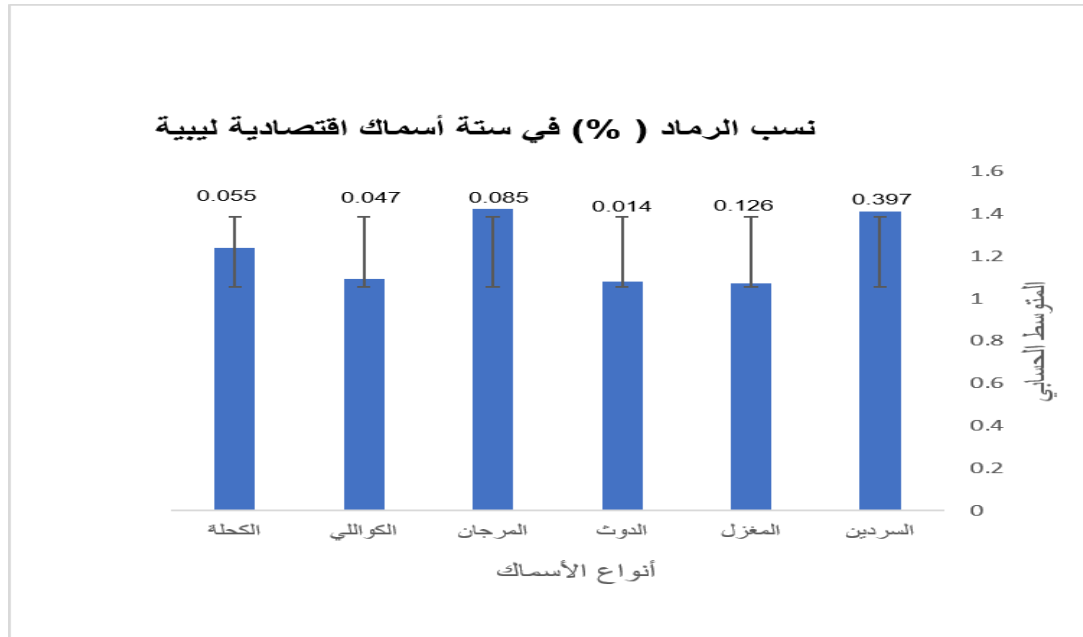
النتائج

أبرزت هذه الدراسة بأن نسبة الرماد كانت أعلى في سمك المرجان والسردين مقارنة بأنواع الأسماك الأخرى، وكانت نسبة الرماد في سمك الكحلة متوسطة، بينما كانت أقل نسب للرماد في سمك المغزل والكواللي والدوت. كما هو مبين في جدول 1، شكل 1.

وباستخدام اختبار التباين الأحادي (One Way Anova) تبين وجود فروق معنوية بين نسب الرماد بين أنواع الأسماك المدروس، وباستخدام اختبار توكي وجد بأنه توجد فروق معنوية واضحة بين المجموعات ذات القيم المرتفعة (مثل السردين والمرجان)، والمجموعات الأخرى ذات القيم المنخفضة، حيث كانت القيمة الاحتمالية $P > 0.05$. وعدم وجود فروق معنوية بين الأنواع المتقاربة في نسب الرماد (المغزل، الدوت، الكواللي، الكحلة).

جدول 1. المتوسط والانحراف المعياري لنسب الرماد في الأسماك المدروسة (%).

نوع الاسماك	المتوسط الحسابي $\pm$ الانحراف المعياري
<i>Sardinella aurita</i>	1.41 ± 0.397
<i>Sphyraena sphyraena</i>	1.07 ± 0.126
<i>Epinephelus costa</i>	1.08 ± 0.014
<i>Pagellus erythrius</i>	1.42 ± 0.085
<i>Scomber japonicus</i>	1.09 ± 0.047
<i>Oblada melanura</i>	1.24 ± 0.055



شكل 1. المتوسط والانحراف المعياري لنسب الرماد في الأسماك المدروسة (%).

المناقشة

أظهرت نتائج هذا البحث بأن نسبة الرماد في عضلات السردين المستدير 1.40%، وهي متوافقة مع ماورد في الدراسات الليبية والمتوسطة، حيث أوضح (Bufarwa et al, 2023) بأن السردين يظهر نطاقاً بين 1.38-1.45%، في ليبيا مما يعكس استقراراً نسبياً في تركيبته المعدنية.

وفي تونس سجل (Koubaa et al., 2010) قيمةً مشابهة (1.40%) مع ملاحظة تغيرات موسمية مرتبطة بدورة التكاثر. أما في المغرب فقد أظهرت دراسة (Mkadem & Kaanane, 2018) نسبة الرماد بين 1.38-1.44%، وهذا يتفق مع نتائج هذه الدراسة، وفي إيطاليا أيضاً اتفقت نتائج دراستي مع دراسة (Traina et al., 2024)، حيث أشارت بأن البحر الأدرياتيكي يحتوي على نسبة رماد بين 1.40-1.46%.

كما اتفقت نتائج هذه الدراسة مع دراسة يونانية حديثة (Nita et al., 2025) نفس النطاق تقريباً 1.40% وارتفاع نسبة الرماد في السردين المستدير نسبياً، نظراً لأن السردين يتغذى بطريقة الترشيح على الهوائم الحيوانية والقشريات، في البيئات الساحلية، فإن هذا الغذاء يزود السمكة بالمعادن الأساسية التي تتراكم في هيكلها وقشورها، وفي الأسماك الساحلية تكون عرضة للمعادن الثقيلة أكثر.

هذه التوافقات تؤكد أن السردين المستدير يظهر ثباتاً معدنياً عبر مناطق مختلفة من البحر المتوسط مع فروق ضعيفة يمكن تفسيرها بالعوامل البيئية مثل التلوث المعدني أو التغيرات الموسمية في الغذاء.

أظهرت نتائج هذه الدراسة بأن نسبة الرماد في عضلات سمك المغزل (1.07%) أقل قليلاً من تلك المسجلة في الجزائر (1.12-1.18%)، حيث درس (Bourehail & Kara, 2026) النمو والوفيات في الساحل الشرقي الجزائري وأوضحا أن النظام الغذائي المفترس لهذا النوع يرفع محتوى المعادن نسبياً. كما سجلت دراسة يونانية-تونسية (Georgoulis et al., 2025) نطاقاً قريباً (1.12-1.18%). مما يؤكد أن نتائج هذه الدراسة تقع ضمن النطاق الطبيعي مع فروق بسيطة مرتبطة بالبيئة والغذاء، ولأن أسماك المغزل والكواللي من الأسماك السطحية، حيث تتركز المعادن أقل في الماء من القاع، ولأن المغزل والكواللي تتغذى على أسماك صغيرة سريعة الحركة وغنية بالبروتين، غير أنها تفتقر إلى المعادن (Lozano, 2024).

سجلت نتائج الدراسة الحالية نسبة الرماد في عضلات أسماك الدوت (1.08%) وهذا يتفق مع نتائج دراسة ليبية حديثة (Boufarwa et al., 2023) التي سجلت نطاقاً للرماد بين 1.05-1.12%، وكذلك اتفقت مع دراسة تونسية قام بها (Ben Youssef et al., 2025) التي سجلت نسبة للرماد 1.10%، أما في الجزائر فقد أوضح (Ansel et al., 2026) أن تراكم المعادن الثقيلة في الهامور الأبيض يرفع نسبة الرماد قليلاً (1.12-1.20%)، وفي إيطاليا أكد (Traina et al., 2024) وجود نطاقاً مشابهاً للرماد (1.08-1.15%). هذا التوافق يعكس أن الوقار الأبيض يظهر محتوى معدني متوسط نسبياً، مع فروق طفيفة مرتبطة بالبيئة القاعية والتلوث المعدني، والسبب في انخفاض نسبة الرماد في سمك الدوت هو أنه يتغذى على أسماك صغيرة وقشريات ليست غنية بالمعادن الثقيلة، ولأنه يصنف كسمك دهني نسبياً وهذا يؤدي لانخفاض نسبي في نسبة الرماد. سجلت هذه الدراسة نسبة للرماد مرتفعة قليلاً في عضلات سمك المرجان، ولكنها متوافقة مع نتائج تونس (1.40-1.45%) التي سجلها (Ben Youssef et al., 2025)، وكذلك مع دراسة تونسية أخرى (Ahmad et al., 2019)، التي سجلت نفس النطاق تقريباً (1.38-1.44%)، وهذا يعكس بأن سمك المرجان من الأنواع القاعية التي تتغذى على القشريات، الرخويات، اللاقاريات، الصغيرة القاعية، هذا النظام الغذائي الغني بالكالسيوم والفسفور وغيرها من العناصر المعدنية ينعكس على تركيب جسمه وأنسجته، ولأن المرجان يعيش في القاع حيث تتراكم المعادن الثقيلة في الرواسب البحرية، مما يرفع نسبة الرماد.

في عضلات أسماك الكحلة وفق الدراسة الحالية بلغت نسبة الرماد 1.24% وهي نسبة متوسطة، تطابقت مع نتائج دراسة أجريت في الجزائر (1.20-1.28%) (Ansel et al., 2026)، وكذلك متوافقة مع نتائج دراسة إسبانية (1.22-1.30%) (Elmasri et al., 2023)، وكذلك في إيطاليا فقد أكدت وجود قيمةً مشابهة (1.23-1.29%) (Bonsig et al., 2018). تبين من هذه الدراسة بأن نسبة الرماد في عضلات سمك الكواللي 1.09% وقد اتفقت نتائج هذه الدراسة مع الدراسات المصرية (1.20-1.35%) (Allam et al., 2004)، وكذلك مع إيطاليا (1.22-1.34%) (Traina et al., 2024)، كما أوضحت دراسة حديثة (Leng et al., 2026) أن سمك الكواللي يظهر نفس نطاق الرماد في البحر المتوسط والمحيط الهادئ.

الخاتمة

يعد تقدير نسبة الرماد في الأسماك مؤشراً حيوياً وأساسياً لتقييم القيمة الغذائي، ومحتوى العناصر المعدنية للمنتج السمكي، ويعد الرماد معياراً مهماً في صناعة الحفظ والتصنيع الغذائي للأسماك. حيث تساعد مراقبة نسبته في الكشف عن أي غش تجاري، أو تلوث محتمل، أو تباين في جودة الأعلاف المستخدمة في الاستزراع السمكي. وأن لهذه الدراسة قيمة تطبيقية في مجال الاستزراع السمكي، حيث تساعد النتائج في تحسين جودة الأعلاف وضبط مكونات النظام الغذائي للأسماك المستزرعة.

التوصيات:

- 1- تعزيز الدراسات المعدنية وإجراء تحاليل تفصيلية للعناصر المعدنية الكبرى والصغرى، لتحديد القيمة الغذائية لكل نوع سمكي.
- 2- مراقبة المعادن الثقيلة السامة مثل الرصاص، الكاديوم والزنك خاصة في الأنواع البحرية، لضمان سلامة المستهلك.
- 3- الاستفادة من نتائج الرماد في تحسين تركيب الأعلاف وزيادة جودة الإنتاج السمكي.
- 4- تشجيع استهلاك الأنواع ذات المحتوى المعدني المرتفع لدعم الصحة العامة.

Compliance with ethical standards

Disclosure of conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

المراجع

- Ahmed, M., Ben Youssef, S., & Traina, A. 2019. Mineral composition and proximate analysis of Sparidae species in Tunisian waters. *Mediterranean Marine Science*, 20(1): 45-53.
- Allam, S.M., Khalil, M.T. & El-Sayed, A. F. M. 2004. Chemical composition of some Mediterranean fish species from the Egyptian coast. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries* (2): 123-135.
- Ansel, D., Bourehail, A., A., & Kara, H. 2026. Heavy metals and proximate composition of Sparidae or Serranidae fishes from Algerian coast. *African Journal of Marine Biology*. 14(3):210-222.
- AOAC (2000). *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 17th Edition. AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, USA.
- Ben Youssef, S., Ahmed, & Traina, A. 2025. Mineral composition of Sparidae species in Tunisian and Italian waters. *Mediterranean Marine Science*. 21(1):55-64.

- Bonsig, M., Elmasri, R., Georgoulis, D. 2018. Comparative study of proximate composition in *Diplodus* and *Oblada* species from western Mediterranean. *Italian Journal of Fisheries science*. 12(4): 301-310.
- Bourehail, A. & Kara, H. 2026. Growth and Mortality of *Sphyraena sphyraena* in Eastern Algerian waters. *Journal of Applied Ichthyology*. 42(2): 178-185.
- Bufarwa, S., El - Hadi, A., & Zreq, S. (2023). Chemical composition of marine fish species from Libyan waters. *Journal of Marine Biology*. 12(3):45-56.
- El-masri, R., Georgoulis, D., & Lozano-Bilbao, P. 2025. Nutritional composition of *Oblada melanura* in the Mediterranean basin *Spanish Journal of Marine Research*. 15(2):95-104.
- FAO, 2014. The state of world fisheries and Aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Georgoulis, D., El-Masri, R., & Lozano-Bilbao. 2025. Comparative proximate composition of Mediterranean sparide fishes with emphasis on *Pagellus erythrinus* and *Oblada melanura*. *Mediterranean Aquaculture Review*. 9(1):55-67.
- Huss, H. H. 1995. Quality and Quality changes in fresh fish. FAO Fisheries. Technical Paper No. 348, Rome.
- Koubaa, A., Abdelmouleh, A., Hammami, M., Boaaïn, A. 2010. Seasonal variation in chemical composition of *Sardinella aurita* from Gulf of Gabès Tunisia. *Food chemistry*. 119(2): 439-445 .
- Lall, S. P. 2002. The minerals in: Halver, J. E. & Hardy, R. W(eds). *Fish Nutrition*, 3rd Edition. Academic Press, San Diego, PP 259-308.
- Leng, J., Ozogul, Y., & Traina, A. 2026. Mineral and proximate composition of *Scomber japonicus* in The Mediterranean and North Pacific. *Journal of Food Chemistry*. 410, 135-142.
- Lozano-Bilbao, E., Ansel, D., Kara, H., & Celleagues. 2024. Temporal variation of heavy metals and ash content in *Sardinella aurita* and *Scomber colias* from The Canary Islands. *Environmental and anthropogenic influences. Regional studies in Marine Science*. 65, 103-118. Elsevier.
- Mkadem, F., & Kaanane, A. 2018. Seasonal changes in proximate composition of *Sardinella aurita* in Moroccan Atlantic waters. *African Journal of Marine Science*. 40(2):123-132.
- NRC, 2011. Nutrient Requirements of fish and shrimp National. Academic press . Washington, DC.
- Nita, A., Georgoulis, D., Elmasri, R. & Lozano -Bilbao, P. 2025. Proximate composition of *Sardinella aurita* from Euboean Gulf, Greece. *Journal of Applied Ichthyology*. 41(5): 765-773.
- Osibona, A. O., Kusemiju, K. & Akonde, G. R. 2009. Nutrient composition and fatty acids profiles of some commercially important fishes in lagoons , Nigeria. *Journal of Marine Science and Technology*, 17(1), 45-52.
- Traina, Ben Youssef, S. & Ahmed, M. 2024. Proximate analysis of Mediterranean fish species and Tunisian waters. *Mediterranean fisheries Journal* .11(2):67-79.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **AJAPAS** and/or the editor(s). **AJAPAS** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.