

التمييز بين الأسماك المستزرعة وأسماك المياه المفتوحة، *Liza* و *Sparus aurata*

aurata، باستخدام التحليل المورفولوجي الهندسي

علاء محمود المنصوري¹ ابراهيم محمد الجاروي¹ عبدالغني عبدالفتاح كلوش² احمد عطية المنصوري¹

¹ قسم الانتاج الحيواني- كلية الزراعة - جامعة عمر المختار

² قسم الموارد البحرية- كلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة - جامعة عمر المختار

alaa.mahmoud@omu.edu.ly * corresponding author

الملخص

تهدف هذه الدراسة في تقييم التأثيرات المتبادلة بين الاستزراع والموقع الجغرافي على الشكل الهندسي لسمكتي القاجوج *sparus aurata* والبوري من نوع *Liza aurata* من موقعين مختلفين التمييز وعين الغزالة الواقعين علي خط الساحل الشرقي لدولة ليبيا، وذلك من خلال تحليل مجموعة من القياسات والمعالم المظهرية المتمثلة في 23 سمة مظهرية للسمكة ومنها الطول الكلي للجسم والطول القياسي وطول الرأس وعرض الجسم الخ، كشفت هذه التحليلات عن ملامح شكلية مميزة لكل مجموعة، مما يشير إلى أن الشكل الهندسي يمكن استخدامه كأداة فعالة للتمييز بين الأسماك التي تعيش في بيئات مختلفة وتتعرض لضغوط انتقائية مختلفة داخل النوع الواحد وايضاً ما بين الأنواع كما في الأسماك موضع الدراسة التي تعتبر من نوعين مختلفين أي انها غير متشابهة في الشكل، حيث بينت نتائج البحث عن وجود فروق ذات دلالة احصائية ($P < 0.05$) بين مجاميع أسماك المياه المفتوحة والمستزرعة للأشكال المظهرية حيث كانت الفروق واضحة وكبيرة بين مجاميع اسماك البوري عنها في اسماك القاجوج التي اظهرت ايضاً اختلافات بسيطة وصغيرة ، يُقترح تطوير تطبيق ذكي للهواتف المحمولة يمكنه تحليل صور الأسماك وتحديد أصلها بناءً على الشكل الهندسي، مما يسهل عملية الرقابة على الأسواق.

الكلمات المفتاحية : النمط الظاهري - الشكل الهندسي - الأستزراع السمكي - المورفو مترية- الأسماك البحرية- أسماك المزارع- القاجوج - البوري الذهبي

Distinguishing between farmed and open-water fish, *Sparus aurata* and *Liza aurata*, using geometric morphological analysis

Alaa M. Al-mansouri¹ Ibrahim M. Al-Jarari¹ Abdul A. Ghani Al-Kaloush² Ahmad A. Al-mansouri¹

¹Animal Production Department - College of Agriculture - Omar Al-Mukhtar University

² Marine Resources Department - College of Natural Resources and Environmental Sciences - Omar Al-Mukhtar University

Abstract

This study aims to evaluate the mutual effects between farming and geographical location on the geometric shape of the two fishes, the gajog (*Sparus aurata*) and the mullet (*Lisa aurata*) from two different locations, Al-Tamimi and Ain Al-Ghazala, located on the eastern coast of Libya, by analyzing a set of measurements and morphological features represented by 23 external features of the fish, including the total body length, standard length, head length, body width, etc. These analyses revealed distinctive morphological features for each group, indicating that the geometric shape can be used as an effective tool to distinguish between fish that live in different environments and are exposed to different selective pressures within the same species and also between species, as in the fish under study, which are considered to be of two different species, meaning that they are not similar in shape. The results of the research showed the existence of statistically significant differences ($P < 0.05$) between groups of open water and farmed fish in terms of morphological shapes, as the differences were clear and large between groups of mullet fish compared to gajog fish, which also showed simple and small differences. It is proposed to develop a smart mobile application that can analyze fish images and identify their origin based on geometric shape, facilitating market monitoring.

key words: Phenotype, geometric shape, marine fish, Farmed fish, Morphometric, *sparus aurata*, *liza aurata*

1-المقدمة

ان استمرارية حياة أي كائن حي تقترب بتداخل عاملين يمثل الاول العامل الوراثي بينما يمثل الثاني العامل البيئي، ويحدد هذا التداخل شكل الكائن الحي في مدة زمنية كما يحدد ما سيكون عليه هذا الكائن الحي في المستقبل، ولتسهيل فهم هذه الناحية اقترح العالم الوراثيالدانماركي (Johannsen سنة 1911م) مصطلحي

الطرز الوراثي Genotype والطرز المظهري Phenotype

حيث أن الأسماك تختلف اختلافاً كبيراً في أشكالها المظهرية، وذلك يرجع الي أن الشكل المظهري هو نتيجة التركيبة الوراثية للأسماك (Philipp and Whitt .,1991; Youngson et al., 1991)، وتأثير البيئة التي تعيش فيها إضافة للتداخل بين الوراثة والبيئة مما يجعل من الصعب تحديد سبب الاختلافات المظهرية بينها .

أن الأسماك التي يتم تربيتها في المزارع تتعرض لبيئات مختلفة وكثافات تخزين وأنظمة تغذية مختلفة مقارنة بأسمك المياه المفتوحة ، فقد تم تطوير العديد

تلعب البيئة دورا مهما في تحديد الانماط المظهرية والسلوكية للأسماك (Fleming and Einum.,1997)، وقدرة الاسماك علي التشكل طبقاً للبيئة التي تعيش فيها (Pakkasma.,2000) (Wootton.,1994؛).

ولا شك ان الظروف التي تعيش فيها الاسماك المستزرعة من ناحية التغذية والكثافة العددية والأفتراس والمنافسة فيما بين النوع الواحد لا تتشابه مع ظروف البيئة البحرية فينعكس هذا علي الصفات البيولوجية للسمة بشكل واضح علي المظهر الخارجي (Einum and Fleming.,2001) .

ومن التقنيات للتمييز بين أصل أسماك المياه المفتوحة أو التي يتم تربيتها في المزارع. تقوم هذه التقنيات بقياس الاختلافات بين الجينات والخصائص الكيميائية وتركيبات الأحماض الدهنية والملوثات والنظائر المستقرة والشكل والخصائص الحسية (Arechavala-Lopez et al.,2013) .

يعد تحليل الشكل الهندسي أداة فعالة لدراسة الخصائص المظهرية والتغيرات الهيكلية في الكائنات الحية، بما في ذلك الأسماك. وذلك لأن طرق القياس الهندسي الشكلي تعتبر حديثة وأنها تستطيع تقدير الشكل بشكل أفضل لأنها تحلل الهندسة بين مواقع جميع المعالم في وقت واحد بدلاً من المسافات الخطية بين مسافات المعالم ويتيح دراسة الأنماط والسمات الدقيقة لهذه التراكيب.

أوضح (Parsons et al.,2003) في دراسة له لتمييز الاختلافات بين سمكتي *Amphilophus citrinellus* و *A. zaliosus* باستخدام تحاليل الشكل الهندسي للمعالم الخارجية للجسم بأن القياسات الشكلية الهندسية يمكن أن تكون طريقة أكثر فعالية لتحليل وتفسير شكل الجسم، ولكن يمكن أيضاً الاعتماد على الأساليب التقليدية لتوفير أدلة إحصائية على الاختلافات في الشكل.

وجد (Regmi et al., 2021) في بحث له للمقارنة بين المعالم المظهرية لأسماك البحرية والأسماك النهرية لـ 3 أنواع *S. nepalensis* ، *S. progastus* ، *Schizothorax* بواسطة التحليل الهندسي المورفولوجي كانت سمكة *S. nepalensis* مميزة مورفولوجيا ما بين المجاميع الأخرى أيضاً سمكة *Schizothorax* التي اظهرت فروق معنوية.

بين (Arechavala-Lopez, et al 2012) بأن هناك اختلافات كثيرة بين اسماك الشبص الاوربي والقاجوج المزرعية والبحرية من حيث الكتله والطول القياسي وكانت اوضح في الافراد الاكبر حجماً من الأصغر حجماً .

تم استخدام التحليل الهندسي للمعالم الخارجية من قبل (Dwivedi., 2020) علي 3 انواع من أسماك الشبوط الهندي للتمييز بين المصادر المفتوحة و المرباه تحت ظروف الأسر نتج تحليل الوظيفة التمييزية 13 (DFA) متغيراً تمييزياً في تحديد الأنواع الثلاثة. كانت المسافة المورفولوجية القائمة على المعالم بين أصل الزعنفة الظهرية والنهاية الخلفية للعين هي السمة الأكثر أهمية في التمييز بين الأنواع الثلاثة وما بين المجاميع .

قام (Çoban et al., 2008) بدراسة علي سمك *Sparus aurata* لقياس الفرق بين بعض المعالم الظاهرية لعشائر المستزرعة و البحرية عن طريق تحليل الشكل الهندسي و اوضح لم يتم العثور على فروق ذات دلالة إحصائية من حيث الشكل الهندسي بين الأسماك التي يتم صيدها من البحر والأسماك المستزرعة .

قام (Talijančić ., 2019) ببحث وتم استخدام الصفات المورفولوجية والفيزيولوجية البيئية لأسماك *Sparus aurata* ، بين المجاميع البحريه والمزارع البحرية لتقييم درجة التكيف المظهرى للأنواع مع بيئاتها الخاصة كشفت القياسات الشكلية الهندسية عن تمايز واضح في شكل الجسم بين الأنواع حيث لوحظت اختلافات كبيرة في شكل الرأس ومنطقة الجسم الأمامية للأسماك حيث كانت اكبر في المزرعية عن البحرية.

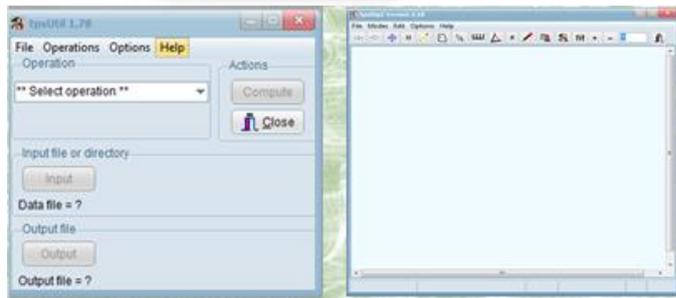
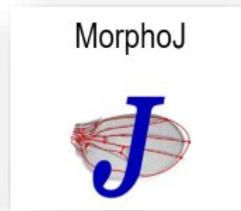
1- المواد وطرق البحث

1.2. عينات الاسماك

جمعت عينات اسماك القاجوج *sparus aurata* والبوري من نوع *Liza aurata* المزرعية والبحرية من اكثر من موقع لنقاط بيع الاسماك المتوفرة بها أسماك المزارع والأسماك البحرية حيث تم تجميع 200 عينة أسماك (25 لكل نوع ولكل من المستزرع و البحري) بدء التجميع من شهر نوفمبر وامتدت الي شهر ديسمبر لسنة 2022م ونقلت الي المعمل بصناديق حفظ مبردة بالثلج أجريت هذه الدراسة في معمل الاسماك والاحياء البحرية ، قسم الانتاج الحيواني، كلية الزراعة والموارد البحرية، جامعة عمر المختار ، مدينة البيضاء - ليبيا .

2 . 2 . برامج التحليل

تم استخدام برنامج Morphoj (صورة 1) لتحليل الشكل الهندسي للمظهر الخارجي للجسم.



(صورة 1)

3 . 2 . خطوات العمل

في هذه الدراسة تم استخدام كاميرا رقمية لالتقاط صور العينات تم تثبيتها علي حامل ثلاثي القوائم لجعل الكاميرا مستقرة ويكون البعد موحد خلال عملية الحصول علي الصورة ودونت الملاحظات المتعلقة بالشكل الخارجي.

يتم إجراء التحليل الهندسي المورفومتري لتحديد الاختلافات المورفولوجية أو الاختلافات المتعلقة بالظروف البيئية يسمح بالتحليل الدقيق والمفصل لتغير الشكل الخارجي في الكائنات الحية على أساس مواضع المعالم التشريحية المتماثلة أو أشكال الخطوط العريضة حيث تسمح طرق الشكل الهندسي أيضاً بعرض النتائج في أشكال ومخططات بحيث يمكن مقارنة التغيرات في الشكل بناءً على المسافات والزوايا والنسب المقاسة.

تم تصوير ما مجموعه 200 سمكة من الجانب الأيسر على خلفية بيضاء و تم تصنيف العينات حسب منطقة الدراسة والأنواع تم إجراء تحليلات للصور لتحديد المعالم ، واختيارها لتحديد الشكل الخارجي العام للأسماك تم ترقيم 23 معلماً المتمثلة في (الطول الاجمالي - الطول القياسي - الطول الشوكي - طول الرأس - عرض الجسم - عرض الرأس - طول البطن - طول السويقة الذيلية - عرض السويقة الذيلية - قطر العين - طول ما قبل العين - طول ما بعد العين - طول الجذع - طول الخطم - طول قاعدة الزعنفة الظهرية - طول زعنفة الحوض - طول قاعدة الزعنفة الشرجية - طول الزعنفة الذيلية - طول الزعنفة الصدرية - طول اطول شوكة زعنفة ظهرية - طول الشوكة الاخيرة للزعنفة الظهرية - طول اطول شوكة زعنفة شرجية - طول اخر شوكة زعنفة شرجية) لتمييز النقاط المتماثلة وقياسها باستخدام البرنامج 2.17 tps DIG الذي يعتبر برنامج متخصص في وضع النقاط المرجعية علي الصور الرقمية ثم استخدم tps SMALL وهو برنامج مصمم لتحليل البيانات التي تم الحصول عليها من برنامج TPSDig. يقوم بحساب التباين بين العينات ويوفر مجموعة من الإحصائيات والرسوم البيانية التي تساعد في تفسير النتائج والتأكد من التباين في الشكل الخارجي بين العينات , (Rohlf., 2009) تم تحويل المعالم إلى إحداثيات شكل بواسطة تراكب Procrustes (Rohlf and Slice.,1990).

وباستخدام برنامج MorphoJ v.1.05 (Klingenberg,2011) وبالتالي إزالة المعلومات حول تحديد المواقع والتوجيه من الإحداثيات الأولية ، وتوحيد كل عينة إلى وحدة حجم النقطة الوسطى تم استخدام تحليل المكونات الرئيسية (PCA) لفحص تباين المتغيرات المتعددة داخل عينة واحدة وذلك بقياس البيانات لضمان أن جميع المتغيرات لها نفس التأثير على التحليل و تُحسب مصفوفة التباين لقياس العلاقة بين كل زوج من المتغيرات يتم اختيار عدد معين من المكونات الرئيسية التي تشرح

معظم التباين في البيانات يتم تحويل البيانات الأصلية إلى نظام إحداثيات جديد حيث المحاور هي المتجهات الذاتية.

غالبًا ما يتم استخدام PCA أيضًا للتحليل الاستكشافي الأول لمجموعة بيانات أكبر تتكون من عدة عينات ، حيث يمكن أن توفر انطباعًا مرئيًا عن الاختلاف العام .

وتم استخدام برنامج Morphoj المقسم الي عدة مراحل من التحليل:

1. Relative warp analysis (RWA)
2. Principal component analysis (PCA)
3. Canonical variate analysis (CVA)
4. Discriminant function analysis (DFA)



التعبير الرياضي:

- ليكن X مصفوفة بيانات حيث يمثل كل صف ملاحظة وكل عمود يمثل متغيرًا.
- تحسب مصفوفة التباين Σ على النحو التالي: $\Sigma = (1/n) * X^T * X$
- تحليل القيم الذاتية لـ Σ : $\Sigma = V * \Lambda * V^T$

(V مصفوفة المتجهات الذاتية (المكونات الرئيسية)

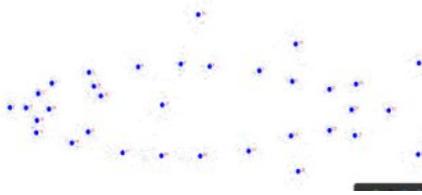
(Λ مصفوفة قطرية للقيم الذاتية)

2- النتائج والمناقشة:

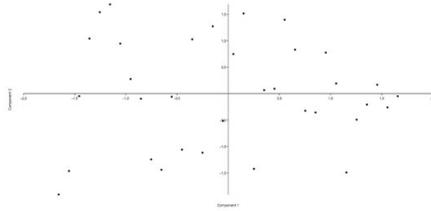
(تناسب بروكرست (Procrustes Fit) :

تم التقاط الصور للعينات بشكل فردي مع مراعاة شدة الاضاءة لتجهيزها للخطوة التالية وهي ازالة خلفية الصورة والاحتفاظ بالمجسم فقط وتم نقل تنسيقها حسب الترقيم إلى نظام الإحداثيات العام (تقريب شكلين أو أكثر من بعضهما البعض قدر الإمكان)، تعمل البروكروستس على محاذاة الأشكال وتقليل الاختلافات بينها لضمان قياس الاختلافات الحقيقية فقط في الشكل بين المجموعات وبين المناطق البيئية المختلفة فيما بين الاسماك البحرية والاسماك المستزرعة (عين الغزالة والتميمي)، في هذه الدراسة تم تحميل البيانات الخاصة بكل جسم لكل عينة من عينات الاسماك لكل نوع حسب البيئات المختلفة أي إحداثيات x و y الأولية للمعالم في (MorphoJ 1.02) وتم حساب إحداثيات الشكل عن طريق إجراء تحليلات Procrustes العامة تسمى "Procrustes fit" في MorphoJ .

حيث يبين الشكل الناتج عن نظام التراكب Procrustes fit الاختلاف بين الترتيم والمعالم التي تمت على كل عينة من عينات الدراسة ويعطي الفرق والتباين بين العينات في المعالم ككل بحيث بين الشكل الناتج والفرق والاختلاف بشكل بصري بشكل عام.



شكل (1) الإحداثيات الديكارتية الـ 23 للمعالم الموجودة على جسم السمكة



شكل (2) يشير إلى تحليل المكونات الرئيسية حسب البيانات المختلفة إحداثيات x و y الأولية للمعالم وتشير

النسب المئوية في تسميات المحاور إلى مقدار التباين الذي يمثله كل محور

تم تحديد النقاط التشريحية من ملف TPS باستخدام TPSDig ، الإصدار 1.40 لتسهيل التحليل الإحصائي للبيانات التاريخية من الصور الرقمية (الشكل 2) تم تصدير البيانات التي تم الحصول عليها في TPSDig ، والتي تمثل موضع إحداثيات كل نقطة تشريحية في الخطة الديكارتية، إلى برنامج MorphoJ للتحليلات المورفومترية أتاحت هذه البيانات إجراء عمليات التداخل والتناسب والتدوير لتقييم التباين بين مجتمعات الدراسة الأربعة ، تم إجراء التحليلات الإحصائية للعينات السمكية متعددة المتغيرات Procrustes Fit ، وتحليل المكونات الرئيسية، وتحليل الوظائف التمييزية) على بيانات القياسات الشكلية الهندسية التي تم جمعها من نفس مجموعة العينات المأخوذة من اثنتين مناطق بيئية مختلفة) .

وذلك من مجموعه 200 من عينات الاسماك (البوري - البحري) من منطقتين عين الغزلة والتيمي تم تصوير الأسماك من الجهة اليمين لكل سمكة على حدى وعلى خلفية بيضاء باستخدام مسطرة، وباستخدام كاميرا رقمية مثبتة على حامل ثلاثي القوائم بنفس الارتفاع، مع نفس درجة التكبير (الزوم)

للتحليل المورفومتري الهندسي للشكل الخارجي لعينات الاسماك حسب الانواع و تم تصنيف العينات حسب منطقة الدراسة والأنواع تم إجراء تحليلات الصور لتحديد المعالم التي تم اختيارها لتحديد الشكل الخارجي العام للأسماك (23) من المعالم تمت لترقيم المعالم التي تحدد النقاط المتجانسة (الشكل 3) وقياسها باستخدام البرنامج tpsDIG 2.17 تم استخدام tpsSMALL للتأكد من أن التباين في الشكل بين العينات لم يكن كبيراً جداً بين من البحري والمستزرع لكل من البوري والقاجوج لاستخدام الأساليب الإحصائية التي تستخدم تقريب مساحة الظل (مثل طرق الشريحة الرقيقة)، تم تحويل المعالم إلى إحداثيات الشكل عن طريق تركيب Procrustes (Rohlf and Slice, 1990)، باستخدام برنامج MorphoJ v.1.05 (Klingenberg., 2011).

تم استخدام تحليل المكون الرئيسي (PCA) لفحص تباين المتغيرات المتعددة داخل عينة واحدة غالباً ما يُستخدم PCA أيضاً لإجراء تحليل استكشافي أولي لمجموعة بيانات أكبر تتكون من عدة عينات، حيث يمكن أن يوفر انطباعاً مرئياً عن التباين الإجمالي المكونات الرئيسية غير مترابطة مع بعضها البعض وتمثل أقصى قدر ممكن من الاختلاف والتباين للشكل الهندسي.

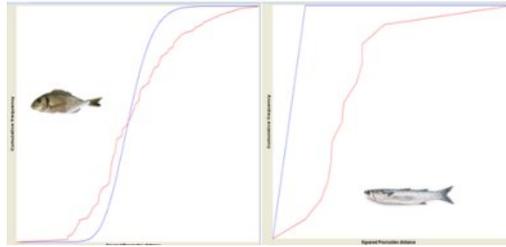
تم تقييم أهمية الاختلافات في الشكل من خلال تحليل الوظيفة التمييزية (DFA) المحسوب على مصفوفة الإعوجاج الجزئي، باستخدام MorphoJ يستخدم DFA مجموعة محددة مسبقاً من الكائنات ويحدد إلى أي مدى يمكن للمصفوفة أن تشرح هذا التجميع بكفاءة يسمح تحليل المتغيرات الكنسي (CVA) في MorphoJ بتحديد ميزات الشكل التي تميز بشكل أفضل بين المجموعات المحددة، ويتضمن إجراء التحقق من صحة الإجازة لمرة واحدة (1000 التباديل) لتقييم موثوقية التصنيفات.

باستخدام التحليل التمييزي قمنا بمقارنة أشكال الجسم بين نوعي الاسماك في منطقتي الدراسة تم حساب قيم الدالة التمييزية لكل الانواع الاسماك حسب مناطق الدراسة ، يمكن للوظيفة التمييزية أن تفصل بين المجموعتين دون أي تداخل (باستخدام 10000 التباديل) تم حساب الدرجات التمييزية بحيث يتم تحديد عتبة التصنيف لمجموعة واحدة أو أخرى بقيمة صفر يُظهر تحليل المتغيرات في منطقتي الدراسة.

البحث عن القيم المتطرفة Find Outliers

تُظهر اللوحة السفلية رسماً تخطيطياً للتوزيع التراكمي لمسافات العينات الفردية من الشكل المتوسط للعينة بأكملها، المنحنى الأزرق هو المنحنى المتوقع للتوزيع الطبيعي متعدد المتغيرات الملائم

للبيانات، في حين أن المنحنى الأحمر هو توزيع المسافات في مجموعة البيانات اعتمادا على العلاقة بين أبعاد البيانات وعدد العينات في مجموعة البيانات، يتم استخدام مسافة Procrest حيث هي مقياس لانحراف الشكل مؤشرا على مدى الاختلاف والتباين الفرد مقارنة بالآخرين في العينة. يؤخذ هذا الرسم البياني فقط كدليل تقريبي لجودة البيانات حيث توضح البيانات مع التوزيع الطبيعي للمعالم للعينات ومدى المتغيرات في الشكل الخارجي ، حيث ان مجموعات البيانات المورفومترية لأشكال الجسم بين الانواع داخل البيئات تختلف فيما بينها .



شكل (3) المسافة المربعة بين النقطتين المركزيتين توضح الانحراف عن الشكل المتوسط بين اسماك البوري 1 والقاجوج 2

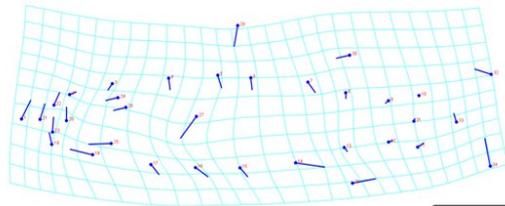
Relative warp analysis (RWA)

تحليل الاعوجاج النسبي

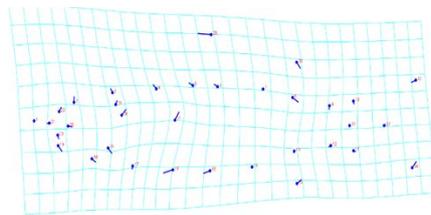
لقد بحثنا في بعض الاحتمالات لتصوير تغيرات الشكل، غالبًا باستخدام شريحة الصفائح، الرقيقة ولجعل تغيرات الشكل أكثر وضوحًا، تم استخدام شرائح رقيقة لرسم شبكات التحويل، والتي توضح اختلاف الشكل عن الشكل المتوسط في العينات (الشكل 5)، أظهرت البيانات المقدمة اختلافًا في الشكل بين نوعين الاسماك من كل البوري والقاجوج في مناطق الدراسة، ويمكن ملاحظة ذلك من خلال تشتت النقاط المتعلقة بالعينات الموجودة في الشكل، أنتجت المعالم 23 عدد 2 شبكات انحرافات نسبية، واحدة لكل نوع بحيث كانت الاولى للمقارنة بين نوع سمكة البوري المستزرع والبحري والشبكة الانحرافات الثانية بين عينات اسماك القاجوج المستزرعة والبحرية، تشير شبكات الإعوجاج الافتراضية إلى أن العينات التي تم الحصول عليها من موقع معين في المحاور قد تقدم إعوجاجات تختلف بين عينات الاسماك المزرعة وعينات الاسماك البحرية في كلا النوعين (البوري و القاجوج)، تم تحديد

اثنين من شبكات الانحراف بحيث تبين مدى الاختلاف والتباين داخل النوع حسب بيئة المعيشة (الشكل 5 ، 6).

قدمت هذه البيانات شبكات انفتال نسبية أكثر اتساعاً عند الامتداد من الجهة الامامية لشكل الجسم في عينات اسماك البوري مما يشير إلى أن عينات من هذه المجموعات لها شكل جسم أوسع نسبياً في عينات اسماك المزرعة عن اسماك البحرية في الشبكات الانحراف عند المقارنة بين الاسماك المستزرعة والبحرية حيث تفوقت السمكة المزرعية من حيث عرض الرأس وعرض الجسم وطول الرأس وفي قطر العين ومنطقة ما قبل وما بعد العين ، مما يشير إلى أن عينات تقدم شكل جسم أضيق في عينات اسماك البحرية في مواقع الدراسة المختلفة، بشكل عام تشير البيانات الموضحة لشبكات الالتواء النسبية لأسماك القاجوج المزرعة والبحرية إلى أن جميع العينات كانت بنفس الشكل الظاهري وهناك اتساع نسبياً في جسم الاسماك من الناحية الوسطى في عينات اسماك المزرعة عن العينات البحرية من حيث عرض الجسم وطول الجذع وطول البطن ، من ناحية أخرى فإن جميع عينات المواقع لها نفس الشكل ،ولكن تختلف من ناحية الابعاد وانحراف المعالم حسب النوع والبيئة أظهرت الشرائح الرقيقة وجود اختلافات كبيرة في شكل الجسم بين أنواع البيئات والانواع المختلفة، وكشف تصور الاختلافات في الشكل أن الرأس والجذع والبطن كانت الأجزاء الأكثر تغيراً في شكل الجسم بين الأنواع المستزرعة والبحرية في كلا السمكتين القاجوج والبوري .



شكل (4) شبكات الانحراف لأجسام سمكة البوري



شكل (5) شبكات الانحراف لأجسام سمكة القاجوج

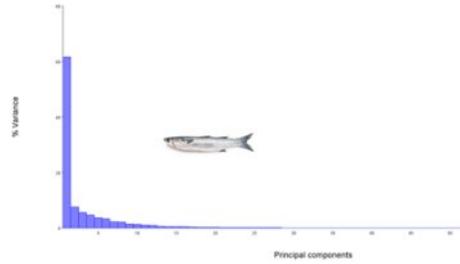
تحليل المكون الرئيسي (PCA) Principal component analysis

تحليل المكون الرئيسي (PCA) هو أسلوب يستخدم للتأكد على التباين بين المجموعات وإبراز أنماط قوية في مجموعة البيانات غالبًا ما يتم استخدامه لتسهيل استكشاف البيانات وتصورها، يعتبر PCA عمومًا إجراء تخفيض متغير تظهر البيانات (الشكل 7، 8)، معبرًا عنها كنسبة مئوية من إجمالي التباين، أن القيم التباين والاختلاف تنخفض من 29% إلى 5% بين مكونات رئيسية، بالنسبة لنوع القاجوج هناك انخفاض سريع في الفروق وبناء على ذلك، يمكننا أن نركز في الغالب على المكونات الرئيسية الأربعة الأولى لاحظنا أن الجزء الأكبر من التباين الإجمالي يتم تناوله بواسطة المكونات الرئيسية لقياس التباين داخل الأنواع في البيئات المختلفة في مناطق الدراسة (الشكل 7، 8)، ولذلك، فإن المكونات الرئيسية الأربعة الأولى تمثل ملخصًا جيدًا إلى حد معقول للتنوع في مجموعة البيانات بأكملها في عينات أسماك القاجوج في البيئات المزرعية والبحرية (الشكل 8) من حيث الشكل الظاهري ويبلغ التباين الموضح بالمحور الأول 29%، وبالمحور الثاني 27%، وبالمحور الثالث 15%، وبالمحور الرابع 10% وبنسبة تراكمية 81% للمكونات الأربعة الأولى.

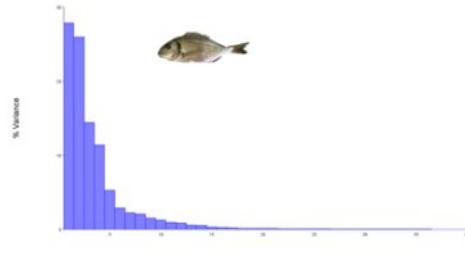
تظهر البيانات (الشكل 7)، للتباين في عينات أسماك البوري في بيئات الدراسة المختلفة، أن القيم التباين والاختلاف تنخفض من 60% إلى 10% بين مكونات رئيسية بالنسبة لنوع البوري هناك انخفاض في المكونات الرئيسية، ولكن بعد ذلك تتضاءل القيم تدريجيًا عليه نركز في الغالب على المكونات الرئيسية الثلاثة الأولى ويبلغ التباين الموضح بالمحور الأول 60%، وبالمحور الثاني 5%، وبالمحور الثالث 4% وبنسبة تراكمية 69% للمكونات الثلاثة الأولى.

يتم توسيع توزيع البيانات بشكل أكبر في التي لديها تباين أكثر انتشارًا بين نقاط البيانات، مما يعني أن هناك تباينًا أكبر في شكل الجسم يحتوي على توزيع أصغر للبيانات، مما يعني أن لديه اختلاف أقل في الشكل، أظهر PCA تداخلًا طفيفًا في التشكل بين أسماك القاجوج في البيئات المختلفة (الشكل 9). وبما أن العديد من أنواع الأسماك البوري في البيئات المزرعية والبحرية تظهر اختلافات شكلية بين الموائل (الشكل 9)، استخدام PCA أيضًا لفحص الاختلافات الشكلية بين مواقع النوعين، توضح هذه الدراسة أن زوجين من الأنواع يتبعان استراتيجيات مختلفة بين الموائل المزرعة والبحرية

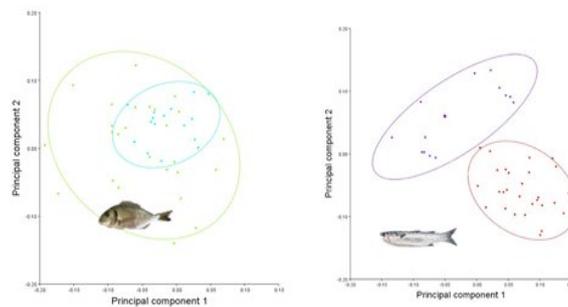
على وجه الخصوص، يتداخل في جميع مناطق الدراسة في أنواع القاجوج ، بينما يختلفان بشكل كبير فيما يتعلق بشكل الجسم في المناطق البحرية والمزرعية (الشكل 9).



شكل (6) منحنى التباين والاختلاف في مجموعات سمكة البوري لدالة المكون الرئيسي (PCA)



شكل (7) منحنى التباين والاختلاف في مجموعات سمكة القاجوج لدالة المكون الرئيسي (PCA)



شكل (8) مخطط يبين مدى التداخل بين المجموعات البحرية والمزرعية لنوعي الاسماك لدالة المكون الرئيسي (PCA)

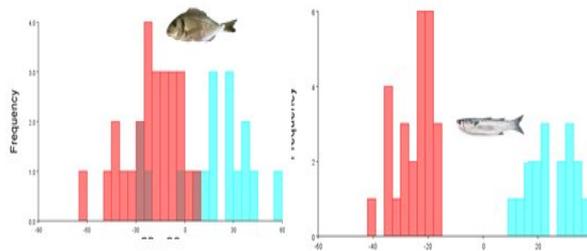
تحليل وظيفة التمييز (DFA) Discriminant function analysis

تم استخدام درجة تحليل دالة التمييز (DFA) لتمييز كل بيئة بين الانواع المدروسة عن الآخر يتم بناء دالة رياضية وكذلك للكشف عن توزيع المجموعات فيما يتعلق بالارتباط بين الانواع عند اختلاف الموائل والبيئات حيث يمكنه تصنيف البيانات بدقة عالية ذه الدالة هي في الواقع حدود

تفصل بين المناطق التي تحتوي على نقاط من كل مجموعة ، خاصة عندما تكون هناك فروق واضحة بين المجموعات، وخلافاً لتحليل المكونات الرئيسية فقد تم تصنيف الأنواع على أساس المناطق البيئية قبل التحليل، تم استخدام معلومات التحقق من الصحة لتقييم الدقة التنبؤية لمجموعة البيانات، للتحقق من التباين المورفومتري بين عينات الاسماك المدروسة والتي أظهرت وجود علاقة قوية بين ظروف التربية وانواع الاسماك كوحدة مورفومترية.

تقييم مدى جودة نموذج DFA في تصنيف البيانات، يمكن استخدام عدة مقاييس:

- **مصفوفة الالتباس (Confusion matrix)** هي جدول يوضح عدد الملاحظات التي تم تصنيفها بشكل صحيح وعدد الملاحظات التي تم تصنيفها بشكل خاطئ.
- **الدقة الكلية (Overall accuracy)** هي نسبة الملاحظات التي تم تصنيفها بشكل صحيح إلى إجمالي عدد الملاحظات.
- **الحساسية (Sensitivity)** هي نسبة الملاحظات الموجبة الحقيقية (أي الملاحظات التي تم تصنيفها بشكل صحيح على أنها موجبة) إلى إجمالي عدد الملاحظات الموجبة.
- **التحديدية (Specificity)** هي نسبة الملاحظات السلبية الحقيقية (أي الملاحظات التي تم تصنيفها بشكل صحيح على أنها سلبية) إلى إجمالي عدد الملاحظات السلبية.
- **قيمة F1** هي متوسط توافقي بين الحساسية والتحديدية.



شكل (9) مخطط يمثل المجموعات المزرعية والمجموعات البحرية في نوعي الاسماك لدالة التمييز (DFA)

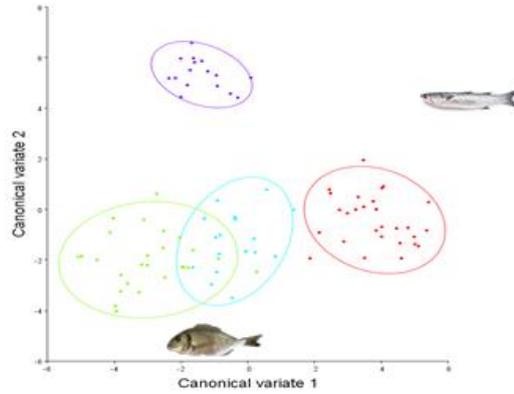
أظهر شكل الجسم لأنواع اسماك البوري والقاجوج التباين الكبير في الشكل للتباين الكلي بين المجموعات داخل المواقع الليبية، من ناحية أخرى أظهرت الإحداثيات الديكارية التباين الرئيسي في الشكل للتباين الكلي بين التجمعات ضمن انواع الاسماك المدروسة ، تمكنت نتائج تحليلات الوظائف التمييزية من تمييز بين الانواع الاسماك البوري والقاجوج في المواقع البحرية والمزرعية، حيث

كانت مجموعات أنواع البوري بين البيئات المزرعة منفصلة عن مجموعات أنواع البحرية (الشكل 10)، كان هناك اختلاف كبير ($p < 0.0001$) بين أنواع البوري وبين المناطق البيئية، فيما كانت اسماك القاجوج متداخلة في مواقع الدراسة سواء البحرية او المزرعة ، رغم وجود تباين كبير داخل اسماك المزرعة من حيث الشكل الخارجي عكس الاسماك البحرية والتي كان فيها الاختلاف الظاهري بين الانواع وداخل المواقع طفيفا في الاجمالي.

تحليل المتغير الكنسي (CVA) Canouical variate analysis:

تحليل المتغيرات الأساسية (CVA) هو أسلوب متعدد المتغيرات يحدد مجموعات خطية من المتغيرات (المعروفة باسم المتغيرات الأساسية) الأكثر اختلافاً بين المجموعات، الهدف هو العثور على التركيبة الخطية التي تزيد من نسبة التباين بين المجموعة إلى التباين داخل المجموعة، بمعنى آخر يسعى CVA إلى تحديد المتغيرات المسؤولة بشكل أكبر عن الاختلافات بين المجموعات، مع مراعاة التباين داخل كل مجموعة.

أظهر تحليل CVA أن هناك اختلافاً كبيراً في شكل الجسم بين أنواع اسماك البوري واسماك القاجوج وداخل مناطق الدراسة، أظهرت المخططات المتناثرة للمتغيرين الأساسيين الأولين فصلاً واضحاً بين أنواع البوري والقاجوج ومناطق الدراسة، حيث يتم اختيار الأبعاد التي تحمل معلومات تمييزية قوية بين الأنواع المختلفة حدد تحليل CVA أيضاً عدة جوانب محددة لشكل الجسم والتي تختلف بين أنواع البوري والقاجوج وشملت هذه طول الصدر وعرض الرأس وطول البطن حيث تعتبر هذه السمات من لأبعاد التي تظهر أكبر قدر من التباين بين الأنواع المختلفة وهي الأكثر فائدة في عملية التصنيف. تظهر نتائجنا أن CVA في Morpho J يعد أداة قوية لتحليل تباين الشكل في أنواع البوري ومقارنة الاختلاف بين الانواع داخل بيئات المزرعة والبحرية وأنه يمكن استخدامه لمقارنة شكل جسم العينات داخل المناطق البيئية، أظهرت مخططات تباين الشكل بوضوح الاختلافات في شكل الجسم بين الأنواع الأربعة داخل المناطق البيئية حيث البيئة تلعب دوراً حاسماً في تشكيل السمات الفيزيائية والبيولوجية للأسماك، وبالتالي تؤثر بشكل كبير على نتائج تحليل التمييز عند استخدام CVA لتصنيف الأسماك.



شكل (10) يمثل المجموعات الاربعة للأسماك للمناطق الجغرافية المختلفة للتحليل المتغير الكنسي (CVA)

الاستنتاجات :

بينت نتائج الدراسة وجود فروق ذات دلالة إحصائية في الأشكال المظهرية بين الأسماك البحرية والمستزرعة، مما يشير إلى أن البيئة والتربية تلعبان دوراً هاماً في تشكيل الشكل الخارجي للسمكة. حيث من ناحية تربية الاحياء البحرية يمكن استخدام هذه الفروق لتحديد السلالات التي تتمتع بصفات مرغوبة مثل النمو السريع وتطوير برامج تربية تركز على تعزيز الصفات المرغوبة وتقليل الصفات غير المرغوبة ، ومن ناحية صناعة الصيد يمكن استخدام هذه الفروق لتمييز بين الأنواع المختلفة من الأسماك بدقة في الحالات التي يكون فيها التمييز بين الأنواع صعباً باستخدام الطرق التقليدية وايضاً استخدام هذه الفروق لتحديد أصل الأسماك وتتبعها، ومن جانب التصنيف العلمي يمكن استخدام هذه الفروق لتحديث التصنيف العلمي للأسماك وتحديد الأنواع الجديدة ولفهم التطور دراسة التطور والتكيف .

التوصيات :

- 1- يجب تطوير قاعدة بيانات شاملة للأشكال المظهرية للأسماك المختلفة.
- 2- يجب تطوير تقنيات حديثة لتمييز بين الأنواع المختلفة من الأسماك
- 3- إجراء دراسات أعمق لتحديد العوامل الوراثية والبيئية التي تؤثر على الشكل المظهري للأسماك المتمثلة في الظروف الفيزيائية والكيميائية للمياه و دراسة الجينوم للأسماك لتحديد الجينات المرتبطة بالصفات الشكلية و تأثير التنافس، الافتراس، والتزاوج.

3- المراجع :

- Arechavala-Lopez, P., Sanchez-Jerez, P., Bayle-Sempere, J. T., Sfakianakis, D. G., & Somarakis, S. (2012). Discriminating farmed gilthead sea bream *Sparus aurata* and European sea bass *Dicentrarchus labrax* from wild stocks through scales and otoliths. *Journal of Fish Biology*, 80(6), 2159-2175.
- Arechavala-Lopez, P., Fernandez-Jover, D., Black, K. D., Ladoukakis, E., Bayle-Sempere, J. T., Sanchez-Jerez, P., & Dempster, T. (2013). Differentiating the wild or farmed origin of Mediterranean fish: a review of tools for sea bream and sea bass. *Reviews in aquaculture*, 5(3), 137-157.
- Coban, D., Saka, S., and Firat, K. (2008). Morphometric comparison of cultured and lagoon caught gilthead seabream (*Sparus aurata* L. 1758). *Turkish Journal of Zoology*, 32(3), 337-341.
- Dwivedi, A. K. (2020). Differentiating three Indian shads by applying shape analysis from digital images. *Journal of Fish Biology*, 96(6), 1298-1308.
- Einum, S., & Fleming, I. A. (2001). Implications of stocking: ecological interactions between wild and released salmonids. *Nordic Journal of Freshwater Research*, 75, 56-70.
- Fleming, I. A. and Einum, S. (1997). Experimental test of genetic divergence of farmed from wild Atlantic salmon due to domestication. *ICES J. Mar. Sci.*, 54: 1051-1063.
- Klingenberg, C. P. (2011). MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular ecology resources*, 11(2), 353-357.
- Pakkasma, S. (2000). Morphological and Early Life History Variation in Salmonid Fishes. Ph . D. Dissertation, Department of Ecology and Systematics, University of Helsinki. Finland.
- Paperna, I. (1978). Swimbladder and skeletal deformations in hatchery bred *Sparus aurata*. *Journal of Fish Biology*, 12(2), 109-114.
- Philipp, D. P., & Whitt, G. S. (1991). Survival and growth of northern, Florida, and reciprocal F1 hybrid largemouth bass in central Illinois. *Transactions of the American Fisheries Society*, 120(1), 58-64.

- Parsons, K. J., Robinson, B. W., & Hrbek, T. (2003). Getting into shape: an empirical comparison of traditional truss-based morphometric methods with a newer geometric method applied to New World cichlids. *Environmental Biology of Fishes*, 67, 417-431.
- Regmi, B., Douglas, M. R., Edds, D. R., & Douglas, M. E. (2021). Geometric morphometric analyses define riverine and lacustrine species flocks of Himalayan snowtrout (Cyprinidae: Schizothorax) in Nepal. *Aquatic Biology*, 30, 19-31.
- Talijancic, I. (2019). Morphological and ecophysiological adaptations of wild gilthead seabream *Sparus aurata* associated with tuna farms. *Aquaculture Environment Interactions*, 11, 97-110.
- Youngson, A. F., Martin, S. A. M., Jordan, W. C., & Verspoor, E. (1991). Genetic protein variation in Atlantic salmon in Scotland: comparison of wild and farmed fish. *Aquaculture*, 98(1-3), 231-242.
- Wootton, R. J. (1994). *Ecology of Teleost Fishes*. Chapman and Hall, London Genetic protein variation in Atlantic salmon in Scotland: comparison of wild and farmed fish. *Aquaculture*, 98(1-3), 231-242.