تدعيم علائق منخفضة البروتين بالأوميكا−3 (PUFA) وأثرها على دلائل النمو ومعامل الهضم وبعض الصفات الفسلجية لِصغارِ أسماك الكارب الشائع *Cyprinus carpoi* L.

مهند حباس الأشعب، أحمد جاسم المشهداني، سليمان داود محمد، علي عباس فاضل

وزارة العلوم والتكنولوجيا، دائرة البحوث الزراعية، مركز الثروة الحيوانية والسمكية، بغداد، العراق

الخلاصة. أُجرت هذهِ الدراسة في مختبرات مركز الثروة الحيوانية والسمكية– دائرة البحوث الزراعية لمدة 90 يوم في باستخدام 12 حوض زجاجي (40سم ×30سم ×70سم/70 لتر ماء) لِدراسة إمكانية تدعيم علائق منخفضة البروتين بالأوميكا−3 (PUFA) وأثرها على دلائل النمو وبعض الصفات الفسلجية لأسماك الكارب الشائع .*Cyprinus carpoi* L. استخدمت 96 سمكة وبمعدل وزن بلغَ 16.45 غم ±0.45، وزعت الأسماك عشوائياً على أربع معاملات/ثلاث مكررات/ثمانِ مشاهدات لكل مكرر. صُنعت مختبرياً أربع معاملات مختلفة ذات محتوى من البروتينِ 14,71−14,95 وطاقة بين 1464.18− 1467.7 كيلو/ سعرة وأُضيفَ زيت السمك كمصدر للأوميكا−3 بمستويات (T^1 0 و T^2 1.5% و T^3 2% و T^4 2.5%) أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أفضلية T^3 (2% زيت السمك) وتفوقها معنوياً ($P<0.05$) عن T^1 وT^2 لجميع المعايير المدروسة في الزيادة الوزنية ومعدل النمو النسبي ومعدل التحويل الغذائي ومعامل هضم العليقة، وعدم اختلافها معنوياً عن T^4 (2.5% زيت السمك). وأشارت النتائج ظهور تحسَن عند إضافة زيت السمك في قيم الفحوصات الدمية في عدد كريات الدم الحمراء والبيضاء ومكداس الدم (حجم الخلايا المرصوصة) وخِضاب الدم (هيموغلوبين الدم).

الكلمات المفتاحية: أوميكا−3، (PUFA)، دلائل النمو، معامل الهضم ، الكارب الشائع.

المقدمة

لقَد ارتبطَ موضوع تغذية الأسماك منذ سنين عديدة مع تطور المزارع السمكية وطرائق تربية الأسماك ،إذ إن النظام الغذائي للأسماك يعد دليلاً على نجاح تربية الأسماك وإمكانية زيادة كثافة استزراعتها في وحدة المساحة. والتغذية هيَ من أكثر الفعاليات الإرادية أهمية وتكراراً وتعد جزءً من العمل الروتيني اليومي للأسماك (48). ولغرضِ الحصول على علائقِ عالية القيمة الغذائية لا بدَ من أغنائها بإضافات نوعية معينة لغرض زيادة قيمتها الغذائية ويمكن أن تُسهِم في دعم معدلات النمو وتحويل وكفاءة الغذاء وكفاءة ترسيب البروتين وتحسين معامل هضم العليقة فضلاً عن تقليل الهلاكات ومقاومة الأمراض، والأحماض الدهنية غير المشبعة هي إحدى الإضافات النوعية ذات القيمة الغذائية والتي من الممكن أن تُستخدم لأغناء علائق الأسماك وترفع من قيمتها الغذائية (17).

وتُعَدْ الأحماض الدهنية غير المشبعة إحدى مجموعات المركبات العضوية الرئيسة ذاتَ القيمة الغذائية العالية وظيفتها الرئيسة تكوين المكونات التركيبية للأغشية ومصدر لطاقة الخلية إضافة إلى كونها عناصر غذائية مهمة للأسماك لاحتوائها على الفيتامينات الذائبة فيه A و K و E و D والمعادن ومصدر للأحماضِ الدهنية الأساسية Essential Fatty Acid (EFA) المهمة من اجل الحفاظ على التكوين الطبيعي في تركيب ووظائف الأغشية الخلوية وإنتاج مواد شبيه بالهرمونات تُسمى الـ الايكوسانيد Eicosanid (27 و 31). وأوضحَ كُلُ من الباحثين Stillwell و Wassal (47) إلى أهمية الـ EFA كمتطلبات لضمان نفاذية الأغشية Membrane permeability وتغيير المرونة Plasticity وتنشيط الأنزيماتEnzyme activation وإنتاج أشباه

الهرمون Prostaglandin فضلاً عن اشتراكها في العديد من العمليات الفسيولوجية مثل تنظيم عمليات الأيض وأنشطة العضلات ونقل الإيعازات العصبية وتدعيم الجهاز المناعي (1).

وتهدف الدراسة الحالية إلى دراسة تأثير إضافة مستويات مختلفة من زيت السمك كمصدر للأحماض الدهنية غير المشبعة من عائلة أوميكا–3 Poly Unsaturated Fatty Acids (PUFA) كإضافات نوعية في علائقِ منخفضة البروتين لصغارِ أسماك الكارب الشائع *Cyprinus carpio* L. من خِلال تتبع أداء النمو ومعدل تحويل وكفاءة الغذاء والهضم وقياس بعض الصفات الفسلجية ذات العلاقة.

المواد وطرائق العمل

أسماكُ التجربة

استخُدِمت في تجاربِ بحث الدراسة أسماك الكارب الشائع *Cyprinus carpoi* L.، جُلبت الأسماك من أحد المزارع الأهلية في منطقة المحاويل، أُقلِمتْ الأسماك في ظروف المختبر (والمتضمنة عليقة التجربة وعدد الوجبات مع وقت التغذية فضلاً عن نسبة الغذاء المقدم) التابع إلى قسم الأسماك/ مركز الثروة الحيوانية والسمكية في منطقة الزعفرانية لمدة 15–20 يوماً قبل بدء التجارب عليها في أحواض كبيرة سعة 2.5 م^3 مجهزة بالأوكسجين بصورة مستمرة.

فحوصات الماء

قيست متغيرات الأوكسجين المُذاب ودرجات الحرارة ودرجة الحامضية للسيطرة على جودة المياه (أُجريت القياسات مرتين يومياً، الساعة 8 صباحاً والساعة 2 مساءً) وباستخدام جهاز قياس تركيز الأوكسجين المُذاب في الماء نوع YSI Model SIB أمريكي المنشأ، وجهاز قياس درجة حامضية الماء pH نوع Saffron Walden C16t WPA إنكليزي المنشأ.

علائق التجربة

هيئت المواد العلفية المستخدمة في تجربة الدراسة وطُحنت كل على حده بوساطة مطحنة مختبريه نوع Hinduston-MFG-Co وبعدَ خلطها لغرض تجانسها، أستخدم زيت السمك كمصدر غني بأوميكا–3، صُنعت العليقة مختبرياً (جدول 1) وكما يلي:

1. العليقة الأولى (T^1) بدون زيت السمك.
2. العليقة الثانية (T^2) 1.5% زيت السمك.
3. العليقة الثالثة (T^3) 2% زيت السمك.
4. العليقة الرابعة (T^4) 2.5% زيت السمك.

تمَ مُراعاة تجانس مكونات كل عليقة عندَ تصنيعها بشكل جيد، أضيفَ الزيت المحدد لكل عليقة بشكل تدريجي على المكونات مع استخدام أسلوب الفرك لضمان تجانس الزيت في مكونات العليقة كلها، أضيفَ الماء بشكل تدريجي أيضاً على المكونات مع استخدام أسلوب الفرك لضمان تجانس الماء معَ المكونات لحين تكوين عجينة ناشفة. إدخلتْ كل عليقة التي أصبحت عجينة ناشفة في ماكنة فرم لحم يدوية محلية الصنع حجم 12

بوصة لتشكل خيوطاً بقطر 1ملم، فرشت الخيوط تحت أشعة الشمس مع التقليب المستمر حتى الجفاف، وُضِعت كل عليقة بعدَ جفافها في كيس نايلون مع إعطاء علامة لكل كيس وحُفظت الأكياس في درجة حرارة −4مْ لحينَ استخدامها. يتم تنظيف ماكنة الفرم بعدَ تكوين كل عليقة (معاملة) للتخلصِ من آثار مكونات العليقة التي سبقتها.

التحليلات الكيماوية

أخذت نماذج من العلائق التجريبية المصنعة للتجربة التغذوية لإجراء التحليلات المختلفة في مختبرات دائرة البحوث الزراعية لمعرفة التركيب الكيمياوي للعلائق وقيمتها الغذائية (جدول 1). قدْرت الرطوبة بتجفيف العينات بوساطة الفرن الحراري الهوائي (105مْ لحين ثبات الوزن) ثمَ يوضع الأنموذج في مجفف زجاجي Desiccators يحوي على مادة هلام السيلكا. تم تقدير البروتين الخام باستخدام جهاز المايكروكلدال Microkjeldahl (N×6.25)، قُدْرَ مستخلص الايثر بجهاز استخلاص الدهن Soxhlet apparatus، وأستخدمَ الهكسان كمذيب عضوي والتسخين لمدة 8 ساعة، الرماد بحرق العينة في فرن الترميد Muffle furnace (550 مْ/ 4 ساعة) نوع MLW electro من طراز LM 212−11 ألماني المنشأ، والألياف بإضافة حامض الكبريتيك عيارية 1.25 N لهضم العينة ولمدة نصف ساعة بعد الغلي، ثمَ تُغسل العينة من الحامض بماء مقطر حار، ثمَ يتم إضافة قاعدة NaOH 1.25 N ولمدة نصف ساعة، بعد الغلي تُغْسل العينة من الحامض بماء مقطر حار ثم الأسيتون. وزن جفنة جافة فارغة وتوضع العينة في داخلها وتوضع في الفرن بدرجة حرارة 60مْ. وأجريت الطرائق أعلاه بالاعتماد على الطرائق القياسية المعتمدة في AOAC (5) . أما الكربوهيدرات الذائبة Nitrogen Free Extract (NFE) فتم حسابها رياضياً بطريقة الفرق حسب المعادلة التي ذكرها الباحثان Wee و Shu (50) وكما يلي:

الكربوهيدرات الذائبة = 100− (البروتين% + مستخلص الايثر% + الرماد% + الألياف%) (جدول 1).

المعايير المدروسة في التجربة التغذوية

- الزيادة الوزنية للأسماك Weight Gain (WG)

= الوزن النهائي− الوزن الابتدائي

- Daily Weight Gain (DWG)

$$= \frac{\text{الوزن النهائي − الوزن الابتدائي}}{\text{المدة الزمنية التي حدث فيها التغيير أو الزيادة (يوم)}} \quad (49)$$

- معدل النمو النسبي % Relative Growth Rate (R. G. R.)

$$= \frac{\text{الوزن النهائي (غم/سمكة) − الوزن الابتدائي (غم/سمكة)}}{\text{الوزن الابتدائي (غم/سمكة)}} \times 100 \quad (49)$$

- معدل التحويل الغذائي Feed Conversion Rate (F C R)

$$= \frac{\text{وزن الغذاء الجاف المتناول}}{\text{الزيادة الوزنية الرطبة للأسماك}} \quad (49)$$

- نسبة كفاءة العلف % Feed Efficiency Ratio (F.E.R)

$$= \frac{\text{الزيادة الوزنية الرطبة للأسماك}}{\text{وزن الغذاء الجاف المتناول}} \quad (33)$$

- معامل الهضم الظاهري % Apparent Digestible Coefficient (ADC)

$$(\frac{\%\ Cr_2O_3 \text{ في الغذاء}}{\%\ Cr_2O_3 \text{ في الفضلات}} \times 100) - 100 \quad (7)$$

جدول (1). المكونات العلفية % والتحليل الكيماوي% لعلائق التجربة محسوبة على المادة الجافة.

مكونات العليقة	بدون زيت (T 1) للمقارنة	1% زيت (T 2)	1.5% زيت (T 3)	2% زيت (T 4)
مركز بروتين	3	3	3	3
كسبة الصويا	5	5	5	5
نخالة حنطة	30	30	30	30
ذرة صفراء	30	28.5	28	27.5
شعير محلي	30	30	30	30
فيتامينات وأملاح	2	2	2	2
زيت السمك	0	1.5	2	2.5
التحليل الكيماوي % محسوب على المادة الجافة وبمكررين لكل نموذج				
رطوبة	6.47	6.46	6.79	6.69
بروتين خام	14.95	14.81	14.76	14.71
مستخلص أيثر	4.95	5.24	4.99	4.51
ألياف	3.89	3.52	3.76	3.74
رماد	8.26	7.97	7.97	8.21
* الكربوهيدرت الذائبة NFE	51.31	51.37	52.77	51.49
** طاقة ممثلة ME	1467.7	1478.3	1468.97	1464.18

* Nitrogen Free Extract (NFE) الكربوهيدرات الذائبة

** تم حساب الطاقة الممثلة اعتماداً على المعادلة الموضحة من قبل (44) وهي كما يلي:

ME (MJ) = protein × 18.8 + fat × 33.5 + NFE × 13.8

تجربة الهضم

أُجريت تجربة الهضم بإضافة أوكسيد الكروم Cr_2O_3 بنسبة 1% إلى المواد العلفية وصنعت على شكل حبيبات. غذيت الأسماك عليها في آخر أسبوعين وفقَ النظام المتبع في تجربة التغذية مع المراقبة المستمرة خلال التغذية لغرض جمع الفضلات حال خروجها من الأسماك (52). جمعت الفضلات وجففت حال جمعها. خلطت فضلات عدة أيام للمعاملة نفسها وهي جافة وخزنت في المجمدة (−20مْ) لحين إجراء التحليلات الكيميائية لها، أجري حساب المنحني القياسي Standard Curve لقياس تركيز أوكسيد الكروم Cr_2O_3 وفق الطرائق التي اتبعها كُلُ من الباحثين Furnakwa و Tsukahara (19).

فحوصات الدم

أجريت فحوصات قياس النسبة المئوية لمكداس الدم Packed Cell Volume (PCV%) وخضاب الدم (Hb) Hemoglobin وعدد كريات الدم الحمراء RBC وعدد كريات الدم البيضاء WBC لدم أسماك المعاملات التجريبية المختلفة اعتماداً على الطرائق التي ذكرهما الباحثين Blaxhall و Dalslly (6).

التحليل الإحصائي

أستخدم التصميم العشوائي الكامل Complete Randomized Design (CRD) في تحليل تأثير المعاملات في الصفات المدروسة وقد اختبرت الفروق المعنوية بين متوسطات الصفات المدروسة وفق اختبار دنكن متعدد الحدود Duncan's multiple range test عند مستوى معنوية $P \leq 0.05$ (15) واستخدام البرنامج الإحصائي الجاهز Statistical Analysis System (SAS) (43) في تحليل البيانات.

النتائج والمناقشة

1. معايير النمو وكفاءة التحويل ومعامل الهضم

تراوحت درجات حرارة الماء بين 26.2مْ – 29.5مْ خلال أشهر حزيران – أيلول للتجربة وهي ملائمة لنمو أسماك الكارب العادي، إذ أشارَ Jauncey (22) إلى إن درجات الحرارة الملائمة لأسماك المياه الدافئة تتراوح بين 20 مْ – 30 مْ عند مستويات مختلفة من التغذية بينما ذكرَ Hepher (21) إن درجات الحرارة المناسبة لأسماك المياه الدافئة تتراوح بين 25 – 30 مْ. وبلغت مديات تركيز الأوكسجين المذاب في الماء لأحواض التجربة بين 6.2 – 7.6 ملغم/لتر وكانت مناسبة لتربية أسماك الكارب الشائع (3). أما قيم الأس الهيدروجيني (pH) فتراوحت بين 7.1 و 7.8 وهي ضمن الحدود الملائمة لتربية أسماك الكارب العادي التي تقع بين 6.0 – 8.5 (18). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أفضلية T^3 وتفوقها معنوياً *($p<0.05$)* عن T^1 و T^2 وعدم وجود فروقات معنوية بين T^1 و T^2 و T^4 في معايير WG و DWG و RGR (جدول 3) ومن النتائج تُظهِر أنَ إضافة زيت السمك كان لهُ دور في تعزيز معدلات الزيادة الوزنية للأسماك في T^3 T^4 وقد يعود السبب إلى ما يحتويه زيت السمك من قيمة غذائية تتمثل بوجود الأحماض الدهنية الأساسية غير المشبعة وهي Eicosapentaenoic acid (EPA 20:5*n*-3) و Docosahexaenoic acid (DHA 22:6*n*-3)، إذ أشار الأشعب (2) أن زيت السمك يحوي على % 6.52 و 14.24 (جدول 2) عندما قامَ بتحليل عدد من الزيوت شائعة الاستخدام حاوية

على أوميكا –3 و–6 واستخدامها في علائق أسماك الكارب الشائع، وهي من الأحماض الدهنية الأساسية التي يمكن أن تلعب دورا حيوياً في العملية الثانوية لـ Triacylglycerols (TAG) و Phospholipids (PL)، والمتضمنة تعديل أطوال سلاسل الأحماض الدهنية (إضافة ذرتي كربون) ودرجة عدم التشبع (إضافة آصرة مزدوجة) (42). وتُكَوِّن الأحماض الدهنية الأساسية غير المشبعة أجزاء تركيبية مهمة في أغلفة الخلية وعندما تندمج إلى دهون فوسفاتية فهي تؤثر في خصائص غلاف الخلية المهمة مثل السيولة و المرونة والنفاذية إضافة إلى فعالية الإنزيمات الرابطة لغلاف الخلية (47)، إضافة إلى أنَ تركيب الـ 22:6*n*-3 (DHA) معَ ست أواصر مزدوجة وخمس أواصر مزدوجة لـ 20:5*n*-3 (EPA) يمكن أنَ يُعطيا تركيباً قوياً يمتلكُ مرونة أو ليونة بشكل كافٍ ليخضع للتحويل في الشكل بشكل مناسب. ولهذا السبب فأنَ الـ 22:6*n*-3 (DHA) و 20:5*n*-3 (EPA) غالباً ما يكونان غنيان في أنواع من الخلية التي تتعرض لتسريع أو لإعادة أو تكرار تنظيم أغلفتها، وبذلك فأنَ الأحماض الدهنية الموجودة في زيت السمك قد أسهمت في بناء الخلية والذي ينعكس على دعمِ معدلات الزيادة الوزنية والنمو النسبي التي حصلت في أسماك T^3.

وأشارَ الباحث Robert (40) إلى أن التزويد على الأقل 1–2% من العليقة على شكل أحماض دهنية أساسية يحافظ على النمو الكافي الذي يمكن أن يتحقق بوساطة استعمال مصادر دهن بديلة كالزيوت النباتية الغنية بالأحماض الدهنية الأساسية للحصول على معدلات نمو عالية وتحويل غذائي جيد ولأغراض الطاقة الأولية. كما أنَ احتواء علائق الأسماك على نسب من الدهون قد ساهمت في توفير الطاقة لعمليات التمثيل الغذائي وبذلك جعلت مصادر البروتين داعمة للنمو والبناء. ويبدو أن إضافة 1.5% من زيت السمك في T^2 كانت غير كافية لتأمين جزء من متطلبات الأسماك من الأحماض الدهنية الأساسية في علائق منخفضة البروتين، وذكرا الباحثان Catacutan و Coloso (12) والباحث Steffens (45) أنَ من الضروري احتواء علائق الأسماك على نسب من الدهون بحيث تتلائم وطبيعة تغذيتها لكي لا تتجه عمليات التمثيل الغذائي باتجاه مصادر البروتين في العليقة لإنتاج الطاقة بدلاً من استخدامها في النمو والبناء، وأن وجود المواد الدهنية بنسب كافية في الغذاء يقلل من استهلاك الأسماك للبروتين الموجود فيهِ كمصدر للطاقة فيوجه معظمهُ أو جزء منهُ لبناء أنسجة الجسم أي يقوم بدور ما يسمى فعل ادخار البروتين Sparing or reserve protein effect، وبذلك فأنَ زيت السمك قد يكون أسهمَ في تأمين جزء مهم من متطلبات الطاقة المطلوبة للأسماك واستخدام بروتين العليقة للبناء والنمو. وأسهمت الزيوت المضافة في نقل المواد الغذائية المُذابة في الزيوت مثل الفيتامينات الذائبة فيها والأحماض الدهنية الأساسية وبعض المركبات الضرورية مثل الاستيرولات Sterols.

وذكَرَ الباحث Calder (10) أنَ أحماض الـ Eicosanoic وهما 20:4*n*-6 (AA) و 20:5*n*-3 (EPA) قد تجري عليها عمليات أيض من أنزيمات Cyclooxygenases وLipoxygenases لتكوين مركبات الايكوسانويد Eicosanoid التي تنتج من الغشاء البلازمي وتتكون وفق الاحتياج أو متطلبات الخلية ولها مدى واسع من الوظائف المتضمنة تنظيم البناء الحيوي للستيرود والإفرازات المعوية وتحفيز أو إثارة تقلص العضلات الناعمة ويزيد من إفراز هرمون النمو وتصنيع البروتين في خلايا العضلات ويجعل الأنسولين يعمل بصورة أكثر تأثيراً أو فعالية فضلاً عن توسيع الأوعية الدموية، وبذلك قد تكون النقاط المذكورة أعلاه لها تأثير في دعم معدلات النمو لأسماك التجربة، ومع ذلك أذا كان معدل البناء يتجاوز أو يتفوق على معدل الايض فأن المفرط أو الفائض ربما يكون لهُ تأثير مؤذي أو ضار (53). إن تزويد العليقة بزيت السمك الحاوي على الأحماض الدهنية من أوميكا–3 أدت إلى زيادة الطاقة في T^3 و T^4 مُقارنةً بالمعاملتين T^1 و T^2 والحِفاظ على تماسكها ومن ثمَ زيادة

الإفادة منها، وقد يعود السبب في ذلك إلى إنَ المكونات الغذائية الداخلة في T^1 و T^2 والمتمثلة بكسبة فول الصويا والذرة الصفراء والشعير والنخالة مع نسب من زيت السمك كانت غير كافية لتأمين متطلبات أحتياج الأسماك من العناصر الغذائية، وأنَ الأحماض الدهنية طويلة السلسلة تحوي أطرافاً محبة للماء وهي بذلك تدخل البنكرياس بسهولة وتقوم بتنظيم عمل الأنسولين (51). إنَ وزن الجسم تحسن لدى الأسماك المغذات على العلائق 2 و 3 و 4 الحاوية على الأحماض الدهنية من أوميكا–3 الموجودة في زيت السمك ولعلَ السبب أيضاً يعود إلى وجود هذهِ الأحماض والتي قد تسبب انخفاض معدل مرور الغذاء خلال القناة الهضمية للأسماك مما يسمح لعمليات هضم مُلائمة وقد تكون كافية من خِلالِ زيادة تأثير الأنزيمات الهاضمة إضافة إلى إتاحة وقت مُناسب وجيد لامتصاص أغلب العناصر الغذائية في العليقة والأستفادة منها (29 و 38). وبهذا تكون الإفادة كبيرة من العناصر الغذائية والتي أدت إلى تحسين معدلات النمو وهذا ما تم ملاحظتهُ بشكل واضح في نتائج T^3 و T^4 إذْ زادت من جاهزية العلائق والاستفادة منها من الأسماك والذي أدى إلى دعم وتعزيز قيم الزيادة الوزنية لها وتتفق هذهِ النتائج ما توصلَ أليهِ (2) عندما استخدم مصادر مستويات مختلفة من 3– ω و6– ω في علائق أسماك الكارب الشائع وأوصى بإضافة 1.5% من زيت الذرة الصفراء كمصدر لـ أوميكا–6 و 1% من زيت السمك كمصدر لـ أوميكا–3. ومن نتائج معدلات الزيادة الوزنية الكلية واليومية للمعاملات T^1 و T^2 نلاحظ أن الأسماك تحتاج إلى الأحماض الدهنية الأساسية من أوميكا–3 لصناعة جدران الخلايا والأحماض الدهنية من Prostaglandins وهما عاملان مهمان يقرران مدى صحة الأسماك ومناعتها وتتعذر بدونهما عملية تجديد الخلايا وحمايتها من الأمراض، وتلعب جدران الخلايا دوراً هاما في حماية محتوياتها ومجريات وظائفها كما تقرر أيضاً متانة الأعضاء التي تكونها وتبادل المواد بين داخل الخلية وخارجها (20 و 37).

وتتعرض جدران الخلايا باطراد إلى الهجمات الخارجية والجروح لكنها تجدد نفسها باستمرار بما يمكنها من السماح بنفاذ المواد الغذائية إلى الخلية وتسريب الفضلات إلى الخارج. ولكي تؤدي جدران الخلايا وظائفها المذكورة فإنها بحاجة دائمة إلى وقود على شكل أحماض دهنية أساسية. وعلى هذا الأساس يمكننا تصور ما قد يحدث مع الخلايا حينما تضطرب مهمات الجدران بفعل نقص الأحماض الدهنية الأساسية. من ناحية أخرى فأنَ دعم علائق الأسماك بالأحماض الدهنية بشكل كاف يضمن عملها بفعالية اكبر مما يعزز دعم معدلات الزيادة الوزنية (54).

إنَ فعالية أنزيم اللايبيز Lipase activity في الأسماك جوهرياً تُعَد أعلى من تلكَ الموجودة في اللبائن والطيور الداجنة، وجذب المادة الخاضعة Substrate affinity تكون مرتبطة بأنزيم اللايبيز أعلى بحدود 40 مرة، ومع ذلك فإنَ فعاليتهم معتمدة بصورة كبيرة على وجود الأملاح الصفراء (4). مُعظم الأسماك تمتلك مستحلبات صفراء تكون فعالة ومتطورة أو جديدة التكوين مثل الـ Cholate and Taurocholate (في الغالب نسبتهِ 15:85) تنتج من الكبد وتُخزن في الـ Gall Bladder لتُساعد على عملية هضم الدهون والإفادة منها بشكل فعال مما يسهم في تعزيز زيادة كفاءة استفادة الأسماك من الغذاء وتحسين معدلات التحول الغذائي له (14 و 24). وأشارت تجربة الباحث Castell (11) في توضيح احتياجات أسماك التروت القزحي *Salmo gairdneri* عندما غُذيت بعلائق شُبه نقية غير حاوية على أحماض دهنية غير مشبعة متعددة، وان احتياجات أسماك التروت القزحي من α-linolenic acid هيَ 1% من العليقة الكلية وهي مختلفة مع نتيجة البحث في الدراسة وقد يعود السبب إلى انخفاض نسبة البروتين في علائق التجربة، كما شُخصت من الباحثين أنفسهم بعض أعراض نقص الأحماض الدهنية الأساسية من α-linolenic acid وتشمل تآكل الزعانف Fin erosion فضلاً عن مُلاحظة حدوث بعض التغييرات الفسلجية في أسماك التروت القزحي مثل انتفاخ المايتوكوندريا الذي قد يحصل

بسبب زيادة في معدل تنفس خلايا الكبد التي كان لها تأثير على المسارات الايضية والتي انعكست على معدل التحويل الغذائي ونسبة كفاءة الغذاء، وربما يعزوا إلى النقص الغذائي في الأحماض الدهنية في علائقهم (11). وأكد الباحثان Stickney و McGeachin (46) على أهمية الأحماض الدهنية الأساسية من مجموعة 3− ω للحصول على معدل وكفاءة تحويل غذائي عالية في أسماك البلطي *Oreochromis aureus* والحصول على مردود اقتصادي من خلال استخدام أقل كمية من الغذاء لأفضل زيادة وزنية ممكنة للوزن الحي هذا ما تمَ تأكيدهُ من قبل (40) عندما ذكَرَ بأن زيت السمك وما يحتويه من قيمة غذائية عالية يمنع حدوث نقص الأحماض الدهنية الأساسية ويعزز النمو مما يحسن معدلات التحويل الغذائي ونسبة كفاءة الغذاء وهي تتفق ما توصلت بهِ بحث الدراسة.

إنَ وجود الآصرة المزدوجة في ذرة الكربون الثالثة من سلسلة الكاربوهيدرات أعطت هذا النوع من الأحماض الدهنية تسميتها وقد كسبتها بعض الصفات الفيزيائية والفسلجية حيث تعمل هذه الآصرة على غلق نهايات المثيل في سلسلة الهايدروكاربونات الثالثة وبذلك قد تبقى لفترة طويلة في القناة الهضمية مما يساعد على عملية هضمها وامتصاصها بشكل كامل وبالتالي الاستفادة الكاملة منها. كما أنَ هناكَ أختلافات جوهرية في القدرة لأنواع مختلفة من الأسماك على هضم الدهون (13)، هذهِ الاختلافات تحدث ليسَ فقط بينَ الأنواع المختلفة ولكن أيضاً بين ضِمنَ أنواع الأسماك وبأعمار مختلفة (8) ومنها الأسماك الصغيرة ويرقات الأسماك التي تمتلك قدرة ضعيفة على استعمال مستويات عالية من الدهون الغذائية (25 و 35) وربما يؤيد هذا ما تم استنتاجهُ في نتائج بحث الدراسة بأن مستويات الـ 2.5% من زيت السمك أعطت قيماً أقل من مستوى 2% لمعامل الهضم الظاهري ADC . وأشارَ الباحثون (26 و 45) إلى أنَ الأحماض الدهنية ربما تكون مؤشراً جيداً لنوعية العلائق وإرتفاع معامل الهضم لها مما يؤدي إلى زيادة معامل هضم العناصر الغذائية المكونة للعليقة بالأخص البروتين والدهن.

وذكر الباحث Gumus (17) أنَ وجود الزيوت كمصادر للأحماض الدهنية الأساسية يعطي زيادة في جاهزية علائق الأسماك بسبب احتوائها على الأحماض الدهنية والفيتامينات الذائبة في الدهن ويعطيها نكهة مرغوبة مما يزيد من شهية واستساغة الأسماك لتناول الغذاء وهذا ما تم ملاحظتهُ من خِلال زيادة تناول الغذاء مع زيادة مستويات زيت السمك وزيت الكتان خلال مدة التجربة، وذكروا أنَ زيت السمك مادة غنية جداً بالفيتامينات الذائبة A و D و E و K والمعادن المهمة مثل اليود والسيلينيوم والكالسيوم والزنك والفسفور والمغنيسيوم التي تُعَدْ حيوية للأداء الصحيح للجسم والتي قد يكون لها دور في تحسين كفاءة الأيض والذي بدورهِ يدعم معامل الهضم.

جدول (2). تركيب الأحماض الدهنية لبعض الزيوت الحاوية على الأحماض الدهنية والشائعة الإستخدام.

الأحماض الدهنية	تركيب زيت الذرة كمصدر لـ ω-6	تركيب زيت زهرة الشمس كمصدر لـ ω-6	تركيب زيت الكتان كمصدر لـ ω-3	تركيب زيت السمك كمصدر لـ ω-3
C14:0 Myristic acid	0.041	0.091	0.142	8.21
C16:0 Palmitic acid	12.16	8.142	6.28	18.924
C 18:0 Stearic acid	0.037	3.554	2.72	4.817
C18:1 *n*-9 Oleic acid	32.37	28.75	21.58	15.94
C18:2 *n*-6 Linoleic acid	53.73	57.75	20.06	8.48
C20:0 Arachidic acid	--	0.708	--	1.31
C18:3 *n*-3 α- Linolenic acid	0.435	0.318	48.57	12.401
C20:5 *n*-3 EPA Eicosapentaenoic	--	--	--	6.52
C22:6 *n*-3 DHA Docosahexaenic	--	--	--	14.24
Saturated fatty acid الأحماض الدهنية المشبعة	12.24	11.79	9.14	33.26
TMUFA الأحماض الدهنية الأحادية الكلية غير المشبعة	32.37	28.75	21.58	15.94
TPUFA الأحماض الدهنية المتعددة الكلية غير المشبعة	54.16	58.07	68.63	40.60
*Total Fatty acids% الأحماض الدهنية الكلية	98.77	98.61	100	90.84

* الأشعب (2)

جدول (3). تأثير استخدام زيت السمك كمصدر للأوميكا-3 على المعايير المدروسة (المتوسط ±الخطأ القياسي).

المعايير المدروسة	T1 المقارنة	T2 1.5% زيت سمك	T3 2% زيت السمك	T4 2.5% زيت اسمك
الوزن الابتدائي IW غم/ سمكة	0.306±16.28 أ	0.237 ±16.36 أ	0.314 ±16.32 أ	0.186± 16.34 أ
الزيادة الوزنية WG غم/ سمكة	0.973±5.84 أ	0.589±5.91 أ	0.751±8.26 ب	0.446±6.92 أب
الزيادة الوزنية اليومية DWG غم/ سمكة/ يوم	0.0029±0.0415 أ	0.0037±0.0653 أ	0.0087±0.0913 ب	0.0021±0.0737 أب
معدل النمو النسبي % RGR	5.28±35.82 أ	3.94±36.08 أ	3.78±50.54 ب	2.91±42.31 أ
العلف التناول FI غم/ سمكة	4.05 ±23.97 أ	2.22±23.67 أ	1.32±26.38 أ	0.895±26.43 ب
معدل التحويل الغذائي FCR	0.051±4.10 أ	0.056±4.01 أ ب	0.176±3.21 ج	0.123±3.83 ب
كفاءة التحويل الغذائي % FCE	0.283±24.37 أ	0.331.±24.92 أ	1.74±31.29 ب	0.843±26.14 أ
معامل الهضم	3.76±62.95 أ	2.91±62.68 أ	2.82±68.09 أ	5.08±62.51 أ

المتوسطات التي لها حروف متشابهة في الصفوف لا تختلف فيما بينها معنوياً عندَ مستوى احتمالية $p>0.05$

2. الفحوصات الدمية

أوضحت نتائج التحليل الإحصائي لعدد كريات الحمر RBC عدم وجود فروقات معنوية تُذكر بينَ جميع المعاملات التجريبية بالرغم من وجود ارتفاع في قيم المعاملات التي أُضيفَ لها زيت السمك ، في حين ظهرت أرتفاع معنوي *P<0.05* في عدد كريات الدم البيض WBC لـ T3 (2% زيت السمك) وكانت 16.02×10^3/مل^3 عن الـ T1 (بدون زيت) و T2 (1.5% زيت السمك) وكانتا على التتالي 13.65 و 12.85 $\times10^3$/مل^3، كما لم

تظهر فروقات معنوية بين T3 و T4. وبينتْ نتائج خِضاب الدم ومكداس الدم أرتفاع معنوي *P<0.05* الـ T3 عن الـ T1 و T2 (جدول 4).

تُشيرُ النتائج إلى إنَ زيت السمك المُضاف إلى العلائق التجريبية لها تأثير ملحوظ على عدد كريات الدم الحمر والبيضاء ومكداس وخضاب الدم ، إذْ لُوحِظَ زيادة في قيم مكداس الدم وخِضاب الدم معَ زيادة مستويات زيت السمك ولعلَ السبب قد يكون مرتبط بكفاءة العليقة والقيمة الغذائية التي حصلت فيها نتيجةً إضافة زيت السمك إليها والأستفادة منها من قبل الأسماك، إذْ أشار Kim (31) و Karolazo (23) إلى وجود علاقة بين محتويات ألعليقه والصورة الدموية في الأسماك وخاصة تركيز خضاب الدم ومكداس الدم. ولاحظَ Calder (10) أن استخدام الزيوت النباتية كمصدر للأحماض الدهنية الأساسية يؤثر في عدد كريات الدم الحمر وخلايا الدم البيض ومكداس الدم وخضاب الدم وتمثل النسبة المئوية لحجم خلايا الدم الحمر إلى حجم الدم الكلي، إضافة إلى أن الفيتامينات الذائبة في الدهون التي لها دور في دعم فعالية أو نشاط الطحال لإنتاج كريات الدم الحمراء والبيضاء .ولوُحِظَ بأنه يتأثر بالعمر حيث ينخفض مع تقدم العمر وهو قد يكون مؤشراً لفقر الدم لدى الأسماك.

وبينَ الباحثان Muona و Soivio (36) أن النسبة المئوية لمكداس الدم قد تتأثر بإضافة زيت الأسماك للعليقة حيث يقوم بتحسين قيمها وإعطاء لزوجة مناسبة للدم وأن إضافة مستويات قليلة من زيت السمك وزيت فول الصويا كان له تأثير ملموس على بعض صفات الدم مثل زيادة كريات الدم البيض وخِضاب الدم ولم يكن له تأثير في مستوى كلوكوز الدم. وذكَرَ Branden (9) أن عدد كريات الدم الحمر في دم الأسماك يتأثر بنوع التغذية ولاسيما نسبة ونوع البروتين في العليقة، ويتأثر بارتفاع أو انخفاض درجات الحرارة. وذكر الباحثان Johnsson و Larrson (28) أن الكبد والطحال هما العضوان المسؤلان عن إنتاج الدم في الأسماك وان حدوث حالة من التلف أو الأضرار لتلك الأعضاء يمكن أن يؤدي إلى قلة إنتاج خلايا الدم الحمر ومكداس الدم ونقص في تركيز خضاب الدم ومن ثم حدوث حالة فقر الدم Anemia.

وأشارَ Du (16) و Kakamoto (41) إنَ الكبد والطحال والأمعاء في الطبقة تحت المخاطية تُعَدْ أماكن لإنتاج الدم في الأسماك وان حدوث أية حالة من حالات التلف أو الأضرار لتلك الأعضاء يمكن أن يؤدي إلى قلة في إنتاج خلايا الدم الحمر ومكداس الدم ونقص في تركيز خضاب الدم ومن ثم حدوث حالة فقر الدم، وبما إنَ النتائج سجلت قيماً مناسبة في عدد كريات الدم الحمر والبيضاء فضلاً عن مكداس وخضِاب الدم فأنها تؤكد سلامة استخدام زيت السمك وبمستوياتهِ المختلفة في علائق أسماك حيث تأثرت قيم عدد كريات الدم الحمر ومكداس الدم وخضِاب الدم ولَعَلَ السبب يعود إلى إنخَفاض القيمة الغذائية للعلائق التجربية من ناحية محتواها من البروتين والأحماض الأمينية الأساسية والأحماض الدهنية الأساسية إضافة إلى الفيتامينات مما قد يكون لها أثر في خفض قيم مكداس وخضِاب الدم و عدد كريات الدم الحمر والبيض.

وتتفق نتائج التجارب معَ توصل إليه الباحث Montero (34) حيث وجدوا ارتفاعاً في عدد كريات الدم البيض لدى الأسماك المتغذية على عليقة حاوية على أوميكا–3 وأوميكا–6 وبتراكيز مختلفة وعزوا ذلك إلى إن هذه الأحماض لها دور مهم في المحافظة على النواقل الكيميائية المسيطرة على عدد من الوظائف الفسلجية في الجسم مثل النمو والانقسام والمحافظة على ضغط الدم وتخثره والوظائف المناعية والالتهابية.

جدول (4). تأثير إضافة مستويات مختلفة من زيت السمك كمصدر للأوميكا–3 على فحوصات دم أسماك التجربة (المتوسط ± الخطأ القياسي).

فحوصات الدم	T1 المقارنة	T2 1.5% زيت سمك	T3 2% زيت السمك	T4 2.5% زيت اسمك
كريات الدم الحمر RBC $\times 10^6/ml^3$	0.082±1.16 أ	0.037±1.21 أ	0.075 ±1.33 أ	0.047±1.27 أ
كريات الدم البيض WBC $\times 10^3/ml^3$	1.11±13.65 أ	0.52±12.85 أ	0.98±16.02 ب	0.056±14.01 أ ب
خضاب الدم Hb gm/100ml	0.141±7.66 أ ب	0.304±7.48 أ	0.35±8.68 ج	0.25±8.42 ب ج
مكداس الدم PCV%	0.424±24 أ ب	0.919±23 أ	1.06±27.05 ج	0.741±26 ب ج

المتوسطات التي لها حروف متشابهة في الصفوف لا تختلف فيما بينها معنوياً عندَ مستوى احتمالية $p>0.05$

نستنتج من الدراسة إلى أهمية الأحماض الدهنية الأساسية غير المشبعة من أوميكا–3 (زيت السمك) كإضافات نوعية في تحسين القيمة الغذائية للعلائق منخفضة البروتين والتي أسهمت في دعم معدلات النمو وكفاءة تحويل الغذاء فضلاً عن تحسن في معامل الهضم والصفات الدمية للأسماك.

المصادر

1. الجمل، أمين عبدالمعطي (2006)، الزراعة السمكية، الجزء الثاني، الطبعة الأولى، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، عابدين، القاهرة، جمهورية مصر العربية، 484 صفحة.

2. الأشعب، مهند حباس (2011)، إضافةُ مَصادرُ ومستَوَياتُ مختلفة من أوميكا–3 وأوميكا–6 في العلائقِ وتأثيرها في نمو أصبعيات أسماك الكارب الشائع *Cyprinus carpio* L.. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة، جامعة بغداد 175 صفحة.

3. Alabaster, J.S. and Loyed, R.L. (1982). Water quality criteria for fresh water fish. Butter Worths Scientific, London. 361 pp.

4. Ananichev, A.V. (1959) Digestive enzymes of fish and seasonal changes in their activity. Biochem., 24: 952–958.

5. AOAC, (1980), Official Methods of Analysis. Association of official Analytical chemists, Washington, DC, 1018 pp.

6. Blaxhall, P.C. and Dalslly, K.W. (1973). Routine hematological methods for use with fish blood. J. Fish Biol., 5: 771-781.

7. Bolin, D.W.; Richard, P.K. and Erale, K. W. (1952), A simplified method for the determination of chromic oxide (Cr_2O_3) when used as an index substance. Science, 116: 634 - 635.

8. Bogevik, A.S.; Tocher, D.R.; Waagbo, R. and Olsen, R.E. (2008). Triacylglycerol-, wax ester- and sterol ester-hydrolases in midgut of Atlantic salmon (*Salmo salar*).Aqua. Nutrit., 14: 93– 98.

9. Bransden, M.P. ; Carter, C.G. and Nichols, P.D (2003). Replacement of fish oil with sunflower oil in feeds for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): effect on growth performance, tissue fatty acid composition and disease resistance. Comparative Biochemistry and Physiology – Part, B 135: 611– 625.

10. Calder, P.C. (2001). Polyunsaturated fatty acids, inflammation and immunity. Lipids, 36: 1007–1024.

11. Castell, J.D.; Lee, D.J. and Sinnhuber, R.O. (1972). Essential fatty acids in the diet of rainbow trout *Salmo gairdneri*: lipid metabolism and fatty acid composition. J. Nutir., 102:93-100.

12. Catacutan, M.R. and Coloso, R.M. (1995). Effect of dietary protein to energy ratios on growth, survival, and body composition of juvenile Asian seabass, *Lates calcarifer*. Aquacul., 131: 125–133.

13. Cowey, C.B. and Sargent, J.R. (1972) Fish nutrition. Marine Biolog., 10: 383 – 492.

14. Denton, J.E.; Yousef, M.K.; Yousef, I.M. and Kuksis, J.E. (1974). Bile acid composition of rainbow trout (*Salmo gairdnerii*). Lipids, 9: 945–951.

15. Duncan, D.B. (1955), Multiple rang and multiple F test. Biometerics, 1: 11-19

16. Du, Z.Y.; Clouet, P.; Huang, L.M.; Degrac,e P.; Zheng, W.H. and He, J.G.: (2008). Utilization of different dietary lipid sources at high level in herbivorous grass carp (*Ctenophoryngodon idella*): mechanism related to hepatic fatty acid oxidation. Aquacul. Nutrit., 14: 77 – 92.

17. Gümüş, E.; Kaya, Y.; Balc,_ B.A. and Acar, B.B. (2009), Partial replacement of fishmeal with tuna liver meal in diets for common carp fry, *Cyprinus carpio* L., 1758. Pakistan Vet. J., 29: 154 -160.

18. FAO, (1981). Report of the symposium on new developements in the utilization of heated effluent and of recirculation system for intensive aquaculture, Stavanger, 29-30. May Rome. EIFAC/T39.

19. Furnkawa, H. and Tsukahara, H. (1966). On the acid digestion method for determination of chromic oxide an index substance in the study of digestibility of fish feed, Bull Jap. Soc. Sci. Fish., 32 (6): 502-506.

20. Henderson, R.J.; Bell, M.V. and Sargent, J.R. (1985), The conversion of polyunsaturated fatty acids to prostaglandins by tissue homogenates of turbot *Scopthalamus maximus*. J. of Experimental Marine Biol. and Ecol, 85: 93–99.

21. Hepher, B. (1988) Nutrition of Pond Fishes. Cambridge University Press, Cambridge., 27pp.

22. Janucey, K. (1982). Carp *Cypriuns carpio* L. Nutrition-Review. In.J.F.Muir and R.J. Roberts [eds].Recent Advances in Aquacul.,pp.215-263.London-Croomltelm.

23. Karolazos, V. ; Bendiksen, E.A. ; Dick, J.R. and Bell, J.G.(2007). Effect of dietary protein and fat level and rapeseed oil on growth and tissue fatty acid composition and metabolism in Atlantic salmon *Salmo salar* L. reared at low water temperatures. Aquacul. Nutr.,13: 256 –265.

24. Kellogg, T.F (1975). The biliary bile acids of the channel catfish, *Ictulurus punctatus*, and the blue catfish *Ictulurus furcatus*. Comparative Biochem. and Physio. – Part B., 50: 109 –111.

25. Kolkovski, S. (2001). Digestive enzymes in fish larvae and juveniles – implications and applications to formulated diets. Aquacul., 200: 181–201.

26. Kürşat, B. and Abdulkadir B. (2012). The Effect of the Replacement of Fish oil with Animal Fats on the Growth Performance, Survival and Fatty Acid Profile of Rainbow Trout Juveniles, *Oncorhynchus mykiss.* Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Scienc. 12: 661-666 (2012)

27. Ibeas, C.; Izquierdo, and Lorenzo, F. (1994), Effect of different levels of ω3 highly unsaturated fatty acids on growth and fatty acid composition of juvenile gilthead seabream (*Sparus aurata*), Aquacul., 127: 177 – 188.

28. Johnsson, S. M . and Larrson, A.(1979) .The effect of cadmium on the hematology and the activity of delta aminolevulinic acid dehydretase in blood and haematopoietic tissue of the flounder pleuronectes fiesus .L.Environ .Res ., 17: 191-200.

29. Kanazawa, A.; Teshima, S.I. and Ono, L. (1979) Relationship between essential fatty acid requirements of aquatic animals and the capacity for bioconversion of linolenic acid to highly unsaturated fatty acids. Comparative Biochemistry and Physiology – Part B 63: 295 – 298.

30. Kim, Kyoung-Duck, and Lee, Sang-Min (2004), Requirement of dietary *n*-3 highly unsaturated fatty acids for juvenile flounder (*Paralichthys olivaceus*). Aquacul., 229 : 315–323.

31. March, B. E. (1992), Essential fatty acids in fish physiology . Can. J. Physiol. Pharmacol., 71: 685-689.

32. Maynard, L. A. and Loosli J. K. (1969), Animal Nutrition Magrow-Hill Book Company, New York, N. Y. 5th. 484 PP.

33. McCormic, S.D.; Saunders R.L. & Maclutyre A.D. (1989), The effects of salinity and ration level on growth rate and conversion efficiency of Atlantic salmon *Salmo salar*, Aquacul., 82: 173 - 180.

34. Montero, D.; Robaina L.E.; Socorro J.; Vergara J.M.; Tort L. and Izquierdo M.S. (2001) Alteration of liver and muscle fatty acid composition in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) juveniles held at high stocking density and fed an essential fatty acid deficient diet. Fish Physio. and Bioch.,24:63–72.

35. Morais, S.; Conceicao L.E.; Ronnestad I.; Koven W.; Cahu C. and Zambonin J.L. (2005) Dietary neutral lipid level and source in marine fish larvae: effects on digestive physiology and food intake. Aquacul., 268: 106–122.

36. Muona, M.. and Soivio A. (1992). Changes in plasma lysozyme and blood leukocyte levels of hatchery-reared Atlantic salmon *Salmo salar* L. and sea trout (*Salmo trutta* L.) during parr-smolt transformation. Aquacul., 106: 75–87.

37. Oxley, A. ; Tocher D.R. ; Torstensen B.E. and Olsen R.E. (2005), Fatty acid utilization and metabolism in caecal enterocytes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed dietary fish or copepod oil. Biochemical et Biophysical Acta., 1737: 119–129.

38. Oxley, A.; Jutfelt F.; Sundell K. and Olsen R.E. (2007). sn-2-monoacylglycerol, not glycerol, is preferentially utilised for triacylglycerol and phosphatidylcholines biosynthesis in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) intestine. Comparative Biochem. and Physio. Part B.,146: 115 – 123.

39. Robert, A.M. ; Sang L. ; Danielle A.A, ; Charlotte A. ; Kathleen M.G. ; Bruce R.B. and Mark P. (2008). Fish oil prevents essential fatty acid deficiency and enhances growth: clinical and biochemical implications. Metabolism Clinical and Experimental, 57: 698–707.

40. Robert, D. Serwata (2009). Nutritional evaluation of rendered animal by- products and blends as suitable partial alternatives for fish meal in diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). A thesis for the partial requirement of the award of MPhil, University of Stirling, Scotland, p 144.

41. Sakamoto, G.A.; McCormick S.D. and Hirano T. (1993), Osmoregulatory action of growth hormone and its mode of acyion in salmonids: A review. Fish Physiol. Biochem., 11:155 – 164.

42. Sargent, J.R.; Bell J.G.; Bell M.V.; Henderson R.J. and Tocher D.R. (1993). The metabolism of phospholipids and polyunsaturated fatty acids in fish. In: Callou B, Vittelo P (eds) Coastal and Estuarine Studies – Aquaculture: Fundamental and Applied Research, pp. 103 – 124. American Geophysical.

43. SAS, Institute (1996),SAS Users Guide:Statistics,1986 ed.SAS Inst.Inc.Cary, NC.

44. Smith, R.R. (1971), A method for measuring digestibility and metabolizable energy of feeds. Prog. Fish Cult., 33: 132 - 134.

45. Steffens, W. (1996). Protein sparing effect and nutritive significance of lipid supplementation in carp diets. Arch Tierernahr, 49 (1): 93-8.

46. Stickney, R.R. and McGeachin, R.B. (1983). Effects of dietary lipid quality on growth and food conversion of tilapia. Proceedings of the Annual Conference of the Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies, 1983: 352 –357.

47. Stillwell, W. and Wassall, S.R.(2003), Docosahexaenoic acid: membrane properties of a unique fatty acid. Chem. Phys. Lipids, 126 (1): 1-27.

48. Talbot, B. (1993), Some aspects of the biology of feeding and growth in fish. Proceeding of the Nutrition Society, 52: 403-416.

49. Utne, F. (1978),Standard methods and terminology in fin-fish nutrition from: World symp.on finfish nutrition and fish feed Technology, Hamburg,20-23. June, Vol. 2.

50. Wee, K.L. and Shu, S.W. (1989). The nutritive value of boiled full-fat soybean meal in Pelleted feed for nile tilapia, Aquacul., 81: 303-314.

51. Weber, J.M. (2009), The physiology of long-distance migration: extending the limits of endurance metabolism J. Exp. Biol., 212(5): 593 - 597.

52. Windell, T.; Foltz, W.J. and Sarokon, A.J. (1978), Methods of facal collection and nutrient leaching in digestibility studies, Prog. Fish. Cult., 40 (2): 51-55.

53. Villalta, M.; Estevez, A.; Bransden, M. P. and Bel, J.G. (2008), Effects of dietary eicosapentaenoic acid on growth, survival, pigmentation and fatty acid composition in Senegal sole (*Solea senegalensis*) larvae during the Artemia feeding period. Aquacul. Nutrit., 14 : 232 - 241.

54. Zhou, Q.C.; Li, C.C.; Liu, S.Y.; Chi, S.Y. and Yang, Q.H. (2007), Effects of dietary lipid sources on growth and fatty acid composition of juvenile shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Aquacul. Nutrit., 13: 222–229.

Enrichment Low Protein Diets With Omega-3 (PUFA) and it's Effects on Growth Indices, Apparent Digestible Coefficient and Some Physiological Characteristics of Young Common Carp *Cyprinus carpoi* L.

M. H. Alashaab, A. J. Almashadany, S. D. Mohamad and A. A.Fathil

Technology and Science Ministry, Animal and Fishers Resources Center, Baghdad, Iraq

Abstract. This study was carried out in the laboratories of fish and animal resource center for 90 days in 12 glass aquarium (40cm×30cm×70cm/70 L) to study the possibility of shoring or enrichment low protein diets with omega-3 (PUFA) and its effects on growth indices and some physiological characters of common carp *Cyprinus carpoi* L., formulated four different treatments with contain of protein 14.71-14.95 and energy between 1464.18-1467.70 K cal. Add fish oil as source of omega-3 at levels 0 T^1, 1.5% T^2, 2% T^3 and 2.5% T^4. A 96 fish were used an average weight of 16.19g ±0.45. The fishes distributed on four treatments\three replicate\eight observation for each replicate. The statistical results showed that T^3 (2% fish oil) was the best treatment and significant distinction ($P<0.05$) on treatments T^1 and T^2 for all parameters which were weigh gain (WG),relative growth rate (RGR), food conversion rate (FCR) and apparent digestible coefficient (ADC), and there were no significant different between T^3 and T^4 (2.5% fish oil). The statistical results showed that when add fish oil there were improvement in red and white blood cell (RBC and WBC), Packed Cell Volume (PCV) and Hemoglobin Concentration (Hb).

Key words: Omega-3, (PUFA), Growth Indices, Apparent Digestible Coefficient Common carp