

تأثير إضافة مستويات مختلفة من زيت الذرة والسمك وزيت الذرة والكتان كمصدرين مزيجين من أوميكا-6 وأوميكا-3 (PUFA) على أداء النمو لصغار أسماك الكارب الشائع *Cyprinus carpio L.*

سعيد عبدالسادة الشاوي و *مهند حباس الاشعب

جامعة بغداد-كلية الزراعة-قسم الثروة الحيوانية ، *وزارة العلوم والتكنولوجيا - مركز الثروة الحيوانية والسمكية. بغداد- العراق
البحث مستل من أطروحة دكتوراه للباحث الثاني

الخلاصة

أُستُخدمت 160 سمكة كارب شائع *Cyprinus carpio L.* بمعدل وزن بلغ 12غم/سمكة وزعت عشوائياً على 20 حوضاً زجاجياً (30سم×30سم×70سم). غُذيت أسماك التجربة لمدة 78 يوماً على عشرة معاملات مختلفة، صُنعت منها خمسة علائق مختبرية (المعاملات 1 - 5) وهُيئت خمسة علائق تجارية (المعاملات 6 - 10) وبواقع مكررين لكل معاملة و8 أسماك/مكرر. أُستخدم مزيجين مختلفين من الزيوت كمصدرين من أوميكا-6 (ω-6) وأوميكا-3 (ω-3) (1.5 : 1، زيت الذرة : زيت السمك) (M^1) و (1.5 : 1، زيت الذرة وزيت الكتان) (M^2) أُضيفت إلى العلائق المختبرية والعلائق التجارية بنسب صفر و1% و 1.5% لمعرفة تأثيرها على أداء نمو أسماك الكارب الشائع (*Cyprinus carpio L.*) (المعاملتان الـ 1 مختبرية والـ 6 تجارية للمقارنة بدون زيت). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي تفوقاً معنوياً ($p < 0.05$) لمعاملات العلائق المختبرية 1% و 1.5% (M^1) (المعاملتين 2 و 3) عن جميع معاملات التجربة الأخرى في جميع المعايير المدروسة. العلائق التجارية لكل من (M^1) و (M^2) (المعاملات 6-10) سجلت انخفاضاً معنوياً ($p < 0.05$) (أقل القيم) لجميع المعايير المدروسة مقارنة مع العلائق المختبرية (المعاملات 1 - 5).

الكلمات المفتاحية: زيت الذرة ، زيت السمك ، أوميكا-3 وأوميكا-6 و الكارب الشائع.

The Effect of Adding Various Levels of Both Corn Oil with Fish Oil and Corn Oil with Flax Oil in Fish Diet as Mixture Sources of ω-3 and ω-6 (PUFA) in Fish Diets on the Growth Performance of Common Carp Fingerlings *Cyprinus Carpio L.*

Saeed Abdulsaddah Al-Shawi and * Mohammad Habbas Al-ashaab

College of Agric.- Univ. of Baghdad , * Ministry of Sci. and Tech. Baghdad, Iraq

This article is part of Ph.D. Thesis of second author

Abstract

160 common carp fingerlings *Cyprinus carpio L.* weight average 12gm/fish were assigned randomly into 20 glass aquarium (30 cm×30 cm×70 cm) at 8 fishes. The fish fed for 78 days on ten different treatments. Five experimental diets were formulated (1 - 5 treatments) and get five commercial diet (6 - 10 treatment) at tow replicate of each treatment. Tow different oil mixtures as a source of omega-6 (ω-6) and omega-3 (ω-3) (1.5 : 1 , corn oil : fish oil) (M^1) and (1.5 : 1 , corn oil : flax oil) (M^2) were added to formulated diet and commercial diet in 0% , 1% and 1.5% to evaluate the growth performance of common carp (The formulated treatment 1 and commercial treatment 6 without oil as a control). The result showed that the treatments of 1% and 1.5% (M^1) for formulated diets (treatments 2 and 3) were significant superiority ($p < 0.05$) upon all another treatments for all studied parameters. Commercial diet with either (M^1) and (M^2) (treatments 6 - 10) recorded significant reduction ($p < 0.05$) (the lowest values) for all studied parameters comparably with formulated diets (1 - 5 treatments).

Key words: Corn oil, Fish oil, ω-3 and ω-6 and common carp.

المقدمة

العديد من العمليات الفسيولوجية، وللحصول على علائق عالية القيمة الغذائية لا بد من أغنائها بإضافات نوعية معينة يمكن أن تسهم في دعم معدلات النمو وتحويل وكفاء الغذاء وتحسن من معامل هضم العليقة فضلاً عن تقليل الهلاكات ومقاومة الأمراض (Copeman et al., 2002)، والأحماض الدهنية الأساسية هي إحدى الإضافات النوعية التي تُستخدم لأغناء علائق الأسماك وترفع من قيمتها الغذائية. وتأتي هذه الدراسة لتسليط الضوء على تأثير إضافة زيت الذرة + زيت السمك وزيت الذرة + زيت الكتان كمصدرين مزيجين من أوميكا-6 وأوميكا-3 على أداء النمو لصغار أسماك الكارب الشائع.

المواد وطرائق العمل

أسماك التجربة

جُلبت صغار أسماك الكارب الشائع *Cyprinus carpoi* L. من أحد المزارع الأهلية في منطقة المدائن جنوب شرق بغداد وبمعدل وزن بلغ 12غم/سمكة، أُلقيت الأسماك في ظروف المختبر (مختبر الأسماك) التابع إلى قسم الثروة الحيوانية/كلية الزراعة/جامعة بغداد في أحواض زجاجية مجهزة بالأوكسجين بصورة مستمرة لمدة 15-20 يوماً قبل بدء التجارب عليها، وغذيت بعليقة تجارية بنسبة 3% من وزنها وبوجباتٍ متعددة باليوم من الساعة الثامنة صباحاً وحتى الساعة الخامسة عصرًا.

فحوصات الماء

قيست تراكيز الأوكسجين المُذاب بواسطة جهاز قياس تركيز الأوكسجين المُذاب في الماء نوع YSI Model SIB أمريكي المنشأ. أُستخدم جهاز قياس درجة حامضية الماء pH نوع Saffron Walden C16t إنكليزي المنشأ. قيسَت

أن عملية الاستزراع السمكي واحدة من الفعاليات الزراعية المهمة والتي لها مكانتها الخاصة في الاقتصاد الوطني لأنها يمكن أن تساهم بفعالية في تحقيق الاكتفاء الذاتي من البروتين على الصعيد الداخلي، وتُعدّ التغذية من النشاطات المهمة في تربية الأسماك والتي لها دورٌ كبير ومؤثر في زيادة أرباح مشاريع الإنتاج الحيواني بوجه عام ومزارع الأسماك بوجه خاص إذا ما تمت السيطرة على كلفة العليقة المستخدمة والتي قد تصل كلفة تغذية الأسماك إلى حوالي 50% من كلفة المشروع (Janucey and Ross, 1982). لقد ارتبط 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 استزراعها في وحدة المساحة. والتغذية هي من أكثر الفعاليات اللاإرادية تكراراً وتعد جزءاً من العمل الروتيني اليومي للأسماك (Talbot, 1993). تعود الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة (PUFA) المهمة غذائياً إلى قسمين وهما أوميكا-3 ($n-3$ أو $\omega-3$) وأوميكا-6 ($n-6$ أو $\omega-6$)، حيث n أو ω هو تسلسل ذرة الكربون التي تقع عليها أول أصرة مزدوجة مبتدئة بنهاية المثيل لجزيئه الحامض الدهني، وفي $\omega-3$ الأصرة المزدوجة الأولى تقع بين ذرة الكربون الثالثة والرابعة محسوبة من نهاية المثيل للحامض الدهني، وبشكل مشابه الأصرة المزدوجة الأولى في الأحماض الدهنية كلها من $\omega-6$ وتقع بين ذرتي الكربون السادسة والسابعة من نهاية المثيل للحامض الدهني، وأوضح Wassal and Stillwell, (2003) أهمية الأحماض الدهنية الأساسية كمتطلبات لضمان نفاذية الأغشية والمرونة وتنشيط الأنزيمات وإنتاج أشباه الهرمون Prostaglandin فضلاً عن اشتراكها في

أيضاً على المكونات مع استخدام أسلوب الفرك لضمان تجانس الماء مع المكونات لحين تكوين عجينة ناشفة. بعدها تم إدخال كل عليقة التي أصبحت عجينة ناشفة في ماكينة فرم لحم يدوية محلية الصنع حجم 12 بوصة لتشكل خيوطاً بقطر 1ملم، فرشت الخيوط تحت أشعة الشمس مع التقليب المستمر حتى الجفاف، وُضعت كل عليقة بعد جفافها في كيس نايلون مع إعطاء علامة لكل كيس وحُفظت الأكياس في درجة حرارة 4-م لحين استخدامها. يتم تنظيف ماكينة الفرغ بعد تكوين كل عليقة (معاملة) للتخلص من آثار تكوين العليقة التي سبقتها. العليقة التجارية تم طحنها ومن ثم إضافة نسب الزيوت السابقة مع أتباع طريقة تصنيع العلائق التجريبية السابقة نفسها.

التحليلات الكيماوية

أخذت نماذج من العلائق التجريبية المصنعة والعلائق التجارية للتجربة التغذوية لإجراء التحليلات المختلفة لمعرفة التركيب الكيماوي للعلائق وقيمتها الغذائية (جدول 1). حيث تم تقدير الرطوبة بتجفيف العينات بواسطة الفرن الحراري الهوائي (105م لحين ثبات الوزن)، حُلِّل البروتين الخام بجهاز المايكروكلدال Microkjeldahl (6.25×N) ومستخلص الايثر بجهاز استخلاص الدهن Soxhlet apparatus، حيث أُستخدِم الهكسان كمذيب عضوي، تم تحليل الرماد بواسطة حرق العينة في فرن الترميد Muffle furnace (550م/4 ساعة) نوع MLW Electro، والألياف بالاعتماد على الطرائق القياسية المعتمدة (AOAC, 1980) (جدول 1). أما الكربوهيدرات الذائبة

درجة حرارة ماء الأحواض بواسطة محرار زئبقي صيني المنشأ. تمت تهوية ماء الأحواض بمضخات هواء صغيرة الحجم صينية المنشأ لتزويد ماء الأحواض بالأكسجين.

مكونات العلائق التجريبية

صنعت مختبرياً عشر علائق تجريبية (مختبرية) التي استخدمت فيها العليقة التجريبية في العلائق الخمس الأولى، استعمل زيت الطبخ (لا يحوي على أي نوع من الأوميكا) في العلائق الخمس الأولى وبنسب مختلفة لموازنة العلائق التجريبية من ناحية محتواها من الطاقة والعليقه التجارية (جُلبت من قضاء المسيب) أُستخدمت في العلائق الخمس الأخيرة وكما يأتي:

العليقة الأولى بدون إضافة الزيوت لها.
العليقة الثانية 1% (خليط زيت 1) يتكون من (1.5 زيت الذرة : 1 زيت السمك).

العليقة الثالثة 1.5% (خليط زيت 1) يتكون من (1.5 زيت الذرة : 1 زيت السمك).

العليقة الرابعة 1% (خليط زيت 2) يتكون من (1.5 زيت الذرة : 1 زيت الكتان).

العليقة الخامسة 1.5% (خليط زيت 2) يتكون من (1.5 زيت الذرة : 1 زيت الكتان).

العليقة السادسة (تجارية) بدون إضافة الزيوت لها.

استخدمت نفس نسب إضافة الزيت الممزوج أعلاه في العليقة التجارية في العلائق الأربع الأخيرة (العليقة السابعة إلى العليقة العاشرة) على التوالي (الجدول 1). تم مراعاة تجانس مكونات كل عليقة عند تصنيعها بشكل جيد، أضيف الزيت المحدد لكل عليقة بشكل تدريجي على المكونات مع استخدام أسلوب الفرك لضمان تجانس الزيت في مكونات العليقة كلها، بعدها يتم إضافة الماء بشكل تدريجي

وبمعدل 1م/دقيقة لتصل إلى الحرارة النهائية 225م. درجة حرارة منطقة الحقن Injection port ووحدة التحسس 240 Detector unit. قورنت النتائج المدروسة مع نماذج الأحماض الدهنية القياسية المجهزة من شركة Sigma الانكليزية بالأسلوب المذكور سابقاً وبالظروف نفسها واعتمد زمن الظهور Retention time للتعرف وتشخيص الأحماض الدهنية في النماذج. تم الحصول على منحنيات الأحماض الدهنية واستلمت النتائج بواسطة حاسبة مرتبطة والمزودة من الشركة نفسها (جدول 2). قدرت الأحماض الأمينية للعليقة المختبرية المصنعة و التجارية ومسحوق السمك كمصدر للبروتين الحيواني في العليقة المختبرية المصنعة في مختبرات مركز بحوث الكيمياء والصناعات الكيمائية التابع إلى دائرة بحوث الكيمياء وفيزياء المواد/وزارة العلوم والتكنولوجيا وفق الطرائق المتبعة من (McClug and Frankenberg, 1988) باستخدام جهاز الكروماتوغراف السائل عالي الكفاءة High Performance Liquid (HPLC) (الجدول 3).

Nitrogen Free Extract (NFE) فقد تم حسابها رياضياً بطريقة الفرق وكما يلي:
 الكربوهيدرات الدائبة = 100 - (البروتين % + مستخلص الايثر % + الرماد % + الألياف %).
 تم تحليل الأحماض الدهنية في مختبر الـ GC (Gas Chromatography) التابع لقسم علوم الأغذية والتقانات الإحيائية/كلية الزراعة/جامعة بغداد والجزء الآخر في قسم المستخلصات والمستحضرات الطبية/ مركز بحوث العدد الطبية والصيدلانية/ دائرة بحوث الكيمياء وفيزياء المواد/ وزارة العلوم والتكنولوجيا باستخدام جهاز الكروماتوغراف الغازي Gas Liquid Chromatography نوع -GLC من إنتاج شركة Shimadzu اليابانية وباستخدام كاشف التأين الحراري (FID) Flame Ionization Detector وعمود فصل نوع 30m × 0.32 mm Zebron capillary (ID, Film Thickness 0.25 μm). معدل جريان الغازات 40 و 55 مل/د للهواء والنتروجين على التوالي والضغط 100 Kpa. كانت حرارة الفرن الابتدائية 170م وترتفع تدريجياً

جدول (1) المكونات العلفية % والتحليل الكيماوي % استخدام زيت الذرة والسمك (خليط 1) وزيت الذرة والكتان (خليط 2) لأسماك التجربة في العليقة المختبرية والتجارية محسوبة على المادة الجافة

مكونات العليقة	عليقة بدون إضافة الزيوت	مكونات العليقة								
مختبرية (1)	مختبرية (2)	مختبرية (3)	مختبرية (4)	مختبرية (5)	مختبرية (6)	مختبرية (7)	مختبرية (8)	مختبرية (9)	مختبرية (10)	مكونات العليقة
M ¹	M ¹	M ¹	M ²	M ²	M ¹	M ¹	M ¹	M ²	M ²	مكونات العليقة
25	25	25	25	25	-	-	-	-	-	مسحوق السمك
35	35	35	35	35	-	-	-	-	-	كسبة فول الصويا
25	25	25	25	25	-	-	-	-	-	نخالة حنطة
4.13	4.07	4.06	4.03	4	-	-	-	-	-	ذرة صفراء
6	6	6	6	6	-	-	-	-	-	شعير محلي
3	3	3	3	3	-	-	-	-	-	فيتامينات
0	1	1.5	0	0	0	1	1.5	0	0	زيت الذرة والسمك
0	0	0	1	1.5	0	0	0	1	1.5	زيت الذرة والكتان
1.87	1.43	0.94	0.47	0	0	0	0	0	0	دهن طبخ
0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	* مضاد أكسدة
التحليل الكيماوي % محسوب على المادة الجافة وبمكررين لكل نموذج										
31.59	29.88	29.97	30.74	29.94	12.64	10.98	11.12	11.42	10.73	بروتين خام
4.95	5.07	5.25	5.84	5.75	4.15	4.28	4.21	4.41	4.55	مستخلص أثير
3.89	3.86	3.65	4.11	3.95	3.70	3.77	3.47	4.59	4.02	ألياف
8.26	8.30	8.24	8.20	8.63	8.01	9.57	9.12	10.43	9.62	رماد
51.31	52.89	52.64	51.11	52.83	72.50	71.40	72.08	73.74	71.08	NFE
1467.7	1461.2	1465.7	1478.9	1451.4	1377.15	1335.1	1344.8	1380.1	1335.1	** طاقة أيضا

* مضاد أكسدة نوع Butyrate Hydroxyl Anisole (BHA)

** تم حساب الطاقة الممتلئة اعتماداً على المعادلة الموضحة من قبل Smith, (1971) وهي كما يلي:

$$ME (MJ) = \text{protein} \times 18.8 + \text{fat} \times 33.5 + \text{NFE} \times 13.8$$

جدول (2) تركيب العلائق من الأحماض الدهنية باستخدام زيت الذرة والسّمك (خليط 1) وزيت الذرة والكتان (خليط 2)

عليقة بدون إضافة الزيوت (1) مختبرية M ¹	%1 (1.5) الزيت + الذرة + السمك (2) مختبرية M ¹	%1.5 (1.5) الزيت + الذرة + السمك (3) مختبرية M ¹	%1 (1.5) الزيت + الذرة + السمك (4) مختبرية M ²	%1.5 (1.5) الزيت + الذرة + السمك (5) مختبرية M ²	عليقة بدون إضافة الزيوت (6) تجارية M ¹	%1 (1.5) الزيت + الذرة + السمك (7) تجارية M ¹	%1.5 (1.5) الزيت + الذرة + السمك (8) تجارية M ¹	%1 (1.5) الزيت + الذرة + السمك (9) تجارية M ²	%1.5 (1.5) الزيت + الذرة + السمك (10) تجارية M ²	الأحماض الدهنية
0.645	2.542	1.752	2.52	3.52	1.34	3.14	2.84	3.55	4.28	C14:0 Myristic acid
13.84	17.24	15.83	16.82	13.69	11.82	13.57	12.82	13.32	12.68	C16:0 Palmitic acid
2.768	4.25	5.56	4.36	4.62	5.36	3.41	4.75	3.28	4.64	C16:1 n-7 Palmitoleic
2.658	4.841	3.04	4.91	3.87	3.104	4.22	3.94	3.36	3.86	C18:0 Stearic acid
36.84	27.34	25.33	25.84	26.66	25.024	20.51	19.22	18.58	14.21	C18:1 n-9 Oleic acid
22.82	21.47	24.58	21.55	21.67	6.11	24.44	23.85	24.34	25.04	C18:2 n-6 Linoleic acid
8.86	5.21	3.71	2.625	3.834	0.527	0.471	0.394	0.631	0.726	C20:0 Arachidic acid
3.92	3.44	5.14	17.54	19.14	0.541	6.33	4.68	18.58	19.47	C18:3 n-3 α- Linolenic acid
—	2.11	2.31	—	—	—	2.57	2.85	—	—	C20:5 n-3 Eicosapentaenoic APE
—	9.54	8.75	—	—	—	7.25	8.73	—	—	C22:6 n-3 Docosahexaenoic DHA
39.61	31.59	30.89	30.2	31.28	30.38	23.92	23.97	21.86	18.85	TMUFA الأحماض الدهنية الأحادية الكلية غير المشبعة
26.74	36.56	40.78	39.09	40.81	6.65	40.59	40.11	42.92	45.51	TPUFA الأحماض الدهنية المتعددة الكلية غير المشبعة
26.61	25.83	21.34	23.87	21.91	16.79	21.01	19.99	20.86	21.54	TSFA الأحماض الدهنية الكلية المشبعة
91.44	97.98	96.01	98.37	97.00	53.22	85.91	84.07	85.31	87.91	* Total Fatty acids% الأحماض الدهنية الكلية

* مجموع الأحماض الدهنية لم تكن 100% بسبب ظهور قسم من قيم المنحنيات مجهولة أو غير معروفة ولعدم توافر المحاليل القياسية لها فتعد لنا تحديد اسم ونسبة كل قمة مجهولة تمت ملاحظتها

جدول (3) محتوى الأحماض الأمينية الأساسية في العليقة المختبرية والتجارية ومسحوق السمك وأحتياجات سمكة الكارب من الأحماض الأمينية الأساسية (ملغم/100 ملغم بروتين)

الأحماض الأمينية الأساسية	* العليقة المختبرية	** العليقة التجارية	*** مسحوق السمك	أحتياجات سمكة الكارب من الأحماض الأمينية
(1) ميثايونين Methionine	0.9	0.3	1.8	1.2 0.8
(2) لايسين Lysine	1.9	0.4	4.8	2.2
سستين (غير أساسي) Cystine	-	-	0.4	0
ليوسين Leucine	1.1	0.7	4.8	1.3
فالين Valine	1.2	0.8	3.3	1.5
ارجنين Arginine	1.4	0.9	4.1	1.6
ايزوليوسين Isoleucine	1.2	0.4	3.2	0.9
هستين Histidine	0.9	0.5	1.3	0.8
(3) فنيلاين Phenylalanine	2.1	1	2.5	2.5 (1.3)
تربتوفان Tryptophane	1.2	0.9	0.6	0.3
تايرونين Threonine	2.1	1.1	2.6	-
(4) كلايسين (غير أساسي) Glycine	2.3	1.3	4.1	-
(4) سيرين (غير أساسي) Serine	1.6	1.2	3.8	-

* العليقة المختبرية تم تصنيعها في المختبر (30% - 31% بروتين) وأضيف لها مصادر ومستويات مختلفة من الزيوت كمصادر

لـ 6- ω و الـ 3- ω وأستخدمت في تجارب التغذية.

** العليقة التجارية (11.42% بروتين) تم جلبها من قضاء المسيب. وأستخدمت في التجربة الثالثة وأضيفت لها الزيوت (خليط 1 وخليط 2) كمصادر لـ 6- ω و الـ 3- ω .

*** مسحوق السمك أردني المنشأ (38% بروتين) أستخدم كمصدر بروتيني رئيسي في العليقة القياسية التي تم تصنيعها.

(1) الحامض الأميني الميثايونين Methionine يتكون منه الحامض الأميني السستين Cystine،

الميثايونين (1.2) عندما يكون السستين 0% و 0.8 عندما يكون السستين 2%.

(2) الحامض الأميني اللايسين Lysine يتكون منه الحامض الأميني الهيدروكسي لايسين Hydroxylysine

(3) الحامض الأميني الفينيل البينين Phenylalanine يتكون منه الحامض الأميني التايروسين Tyrosine

الفينيل ألانين (2.5) عندما يكون التيروسين 0% و (1.3) عندما يكون التيروسين 1%.

(4) الحامضان الأمينيان الكلايسين Glycine والسيرين Serine أحياناً يكونان غير كافيين لحاجة الجسم فيعدان

أساسيان وأن كل منهما يتكون من الآخر

النتائج والمناقشة

الزيادة الوزنية الكلية WG والزيادة الوزنية اليومية DWG

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لمعيار الزيادة الوزنية الكلية WG والزيادة الوزنية اليومية DWG عدم وجود فروقات معنوية بين المعاملتين 2 و 3 لمعيار الزيادة الوزنية والزيادة الوزنية اليومية واللتان تفوقتا معنوياً على المعاملات التجريبية الأخرى جميعها، وسجلت المعاملة 1 أقل قيمة بالنسبة إلى العلائق القياسية إذ بلغت الزيادة الوزنية ومعدل الزيادة الوزنية اليومي المنخفض معنوياً ($p < 0.05$) عن المعاملات المختبرية 2 و 3 و 4 و 5 في حين إنها ارتفعت معنوياً عن المعاملات التجارية 6 و 7 و 8 و 9 و 10. وأوضحت قيم الزيادة الوزنية ومعدلات الزيادة الوزنية اليومية للمعاملات 8 و 9 و 10 إلى عدم وجود فروقات معنوية بينها علماً أن هذه المعاملات سجلت ارتفاعاً عن المعاملة 6 (تجارية بدون إضافة زيت والتي أعطت أقل قيمة) وفي الوقت نفسه إنها سجلت انخفاضاً معنوياً ($p < 0.05$) عن المعاملات المختبرية جميعها ضمن التجربة (المعاملة 1 - المعاملة 5) (الجدول 4). إن ترويد العليقة بالزيوت النباتية والحيوانية الحاوية على الأحماض الدهنية من عائلة 6- ω و 3- ω المتمثلة بزيت الذرة والسمك (خليط 1) وزيت الذرة والكتان (خليط 2) أدت إلى زيادة الطاقة بالعليقة مقارنةً بالعليقتين 1 و 6 والحفاظ على تماسكها ومن ثم زيادة الإفادة منها، وقد يعود السبب في ذلك إلى إن المكونات الغذائية الداخلة في العلائق المختبرية المصنعة والمتمثلة بكسبة فول الصويا والذرة الصفراء والشعير والنخالة غنية بالمواد

الكربوهيدراتية والتي يتم تحويلها في الكبد إلى كليكوجين ومن ثم إلى كلوكوز ليتم نقلها بوساطة الدم للارتباط بالأحماض الدهنية غير المشبعة وتحويلها إلى ثلاثي كليسيريد في أنسجة الجسم ومن ثم تحدث الزيادة الوزنية خصوصاً وأن الأحماض الدهنية طويلة السلسلة تحوي أطرافاً محبة للماء وهي بذلك تدخل البنكرياس بسهولة وتقوم بتنظيم عمل الأنسولين (Weber, 2009). إن إضافة الزيوت (خليط 1 و 2) والحاوية على الأحماض الدهنية من 6- ω و 3- ω إلى العلائق قامت بتلبية جزء من احتياج أسماك التجربة من الطاقة وتجهيزها بالفيتامينات الذائبة بالدهون والمعادن والأحماض الدهنية الأساسية المشاركة في تركيب الغشاء الخلوي وكذلك دورها مهم في السيطرة على النمو وتطور الخلايا، علماً أن الخلايا ذات الأغلفة معتلة الصحة تقل قدرتها على حفظ الماء والغذاء الحيوي (Lim and Webster, 2006). إن وزن الجسم تحسن لدى الأسماك المغذات على العلائق الحاوية على الأحماض الدهنية من 6- ω و 3- ω الموجودة في الزيوت المضافة إلى العلائق ولعل السبب أيضاً يعود إلى وجود الأحماض الدهنية الأساسية فيها والتي قد تسبب انخفاض معدل مرور الغذاء خلال القناة الهضمية للأسماك مما يسمح لعمليات هضم ملائمة وقد تكون كافية من خلال زيادة تأثير الأنزيمات الهاضمة إضافة إلى إتاحة وقت مناسب وجيد لامتصاص أغلب العناصر الغذائية في العليقة (Oxley et al., 1979; Kanazawa et al., 2007). وبهذا تكون الإفادة كبيرة من العناصر الغذائية والتي أدت إلى تحسين معدلات النمو وهذا ما تم ملاحظته بشكل واضح في نتائج المعاملات

موضعي (Oxley *et al.* Paracrine mediators 2007) وأشيرَ أن (EPA) و (DHA) يمكن أن يقللان الإنتاج المفرط من الـ Eicosanoid ولهذا تحمي من الإخلال أو الاضطراب الصحي الذي قد يحصل في الخلايا (Sakamoto *et al.*, 1993). إن α -linolenic acid (ALA) 18:3n-3 الموجود في زيت الكتان و linoleic acid (LA) 18:2n-6 الموجود في زيت الذرة يُعدان مادة الأصل precursors لسلسلة ω -6 و ω -3 وبذلك سوف يتكون من الحامض 18:3n-3 (ALA) كل من 20:5n-3 (EPA) و 22:6n-3 (DHA) ومن الحامض 18:2n- (LA) 6 يتكون (AA) بسبب تمكن أسماك الكارب الشائع من عملية الإطالة وإزالة التشعب للسلسلة الكربونية للحامض الدهني من خلال توفر النظام الأنزيمي فيها Δ^5 و Δ^6 (Henderson and Tocher, 1987; Yildirim-Aksoy *et al.*, 2007). وحيث تم تكوين الـ 20:4n- (AA) 6 و 20:5n-3 (EPA) في المعاملات 4 و 5 و 9 و 10 التي أُستخدِمَ فيها زيت الذرة وزيت الكتان فسوف يُشتق منهما مركب الايكوسانويد Eicosanoid والتي لها مدى واسع من الوظائف المتعلقة بتنظيم عمليات الأيض ومنها عملية البناء (Villalta *et al.*, 2008). ولهذا فان التحسن الذي حصل في المعاملات المخبرية والتجارية مقارنةً بالمعاملتين 1 و 6 قد يعود السبب إلى التوازن المذكور أعلاه فضلاً عن القيمة الغذائية العالية للزيوت المضافة واستجابة أسماك التجربة للزيوت المضافة. وبينت النتائج أن العليقة التجارية لا تمتلك قيمة غذائية يمكن أن تستفاد منها أسماك التجربة مقارنةً بالعليقة المخبرية إذ أثبتت النتائج إنخفاض

المخبرية والتجارية، إذ تحسنت قيم الزيادة الوزنية الكلية واليومية في المعاملات 2 و 3 و 4 و 5 مقارنة بالعليقة 1 والمعاملات 7 و 8 و 9 و 10 مقارنة بالعليقة 6. وتُشير النتائج إلى أن المعاملتين 2 و 3 والمحتوية على 1% و 1.5% خليط 1 حققنا أفضل النتائج والسبب قد يعود إلى إختلاف مصادر الزيت المستخدمة في المعاملتين نباتي وحيواني وهما زيت الذرة وزيت السمك اللذان قد أعطيا تكاملاً غذائياً كماً ونوعاً من الأحماض الدهنية الأساسية من عائلة ω -6 و ω -3 (الجدول 2) ومن ثم زادت من جاهزية العلائق والاستفادة منها من الأسماك والذي أدى إلى دعم وتعزيز قيم الزيادة الوزنية لها (Bureau *et al.*, 2008). فضلاً عن توازن ω -6 إلى ω -3 شديد الأهمية في الغذاء بسبب الطبيعة التنافسية والدور البيولوجي المختلف لكل منهما والتفاعلات المتبادلة بينهما وذي تأثير حاسم للأبيض المناسب أو الصحيح لمجاميع مركبات الـ Eicosanoid التي تكونت نتيجة عمليات الأيض الذي حصل على الأحماض الدهنية التي تمتلك 20 ذرة كربون والمتمثلة بـ Dihomo- (DGLA 20:3n-6) و gamma-linolenic acid (AA 20:4n-6) و Arachidonic acid (EPA 20:5n-3) و Eicosapentaenoic acid وبفعل أنزيمات Cyclooxygenases و Lipoxigenases وتلعب الـ Eicosanoid دوراً مهماً في الحفاظ على صحة أو سلامة الخلايا وبالأخص أغلفتها إذ أنّ صحة جسم الحيوان الداخلية تُقاس بوساطة صحة الأغلفة الخلوية فضلاً عن المحافظة على التوازن الداخلي عن طريق ضبط وتكثيف العمليات الايضية داخل الخلية كونها تعمل كوسيط

وخارجها (Oxley ؛ Henderson *et al.*, 1985) و (et al., 2005). 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. من ناحية أخرى فإن دعم علائق الأسماك بالأحماض الدهنية بشكل كاف يضمن عملها بفعالية أكبر مما يعزز دعم معدلات الزيادة الوزنية (Zhou *et al.*, 2007). ونلاحظ الدور الكبير الذي لعبته المستويات المختلفة من الزيوت الممزوجة المضافة إلى العلائق التجارية (الجدول 4) كمصادر لـ $\omega-3$ و $\omega-6$ في تحسين معدلات النمو لأسماك المعاملات التجارية (7 - 10) على الرغم من انخفاض مستويات البروتين والأحماض الأمينية فيها وهذا يؤكد أهمية الأحماض الدهنية الأساسية فيها. وتتفق نتائج الدراسة الحالية مع ما درسه (Lim *et al.*, 2009) لتحديد تأثير مستويات ومصادر من الدهن مضافاً إليه فيتامين E على كفاءة النمو والاستجابة المناعية لأسماك البلطي النيلي *Oreochromis niloticus* من مخاطر بكتريا *Streptococcus iniae* في الأحواض الزجاجية ولمدة 12 أسبوعاً، إذ استخدموا ثلاث علائق نقية ذات محتوى بروتيني 35% جهزت مع 6% و 10% و 14% من مزيج 1:1 من زيت الذرة وزيت سمك الـ menhaden (سمك من جنس الرنكة) مع 50 و 100 و 200 ملغم من

معنوي لمعدلات الزيادة الوزنية الكلية واليومية المعاملات التجارية (6 - 10) جميعها عن المعاملات المختبرية (1 - 5) ولعل السبب يعود إلى انخفاض معدل نسبة البروتين في المعاملات التجارية مقارنةً بالمعاملات القياسية إذ بلغت على التوالي 11.38% و 30.42% (الجدول 1) وانخفاض مستويات الأحماض الأمينية (انخفاض قيمة بروتين العليقة) (الجدول 3) كذلك انخفاض مستويات الأحماض الدهنية الأساسية (الجدول 2)، وبذلك تكون العليقة التجارية غير ملبية لأحتياجات أسماك الكارب من الأحماض الأمينية والأحماض الدهنية ولا تُلبي حتى الحد الحرج من إحتياجات هذه الأحماض، وعند إضافة الزيوت الممزوجة (خليط 1 و 2) إلى المعاملات 7 - 10 تحسنت قيم الزيادة الوزنية الكلية واليومية بشكل واضح، حيث ارتفعت قيمها معنوياً عن المعاملة الـ 6 (بدون إضافة زيت)، وعلى الرغم من انخفاض قيمها معنوياً عن المعاملات القياسية ألا أنه يعتبر مؤشراً على أهمية الزيوت المضافة كمصدر للأحماض الدهنية التي لعبت دوراً مهماً في رفع القيمة الغذائية للعلائق التجارية. ومن نتائج معدلات الزيادة الوزنية الكلية واليومية للمعاملات التجارية نلاحظ أن الأسماك تحتاج إلى الأحماض الدهنية الأساسية من مجموعة $\omega-6$ و $\omega-3$ لصناعة جدران الخلايا والأحماض الدهنية من Prostaglandins وهما عاملان مهمان يقرران مدى صحة الأسماك ومناعتها وتتعدر بدونهما عملية تجديد الخلايا وحمايتها من الأمراض، وتلعب جدران الخلايا دوراً هاماً في حماية محتوياتها ومجريات وظائفها كما تقرر أيضاً متانة الأعضاء التي تكونها وتبادل المواد بين داخل الخلية

مؤشراً بأن أسماك الـ *gilthead bream* تحتاج كل من $\omega-3$ و $\omega-6$ للحصول على أفضل كفاءة نمو وان الأحماض الدهنية الأساسية في زيت فول الصويا وزيت كبد القد قد أعطت احتياجاتها من الأحماض الدهنية الأساسية. وبينت نتائج Holme *et al.*, (2007) تأثير مستويات مختلفة من زيت السمك : زيت الذرة على نسبة البقاء واستجابة النمو في السرطان الطيني (*Scylla (mud crab)* *serrata* المُغذاة على علائق شبه نقية زيادة في معدلات الزيادة الوزنية والنمو النسبي وتقليل نسبة الهلاكات فيها، واستنتجوا أن استجابة النمو وتقليل الهلاكات كانت نتيجة الحصول على تكامل كمي ونوعي من الأحماض الدهنية من $\omega-6$ و $\omega-3$. وفي تجربة أُجريت من قبل Cienc, (2007) عند استخدام أربعة مصادر من $\omega-6$ ، زيت القطن وزيت الكانولا وزيت زهرة الشمس وزيت الذرة وبنسب 1% و 3% و 5% أُضيفت إلى علائق أسماك الكارب الشائع وبوزن ابتدائي بلغ 26.6 غم/سمكة، لم تظهر لديه فروقات معنوية بين المعاملات عند المستويين 1% و 3% وتفاوتت معنوياً عن المستوى 5% للزيوت المستخدمة جميعها وأكد كفاءتها التغذوية في علائق أسماك الكارب الشائع كمصادر مهمة لـ $\omega-6$ ، وكانت أفضل قيم للزيادة الوزنية ومعدل التحويل الغذائي التي حصل عليها عند استخدام زيت الذرة ثم زيت الكانولا.

معدل النمو النسبي %RGR ومعدل النمو

النوعي SGR

أشارت نتائج التحليل الإحصائي إلى تفوق معدل النمو النسبي للمعاملة الـ 2 معنوياً ($p < 0.05$) عن المعاملات جميعها ما عدا المعاملة 3، كما

فيتامين E /غم علف. وحصلوا على أفضل قيمة 82.29 غم/سمكة كزيادة وزنية عند المستوى 6% مع 50 ملغم فيتامين E وتلتها المستوى 10% مع 50 ملغم فيتامين E ثم المستوى 14% مع 100 ملغم فيتامين E وبلغت على التوالي 82.29 و 80.94 و 77.37 غم/سمكة وعزوا ذلك إلى تحسين القيمة الغذائية للعلائق من جراء استخدام مزيج 1:1 من زيت الذرة وزيت سمك الـ *menhaden* اللذان يُمثلان مزيجاً من $\omega-6$ و $\omega-3$ والحاويان على الأحماض الدهنية الأساسية والمتمثلة بـ 18:2n-6 (LA) في زيت الذرة و 20:5n-3 (EPA) و 22:6n-3 (DHA) في زيت سمك الـ *menhaden* وأكدوا بأن نتائجهم تُعد مؤشراً جيداً بأن الزيوت الغذائية هي المصدر الوحيد للأحماض الدهنية الأساسية وهي مهمة جداً للنمو الطبيعي والمحافظة على الصحة إضافة إلى إنها تُعد كمصدر طاقة هضم عالية في علائق الأسماك. كما استخدمت ستة مستويات مختلفة مزيج من زيت فول الصويا كمصدر لـ $\omega-6$ وزيت كبد القد كمصدر $\omega-3$ في تجربة أُجريت على أسماك الـ *gilthead bream Sparus aurata* من قبل Nick *et al.*, (1991)، وكانت المستويات A (10% زيت الصويا+2% زيت كبد القد)، B (8% زيت الصويا+4% زيت كبد القد)، C (6% زيت الصويا+6% زيت كبد القد) D (4% زيت الصويا+8% زيت كبد القد)، E (2% زيت الصويا+10% زيت كبد القد)، F (12% زيت كبد القد)، وبلغت الزيادة الوزنية على التوالي 9.24 و 10.03 و 11.83 و 12.33 و 11.42 و 12.27 غم/سمكة، حيث سجلت المعاملة D أفضل نتيجة وتلتها المعاملة F، وذكروا أن نتائجهم تُعد

كبير في تعزيز معدلات النمو نسبياً ونوعياً من خلال دورها الكبير في إعطاء تكامل نسبي ونوعي لبناء خلية الجسم، وهذا ما استنتجته نتائج الدراسة التي تفوقت فيها المعاملات التي أُضيفت لها الزيوت الممزوجة مقارنةً بالمعاملتين الـ 1 و 6 وبالأخص في قيم المعاملات التجارية 7 - 10 التي تحسنت وزادت قيمها وتفوقت معنوياً عن المعاملة الـ 6 بالرغم من إنخفاض قيمها معنوياً عن جميع المعاملات القياسية 1 - 5 (جدول 4). وحصل Takeuchi, (1996) على معدلات نمو نسبي ونوعي جيدة بلغت 82.54% و 1.02 على التوالي في تجربة أُجريت لأسمك الكارب الشائع عند مستوى 1.5 : 1 (3- ω : 6- ω) وهي متوافقة مع نتائج الدراسة الحالية. وسجل Inge et al., (2008) ارتفاع قيم معدلات النمو النسبي بنسب تتلائم مع احتياجات اسمك الكارب الشائع من الزيوت النباتية المضافة في العلائق بلغت 92% عن العلائق التي لم تُضاف إليها الزيوت النباتية. وأشار Yildirim-Aksoy et al., (2009) أن زيت السمك لما يحوي من قيمة غذائية متمثلة بالأحماض الدهنية الأساسية كان له تأثير كبير في رفع القيمة الغذائية لعلائق تجارية ذات محتوى منخفض من البروتين مما دعم معدلات نمو أسمك جري القناة *Ictalurus punctatus* وهي تنفق ما توصلت إليه الدراسة مع نتائج المعاملات التجارية ذات المحتوى المنخفض من البروتين والأحماض الأمينية الأساسية.

معدل التحويل وكفاءة الغذاء FCR و FER

أشارت النتائج الإحصائية لمعيار العلف المتناول عدم وجود فروقات معنوية بين المعاملات 2 و 3 و 4 و 5 و 7 وبين المعاملات 1 و 6 و 8 و 9 و

سجلت النتائج عدم وجود فروقات معنوية بين المعاملات 1 و 4 و 5 (الجدول 4). وتفوق المعاملات جميعها الخمس الأولى (العلائق المختبرية) ($p < 0.05$) عن المعاملات الخمس الأخيرة (العلائق التجارية)، وسجلت المعاملتان 6 و 10 أقل القيم، كما لم تسجل فروقات معنوية بين المعاملات 7 و 8 و 9 و 10 (الجدول 4). أوضحت نتائج معدل النمو النوعي عدم وجود فروقات معنوية ما بين المعاملات الخمس الأولى، وسجلت المعاملتان 2 و 3 أعلى قيمة في حين بينت المعاملة 6 أقل قيمة، كما لم تظهر فروقات معنوية بين المعاملات 1 و 4 و 5 (مختبرية) و 7 (تجارية) وبين المعاملات 7 و 8 و 9 و 10. ويقودنا تفسير النتائج أعلاه إلى ما ذكره Leonardo et al., (2008) من أن أغلفة الخلايا تكون مبرمجة لدمج الأحماض الدهنية الأساسية حال توافرها لمتطلبات الجفاف على الوظائف المثلى، وإذا لم يتم الحصول على الأحماض الدهنية الأساسية بشكل كافٍ فإن الخلايا ستدمج دهوناً مُشبعة وأحماض دهنية حيوانية وكوليسترول وأحماض دهنية متحولة، وهذا يقود إلى أن تكوين أغلفة خلايا تمتلك قلة من السيولة أو المائعة less fluid وأن هذه الظاهرة تدل على نقص في الأحماض الدهنية الأساسية تؤدي إلى خلل في عمل الخلايا ولا تعمل أو تؤدي الوظائف الحيوية لها بشكل صحيح، وأكدوا أيضاً بأنه بدون الكمية الكافية من الأحماض الدهنية الأساسية في أغذية الأسماك فإن غلاف الخلية قد لا يعمل بصورة صحيحة كحاجز انتقائي (selective barrier) لتنظيم مرور المواد من الخلية وإليها، ومن هنا تكمن مساهمة الأحماض الدهنية الأساسية بشكل

استهلاك العلف وتحسين كفاءة التحويل الغذائي، وان الزيادة في نسب الزيوت في العليقة قد تسبب انخفاضاً في استهلاك العلف الذي بدوره يؤثر في معدل التحويل الغذائي ونسبة كفاءة العلف. وكانت النتائج متوافقة مع ما توصل إليه Nick et al., (1991) عندما استخدموا مزيج مستويات مختلفة من زيت فول الصويا كمصدر لـ 6- ω وزيت كبد القد كمصدر 3- ω في تجربة أجريت على أسماك البريم *Sparus aurata* إذ حصلوا على قيم كفاءة الغذاء وبلغت 52.40% و 56.75% و 67.10% و 67.54% و 64.28% و 66.93% عند المستويات على التوالي A (10% زيت الصويا+2% زيت كبد القد)، B (8% زيت الصويا+4% زيت كبد القد)، C (6% زيت الصويا+6% زيت كبد القد) D (4% زيت الصويا+8% زيت كبد القد)، E (2% زيت الصويا+10% زيت كبد القد)، F (12% زيت كبد القد) إذ كانت أفضل نتيجة عند المعاملة C. وحصل Francis et al., (2007) على معدل تحويل غذائي بلغ 3.41 و 3.12 و 3.57 و 2.98 عندما استعمل مستويات مختلفة ممزوجة من زيت الكانولا كمصدر لـ 6- ω وزيت الكتان كمصدر لـ 3- ω بنسب 1:1 و 1.5:1 و 1:1.5 و 1.5:1.5 في علائق أسماك *Maccullochella peelii* (Murray cod).

10. أما معدل التحويل الغذائي فأظهرت نتائج الإحصائية عدم وجود فروقات معنوية بين المعاملات المختبرية الخمس الأولى 1 و 2 و 3 و 4 و 5، في حين إنها أظهرت ارتفاعاً معنوياً ($p < 0.05$) عن المعاملات التجارية الخمس الأخيرة جميعها (6 و 7 و 8 و 9 و 10). وكانت المعاملة الـ 6 و 10 أقل القيم وسجلتا انخفاضاً معنوياً عن المعاملات التجريبية جميعها، ولم تظهر فروقات معنوية بين المعاملات 7 و 8 و 9. وأظهرت نتائج لمعيار نسبة كفاءة الغذاء ارتفاع المعاملة 2 معنوياً ($p < 0.05$) أعلى قيمة بلغت 0.39 عن المعاملات جميعها ما عدا المعاملة 3 وسجلت 0.371 التي لم تختلف معنوياً عن المعاملة 1 (0.33.8)، وأشارت النتائج الإحصائية إلى انخفاض معنوي ($p < 0.05$) للمعاملتين التجريبتين 6 و 10 (0.144 و 0.167 على التوالي) عن المعاملات جميعها (الجدول 4). النتائج كانت مقاربة إلى ما توصل إليه Lim et al., (2009) عندما استخدموا مزيج 1:1 من زيت الذرة وزيت سمك menhaden وبثلاثة مستويات 6% و 10% و 14% وحصلوا على قيم 1.09 و 1.12 و 1.19 لمعدل التحويل الغذائي و 86.24% و 74.61% و 70.11% لنسبة كفاءة الغذاء على التوالي وأشاروا إلى أن الأحماض الدهنية طويلة السلسلة الموجودة في زيت الذرة وزيت السمك قد حسنت من قابلية الأمعاء على الامتصاص وتحسين الاستجابة المناعية وتسهم في زيادة الوزن وزيادة في

جدول (4) تأثير إضافة مستويات مختلفة من زيت الذرة والسمك (خليط 1) وزيت الذرة والكتان (خليط 2) على الصفات المدروسة لأسماك التجريبية (المتوسط \pm الخطأ القياسي)

الصفات المدروسة	عليقة بدون إضافة زيت السمك (1) مختبرية	1%1.5 زيت السمك (2) مختبرية	1%1.5 زيت السمك (3) مختبرية	1%1.5 زيت السمك (4) مختبرية	1%1.5 زيت السمك (5) مختبرية	عليقة بدون إضافة زيت السمك (6) تجارية	1%1.5 زيت السمك (7) تجارية	1%1.5 زيت السمك (8) تجارية	1%1.5 زيت السمك (9) تجارية	1.5%1.5 زيت السمك (10) تجارية
الوزن الابتدائي غم/سمكة	21.55 \pm 0.58 ^a	21.08 \pm 0.77 ^a	22.20 \pm 0.88 ^a	23.14 \pm 0.93 ^a	22.60 \pm 0.49 ^a	22.38 \pm 0.92 ^a	23.56 \pm 0.45 ^a	21.19 \pm 0.67 ^a	21.37 \pm 1.23 ^a	23.75 \pm 0.6 ^a
الوزن النهائي غم/سمكة	36.08 \pm 0.37 ^b	39.97 \pm 0.88 ^a	40.31 \pm 1.33 ^a	40.16 \pm 1.11 ^a	38.84 \pm 0.05 ^a	28.49 \pm 0.71 ^e	33.37 \pm 0.86 ^c	30.01 \pm 0.69 ^{de}	29.96 \pm 0.84 ^{de}	31.75 \pm 0.40 ^{cd}
WG غم/70 يوم	14.53 \pm 0.20 ^c	18.89 \pm 0.11 ^a	18.11 \pm 0.45 ^a	17.01 \pm 0.17 ^b	16.24 \pm 0.54 ^b	6.11 \pm 0.21 ^f	9.80 \pm 0.41 ^d	8.82 \pm 0.20 ^{de}	8.59 \pm 0.39 ^e	8.00 \pm 0.20 ^e
DWG غم/يوم	0.207 \pm 0.03 ^c	0.269 \pm 0.001 ^a	0.258 \pm 0.006 ^a	0.243 \pm 0.002 ^b	0.232 \pm 0.008 ^b	0.087 \pm 0.03 ^f	0.140 \pm 0.005 ^d	0.126 \pm 0.002 ^{de}	0.123 \pm 0.005 ^e	0.114 \pm 0.002 ^e
معامل التحويل الغذائي FCR	2.96 \pm 0.20 ^a	2.56 \pm 0.034 ^a	2.71 \pm 0.076 ^a	3.02 \pm 0.072 ^a	3.09 \pm 0.088 ^a	6.93 \pm 0.49 ^d	4.85 \pm 0.079 ^b	4.72 \pm 0.08 ^b	4.88 \pm 0.37 ^b	5.63 \pm 0.20 ^c
نسبية كفاءة الغذاء	33.89 \pm 2.29 ^{bc}	39.02 \pm 0.48 ^a	37.08 \pm 1.05 ^{ab}	33.21 \pm 0.69 ^c	32.39 \pm 0.93 ^c	14.45 \pm 1.0 ^e	20.69 \pm 0.43 ^d	21.18 \pm 0.37 ^d	20.56 \pm 1.5 ^d	16.78 \pm 0.35 ^e
معدل النمو النسبي % RGR	67.82 \pm 3.07 ^c	89.62 \pm 2.7 ^a	81.60 \pm 1.22 ^{ab}	75.10 \pm 0.71 ^{bc}	71.94 \pm 3.95 ^c	26.38 \pm 3.07 ^e	41.74 \pm 1.12 ^d	41.66 \pm 1.22 ^d	40.36 \pm 4.08 ^d	33.72 \pm 1.7 ^{de}
معدل النمو النوعي غم/يوم SGR	0.073 \pm 0.02 ^{ab}	0.091 \pm 0.02 ^a	0.085 \pm 0.01 ^a	0.079 \pm 0.02 ^{ab}	0.077 \pm 0.03 ^{ab}	0.030 \pm 0.06 ^d	0.061 \pm 0.013 ^{bc}	0.05 \pm 0.001 ^{cd}	0.042 \pm 0.011 ^{cd}	0.041 \pm 0.002 ^{cd}

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

Reference

- AOAC, (1980), Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, 1018 pp.
- Bureau, D.P. ; Hua, K. and Harris, A.M. (2008), The Effect of Dietary Lipid and Long-Chain n-3 PUFA Levels on Growth, Energy Utilization, Carcass Quality, and Immune Function of Rainbow Trout, *Oncorhynchus Mykiss*. Journal of the World Aquaculture Society, 39, 1 – 21.
- Ciênc, Agrotec (2007), Sources and Levels of Oils in the Feeding of Common Carp (*Cyprinus carpio L.*) in the Phase of Growth, [online]. 31,(5) 1545 - 1551.
- Copeman, L.A.; Parrish, C.C.; Brown, J.A. and Harel, M. (2002), Effects of Docosahexaenoic, Eicosapentaenoic and Arachidonic Acids on the Early Growth, Survival, Lipid Composition and Pigmentation of Yellowtail Flounder (*Limanda ferruginea*): a Live Food Enrichment Experiment. *Aquaculture*, 210, 285 – 304.
- Francis, D.S.; Turchini, G.M.; Jones, P.L. and De Silva, S.S. (2007), Growth Performance, Feed Efficiency and Fatty Acid Composition of Juvenile Murray Cod, *Maccullochella Pealii*, Fed Graded Levels of Canola and Linseed Oil. *Aquaculture Nutrition*, 13, 335–350.
- Tocher, D. R. Henderson, R. J. and (1987), The Lipid Composition and Biochemistry of Freshwater Fish. *Progr. Lipid, Res.*, 26, 281-347.
- Henderson, R.J.; Bell, M.V. and Sargent, J.R. ,(1985) The Conversion of Polyunsaturated Fatty Acids to Prostaglandins by Tissue Homogenates of Turbot, *Scophthalmus Maximus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 85, 93–99.
- Holme, M.H.; Southgate, P.C. and Zeng, C.(2007), Survival, Development and Growth Response of Mud Crab, *Scylla Serrata*, Megalopae Fed Semi-Purified Diets Containing Various Fish Oil : Corn Oil Ratios. *Aquacult.*, 269, 427–435.
- Inge, G.; Sadasivam, K. and Genevieve, C.(2008), Dietary Hosphatidylcholine Affects Postprandial Plasma Levels and Digestibility of Lipid in Common Carp (*Cyprinus carpio L.*). *British Journal of Nutrition*, 100, 512–517.
- Janucey, K. and Ross, B. (1982), A Guide to Tilapia Feeds and Feeding Institute of Aquaculture. Sterling Univ., Scotland, Sterling, 111pp.
- 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.
- Leonardo, M. ; Eric, V. and Jean-Michel, W. (2008), High Resting Triacy Lglycerol Turnover of Rainbow Trout Exceeds the Energy Requirements of Endurance Swimming". *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 295: First Published April, 23, 363-379.

- Lim, C. ; Mediha Yildirim-Aksoy, ; Menghe H. Li ; Thomas L. Welker and Phillip H. Klesius (2009), Influence of Dietary Levels of Lipid and Vitamin E on Growth and Resistance of Nile Tilapia to *Streptococcus Iniae* Challenge. *Aquaculture*, 298 , 76–82.
- Lim, C. and Webster, C.D. (2006), Nutrient requirements. In: Lim, C., and Webster, C.D. (Eds.), *Tilapia: Biology, Culture and Nutrition*. The Haworth Press, Inc., Binghamton, New York, New York, 469–501.
- Lin, Y.H. and Shiau, S.Y. (2007), Effects of a Dietary Blend of Fish Oil With Corn Oil on Growth and Non-Specific Immune Responses of Grouper, *Epinephelus Malabaricus*. *Aquaculture Nutrition*, 13, 137–144.
- McClung, G. and Frankenberger, W.T. (1988), Comparison of Reverse-Phase High Performance Liquid Chromatographic Methods for Precolumn-Derivatived Amino Acid. *Journal of Liquid Chromatography*. 11 (3), 613-646.
- Nick, K. ; Maria, N.A. and Henderson, R.J. (1991), "Effect of Dietary Soybean and Cod-Liver Oil Levels on Growth and Body Composition of Gilthead Bream *Sparus Aurata*. *Aquaculture*, 104, 293 – 308.
- 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 Bio. Acta.*, 1737, 119–129.
- 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. Biochemistry and Physiology – Part B.*, 146, 115– 123.
- Sakamoto, G.A.; McCormick, S.D. and Hirano T. (1993), Osmoregulatory Action of Growth Hormone and its Mode of Action in Salmonids. A Review. *Fish Physiol. Biochem.*, 11, 155 – 164.
- Smith, R.R. (1971), A Method for Measuring Digestibility and Metabolizable Energy of Feeds. *Prog. Fish Cult.*, 33, 132 - 134.
- Stillwell, W. and Wassall S.R. (2003), Docosahexaenoic Acid: Membrane Properties of a Unique Fatty Acid. *Chem. Phys. Lipids*, 126 (1), 1-27.
- Takeuchi, T. (1996), Essential fatty acid Requirement in Carp. *Arch Tierernahr*, 49 (1) , 23 – 32.
- Talbot, B. (1993), Some aspects of the biology of feeding and growth in fish. *Proceeding of the Nutrition Society*, 52, 403-416.
- 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. *Aquacut. Nutrition*, 14 , 232 - 241.
- Weber, J.M. (2009), The Physiology of Long-Distance Migration: Extending the

Limits of Endurance Metabolism. *J. Exp. Biol.*, 212(5), 593 - 597.

Lipid Sources on the Growth Performance, Immune Response and Resistance of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) to *Streptococcus iniae* Challenge. *J. Appl. Aquac.*, 19, 29–49.

Yildirim-Aksoy, M.; Lim, C. and Klesius, P.H. (2009), "Increasing Fish Oil Levels in Commercial Diets Influences Hematological and Immunological

Yildirim-Aksoy, M.; Lim, C.; Davis, A. ; Klesius, P.H. (2007), Influence of Dietary

Responses of Channel Catfish, *Ictalurus punctatus*. *J. World Aquac.*, Soc. 40, 76–86.

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*. *Aquaculture Nutrition*, 13, 222–229.