

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 الأشعب

جامعة بغداد-كلية الزراعة-قسم الثروة الحيوانية ، \*وزارة العلوم والتكنولوجيا - مركز الثروة الحيوانية والسمكية.

بغداد- العراق

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 مخبرية (المعاملات 1 - 5) وهُيئت خمسة علائق تجارية (المعاملات 6 - 10) وبواقع مكررين لكل معاملة و 8 أسماك/مكرر. أُستخدِمَ 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 : زيت الكتان) ( $M^2$ ) أُضيفت إلى العلائق المخبرية والعلائق التجارية بنسب صفر و 1% و 1.5% لمعرفة تأثيرها على أداء نمو أسماك الكارب الشائع *Cyprinus carpio* L. (المعاملتان الـ 1 مخبرية والـ 6 تجارية للمقارنة بدون زيت). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي تفوقاً معنوياً ( $p < 0.05$ ) لمعاملات العلائق المخبرية 1% و 1.5% ( $M^1$ ) (المعاملتين 2 و 3) عن جميع معاملات التجربة الأخرى في جميع المعايير المدروسة. العلائق التجارية لكلٍ من ( $M^1$ ) و ( $M^2$ ) (المعاملات 6-10) سجلت انخفاضاً معنوياً ( $p < 0.05$ ) (أقل القيم) لجميع المعايير المدروسة مقارنةً مع العلائق المخبرية (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 \* Mohannad Habbas Al-ashaab

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

**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.

البحث مستل من أطروحة دكتوراه للباحث الثاني

## المقدمة

في دعم معدلات النمو وتحويل وكفاءة 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

جُلِّيت صِغار أسماك الكارب الشائع *Cyprinus carpoi* L. من أحد المزارع الأهلية في منطقة المدائن جنوب شرق بغداد وبمعدل وزن بلغ 12غم/سمكة، أُقلمت 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 بوساطة جهاز قياس تركيز الأوكسجين المُذاب في الماء نوع YSI Model SIB أمريكي المنشأ. أُستخدِمَ جهاز قياس درجة حامضية الماء pH نوع Saffron Walden C16t WPA إنكليزي المنشأ. قيسَت درجة حرارة ماء الأحواض بوساطة محرار زئبقي صيني المنشأ. تمت تهوية ماء الأحواض بمضخات هواء صغيرة الحجم صينية المنشأ لتزويد ماء الأحواض بالأوكسجين.

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، وتُعَدُّ 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). لَقَدْ 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  $\omega-3$ ) و أوميكا-6 ( $n-6$  أو  $\omega-6$ )، حيث  $n$  أو  $\omega$  هو تسلسل ذرة الكربون التي تقع عليها أول أصرة مزدوجة مبتدئة بنهاية المثل لجزيئه الحامض الدهني، وفي  $\omega-3$  الأصرة المزدوجة الأولى تقع بين ذرة الكربون الثالثة والرابعة محسوبة من نهاية المثل للحامض الدهني، ويشكل مشابه الأصرة المزدوجة الأولى في الأحماض الدهنية كلها من  $\omega-6$  وتقع بين ذرتي الكربون السادسة والسابعة من نهاية المثل 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 العديد من العمليات الفسيولوجية، وللحصول على علائق عالية القيمة الغذائية لا بد من أغنائها بإضافات نوعية معينة يمكن أن تُسهم

## 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 وينسب 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 التالي (الجدول 1). تم مراعاة تجانس مكونات كل عليقة عند تصنيعها بشكل جيد، أضيف الزيت المحدد لكل

عليقة بشكل تدريجي على المكونات مع استخدام أسلوب الفك لضمان تجانس الزيت في مكونات العليقة كلها، بعدها يتم إضافة الماء بشكل تدريجي أيضاً على المكونات مع استخدام أسلوب الفك 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 -4م لحين

استخدامها. يتم تنظيف ماكينة الفرمة بعد تكوين كل عليقة (معاملة) للتخلص من آثار تكوين العليقة التي سبقتها. العليقة التجارية تم طحنها ومن ثم إضافة نسب الزيوت السابقة مع اتباع 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)، حُلِلَ البروتين الخام بجهاز المايكروكلدال Microkjeldahl (6.25×N) ومستخلص الايثر بجهاز استخلاص الدهون Soxhlet apparatus، حيث أُستخدم 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 (NFE) Nitrogen Free Extract فقد تم حسابها رياضياً بطريقة الفرق وكما يلي:

الكربوهيدرات الذائبة = 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 Chromatography Liquid نوع GLC-2014 من إنتاج شركة Shimadzu اليابانية وباستخدام كاشف التأين الحراري Flame Ionization Detector (FID)

وعمود فصل نوع Zebtron capillary (30m Film Thickness 0.25 ،×0.32 mm ID) ومعدل جريان الغازات 40 و 55 مل/د للهواء والنيتروجين على التوالي والضغط 100 Kpa . كانت حرارة الفرن الابتدائية 170م° وترتفع تدريجياً وبمعدل 1م°/دقيقة لتصل إلى الحرارة النهائية 225م°. درجة حرارة منطقة الحقن Injection port ووحدة التحسس 240 Detector unit م°. 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 ( McClnug and Frankenberg, 1988 ) باستخدام جهاز الكروماتوغراف السائل عالي الكفاءة (HPLC) High Performance Liquid Chromatograph (الجدول 3 ).

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	زيت السمك (1)	زيت السمك (2)	زيت السمك (3)	زيت السمك (4)	زيت السمك (5)	زيت السمك (6)	زيت السمك (7)	زيت السمك (8)	زيت السمك (9)	زيت السمك (10)
مختبرية (1)	مختبرية (2)	مختبرية (3)	مختبرية (4)	مختبرية (5)	مختبرية (6)	مختبرية (7)	مختبرية (8)	مختبرية (9)	مختبرية (10)	مختبرية (11)	مختبرية (12)
M <sup>1</sup>	M <sup>1</sup>	M <sup>1</sup>	M <sup>2</sup>	M <sup>2</sup>	M <sup>1</sup>	M <sup>1</sup>	M <sup>1</sup>	M <sup>2</sup>	M <sup>2</sup>	M <sup>1</sup>	M <sup>2</sup>
مسحوق السمك	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
كسبة فول الصويا	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
نخالحة حنطة	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
ذرة صفراء	4.13	4.07	4.06	4.03	4	4	4	4	4	4	4
شعير محلي	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
فيتامينات	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
زيت الذرة والسمك	0	1	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0
زيت الذرة والكتان	0	0	0	1	1.5	0	0	0	0	0	1.5
دهن طبخ	1.87	1.43	0.94	0.47	0	0	0	0	0	0	0
* مضاد أكسدة	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
التحليل الكيماوي % محسوب على المادة الجافة وبمكررين لكل نموذج											
بروتين خام	31.59	29.88	29.97	30.74	29.94	12.64	10.98	11.12	11.42	10.73	11.42
مستخلص أثير	4.95	5.07	5.25	5.84	5.75	4.15	4.28	4.21	4.41	4.55	4.41
ألياف	3.89	3.86	3.65	4.11	3.95	3.70	3.77	3.47	4.59	4.02	4.59
رماد	8.26	8.30	8.24	8.20	8.63	8.01	9.57	9.12	10.43	9.62	10.43
NFE	51.31	52.89	52.64	51.11	52.83	72.50	71.40	72.08	73.74	71.08	73.74
** طاقة أيضا	1467.7	1461.2	1465.7	1478.9	1451.4	1377.15	1335.1	1344.8	1380.1	1335.1	1380.1

\* مضاد أكسدة نوع Butyrate Hydroxyl Anisole (BHA)

\*\*تم حساب الطاقة الممتلة 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) مختبر ية	%1 1.5% الذرة + زيت (الكتان) (2) مختبرية M <sup>1</sup>	%1.5 1.5% الذرة + زيت (السمك) (3) مختبرية M <sup>1</sup>	%1 1.5% الذرة + زيت (الكتان) (4) مختبرية M <sup>2</sup>	%1.5 1.5% الذرة + زيت (الكتان) (5) مختبرية M <sup>2</sup>	عليقة بدون إضافة الزيوت (6) تجارية	%1 1.5% الذرة + زيت (السمك) (7) تجارية M <sup>1</sup>	%1.5 1.5% الذرة + زيت (السمك) (8) تجارية M <sup>1</sup>	%1 1.5% الذرة + زيت (الكتان) (9) تجارية M <sup>2</sup>	%1.5 1.5% الذرة + زيت (الكتان) (10) تجارية M <sup>2</sup>	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 acid
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 المشعبة
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 المشعبة
26.61	25.83	21.34	23.87	21.91	16.79	21.01	19.99	20.86	21.54	TSFA الأحماض الدهنية الكلية المشعبة
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 قمم المنحنيات مجهولة أو غير معروفة ولعدم توافر المحاليل القياسية لها فتعذر لنا تحديد اسم ونسبة كل قمة مجهولة تمت ملاحظتها

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

احتياجات سمكة الكارب من الأحماض الأمينية		*** مسحوق السمك	** العليقة التجارية	* العليقة المختبرية	الأحماض الأمينية الأساسية
0.6	1.2 0.8	1.8	0.3	0.9	(1) ميثايونين Methionine
2.1	2.2	4.8	0.4	1.9	(2) لايسين Lysine
-	0 2	0.4	-	-	سسئين Cystine (غير أساسي)
1.6	1.3	4.8	0.7	1.1	ليوسين Leucine
1.2	1.5	3.3	0.8	1.2	فالينين Valine
1.5	1.6	4.1	0.9	1.4	ارجنين Arginine
0.9	0.9	3.2	0.4	1.2	ايزوليوسين Isoleucine
0.7	0.8	1.3	0.5	0.9	هستدين Histidine
1.2	(1.3) 2.5	2.5	1	2.1	(3) فينيل ألانين Phenylalanine
0.2	0.3	0.6	0.9	1.2	تربتوفان Tryptophane
-	-	2.6	1.1	2.1	ثايرونين Threonine
-	-	4.1	1.3	2.3	(4) كلايسين Glycine (غير أساسي)
-	-	3.8	1.2	1.6	(4) سيرين Serine (غير أساسي)

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

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

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

\*\*\* مسحوق السمك أردني المنشأ (38% بروتين) أُستخدِم 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 ألانين Phenylalanine يتكون منه الحامض الأميني التايروسين Tyrosine

الفنيل ألانين (2.5) عندما يكون التايروسين 0% و (1.3) عندما يكون التايروسين 1%.

(4) الحامض 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 واللذان 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 تزويد العليقة بالزيوت النباتية والحيوانية الحاوية على الأحماض الدهنية من عائلة  $\omega - 6$  و  $\omega - 3$  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 المُصنعة والمتمثلة بكسبة فول الصويا والذرة الصفراء والشعير والنخالة غنية بالمواد الكربوهيدراتية والتي يتم تحويلها في الكبد إلى كلايوجين ومن ثم إلى كوكوز ليتم نقلها بواسطة 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  $\omega - 6$  و  $\omega - 3$  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  $\omega - 6$  و  $\omega - 3$  الموجودة في الزيوت المضافة إلى العلائق ولعلّ السبب أيضاً يعود إلى وجود الأحماض الدهنية الأساسية فيها والتي قد تسبب انخفاض معدل مرور الغذاء خلال القناة الهضمية للأسماك مما يسمح لعمليات هضم مُلائمة وقد تكون كافية من خلال زيادة تأثير الأنزيمات الهاضمة إضافة إلى إتاحة وقت مُناسب وجيد لامتصاص أغلب العناصر الغذائية في العليقة

(Oxley et al., Kanazawa et al., 1979) ؛ (2007). وبهذا تكون الإفادة كبيرة من العناصر الغذائية والتي أدت إلى تحسين معدلات النمو وهذا ما تم ملاحظته بشكل واضح في نتائج المعاملات المختبرية والتجارية، إذ تحسنت قيم الزيادة الوزنية الكلية واليومية في المعاملات 2 و 3 و 4 و 5 مقارنةً بالعليقة 1 والمعاملات 7 و 8 و 9 و 10 مقارنةً بالعليقة 6. وتُشير النتائج إلى أن المعاملتين 2 و 3 والمحتوية على 1% و 1.5% خليط 1 حققتنا أفضل النتائج والسبب قد يعود إلى إختلاف مصادر الزيت المستخدمة في المعاملتين نباتي وحيواني وهما زيت الذرة وزيت السمك اللذان قد أعطتا تكاملاً غذائياً كماً ونوعاً من الأحماض الدهنية الأساسية من عائلة  $\omega - 6$  و  $\omega - 3$  (الجدول 2) ومن ثم زادت من جاهزية العلائق والاستفادة منها من الأسماك والذي أدى إلى دعم وتعزيز قيم الزيادة الوزنية لها



20:5n-3 في المعاملات 4 و 5 و 9 و 10 التي أُستخدَمَ 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 المختبرية 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 المختبرية إذ أثبتت النتائج إنخفاض معنوي لمعدلات الزيادة الوزنية الكلية واليومية المعاملات التجارية (6 - 10) جميعها عن المعاملات المختبرية (1 - 5) ولعلّ السبب يعود إلى إنخفاض 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 إنخفاض مستويات الأحماض الدهنية الأساسية (الجدول 2)، وبذلك تكون العليقة التجارية غير ملبية لأحتياجات أسماك الكارب من الأحماض الأمينية والأحماض الدهنية ولا تُلبّي حتى الحد الحرج من إحتياجات هذه الاحماض، 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 إلا أنه يُعتبر 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

(Bureau et al., 2008). فضلاً عن توازن  $\omega-6$  إلى  $\omega-3$  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 (DGLA 20:3n-6) Dihomo-gamma-linolenic acid (AA و Arachidonic acid (EPA و 20:4n-6) Eicosapentaenoic acid 20:5n-3) وبفعل أنزيمات Cyclooxygenases و Lipoxigenases، وتلعب الـ Eicosanoid دوراً مهماً في الحفاظ على صحة أو سلامة الخلايا وبالأخص أغلفتها إذ أن 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 موضعي Paracrine mediators (Oxley et al., 2007). وأشير 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  $\alpha$ -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  $\omega-6$  و  $\omega-3$  وبذلك سوف يتكون من الحامض  $\omega-6$  18:3n-3 (ALA) كلٍ من 20:5n-3 (EPA) و 22:6n-3 (DHA) ومن الحامض  $\omega-3$  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  $\Delta^5$  و  $\Delta^6$  (Henderson and Tocher, ; 1987) (Yildirim-Aksoy et al., 2007). وحيث تم تكوين الـ 20:4n-6 (AA) و (EPA)

ملغم من فيتامين E /كغم علف. وحصلوا على أفضل قيمة 82.29غم/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  $\omega$  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 بان نتائجهم تُعدّ مؤشراً جيداً بأن الزيوت الغذائية هي المصدر الوحيد للأحماض الدهنية الأساسية وهي مهمة جداً للنمو الطبيعي والمحافظة على الصحة إضافة إلى إنها تُعدّ كمصدر طاقة هضم عالية في علائق الأسماك. كما استُخدمت 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 تُعدّ مؤشراً بأن أسماك الـ gilthead bream تحتاج كل من  $\omega-6$  و  $\omega-3$  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.*,

والأحماض الدهنية من Prostaglandins وهما عاملان مهمان يقرران مدى صحة الأسماك ومناعتها وتتعدّد 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 وخارجها (Henderson *et al.*, 1985؛ Oxley *et al.*, 2005). وتتعرض جدران الخلايا باطراد إلى الهجمات الخارجية والجروح لكنها تجدد نفسها باستمرار بما يمكنها من السماح بنفوذ 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 فإنّ 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  $\omega-6$  و  $\omega-3$  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 مُضافاً 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

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 الحفاظ على الوظائف المثلى، وإذا لم يتم الحصول على الأحماض الدهنية الأساسية بشكل كافٍ فإن الخلايا ستدمج دهوناً مشبعة وأحماض دهنية حيوانية وكولسترول 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، وأكادوا 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 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 لأسماك الكارب الشائع عند مستوى 1.5 : 1 (ω-3 : ω-6) وهي متوافقة مع نتائج الدراسة الحالية. وسجل Inge *et al.*, (2008) ارتفاع قيم معدلات النمو النسبي بنسب تتلائم مع احتياجات أسماك الكارب الشائع من الزيوت النباتية المضافة في العلائق بلغت 92% عن العلائق التي لم تُضاف إليها الزيوت النباتية.

(2007) تأثير مستويات مختلفة من زيت السمك : زيت الذرة على نسبة البقاء واستجابة النمو في السرطان الطيني (*Scylla serrata* mud crab) 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 ω-6 و ω-3. وفي تجربة أُجريت من قبل Cienc, (2007) عند استخدامه أربعة مصادر من ω-6، زيت القطن وزيت الكانولا وزيت زهرة الشمس وزيت الذرة وبثلاث مستويات 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% وتفوقت معنوياً عن المستوى 5% للزيوت المستخدمة جميعها وأكد كفاءتها التغذوية في علائق أسماك الكارب الشائع كمصادر مهمة لـ ω-6، وكانت أفضل قيم للزيادة الوزنية ومعدل التحويل الغذائي التي حصل عليها عند استخدامه 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 سجلت النتائج عدم وجود فروقات معنوية بين المعاملات 1 و 4 و 5 (الجدول 4). وتفوقت 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). وأوضحت 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

السلسلة الموجودة في زيت الذرة وزيت السمك قد حسنت من قابلية الأمعاء على الامتصاص وتحسين الاستجابة المناعية وتُسهم في زيادة الوزن وزيادة في استهلاك العلف وتحسين كفاءة التحويل الغذائي، وان الزيادة في نسب الزيوت في العليقة قد تُسبب انخفاضاً في استهلاك العلف الذي بدوره يُؤثر 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 6-0 و زيت كبد القد كمصدر 3-0 في تجربة أُجريت 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 6-0 وزيت الكتان كمصدر لـ 3-0 بنسب 1:1 و 1.5:1 و 1:1.5 و 1.5:1.5 في علائق أسماك *Maccullochella peelii* (Murray cod).

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 أسماك جري القناة *Ictalurus punctatus* وهي تتفق 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 و 8 و 6 و 1 و 9 و 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 عن المعاملات التجارية الخمس الأخيرة (جميعها 6 و 7 و 8 و 9 و 10). وكانت المعاملة الـ 6 و 10 أقل القيم وسجلنا 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 التجاريتين 6 و 10 (0.144 و 0.167 على التوالي) عن المعاملات جميعها (الجدول 4). النتائج كانت مقارنة إلى ما توصل إليه Lim et al., (2009) عندما استخدموا مزيج 1:1 من زيت الذرة وزيت سمك menhaden وبنسبة 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

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

الصفات المدروسة	عليقة بدون إضافة زيت (1) مختبرية	%1 (ذرة + سمك) 1.5% زيت (2) مختبرية	%1.5 (ذرة + سمك) 1.5% زيت (3) مختبرية	%1 (ذرة + سمك) 1% زيت (4) مختبرية	%1.5 (ذرة + سمك) 1.5% زيت (5) مختبرية	عليقة بدون إضافة زيت (6) تجارية	%1 (ذرة + سمك) 1.5% زيت (7) تجارية	%1.5 (ذرة + سمك) 1.5% زيت (8) تجارية	%1 (ذرة + سمك) 1% زيت (9) تجارية	%1.5 (ذرة + سمك) 1.5% زيت (10) تجارية
الوزن الابتدائي غم/سمكة	21.55 0.58 $\pm$ a	21.08 0.77 $\pm$ a	22.20 0.88 $\pm$ a	23.14 0.93 $\pm$ a	22.60 0.49 $\pm$ a	22.38 0.92 $\pm$ a	23.56 0.45 $\pm$ a	21.19 0.67 $\pm$ a	21.37 1.23 $\pm$ a	23.75 0.6 $\pm$ a
الوزن النهائي غم/سمكة	36.08 0.37 $\pm$ b	39.97 0.88 $\pm$ a	40.31 1.33 $\pm$ a	40.16 1.11 $\pm$ a	38.84 0.05 $\pm$ a	28.49 0.71 $\pm$ e	33.37 0.86 $\pm$ c	30.01 0.69 $\pm$ de	29.96 0.84 $\pm$ de	31.75 0.40 $\pm$ cd
WG غم/70 يوم	14.53 0.20 $\pm$ c	18.89 0.11 $\pm$ a	18.11 0.45 $\pm$ a	17.01 0.17 $\pm$ b	16.24 0.54 $\pm$ b	6.11 0.21 $\pm$ f	9.80 0.41 $\pm$ d	8.82 0.20 $\pm$ de	8.59 0.39 $\pm$ e	8.00 0.20 $\pm$ e
DWG غم/يوم	0.207 0.03 $\pm$ c	0.269 0.001 $\pm$ a	0.258 0.006 $\pm$ a	0.243 0.002 $\pm$ b	0.232 0.008 $\pm$ b	0.087 0.03 $\pm$ f	0.140 0.005 $\pm$ d	0.126 0.002 $\pm$ de	0.123 0.005 $\pm$ e	0.114 0.002 $\pm$ e
معدل التحويل الغذائي FCR	2.96 0.20 $\pm$ a	2.56 0.034 $\pm$ a	2.71 0.076 $\pm$ a	3.02 0.072 $\pm$ a	3.09 0.088 $\pm$ a	6.93 0.49 $\pm$ d	4.85 0.079 $\pm$ b	4.72 0.08 $\pm$ b	4.88 0.37 $\pm$ b	5.63 0.20 $\pm$ c
نسبية كفاءة الغذاء	33.89 2.29 $\pm$ bc	39.02 0.48 $\pm$ a	37.08 1.05 $\pm$ ab	33.21 0.69 $\pm$ c	32.39 0.93 $\pm$ c	14.45 1.0 $\pm$ e	20.69 0.43 $\pm$ d	21.18 0.37 $\pm$ d	20.56 1.5 $\pm$ d	16.78 0.35 $\pm$ e
معدل النمو النسبي % RGR	67.82 3.07 $\pm$ c	89.62 $\pm$ 2.7 a	81.60 1.22 $\pm$ ab	75.10 0.71 $\pm$ bc	71.94 3.95 $\pm$ c	26.38 3.07 $\pm$ e	41.74 1.12 $\pm$ d	41.66 1.22 $\pm$ d	40.36 4.08 $\pm$ d	33.72 1.7 $\pm$ de
معدل النمو النوعي غم/يوم SGR	0.073 0.02 $\pm$ ab	0.091 0.02 $\pm$ a	0.085 0.01 $\pm$ a	0.079 0.02 $\pm$ ab	0.077 0.03 $\pm$ ab	0.030 0.06 $\pm$ d	0.061 0.013 $\pm$ bc	0.05 0.001 $\pm$ cd	0.042 0.011 $\pm$ cd	0.041 0.002 $\pm$ 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 Peellii*, Fed Graded Levels of Canola and Linseed Oil. *Aquaculture Nutrition*, 13, 335–350.
- Henderson, R. J. and Tocher, D. R. (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 Triacylglycerol 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.
- Yildirim-Aksoy, M.; Lim, C.; Davis, A. ; Klesius, P.H. (2007), Influence of Dietary

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 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.