تأثير إضافة مستويات ومصادر مختلفة من أوميكا-6 (PUFA) في العلائق على دلائل النمو لصغار أسماك الكارب الشائع *Cyprinus carpio* L.

مهند حباس الاشعب* سعيد عبد السادة الشاوي**

الملخص

أجريت تجربة لمدة 84 يوماً في 18 حوضاً زجاجياً ذا أبعاد 40سم×30سم×70سم وسعة 70 لتر ماء وزعت بها 144 سمكة كارب شائع *Cyprinus carpio* L. (معدل وزن 12.24 ±1.04غم/سمكة) عشوائياً على تسع معاملات تجريبية وبواقع مكررين لكل معاملة و8 أسماك/مكرر، غُذيت أسماك التجربة على تسع علائق تمَ تصنيعها مختبرياً ذات محتوى من البروتين يتراوح بينَ 30.51% و 31.82% وطاقة 1456.7 و 1478.3 كيلو/ سعرة ، أضيفَ زيت زهرة الشمس بمستويات 0 و0.5% و (1، 1.5 و 2) % في العلائق الخمس الأولى وزيت الذرة بمستويات (0.5، 1، 1.5 و2)% في العلائق 6-9 كمصدرين مختلفين للأحماض الدهنية فئة ω-6.

أظهرت النتائج لقيم الزيادة الوزنية الكلية WG واليومية DWG ومعدل النمو النسبي RGR عدم وجود فروق معنوية ($p<0.05$) بين المعاملات 4 و5 و8 والتي ارتفعت قيمها معنوياً عن المعاملات 1و2 و3 وسجلت المعاملتان 4 (1.5% زيت زهرة الشمس)، 8(1.5% زيت الذرة) أفضل النتائج إذ بلغت WG 14.79غم/سمكة، 15.95غم/سمكة، DWG 0.179 غم/سمكة/يوم، 0.189غم/سمكة/يوم، RGR 122.13%،128.21%، كما بينت نتائج معدلات النمو النوعي SGR ارتفاع قيمة المعاملة 8 معنوياً وكانت (0.098) أعلى قيمة عن المعاملات جميعها ما عدا المعاملة 4. كما تفوقت معنوياً قيم معدلات التحويل الغذائي FCR ونسبة كفاءة الغذاء FER للمعاملة 8 إذ بلغت 3.04 و 32.84% على التوالي. وأشارت قيم نسبة كفاءة البروتين PER عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات 1، 2، 4،5،6،7و9 وسجلت المعاملتين 5 (2% زيت زهرة الشمس) و8 (1.5% زيت الذرة) أفضل القيم وأظهرتا القيم 0.944 و1.03 على التوالي. أشارت النتائج أنفاً إلى أفضلية قيم المعاملتين 4 (1.5% زيت زهرة الشمس)، 8 (زيت الذرة) قد حققتا أفضل النتائج في قيم WG وRGR وFCR وFER وSGR وPER وبذلك ينصح باستعمال النسب المذكورة في علائق الأسماك.

المقدمة

تُعَد الدهون إحدى مجموعات المركبات العضوية الرئيسة ذاتَ قيمة غذائية وطاقة عالية، وظيفتها الرئيسة المشاركة في تركيبة الأغشية الخلوية ومصدر طاقة للخلية.وتكون الطاقة المنتجة من الدهن هي الأعلى في المادة الغذائية إذ تعطي تقريباً 38.5 كيلو جول/غم دهن ويرجع ذلك إلى انخفاض محتواها من الأوكسجين مقارنة معَ طاقة البروتين وتبلغ 23.6 كيلو جول/غم بروتين والكربوهيدرات هي الأقل و تُعطي تقريباً 17.3كيلو جول/غم كربوهيدرات (4). توجد الأحماض الدهنية غير المشبعة متعددة الأواصر المزدوجة PUFA المهمة غذائيا على نوعين وهما أوميكا- 3 أو (*n*-3 أو ω-3) و أوميكا- 6 أو (*n*-6 أو ω-6). تُعَد الدهون أيضا عناصر غذائية مهمة للأسماك لاحتوائها على الفيتامينات الذائبة فيه (A, K, E, D) والمعادن ومصدر للأحماضِ الدهنية الأساس (Essential fatty acids EFA) المهمة من اجل الحفاظ على التكوين الطبيعي في تركيب ووظائف الأغشية الخلوية وإنتاج مواد شبيه بالهرمونات تُسمى الايكوسانيد(11). تحتاج اللبائن أحماضاً دهنية من فئةω-6

جزء من اطروحة دكتوراه للباحث الاول.

* وزارة العلوم والتكنولوجيا – بغداد، العراق.

** كلية الزراعة – جامعة بغداد– بغداد، العراق.

PUFA أكثر من تلك العائدة الى العائلة ω-3 PUFA ، بينما تحتاج أنواع عديدة من الاسماك الى كميات من ω-3 PUFA أكثر من ω-6 PUFA (3) ، تختلف احتياجات أنواع الأسماك المختلفة للأحماض الدهنية من فئتي ω-3 و ω-6 كمّاً ونوعاً (19) خاصة الانواع البحرية منها السمكة المفلطحة Turbot (*Scophthalmus maximus*) وأسماك البريم red sea bream (*Pagrus major*) (24)، واسماك المياه العذبة Freshwater fish مثل اسماك التروت القزحي *Oncorhynchus mykiss* (20). يهدف البحث إلى دراسة تأثير إضافة مستويات مختلفة من زيت زهرة الشمس وزيت الذرة كمصدرين مختلفين من ω-6 PUFA في علائقِ صغارِ أسماك الكارب الشائع *Cyprinus carpio* L. من خلال تتبع أداء النمو.

المواد وطرائق البحث

أسماك التجربة

جُلبت أسماك الكارب الشائع *Cyprinus carpoi* L. من أحد المزارع الأهلية في منطقة المدائن جنوب شرق بغداد وبمعدل وزن بلغَ 12غم/سمكة، أُقلمت الأسماك في ظروف المختبر (مختبر الأسماك) التابع إلى قسم الثروة الحيوانية/كلية الزراعة /جامعة بغداد في أحواض كبيرة سعة 2.5 م^3 مجهزة بالأوكسجين بصورة مستمرة لمدة 15–20 يوماً قبل بدء التجارب عليها، وغذيت بعليقة تجارية بنسبة 3% من وزنها وبوجبات متعددة باليوم من الساعة الثامنة صباحاً وحتى الساعة الخامسة عصراً.

فحص الماء

قيست تراكيز الأوكسجين المُذاب بواسطة جهاز قياس تركيز الأوكسجين المُذاب في الماء نوع YSI Model SIB أمريكي المنشأ. أُستخدمَ جهاز قياس درجة حامضية الماء pH نوع Saffron Walden C16t WPA إنكليزي المنشأ. قيست درجة حرارة ماء الأحواض بواسطة محرار زئبقي صيني المنشأ. تمت تهوية ماء الأحواض بمضخات هواء صغيرة الحجم صينية المنشأ لتزويد ماء الأحواض بالأوكسجين.

مكونات العلائق التجريبية

أُستخدِمَ زيت الذرة الصفراء سعودي المنشأ وزيت زهرة الشمس تركي المنشأ كمصدرين لأحماض دهنية فئة أوميكا–6. كما استخدمت مضادات أكسدة نوع Butylated Hydroxy Anisole (BHA) من إنتاج شركة BDH الانكليزية. طُحنت المواد العلفية الأولية كلٍ على حده بواسطة مطحنة مختبرية نوع Hinduston-MFG-Co وخلطها لغرض تجانسها، صُنعت تسع علائق تجريبية مختبرياً . العليقة الأولى بدون إضافة الزيوت فيها والعلائق من الثانية إلى الخامسة أُستعملَ فيها زيت زهرة الشمس بنسب 0.5% و 1% و 1.5% و2% على التوالي، والعلائق من السادسة إلى التاسعة استخدمت فيها زيت الذرة بالنسب المذكورة نفسها كمصدرين نباتيين مختلفين من أوميكا–6، (جدول 1). تمّت 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 كل مكونات العليقة، بعدها تمت إضافة الماء بشكل تدريجي أيضاً على المكونات مع استخدام أسلوب الفرك لضمان تجانس الماء على المكونات لحين تكوين عجينة ناشفة. بعدها يتم إدخال كل العليقة التي أصبحت عجينة ناشفة في ماكنة فرم لحم يدوية محلية الصنع حجم 30 سم^3 لتكون خيوطاً بقطر 1ملم، فرشت الخيوط تحت أشعة الشمس مع التقليب المستمر

حتى الجفاف، وُضعت كل عليقة بعدَ جفافها في كيس نايلون مع إعطاء علامة لكل كيس وحُفظت الأكياس في درجة حرارة –4مْ لحينَ استعمالها. يتم تنظيف ماكنة الفرم بعدَ تكوين كل معاملة للتخلصِ من آثار العليقة التي سبقتها.

التحليلات الكيميائية

أخذت نماذج من العلائق التجريبية المصنعة للتجربة التغذوية لإجراء التحليلات المختلفة لمعرفة التركيب الكيميائي للعلائق وقيمتها الغذائية (جدول 1). حيث تم تقدير الرطوبة بتجفيف العينات بواسطة الفرن الحراري الهوائي (105مْ لحين ثبات الوزن)، حُللَ البروتين الخام بجهاز المايكروكلدال **Microkjeldahl (6.25×N)** ومستخلص الايثر بجهاز استخلاص الدهن **Soxhlet apparatus**، اذ أستخدمَ الهكسان مذيباً عضوياً وأستغرق الاستخلاص لمدة 8 ساعات لنماذج العلف، تمَ تحليل الرماد عن طريق حرق العينة في فرن الترميد **Muffle furnace** (550 مْ/ 4 ساعات) نوع **MLW electro** من طراز **LM 212-11** ألماني المنشأ، والألياف بالاعتماد على الطرائق القياسية المعتمدة (2). أما الكربوهيدرات الذائبة **Nitrogen Free Extract (NFE)** فقد تم حسابها رياضياً بطريقة الفرق كما يأتي:

الكربوهيدرات الذائبة = 100 – (البروتين% + مستخلص الايثر% + الرماد% + الألياف%).

قدرت الأحماض الدهنية للعلائق التجريبية في مختبر الكروماتوغرافي **GC** التابع إلى قسم علوم الأغذية والتقانات الإحيائية/كلية الزراعة/جامعة بغداد باستخدام جهاز الكروموتوكراف الغازي **Gas Chromatography** طراز **5711A** المجهز من شركة **Hewlett Packard** الألمانية المزود بوحدتي تحسس **Flame Ionization Detector** حسب الطرائق التي ذكرها **Al-Kaisey** (1) (جدول (2).

تغذية الأسماك

تم إجراء تجربة تغذوية في مختبر الأسماك للدراسات العليا التابع الكلية الزراعة/جامعة بغداد باستخدام مصدرين وبمستويات مختلفة من أوميكا–6 وهما زيت زهرة الشمس وزيت الذرة الصفراء في تسع علائق تجريبية قياسية (جدول 1) وبمعدل مكررين لكل معاملة، استعملت فيها 126 سمكة كارب عادي ***Cypriuns carpio*** L.. بمعدل وزن بلغَ 12غم/سمكة، وزعت عشوائياً على 18 حوضاً زجاجياً وبمعدل 8 اسماك/حوض ذو قياس 40سم×30سم×70سم ذو سعة 70 لتر ماء، استمرت التجربة لمدة 84 يوماً، جرت تهوية الماء طيلة مدة التجربة باستخدام مضخة هواء صغيرة صينية المنشأ لكل حوض زجاجي، كما يبدل الماء يومياً (بنسبة80%) بأخر سبقَ أن تُركَ داخل المختبر لمدة 24 ساعة للتخلص من الكلور ووصوله إلى درجة الحرارة الملائمة (درجة حرارة المختبر). غذيت الأسماك بنسبة 3% من وزنها (أعطيت هذهَ النسبة على شكل وجبات متعددة تبدأ من الساعة الثامنة صباحاً وحتى الساعة الخامسة عصراً). عدلت النسبة كل أسبوعين بعد وزن الأسماك بواسطة ميزان الكتروني نوع **Sartorious** ذو مرتبتين بعد الفارزة (سويدي المنشأ) لمراقبة النمو وكفاءة الأداء. قيست درجة الحرارة وتركيز الأوكسجين والرقم الهيدروجيني لماء الأحواض الزجاجية.

جدول 1: المكونات العلفية والتحليل الكيمائي لعلائق التجربة (استخدام مصادر ومستويات مختلفة من أوميكا-6) محسوبة على المادة الجافة

مكونات العليقة (%)	عليقة خالية زيت م 1	%0.5 زيت الشمس م 2	%1 زيت الشمس م (3)	%1.5 زيت الشمس م 4	%2 زيت الشمس م 5	%0.5 زيت الذرة م 6	%1 زيت الذرة م 7	%1.5 زيت الذرة م 8	%2 زيت الذرة م 9
مسحوق السمك	25	25	25	25	25	25	25	25	25
كسبة الصويا	35	35	35	35	35	35	35	35	35
نخالة حنطة	25	25	25	25	25	25	25	25	25
ذرة صفراء	4.13	4.07	4.06	4.03	4	4.07	4.06	4.03	4
شعير محلي	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Vit.mix	3	3	3	3	3	3	3	3	3
زيت زهرة الشمس	0	0.5	1	1.5	2	0	0	0	0
زيت الذرة	0	0	0	0	0	0.5	1	1.5	2
دهن طبخ	1.87	1.43	0.94	0.47	0	1.43	0.94	0.47	0
* مضاد أكسدة	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
التحليل الكيمائي (%) محسوب على المادة الجافة ومكررين لكل أنموذج (المتوسط ± الخطأ القياسي)									
رطوبة	6.47	6.46	6.79	6.69	6.56	6.09	7.13	7.39	5.18
بروتين خام	31.59	31.90	30.51	32.05	31.17	31.85	30.82	31.68	31.30
مستخلص أيثر	4.95	5.24	4.99	4.51	4.75	4.63	4.67	5.05	4.66
ألياف	3.89	3.52	3.76	3.74	3.94	4.03	3.74	4.11	4.01
رماد	8.26	7.97	7.97	8.21	8.26	8.23	8.09	8.018	8.46
NFE**	51.31	51.37	52.77	51.49	50.88	51.26	52.68	5.98	51.57
*** طاقة أيضية	1467.7	1478.3	1468.97	1464.18	1466.05	1461.26	1462.83	1468.27	1456.7

* مضاد أكسدة نوع Butylated Hydroxy Anisole (BHA)؛ ** Nitrogen Free Extract (NFE) الكربوهيدرات الذائبة؛

*** تم حساب الطاقة الممثلة اعتماداً على المعادلة الموضحة من قبل (28) وهي كما يأتي:

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

أستعملت كسبة فول الصويا برازيلية المنشأ ذو محتوى بروتين 43% وذرة صفراء محلية المنشأ وشعير محلي ونخالة حنطة ناعمة محلية المنشأ وخليط أملاح وفيتامينات من إنتاج شركة Supravit الأردنية يحتوي كل غم على فيتامين A 7000 وحدة دولية وفيتامين D3 1300 وحدة دولية وفيتامين E و0.8 ملغم وفيتامين K3 1.75 ملغم وفيتامين B1 0.45 ملغم وفيتامين B2 0.45 ملغم وفيتامين B6 0.22 ملغم وفيتامين B12 0.007 ملغم وحامض النيكوتينيك 5.2 ملغم وحامض الفوليك 0.045 ملغم وكبريتات المنغنيز 0.0035 ملغم وكبريتات الزنك 0.001 ملغم وكبريتات الحديد 0.001 ملغم وكبريتات النحاس 003 ملغم.

جدول 2 : تركيب علائق التجربة الأولى من الأحماض الدهنية باستخدام مستويات مختلفة من زيت زهـــرة الـــشمس وزيت الذرة الصفراء

الأحماض الدهنية (%)	علبقة خالية زيت م 1	%0.5 زيت الشمس م 2	%1 زيت الشمس م (3)	%1.5 زيت الشمس م 4	%2 زيت الشمس م 5	%0.5 زيت الذرة م 6	%1 زيت الذرة م 7	%1.5 زيت الذرة م 8	%2 زيت الذرة م 9
C14:0 Myristic acid	0.645	0.789	0.679	0.489	0.455	0.529	0.471	0.453	0.507
C16:0 Palmitic acid	13.84	13.08	11.15	10.42	9.85	11.84	12.25	10.55	9.52
C16:1 *n*-7 Palmitoleic acid	2.768	2.857	2.905	2.105	2.214	2.831	3.321	3.025	2.681
C18:0 Stearic acid	2.658	2.744	1.418	1.448	1.451	2.786	1.298	1.324	1.408
C18:1 *n*-9 Oleic acid	36.84	37.79	37.64	39.46	38.52	36.28	37.21	36.88	34.15
C18:2n-6 Linoleic acid	22.82	26.33	35.34	36.41	37.95	29.27	33.8	36.2	38.4
C20:0 Arachidic acid	8.865	7.215	7.112	6.077	6.210	8.281	7.121	6.251	8.021
C18:3 *n*-3 α- Linolenic acid	3.92	2.27	2.75	1.28	1.24	2.32	1.24	1.30	1.33
C20:5 *n*-3 Eicosapentaenoic acid EPA	0.31	--	--	--	--	--	--	--	--
C22:6 *n*-3 Docosahexaenoic acid DHA	1.21	--	--	--	--	--	--	--	--
TMUFA الأحماض الدهنية غير المشبعة أحادية الآصرة	39.61	40.64	40.54	41.56	40.73	39.11	40.53	39.90	36.83
TPUFA الأحماض الدهنية متعددة الأواصر المزدوجة الكلية	26.74	28.6	38.09	37.69	39.19	31.59	35.04	38.50	39.73
TSFA الأحماض الدهنية المشبعة الكلية	26.61	23.82	20.35	18.42	18.05	23.43	21.14	18.56	19.45
* Total Fatty acids%	92.96	93.07	98.98	97.67	98.07	94.24	96.71	95.96	96.01

مجموع الأحماض الدهنية لم تكن 100% بسبب قمم Peak مجهولة أو غير معروفة ولعدم توفر المحاليل القاسية لها فتعذر تحديد اسم ونسبة كل قمة مجهولة تمت ملاحظتهُ

المعايير المدروسة في التجارب التغذوية

اعتمد قياس المعايير المدروسة حسب العلاقات التي ذكرها Jobling و Koskela (13)

الزيادة الوزنية للأسماك (غم/سمكة) **Weight Gain** = الوزن النهائي (غم/سمكة) – الوزن الابتدائي (غم/سمكة).

الزيادة الوزنية اليومية (غم/سمكة) **Weight Gain Day**

$$= \frac{\text{الوزن النهائي (غم/سمكة)} - \text{الوزن الابتدائي (غم/سمكة)}}{\text{المدة الزمنية التي حدث فيها التغيير أو الزيادة (يوم)}}$$

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

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

معدل النمو النوعي **Specific Growth Rate (S.G.R.)**

$$= \frac{\text{اللوغاريتم الطبيعي للوزن النهائي} - \text{اللوغاريتم الطبيعي للوزن الابتدائي}}{\text{المدة الزمنية بين الوزنين (يوم)}}$$

نسبة التحويل الغذائي **Feed Conversion Ratio (F. C. R.)**

$$= \frac{\text{وزن الغذاء الجاف المتناول (غم/سمكة)}}{\text{الزيادة الوزنية الرطبة للأسماك (غم/سمكة)}}$$

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

$$= \frac{\text{الزيادة الوزنية الرطبة للأسماك (غم/سمكة)}}{\text{وزن الغذاء الجاف المتناول (غم/سمكة)}} \times 100$$

البروتين المتناول (غم/سمكة) **Protein intake**

$$= \frac{\text{العلف المتناول (غم/سمكة)} \times \text{نسبة البروتين في العليقة (\%)}}{100}$$

نسبة كفاءة البروتين (غم/سمكة) **Protein Efficiency Ratio (P. E. R)**

$$= \frac{\text{الزيادة الوزنية الرطبة للأسماك (غم/سمكة)}}{\text{البروتين المتناول (غم/سمكة)}}$$

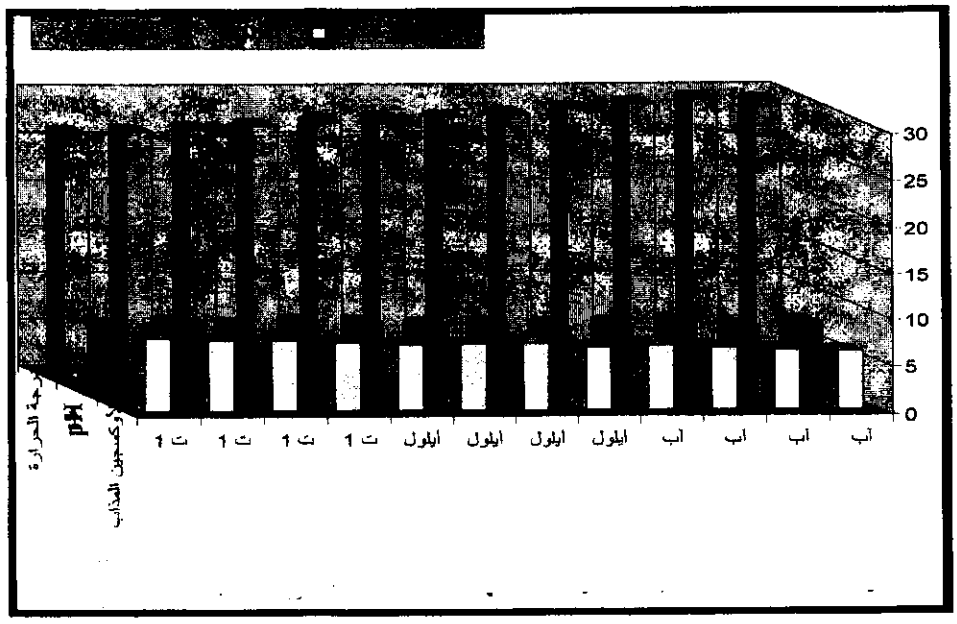
تم استخدام التصميم العشوائي الكامل **Complete Randomized Design (CRD)** في تحليل تأثير المعاملات في الصفات المدروسة، وقد اختبرت الفروق المعنوية بين متوسطات الصفات المدروسة وفق اختبار دنكن متعدد الحدود **Duncan's multiple range test** عند مستوى معنوية ($P\leq0.05$) (8) واستخدام البرنامج الإحصائي الجاهز **Statistical Analysis System** (23) في تحليل البيانات.

النتائج والمُناقشة

فحص الماء

يوضح شكل (1) معدلات درجات الحرارة وقيم الأس الهيدروجيني ومستوى الأوكسجين المذاب، وتراوحت درجات حرارة الماء بين 26.2 مْ – 29.4 مْ إثناء أشهر آب وأيلول وت[1] وهي ملائمة لنمو أسماك الكارب الشائع، إذ

أشارَ Hepher (10) إن درجات الحرارة الملائمة تتراوح ما بين 20 مْ – 30 مْ عند مستويات مختلفة من التغذية بينما ذكرَ Gerking (9) إن درجات الحرارة المناسبة لأسماك المياه الدافئة تقع بين 25 – 30مْ. وبلغت مديات تركيز الأوكسجين المذاب في الماء لأحواض التجارب الثلاث بين 6.2 – 7.6 ملغم/لتر ، وهي أيضا مناسبة لتربية أسماك الكارب العادي، أما قيم الأس الهيدروجيني (pH) تراوحت بين 7.1 و 7.8 وهي ضمن الحدود الملائمة لتربية أسماك الكارب الشائع التي تقع بين 6.0 – 8.5 (12).



شكل 1: معدلات درجة الحرارة والاس الهيدروجيني والاوكسجين المذاب اثناء التجربة.

الزيادة الوزنية الكلية WG والزيادة الوزنية اليومية DWG

أظهرَ جدول (1) نتائج نمو الأسماك لدى التغذي على العلائق التجريبية تفوق معدل الوزن النهائي لأسماك المعاملة 8 معنوياً ($p<0.05$) إذ بلغَ المعدل 28.39± 0.53 غم/سمكة واختلاف هذا المعدل معنوياً معَ معدلات أوزان أسماك المعاملات 1، 2، 3، 6،7 و9. أنعكست هذه النتائج أيضاً على معدلات الزيادة الوزنية WG للأسماك حيث أظهرت أسماك المعاملة 8 أعلى معدل زيادة وزنية (15.95 ± 0.29 غم/سمكة) واختلفت ($p<0.05$) معنوياً أيضاً معَ معدلات الزيادة الوزنية لأسماك المعاملات 1، 2، 3 ، 6، 7 و9. ولم تختلف معنوياً ($p>0.05$) معَ معدلات الزيادة الوزنية للمعاملات 4 و5. أعطت صفتي الزيادة الوزنية اليومية DWG ومعدلات النمو النسبي RGR نتائج التحليل الإحصائي نفسها. سجلت اسماك المعاملة 8 ارتفاعاً معنوياً ($p<0.05$) في قيم DWG (0.189غم/سمكة/يوم) ومعدل النمو النسبي (128.21%) وأظهرت أيضاً اختلافاً معنوياً ($p<0.05$) معَ معدلات DWG و RGR لأسماك المعاملات 1، 2، 3، 6، 7 و9 وغير معنوياً ($p>0.05$) معَ معدلاتDWGوRGR لأسماك المعاملتين 4 و5. يتضح من الجدول (3) أنَ أدنى قيم معدلات WG (12.42 ± 0.31 غم/سمكة) و DWG (0.148 ± 0.04 غم/سمكة) وRGR (96.21% ± 1.79) ظهرت في المعاملة 1 (بدون إضافة زيت). تعد دراسة معايير النمو السابقة من المعايير المهمة والعملية لتقويم نوعية العليقة ومستوى البروتين والعناصر الغذائية الأخرى (10)، يبدو أن استخدام زيت زهرة الشمس وزيت الذرة بمستوياتهما المختلفة قد حسنَ من القيمة الغذائية للعلائق التجريبية الذي قد يعود إلى احتواء زيت زهرة الشمس وزيت الذرة على linoleic acid (LA) 18:2*n*-6 (جدول 2) حيث يمكن مُلاحظة زيادة مستويات 18:2*n*-6 (LA) في العلائق معَ

زيادة مستويات زيت زهرة الشمس وزيت الذرة الذي يعد من الأحماض الدهنية الأساس وأجزاء تركيبية مهمة تدخل في أغلفة الخلية، خاصة عندَ دخولها في تركيب الليبيدات المفسفرة وتظهر تأثيراً إيجابياً في خصائص غلاف الخلية مثل السيولة **fluidity** و المرونة **flexibility** والنفاذية **permeability** إضافة إلى فعالية الإنزيمات الرابطة للغلاف وبذلك فإنها قدْ تُساهم في تعزيز بناء الخلية وتدعم معدلات النمو (25). وأُشيرَ إلى ضرورة أن تحتوي 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 فيه كمصدر للطاقة فيوجه معظمهُ أو جزء منهُ لبناء أنسجة الجسم أي يقوم بعمل ما يسمى " توفير البروتين **Sparing effect** " (5)، بذلك فإنَ زيت زهرة الشمس وزيت الذرة قد أسهما في تأمين جزء مهم من متطلبات الطاقة المطلوبة للأسماك واستخدام بروتين العليقة للبناء والنمو. إنَ وجود **linoleic acid 18:2*n*-6 (LA)** في زيت زهرة الشمس وزيت الذرة يُعد مادة الأصل **precursors** لسلسلة **ω-6** يؤدي إلى تكوين الأحماض الدهنية : **γ-Linolenic acid (γ-LA) 18:3*n*-6** و **dihomo-γ-Linolenic acid (D-γ-LA) 20:3*n*-6** و **Arachidonic acid (AA) 20:4*n*-6** و **Docosatetraenoic acid (DTA) 22:4*n*-6** (24).

وحيث أنَ معظم الحيوانات ومنها الأسماك لا تمتلك القدرة على تكوين حامض اللاينوليك **(LA)** بسبب عدم وجود الأنزيمات اللازمة لتكوينها فلا بد من توفيرها من مصدر خارجي. ألا أنَ أسماك الكارب الشائع من أسماك المياه العذبة تمتلك النظام الأنزيمي لإطالة السلسلة الكربونية للحامض الدهني **elongated** (إضافة ذرتين كربون) وإزالة التشبع **desaturated** (تكوين آصرة مزدوجة) حيث أنَ هناك أنزيمان لإزالة التشبع **delta-5 desaturase** و **delta-6 desaturase** أو تسمى (Δ^5 & Δ^6) تمَ تحديدهما من قبل **Owen** وجماعته (17)، وأن ترابط أو صِلة الأحماض الدهنية لنظام إنزيم إزالة التشبع Δ^6 يزداد معَ طول السلسلة الكربونية للحامض الدهني ومستوى إزالة التشبع لهُ (28). وبذلك تكون أسماك التجربة قد تمكنت من خلال استخدام مستويات زيت زهرة الشمس وزيت الذرة في العلائق من تكوين توليفة وجاهزية مناسبة للأحماض الدهنية الأساس التي يمكن الاستفادة منها أيضا. كما أنَ **Arachidonic acid (AA) 20:4*n*-6** و **dihomo-γ-Linolenic acid 20:3*n*-6** (اللذان يمتلكان **20** ذرة كربون) المتكونان من خلال إطالة السلسلة الكربونية وإزالة التشبع وسيشتق منهما مركب الايكوسانويد **Eicosanoid** (يمتلك **20** ذرة كربون) والتي تعد هرمونات موضعية تنتج من الغشاء البلازمي لكثير من خلايا الجسم لتفرز إلى المجال خارج الخلايا، وبالرغم من انها قصيرة الحياة إلا أنها تقوم بتنظيم العديد من الوظائف الخلوية والحيوية في أنسجة الجسم جميعها وحيث أنها لا تُخزن داخل الخلية ولكن تتكون حسب الاحتياج أو متطلبات الخلية وتقوم بتنظيم عمل الكثير من الهرمونات ومنها هرمون النمو السوماتوتروفين **Somatotrophein** وهرمون الأنسولين أكثر من عملها كهرمونات بحد ذاتها إضافة إلى قيامها بتوسيع الأوعية الدموية **Vasodilator** (29) وبذلك يكون للايكوسانويد **Eicosanoid** دوراً في دعم وتعزيز معدلات النمو لأسماك التجربة.

أنَ نتائج الدراسة الحالية كانت مقاربة لدراسات سابقة (21) استخدمت صغار اسماك السلمون الأطلنطي **Atlantic salmon** بوزن 4 غم غذيت على علائق شبه صناعية خالية من **ω-6 PUFA** ولمدة 4 أشهر، وكان الهدف من دراستهم هو لمعرفة المؤشرات المبكرة من نقص **ω-6 PUFA**، فوجدوا العلامات الخارجية في حالة اللاتوازن التغذوي في انخفاض معدل النمو وزيادة في الهلاكات اثناء مدة التغذية، وفي اسماك الكارب الشائع ***Cyprinus carpio* L.** و الكارب العشبي ***Ctenopharyngodon idella*** دُرست احتياجاتهما من

ω-6 و ω-3 (27) اذ بلغت 0.5-1% و1% على التوالي، وتبين إنَ اسماك الكارب العشبي عندما تتغذى على علائق بدون أحماض دهنية أساس تظهر عليها أعراض النقص ومنها انحناء العمود الفقري إضافة إلى ظهور انخفاض في معدلات النمو، ولوحظَ بأنَ أعراض نقص الأحماض الدهنية الأساس EFA قد لا تظهر بسهولة في أسماك الكارب الشائع، برغم أنَ ضعف النمو والهلاكات وظُهور ضرر أو أذى في الجلد skin lesions. واستخدمَ Okoye وEyo (16) مصادر دهن مختلفة لدراسة النمو والبقاء لأصبعيات *Clarias anguillaris* (1.28غم/سمكة) في تجربة استمرت 56 يوماً، إذ أُستخدمت أربع معاملات مختلفة من shea butter oil ودهن الخنزير مصدرين للأحماض الدهنية 20:4*n*-6 (AA) وزيت النخيل كمصدر للحامض 18:2*n*-6 (LA) بنسب ثابتة 1% والرابعة بدون زيت، وبلغت معدلات النمو 3.83 و 2.64 و 1.66 و 1.25 غم/سمكة على التوالي، ويُظهر بوضوح أهمية الزيوت في علائق الأسماك بالرغم من استخدامهم عليقة قياسية (23% بروتين) ألا أنها لم تُلب احتياجات الاصبعيات من الأحماض الدهنية الموجودة في مصادر الزيوت المذكورة أعلاه وبلغت نسبة 18:2*n*-6 (LA) فيها 22.82% وهي الأقل مقارنة بالعلائق الأخرى (جدول 2)، وذكرا تعليل نتائجهما إلى أهمية الأحماض الدهنية للنمو الأمثل والاختلاف في محتوى مصادر الزيوت من الأحماض الدهنية كان هو السبب في اختلاف النتائج التي حصلا عليها.

ان نتائج الدراسة الحالية تشابه دراسة سابقة (28) شملت أضافة زيت النخيل مصدر للأحماض ω-6 وزيت السمك مصدر للأحماض ω-3 في علائق جري القناة (*Ictalurus punctatus*) channel catfish وبنسبة 1.5% و1% على التوالي وحققا قيماً متشابهة في الزيادة الوزنية الكلية والزيادة الوزنية اليومية. وفي تجربة أجراها Cienc (6) عند استخدامه أربعة مصادر من ω-6، زيت القطن وزيت الكانولا وزيت زهرة الشمس وزيت الذرة وبثلاث مستويات (1، 3 و5)% أُضيفت إلى علائق أسماك الكارب الشائع (28% بروتين و2800 kcal/كغم) وبوزن ابتدائي بلغَ 26.6غم/سمكة، لم تظهر لديه فروق معنوية بينَ المعاملات عند المستوين (1 و3)% وتفوقت معنويا عن المستوى 5% للزيوت المستخدمة جميعها وأكدَ على كفاءتها التغذوية في علائق أسماك الكارب الشائع كمصادر مهمة للأحماض ω-6، وكانت أفضل قيم للزيادة الوزنية ومعدل التحويل الغذائي التي حصلَ عليها عند استخدامه زيت الذرة وتلتها زيت الكانولا. وذكر Copeman وجماعته (7) أنَ تناول الأحماض الدهنية بشكل كاف يضمن بناء الخلايا المناعية بشكل متين فضلاً عن عملها بفعالية اكبر أيضاً.

معدل النمو النسبي RGR والنمو النوعي SGR

يُلاحظ من الجدول (3) أن SGR لأسماك المعاملة 8 (0.098 ± 0.03) قد اختلفت معنوياً ($p<0.05$) معَ بقية المعاملات ما عدا SGR لأسماك المعاملة 4 (0.092 ± 0.005) التي أُضيفَ لها النسبة نفسها من زيت زهرة الشمس (1.5%). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لمعيار معدل النمو النسبي تفوق المعاملة 8 (1.5% زيت الذرة) معنوياً ($p<0.05$) عن المعاملات 1 و2 و3 و6 و7 و9 بينما لم تظهر فروق معنوية ($p>0.05$) بين المعاملات 4، 5 و8 وسجلت المعاملة 1 أقل قيمة (بدون زيت) (جدول 3). أما نتائج التحليل الإحصائي لمعيار معدل النمو النوعي فقد أكدت نتائج التحليل الإحصائي لمعيار معدل النمو النسبي فأظهرت تفوق المعاملة 8 أيضا (1.5% زيت الذرة) معنوياً ($p<0.05$) عن المعاملات 1، 2، 3، 5 و 6، 7 و9 فيما لم تختلف معنوياً ($p>0.05$) عن المعاملة 4 (1.5% زيت زهرة الشمس)، وسجلت المعاملة 3 أقل قيمة (1% زيت زهرة الشمس) التي لم تختلف معنوياً ($p>0.05$) عن المعاملتين 1 و9 (جدول 3). وبمقارنة نتائج الدراسة الحالية معَ دراسة سابقة (15) شملت استبدال زيت السمك معَ زيت النخيل وزيت زهرة الشمس في علائق الجري الأفريقي African catfish (*Clarius gariepinus*) إذ بينت أنَ الاستبدال الكامل لزيت السمك يُحسن نمو

الأسماك، ان الاختلافات الملاحظة واقعياً بينَ زيت النخيل وزيت زهرة الشمس توحي بأنَ LA 18:2*n*-6 تأثير محدوداً كحامض دهني في هذهِ الأنواع. وأفادت دراسة Karolazos وجماعته (14) تحسن في قيم معدل النمو النسبي والنوعي بإضافة زيت السلجم Rapeseed oil كمصدر LA 18:2*n*-6 بمستويات 0 و 3%و 6% في أسماك السلمون الأطلنطي *Salmo salar* L. المرباة في درجة حرارة منخفضة في الماء باستخدام علائق منخفضة ومرتفعة البروتين وسجلوا على التوالي قيماً بلغت (76، 79، 82) % لمعدل النمو النسبي و 0.49، 0.52، 0.56 لمعدل النمو النوعي عندَ استخدام عليقه مرتفعة البروتين (38.7%-39.1%)، وباستخدام عليقة منخفضة البروتين (34.4%) كانت القيم (66، 73،69)% لمعدل النمو النسبي و0.50، 0.52، 0.53 لمعدل النمو النوعي على التوالي. أكدت الدراسة بانَ هناك تحديد للخصائص والوظائف الفسيولوجية التي يمكن أن يؤديها الحامض الدهني في العمليات التمثيلية بالجسم تبعاً لطول سلسلة الحامض الدهني وعدد الروابط المزدوجة وموقع أول رابط منها بخصوص مجموعة المثيل، وهذه الصفة الأخيرة بالذات لها أهمية كبيرة فيما يخص خصائصها الطبيعية والفسيولوجية التي يقوم بها الجسم التي من خلالها يمكن أن يؤدي الحامض الدهني عمله في دعم وتعزيز معدلات النمو النسبي والنوعي من خلال كون الأحماض الدهنية تدخل في تركيب الليبيدات المفسفرة الموجودة في أغشية الخلايا مما يؤثر في تنظيم عمليات التمثيل الغذائي وبالتالي تدعم معدلات النمو (30). وحصلت دراسة أخرى (24) على قيم لمعدل النمو النوعي بلغت 0.012، 1.008، 0.007 و0.005 عند استخدامهم 1% مصادر زيتية مختلفة وهي shea butter oil،ودهن الخزير كمصدرين*n*-6 20:4(AA) وزيت النخيل كمصدر LA 18:2*n*-6 بنسب ثابتة 1% في علائق اصبعيات *Clarias anguillaris*، ويُلاحظ أنَ معايير معدلات النمو المستحصلة من هذهِ الدراسة هيَ أعلى من نتائج البحوث التي استعرضت ربما يعود إلى اختلاف نوع السمكة، وتركيبة العليقة، اختلاف الزيوت المستعملة.

استخُدِمَ هذان المعياران في الدراسة لأنهُما يعبران عن نمو الأسماك بشكل أفضل وأوضح مما تُظهِرهُ معدلات النمو المذكورة آنفاً حيث يوضح معيار النمو النوعي SGR تأثير التباين الحاصل بينَ معدلات نمو الأسماك للمعاملات المختلفة في التجارب التي يكون فيها تباين معدلات الأوزان الابتدائية للأسماك قليل (9) إضافة إلى وضوح التباين بين معدلات نمو أسماك المعاملات المختلفة التي قد تُظهِر اختلافات معنوية متداخلة.

معدل التحويل الغذائي FCR ونسبة كفاءة الغذاء FER ونسبة كفاءة البروتين PER

يُظهِر جدول (4) نتائج نمو سمك الكارب المغذاة على العلائق التجريبية بخصوص صفتي FCR وFER إذ تبين عدم وجود فروق معنوية ($p>0.05$) ما بين المعاملات 4، 5 و8 ، فيما تفوقت المعاملة 8 (1.5% زيت الذرة) معنوياً ($p<0.05$) عن المعاملات 1، 2، 3، 6، 7 و9 لمعياري معدل التحويل الغذائي ومعدل كفاءة الغذاء، ولم تظهر فروق معنوية ($p>0.05$) ما بين المعاملات التجريبية جميعها ما عدا المعاملة 8 التي سجلت أفضل قيمة لصفتي معدل التحويل الغذائي وكفاءة الغذاء. توافقت نتائج معدل التحويل الغذائيّ ونسبةُ كفاءة الغذاء معَ نتائج الزيادة الوزنية الحاصلة في الأسماك، إذ تحسَنَ معدل التحويل الغذائي ونسبة كفاءة الغذاء مع زيادة معدلات الزيادة الوزنية، موضحاً تأثير زيت زهرة الشمس وزيت الذرة في دعم العليقة الغذائية. تتفق النتائج المذكورة آنفاً معَ ما حصلَ عليهِ في دراسة Ruyter وجماعته (21) في الحصول على معدلات تحويل غذائي جيدة عندَ استعمالهما مصادر دهن مختلفة، إذ تحسنت قيم معدلات تحويل غذائي باستخدام زيوت مختلفة وهي زيت الزبد، زيت دهن الخنزير، وزيت النخيل وبنسبة 10% وكانت على التوالي 1.24، 1.81 و2.01 مقارنة معَ عليقة المقارنة وكانت 2.52 ونسبة كفاءة الغذاء كانت (56، 49، 43، 38)% على التوالي في تجربة أجريت على أصبعيات *Clarias anguillaris*. وأكدَ Przybyl وجماعته (18) على أهمية زيت السمسم كمصدر LA(18:2*n*-6) في علائق

اسماك الكارب الشائع حيث تحسنت قيم معدلات التحويل الغذائي ونسبة كفاءة الغذاء عندَ المستويات (0، 0.8، 1.2،1.8)% وكانت 2.98، 2.54، 2.06 ،2.61 لمعدلات التحويل الغذائي و(56، 62، 74، 59)% لنسبة كفاءة الغذاء، هذه النتائج كانت متقاربة معَ نتائج بحث الدراسة الحالية.

جدول 3 : تأثير مستويات مختلفة من زيت زهرة الشمس وزيت الذرة الصفراء (ω-6) في الزيادة الوزنية الكلية واليومية ومعدلا النمو النسبي والنوعي لأسماك التجربة (المتوسط ± الخطأ القياسي)

الصفات المدروسة	علبقة خالية زيت م 1	%0.5 زيت الشمس م 2	%1 زيت الشمس م (3)	%1.5 زيت الشمس م 4	%2 زيت الشمس م 5	%0.5 زيت الذرة م 6	%1 زيت الذرة م 7	%1.5 زيت الذرة م 8	%2 زيت الذرة م 9
معدل الوزن الابتدائي (غم/سمكة)	12.92 0.24± a	12.41 0.09 ± a	12.59 0.16 ± a	12.11 0.69 ± a	12.76 0.17 ± a	12.02 0.28 ± a	12.02 0.11± a	12.44 0.24± a	12.43 a 0.34±
معدل الوزن النهائي (غم/سمكة)	25.35 0.56± bc	25.34 0.58± bc	25.25 0.64± c	26.90 0.99± ab	26.90 0.99± ab	24.51 1.38± bc	25.64 0.43± bc	28.39 053.± a	25.33 0.55± bc
معدل الزيادة الوزنية (غم/سمكة) WG	12.43 0.31± bc	12.93 0.82± bc	12.66 0.44± c	14.79 0.67± ab	14.14 1.26± ab	12.49 1.37± bc	13.23 0.08± bc	15.95 0.29± a	12.90 0.55± bc
معدل الزيادة الوزنية اليومية (غم/سمكة / يوم) DWG	0.148 0.04± c	0.154 0.01± bc	0.151 0.05± bc	0.176 0.08± ab	0.168 0.015± ab	0.148 0.016± bc	0.157 0.01± bc	0.189 03..0± a	0.153 0.02± bc
معدل النمو النسبي(%) RGR	96.21 1.79± cd	104.19 7.48± bc	100.56 2.74± d	122.13 2.16± ab	110.91 8.35± abc	103.91 11.27± bc	110.62 2.28± bc	128.21 1.14± a	103.78 1.77± cd
معدل النمو النوعي SGR	0.079 0.05± cd	0.084 0.03± bc	0.069 0.01± d	0.092 0.005± ab	0.086 0.004± bc	0.084 0.006± bc	0,083 0.02± bc	0.098 0.03± a	0.079 0.05± cd

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

أما معيار نسبة كفاءة البروتين الذي تمت دراستهُ فهو يوضح العلاقة بين الزيادة الوزنية الناتجة وكمية البروتين المتناول. ويستخدم في تقويم البروتين في العليقة فضلاً عن ذلك في تقويم العليقة نفسها، وكلما كانت نسبة كفاءة البروتين عالية كلما كان البروتين أكثر كفاءة (11). يوضح الجدول أيضاً (4) اختلاف نسبة كفاءة البروتين PER لأسماك المعاملة 8 معنوياً ($p<0.05$) معَ أسماك المعاملة 1، 2 ،3 ، 6 ، 7 و9 حيثُ كانت نسب PER في أسماك المعاملة 8 (1.03 ± 0.05) وهيَ أعلى قيم المعاملات جدول (4). قد تكون هذه النتائج متوافقة معَ ما توصلَ اليه Przybyl وجماعته (23) في تجربة تقويم علائق ذات مستويات مختلفة من الزيوت النباتية في أسماك جري القنال *Silurus glanis* حيث أضافوا الزيوت النباتية بأربع نسب (15% و 20% و 25% و 30%) وحصلوا على أفضل نسبة كفاءة بروتين (2.78) عندَ إضافة 15% من الزيت النباتي بينما حصلَ Sargent وجماعته (22) على

نسب PER قُدرت بمقدار 1.12 عند إضافتهم زيت الفول السوداني لعليقة يرقات أسماك الكارب الشائع كمصدر linoleic acid (LA) 18:2*n*-6 بنسبة 1% وذكروا أنَ الأحماض الدهنية الموجودة في زيت فول الصويا كانت لها دور في تعزيز قيم PER. وتتفق النتائج أيضاً معَ ما لوحظَ سابقاً (26) بوجود علاقة بينَ الزيادة الوزنية الرطبة للأسماك والقيمة الغذائية للعليقة المقدمة أليها من ناحية محتواها من البروتين والأحماض الدهنية المتعددة من خلال دراستهما تأثير الأحماض الدهنية المتعددة المختلفة في النمو وتركيب الأحماض الدهنية في ثلاثةِ أنواع من الأسماك وهيَ التراوت القزحي *Salmo gairdneri* والسلمون كوهو *Oncorhynchus kisutch* (coho salmon) والسلمون الجم *Oncorhynchus keta* (chum salmon)، إذ سجلت قيم كفاءة البروتين تحسناً معَ الإضافات المختلفة من الأحماض الدهنية المتعددة ومعَ ثبات نسب البروتين في العلائق مما أعطى مؤشراً على تأثير الأحماض الدهنية المتعددة المختلفة على قيم كفاءة البروتين.

جدول 4: تأثير مستويات مختلفة من زيت زهرة الشمس وزيت الذرة الصفراء (ω-6) في معدل التحويل الغذائي ونسبة كفاءة الغذاء (المتوسط ± الخطأ القياسي)

الصفات المدروسة	عليقة خالية زيت م 1	%0.5 زيت الشمس م 2	%1 زيت الشمس م (3)	%1.5 زيت الشمس م 4	%2 زيت الشمس م 5	%0.5 زيت الذرة م 6	%1 زيت الذرة م 7	%1.5 زيت الذرة م 8	%2 زيت الذرة م 9
FI غم / سمكة/ 84 يوم	45.99 0.51± ab	45.51 0.64± ab	44.85 0.75± b	47.12 2.12± ab	47.93 0.98± ab	45.00 1.58± ab	48.77 0.97± a	48.56 0.72± ab	44.73 0.54± b
معدل التحويل الغذائي FCR	3.70 0.05± b	3.48 0.17± b	3.54 0.12± b	3.28 0.01± ab	3.29 0.21± ab	3.61 0.27± b	3.68 0.09± b	3.04 0.01± a	3.65 0.02± b
معدل كفاءة الغذاء% FER	27.01 0.38± b	28.72 1.26± b	28.23 0.67± b	30.48 0.06± ab	30.42 2.01± ab	27.75 2.07± b	27.13 0.71± b	32.84 0.11± a	28.84 0.91± b
نسبة كفاءة البروتين PER	0.85 0.012± bc	0.88 0.43± bc	0.78 0.20 ± c	0.95 0.02± ab	0.944 0.05± ab	0.869 0.66± bc	0.88 0.23± bc	1.03 0.05± a	0.87 0.25± bc

المتوسطات التي لها حروف متشابهة في الصفوف لا تختلف فيما بينها معنوياً عندَ مستوى احتمال($p>0.05$).

حُسبَ معيار معدل التحويل الغذائي لانهُ من معايير قياس كفاءة أو فعالية العليقة المقدمة للأسماك والحيوانات الأخرى وفعالية الحيوان، فالعلائق الأكثر ملائمة للنمو هي تلكَ المستهلكة بأقل كمية ممكنة من العلف لتحقق أعلى إنتاج من الوحدات الوزنية وبالتوالي لأقل قراءة لمعدل التحويل الغذائي، ومن هنا تأتي أهميته أقتصادياً (20). قد تكون هُناكَ مشكلة في دراسة هذا المعيار هو حسابه على أساس الوزن الرطب لكل من الغذاء والزيادة الوزنية التي قد تؤثر في دقة النتائج، أما نسبة كفاءة الغذاء (FER) فتمَت دراستها لانها تعبر عن كفاءة الأسماك في الاستفادة من الغذاء بنسبة معينة (30).

نستنتج من النتائج ألمذكورة آنفاً أن العليقة المختبرية التي تمَ تصنيعها لم تُلبي أحتياجاتَ صغار أسماك الكارب الشائع من الأحماض الدهنية الأساس من فئة ω-6، فلا بُد من تعزيز علائق أسماك الكارب الشائع بإضافات من زيت زهرة الشمس أو زيت الذرة بنسبة 1.5% التي حققتا أفضل النتائج في معدلات النمو ومعدل التحويل وكفاءة الغذاء وحفظ البروتين.

المصادر

1- Al-Kaisey, M. T.(1992). Some chemical and nutritional properties of soybean seeds. Basrah. J. Agric., 5:21-28.

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

3- Bjerve, K. S.; I. L. Mostad and L. Thoresen (1987). α-linolenic acid deficiency in patient on long-term gastric tube feeding estimation of linolenic acid and long chain unsaturated ω3 fatty acid requirement in man. Am. J. Clin. Nutr.,45:66 - 77.

4- Bureau, D. P. ; K. Hua and A. M. Harris (2008). The effect of dietary lipid and long-chain ω-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.

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

6- Ciênc A. (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.

7- Copeman, L. A.; C.C. Parrish; J. A. Brown and M. Harel (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.

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

9- Gerking, S.D. (1971). Influence of rate of feeding and body weight on protein metabolism of bluegill sunfish, Physiol. Zool., 44:9-19.

10- Hepher, B. (1988) Nutrition of Pond Fishes. Cambridge University Press, Cambridge.

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

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

13- Jobling, M. and M. Koskela (1996). Interindividual variation in feeding and growth in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* during restricted feeding and in a subsequent period of compensatory growth. J. Fish. Biol., 49: 658-667.

14- Karolazos, V. ; E.A. Bendiksen ; J.R. Dick and J.G. Bell (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. Aqua. Nutr.,13:256 –265.

15- Ng, W.K.; P.K. Lim and P.L. Boey (2003). Dietary lipid and palm oil source affects growth, fatty acid composition and muscle a-tocopherol concentration of African catfish, *Clarius gariepinus*. Aquaculture, 21:229–243.

16- Okoye, F. C. and A.A. Eyo (2002). The Growth and survival of *Clarias anguillaris* Fingerlings Fed on Various Lipid Sources. Journal of Applied Sciences & Environmental Management, 6:(2) 27-31.

17- Owen, J. M.; J.W. Adron; C. Middleton and C. B. Cowey (1975). Elongation and desaturation of dietary fatty acids in turbot, *Scophthalmus maximus* L. and rainbow trout, *Salmo gairdnerii* Rich. Lipids, 10:528-531.

18- Przybyl, A. M.; J. Mazurkiewicz and J. Golskj (2008). Evaluation of selected feeds differing in dietary lipids levels in feeding juveniles of catfish *Silurus glanis* L. Acta Ichthyol. Piscat., 38(2):91 -96.

19- Radunz-Neto, J.; G. Corraze ; P. Bergot and S. Kaushik (1996). Estimation of essential fatty acid requirements of common carp larvae using semi-purified artificial diets. Arch Tierernahr.,49 (1):41– 48.

20- Ruyter, B.; C. Rosjo; O. Einen and M. S. Thomassen (2000). Essential fatty acids in Atlantic salmon : effects of increasing dietary doses of ω6 and ω3 fatty acids on growth, survival and fatty acid composition of liver, blood and carcass. Aquaculture Nutrition, 6:119-127.

21- Ruyter, B.; C. Rosjo; O. Einen and M. S. Thomassen (2000). Essential fatty acids in Atlantic salmon: time course of changes in fatty acid composition of liver, blood and carcass induced by a diet deficient in ω-3 and ω-6 fatty acids. Aquaculture Nutrition, 6:109-117.

22- Sargent, J. R ; J. G. Bell; M.V. Bell; R. J. Henderson and D. R. Tocher (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. American Geophysical, pp. 103–124.

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

24- Seiliez, I. ; S. Panserat; G. Corraze; S. Kaushik and P. Bergot (2003). Cloning and nutritional regulation of a Δ6-desaturase like enzyme in the marine teleost gilthead seabream (*Sparus aurata*). Comparative Biochemistry and Physiology – Part B, 135:449–460.

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

26- Takeuchi, T. and T. Watanabe (1982). Effects of various polyunsaturated fatty acids on growth and fatty acid compositions on rainbow trout (*Salmo gairdneri*), coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and chum salmon (*Oncorhynchus keta*). Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish, 48:1745-1752.

27- Takeuchi, T. (1996). Essential fatty acid requirement in carp. Arch Tierernahr., 49 (1):23 – 32.

28- Tidwell, J. H. and H. R. Robinette (1990) Changes in proximate and fatty acid composition of fillets from channel catfish during a two-year growth period. Trans. Am. Fish., Soc. 119:31-40.

29- Villalta, M.; A. Estevez ; M.P.Bransden and J.G. Bell (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. Aquaculture Nutrition, 14: 232-241.

30– Yildirim-Aksoy, M.; C. Lim, ; A. Davis and P.H. Klesius (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.

EFFECT OF ADDITION DIFFERENT LEVELS AND SOURCES OF OMEGA-6 (PUFA) ENRICHED DIETS ON THE GROWTH INDICES FOR FINGERLING COMMON CARP *Cyprinus carpio* L.

M. H. Al-Ashaab* S. A. S. Al-Shawi **

ABSTRACT

This investigation was carried out for 84 days in 18 glass aquarium (40cm×30cm×70cm/70 L). A total common carp *Cyprinus carpio* L. (144) with an average weight of 12.24±1.04 gm/fish were assigned randomly into nine groups of two replicates for each group, each replicate included 8 fish. The fish were fed on nine diets experimental that were identical in isonitroenons (30.51%-3182%) and isocaloric (1456.7-1478.3 MJ/kg). Sunflower oil (SO) were added at levels of 0, 0.5%, 1%, 1.5% and 2% in the first five diets and corn oil (CO) at the same levels in diets 6-9 as different source and levels of ω-6 fatty acids.

The results of statistical analysis for weight gain (WG), daily weight gain (DWG) and relative growth ratio (RGR) were insignificantly varied ($p<0.05$) among T4, T5 and T8 which increased significantly ($p>0.05$) as compared with T1, T2, and T3. The T4 (1.5% SO) and T8 (1.5% CO) REVEALED the best results which were 14.79 and 15.95 gm/fish for WG and 0.179 and 0.189 for DWG and 122.13% and 128.21% for RGR respectively. The parameter of SGR increased significantly ($p>0.05$) T 8(0.098, supreme value) compared with other treatments except T 4.

The parameter of FCR and FER were significantly higher for T8 which were 3.04 and 32.84% respectively. The of PER showed no insignificant different ($p<0.05$) among T 1, 2, 3, 5, 6,7 and 8, the T5 (2% SO) and T8 (1.5% CO) supreme values which transcribed 0.944 and 1.03 for PER respectively. The above results showed preference of the T4 and T8 (1.5% SO and 1.5%CO respectively) that achieved the best value for WG, RGR, FCR, SGR and PER. Therefore, It is we recommend to use the 1.5% sun flower or corn oils in the diets of carp fingerling.

Part of Ph. D. thesis of the first author.

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