جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة ديالى
كلية الزراعة
قسم الإنتاج الحيواني

تقييم اداء النمو والمؤشرات الفسلجية لأسماك الكارب الشائع *Cyprinus carpio* L. المغذاة على أربعة أنواع من العلائق التجارية

رسالة مقدمة إلى مجلس كلية الزراعة / جامعة ديالى وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في العلوم الزراعية علوم الثروة الحيوانية

تقدم بها

منتظر ابراهيم دخيل العبيدي

إشراف

أ. د. رائد سامي عاتي

1447 هـ

2026 م

المستخلص:

أُجريت هذه الدراسة في مختبر الأسماك التابع لكلية الزراعة / جامعة ديالى للفترة من 2/10_ 2025/5/10، لمدة 12 أسبوعاً، بهدف دراسة تأثير استعمال أربعة أنواع من الأعلاف التجارية المتداولة في الأسواق المحلية في بعض معايير النمو والحالة الصحية لأسماك الكارب الشائع *Cyprinus carpio L.*

استخدمت في التجربة 84 سمكة من الكارب الشائع C. carpio وبمتوسط وزن ابتدائي 31غم، اذ وُزعت عشوائياً على 12 حوضاً زجاجياً بواقع أربع معاملات وثلاث مكررات لكل معاملة، وبمعدل 7 أسماك لكل حوض. أُقلمت الأسماك قبل بدء التجربة وغُذيت بنسبة 3% من وزن الجسم يومياً طيلة فترة التجربة وعلى ثلاث وجبات يومياً وبشكل منتظم، مع متابعة نوعية المياه من خلال قياس درجة حرارة الماء، وتركيز الأوكسجين المذاب، والأس الهيدروجيني، وتركيز الأمونيا، بهدف توفير ظروف بيئية ملائمة لنمو الأسماك .

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) بين معاملات التجربة في الوزن النهائي، والزيادة الوزنية، وجميع معايير النمو المدروسة، إذ حققت معاملة علف إكسترا أعلى وزن نهائي بلغ 97.57 غم و بلغت أعلى زيادة وزنية 62.85 غم، تلتها معاملة علف أراسكو التي سجلت وزناً نهائياً مقداره 79.42 غم وزيادة وزنية بلغت 47.85 غم، في حين جاءت معاملتا فيدكو وفردانة بأدنى القيم وكانت نتائجهما متقاربة. كما سجلت معاملة إكسترا أعلى القيم لمعدلات النمو اليومي والنوعي والنسبي، في حين سجلت معاملة فردانة وفيدكو أقل القيم لهذه المعايير، وبفروق معنوية واضحة بين المعاملات. (1.04 غم/يوم ، 1.82 %/يوم ، 198.19 %/يوم)، (0.79 غم/يوم ،1.53 %/يوم ، 151.58 %/يوم)، (0.58 غم/يوم ،1.23%/يوم ، 110.40 %/يوم)، (0.55 غم/يوم ، 1.20 %/يوم ، 105.85 %/يوم)،على التوالي.

أظهرت نتائج كفاءة الاستفادة من العلف تفوق معاملة T1 معنوياً ($P\leq0.05$) بتحقيقها افضل معدل التحويل الغذائي (FCR=1.63)، مقارنة بمعاملات أراسكو، فيدكو، وفردانة التي سجلت قيماً أعلى لمعدل التحويل الغذائي، T3=1.93 ، T2=2.40 ، T4=2.52 ، على التوالي، مما يشير إلى كفاءة أعلى لهذا العلف في تحويل الغذاء إلى وزن حي. ولم تُسجل فروق معنوية بين معاملات فيدكو وفردانة في معدل التحويل الغذائي.

بيّنت نتائج تحاليل الدم عدم وجود فروق معنوية بين معاملات التجربة في معايير صورة الدم المدروسة، كما لم تُظهر نتائج التحاليل الكيموحيوية فروقاً معنوية في نسب البروتين بين المعاملات

المختلفة، مما يدل على عدم تأثر هذه المؤشرات بنوع العلف المستخدم. في حين أظهرت نتائج قياس تركيز الكلوكوز في الدم وجود فروق معنوية بين المعاملات، إذ سجلت معاملة إكسترا أعلى قيمة، تلتها معاملة أراسكو، في حين سجلت معاملة فيدكو أدنى القيم.

أما نتائج إنزيمات الكبد (الإنزيم الناقل لأمين الألنين و إنزيم الناقل لأمين الأسبارتات)، فقد أظهرت عدم وجود فروق معنوية ($P>0.05$) بين معاملات التجربة، مما يشير إلى عدم حدوث تأثيرات فسلجية سلبية في كفاءة ووظيفة الكبد نتيجة استعمال الأعلاف المختلفة. وقد أكدت نتائج الفحوص النسيجية للكبد هذه النتائج، إذ لم تُلاحظ أية تغيرات مرضية أو التهابية في أنسجة الكبد في جميع معاملات التجربة.

تستنتج الدراسة أن استعمال علف إكسترا أدى إلى تحسين معنوي في معايير النمو ومعامل التحويل الغذائي لأسماك الكارب الشائع، مع المحافظة على سلامة الحالة الصحية والفسلجية للأسماك، مما يدل على إمكانية اعتماد هذا العلف في برامج تربية الكارب الشائع وتحسين إنتاجيته ضمن الظروف المحلية.

الفصل الأول

المقدمة

(Introduction)

الفصل الأول

1- المقدمة

(Introduction)

تُعد الثروة السمكية من الموارد الطبيعية المتجددة ذات الأهمية الغذائية والاقتصادية الكبيرة، إلا أن التزايد المستمر في أعداد السكان، إلى جانب تراجع المخزون السمكي في البيئات المائية الطبيعية، ولاسيما البحار والمحيطات، أدى إلى تنامي الطلب على منتجات الأسماك، وقد أسهم ذلك في التوسع المتزايد في مشاريع استزراع الأسماك والأحياء المائية بوصفها أحد الحلول الرئيسة لسد الفجوة الغذائية وتلبية الاحتياجات المتزايدة من البروتين الحيواني في معظم دول العالم (Tidwell و Allan ،2001).

يعتبر الاستزراع السمكي من أسرع قطاعات الإنتاج الحيواني نمواً على المستوى العالمي، لما يوفره من مصدر غذائي غني بالبروتين عالي الجودة، والأحماض الدهنية الأساسية، والمعادن الضرورية لصحة الإنسان. اذ يبرز الكارب الشائع *Cyprinus carpio* كأحد أهم الأنواع المستزرعة وأكثرها انتشاراً، نظراً لمرونته البيئية، وسهولة تربيته، وقدرته العالية على التكيف مع ظروف التربية المختلفة، فضلاً عن انخفاض كلفته الإنتاجية مقارنةً بأنواع أخرى ويُعد هذا النوع من الركائز الأساسية في نظم الاستزراع السمكي المكثف وشبه المكثف، لما يتمتع به من خصائص فسيولوجية وسلوكية تساعد على تحقيق معدلات نمو جيدة وكفاءة تحويل غذائي مرتفعة (FAO ،2022). تشير الإحصائيات العالمية إلى بلوغ الإنتاج الكلي للأسماك نحو 179 مليون طن عام 2018، خُصص منها أكثر من 156 مليون طن للاستهلاك البشري، بينما شكل الاستزراع المائي ما يقارب 46% من إجمالي الإنتاج العالمي (FAO ،2020). ويستحوذ استزراع أسماك الكارب على نسبة كبيرة من هذا الإنتاج، إذ يُمثل أكثر من نصف إنتاج الأسماك المستزرعة عالمياً، لاسيما في المياه العذبة (Gupta واخرون 2005).

تعتبر التغذية من أهم العوامل المحددة لنجاح مشاريع الاستزراع السمكي، إذ تمثل العلائق التجارية أكثر من 60% من إجمالي التكاليف التشغيلية، مما يجعل تحسين كفاءتها ضرورة علمية واقتصادية (Hasan واخرون 2021). يُعد تحسين كفاءة الإنتاج من هذا النوع، لا سيما عبر تحسين التغذية، عاملاً محورياً في تطوير الأداء الاقتصادي والصحي في مزارع الأسماك المكثفة وشبه المكثفة (Tacon وMetian ،2023) . وتتميز علائق الأسماك بارتفاع محتواها من البروتين مقارنة بعلائق الحيوانات الزراعية الأخرى، اذ تتراوح نسبته بين 45–55% من المادة الجافة، لما للبروتين من دور أساسي في النمو وبناء الأنسجة وتحسين الأداء الإنتاجي (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 1999).تتنوع الأعلاف السمكية من حيث خصائصها الفيزيائية إلى أعلاف طافية، وغاطسة، وشبه غاطسة، ويعتمد اختيار النوع

المناسب على سلوك التغذية للأسماك ومرحلة النمو ونظام التربية المستخدم. وتمتاز الأعلاف الطافية بإمكانية مراقبة الاستهلاك وتقليل الفاقد العلفي، إلا أن كلفتها الإنتاجية تكون أعلى نتيجة لعمليات التصنيع الحراري والبثق، والتي قد تؤدي إلى فقدان بعض العناصر الغذائية الحساسة بالحرارة، مما يستوجب تعويضها أثناء التصنيع (Jobling واخرون 2001). تسهم الأعلاف ذات النوعية المتدنية في خفض معدلات النمو، وكذلك إلى هدر مفرط سواء عبر زيادة الفضلات أو الإفرازات النيتروجينية أو من خلال الغذاء غير المستهلك، وبالتالي فإن استخدام مثل هذه الأعلاف لا يمثل هدراً اقتصادياً فحسب، بل يطرح تحديات بيئية وإدارية متزايدة فيما يتعلق بإدارة الفضلات، حيث يتمثل التحدي الرئيس في إنتاج الأعلاف في تحقيق أعلى نمو ممكن للأسماك مع تقليل الفاقد إلى أدنى حد (التميمي، 2015). ومن الناحية الصحية، يمثل تقدير المؤشرات الدموية والكيميائية الحيوية والنسيجية من الوسائل المهمة لدراسة تأثير العلائق المختلفة على الحالة الفسلجية للأسماك، وكفاءة وظائف الأعضاء الحيوية، وقدرة الجهاز المناعي على مقاومة الإجهاد والعوامل المرضية. اذ تشمل هذه المؤشرات قياسات خلايا الدم، والهيموغلوبين، وانزيمات الكبد ، والبروتين الكلي، إضافة إلى الفحوصات النسيجية للكبد، والتي تعكس بشكل مباشر الحالة الصحية والتغذوية للأسماك (Harikrishnan وآخرون ،2020: Chen وآخرون2022). نظراً لتعدد أنواع العلائق التجارية المتوفرة في الأسواق المحلية، واختلاف مكوناتها ومستوياتها الغذائية، فإن الحاجة تبرز لإجراء دراسات مقارنة توضح الفروق في كفاءتها الحياتية والاقتصادية، لاسيما في البيئة العراقية التي تفتقر إلى مثل هذه الدراسات وعليه، تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير أربعة أنواع من العلائق التجارية الشائعة الاستخدام (أكسترا، فيدكو، أراسكو، فردانة) في نمو وصحة أسماك الكارب الشائع، من خلال دراسة مؤشرات النمو والمعايير الدموية والكيميائية الحيوية والتغيرات النسيجية في الكبد وذلك لتحديد العليقة الأكثر كفاءة في دعم قطاع الاستزراع السمكي وتعزيز الأمن الغذائي.

الفصل الثاني

مراجعة المصادر

(Review of Literature)

الفصل الثاني

2-مراجعة المصادر
(Review of Literature)

1.2 الاسماك

يُعدّ الغذاء أحد المتطلبات الأساسية لاستمرار الحياة، اذ يحتل البروتين الحيواني مكانة محورية في تغذية الإنسان لما يؤديه من دور مهم في النمو وبناء الأنسجة والقيام بالوظائف الحيوية المختلفة، فقد تتنوع مصادر البروتين الحيواني لتشمل اللحوم الحمراء والبيضاء والبيض ومنتجات الألبان والأسماك. وتُعد الأسماك من أفضل مصادر البروتين الحيواني، إذ تمتاز بقيمتها الغذائية العالية وانخفاض محتواها من الدهون المشبعة والكوليسترول مقارنة بالمصادر الحيوانية الأخرى، إذ تبلغ نسبة البروتين في الأسماك نحو (16-22%) من الوزن الرطب وهي نسبة تفوق ما موجود في لحوم الأبقار والضأن والبيض والحليب (حسانين، 2021). كما تسهم الثروة السمكية بأكثر من 20% من إجمالي البروتين الحيواني المتاح عالمياً (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 1999). تمتاز بروتينات الأسماك بتوازنها في الأحماض الأمينية الأساسية وارتفاع معامل هضم زيوتها، مما يسهم في الحفاظ على مستويات صحية من الكوليسترول في الدم وتحتوي الأسماك كذلك على مجموعة من الفيتامينات والمعادن المهمة مثل الكالسيوم والفسفور والحديد واليود، مما يجعلها غذاءً متكاملاً ذا قيمة غذائية وصحية عالية (العزي وطارق، 2010).

1.1.2 اسماك الكارب الشائع

يُعد الكارب الشائع *C.carpio* من أهم انواع اسماك عائلة الشبوطيات (Cyprinidae)، وهي من أكثر العوائل السمكية انتشاراً. ويتميز هذا النوع بسرعة نموه، وقدرته العالية على التكيف مع الظروف البيئية المختلفة، وتحمله لتباين درجات الحرارة وانخفاض مستويات الأوكسجين المذاب، مما جعله من الأنواع الرئيسة المعتمدة في مشاريع الاستزراع السمكي عالمياً (Basavaraju وآخرون، 2007؛ FAO، 2022).

ويُعد الكارب الشائع من أقدم الأسماك المستزرعة، إذ يعود تاريخ استزراعه إلى أكثر من أربعة آلاف عام في الصين، ثم انتشر إلى أوروبا وبقية دول العالم، وبلغ إنتاجه العالمي نحو 4.2 مليون طن عام 2020، محتلاً مرتبة متقدمة بين الأنواع المستزرعة (FAO، 2022). كما يُعد هذا النوع الأكثر أهمية ضمن أسماك المياه العذبة نظراً لمزاياه الحياتية والاقتصادية، إذ يسهم بنسبة 71.9% من إجمالي إنتاج المياه العذبة، ويرجع ذلك إلى قدرته على تحمل تقلبات الظروف البيئية، بما في ذلك التغيرات

الحرارية وانخفاض مستويات الأوكسجين المذاب، بالإضافة إلى معدل نموه السريع (Al-Jader و , Al-Khshali 2021). لقد طُبّقت برامج الاستزراع المختلط على سلالات الكارب الشائع بكثافة لعقود بهدف تحسين معدلات النمو والإنتاج، اذ يمتلك هذا النوع تاريخاً طويلاً من التدجين والتربية الانتقائية، شمل العديد من محاولات التهجين الاصطناعي، مما أدى إلى تنوع وراثي واسع بين سلالاته في أوروبا وآسيا (كريم ، 2023).

2.1.2 اسماك الكارب الشائع في العراق

أُدخل الكارب الشائع إلى العراق عام 1956، وبدأ الاهتمام الفعلي باستزراعه في سبعينيات القرن الماضي مع توسع مشاريع الاستزراع السمكي الحكومية والأهلية، ولاسيما في مناطق وسط وجنوب العراق (الثروة السمكية، 1993). ويُعد هذا النوع حالياً من الركائز الأساسية للإنتاج السمكي في العراق لما يتمتع به من قبول استهلاكي واسع وسهولة التربية وتوفر متطلبات التغذية (الدهام، 1990؛ التميمي، 2015). وقد أسهمت برامج الإكثار الاصطناعي والتحسين الوراثي في تحسين الصفات الإنتاجية للكارب الشائع وزيادة إنتاجيته، مما دعم استدامة قطاع الاستزراع السمكي المحلي (نايف، 2005).

ان ادخال الكارب الشائع إلى العراق كان له أثرٌ ملموس في دعم الانتاج السمكي، اذ ساهم في زيادة حجم الانتاج وتوفير مصدر مستدام للبروتين الحيواني، كما ساهم ادخال هذا النوع في تقليص الفجوة بين العرض والطلب على البروتين الحيواني، مما يعكس أهميته في تعزيز الأمن الغذائي وتحسين التوازن الغذائي للسكان (القدسي ، 2019). يعتمد نجاح استزراع هذا النوع على عدة عوامل، أهمها نوعية العليقة المستخدمة، وإدارة التغذية ونوعية المياه والكثافة السمكية (محمد وآخرون، 2021). يُظهر الكارب الشائع المستزرع في العراق استجابة غذائية جيدة عند توفير علائق متوازنة، مما ينعكس إيجاباً على الأداء الإنتاجي وجودة لحم الأسماك (عبد الكريم وآخرون، 2024). وبناءً على ذلك، يُعد الكارب الشائع من الأنواع الاقتصادية المهمة في برامج تنمية الثروة السمكية في العراق، لما يمتلكه من خصائص إنتاجية وغذائية ملائمة للظروف المحلية.

2.2 تغذية الاسماك

تُعد التغذية من أهم العوامل المحددة لنجاح مشاريع الاستزراع السمكي، إذ تمثل أكثر من 50% من إجمالي تكاليف الإنتاج. ويؤدي النقص في كمية الغذاء أو عدم توازنه إلى تباطؤ النمو، في حين يؤدي الإفراط في التغذية إلى هدر اقتصادي وتدهور نوعية المياه (طاهر وآخرون، 2014). فقد تختلف الاحتياجات الغذائية للأسماك تبعاً للنوع والحجم والمرحلة العمرية والظروف البيئية، ولاسيما درجة حرارة المياه، مما يستلزم تصنيع علائق متوازنة تحقق أعلى كفاءة تحويل غذائي وأفضل معدلات نمو (Piska وNaik ، 2013؛ Taher، 2020).

تلعب نوعية العليقة الغذائية وتركيبها الكيميائي دورًا محوريًا في تحديد معدلات النمو وكفاءة التحويل الغذائي للأسماك المستزرعة، إذ تسهم العلائق المتوازنة في تحسين الاستفادة من المغذيات وتقليل الفاقد الغذائي (Taconو Metian ، 2015). ينعكس اختلاف مصادر البروتين والطاقة في علائق الأسماك بصورة مباشرة على الأداء الإنتاجي والحالة الفسلجية، ولاسيما في الأنواع الاقتصادية المستزرعة على نطاق واسع (Oliva-Teles وآخرون ،2020). تعد التغذية السليمة من أهم العوامل المؤثرة في تعزيز المناعة الطبيعية للأسماك، وتقليل معدلات الإجهاد والإصابة بالأمراض ضمن أنظمة الاستزراع المكثف (Abdel-Tawwab وآخرون، 2023).يشكل التوازن بين البروتين والطاقة في علائق الأسماك عاملًا أساسيًا لتحقيق أفضل نمو ممكن، إذ إن أي خلل في هذا التوازن قد يؤدي إلى انخفاض الكفاءة الغذائية وزيادة الترسيب الدهني (NRC، 2021). يسهم تحسين استراتيجيات التغذية في الاستزراع السمكي في رفع جودة لحم الأسماك من خلال تحسين محتواه من البروتين وتقليل التغيرات غير المرغوبة في نسبة الدهون (Naylor وآخرون، 2021). تختلف الاستجابة الغذائية للأسماك تبعًا لنوع العليقة المستخدمة، مما يستدعي اختيار علائق تتناسب مع المتطلبات الغذائية الخاصة بكل نوع لتحقيق أفضل أداء إنتاجي (FAO ، 2020).

1.2.2 مكونات علائق الاسماك

تتباين مكونات وأشكال علائق الأسماك تبعاً لاختلاف الأنواع المستزرعة وتنوع أنظمة الاستزراع المائي المتبعة. وحتى ضمن النوع الواحد، فقد تختلف مكونات العليقة بحسب المرحلة العمرية والهدف الإنتاجي، فعلى سبيل المثال، تحتاج الأسماك المستزرعة في الأحواض الخرسانية أو الأقفاص العائمة إلى نسب بروتين أعلى مقارنة بنظيراتها في الأحواض الترابية، كما أن الأسماك الصغيرة تتطلب نسب بروتين أعلى من الأسماك البالغة ، وتُعرَّف علائق الأسماك بأنها مزيج من مواد غذائية ذات أصل نباتي أو حيواني، يتم طحنها وجرشها، تُقدَّم إما في صورة مسحوق أو تُشكَّل على هيئة أقراص غذائية أو حبيبات (طافية، شبه طافية، أو غاطسة)، بإضافة مواد رابطة مناسبة. وتشمل المواد العلفية النباتية الحبوب (كالذرة والشعير) والبقوليات (مثل الترمس والباقلاء والفاصوليا)، بالإضافة إلى كسب البذور الزيتية (مثل كسب فول الصويا وكسب بذور القطن). أما المصادر الحيوانية فتتضمن مساحيق البروتين الحيواني (مسحوق السمك، مسحوق اللحم، مسحوق العظام)، إضافةً إلى مخلفات المجازر ومنتجات الألبان وبعض القشريات تختلف القيمة الغذائية لهذه المكونات تبعاً لمصدرها؛ فالمواد عالية القيمة مثل مسحوق السمك وكسب فول الصويا تُعد مرتفعة الثمن، بينما تمثل مكونات أخرى منخفضة التكلفة مثل نخالة الحنطة ومخلفات المجازر مصدراً اقتصادياً للطاقة أو البروتين، وبالرغم من ذلك تشترك الأسماك مع الحيوانات الأخرى في احتياجاتها الأساسية من البروتينات والكربوهيدرات والدهون والمعادن والفيتامينات اللازمة للنمو، والتكاثر، والحفاظ على الوظائف الفسلجية. ومع زيادة وزن الأسماك وكثافة

في الأحواض أو الأقفاص، تتزايد الحاجة إلى علائق متوازنة من حيث العناصر الغذائية، بحيث تلبّي المتطلبات الغذائية بدقة وتدعم النمو المستمر(عيد ، 2014).

تشير الدراسات إلى أن التغذية تُعد العامل الحاسم في نجاح الاستزراع السمكي إذ لا يمكن تحقيق نمو أو عائد اقتصادي دون توفير علائق مناسبة، ويمثل العلف أكبر بند في ميزانية التشغيل، مما يجعل اختياراستراتجية التغذية ونظامها من القضايا الجوهرية لنجاح المزارع (Taher ، 2023).

يتمثل الهدف الجوهري لمزارعي الأسماك في إنتاج أسماك ذات جودة تسويقية عالية تتميز بمذاق مستساغ وأسعار اقتصادية مناسبة، وتعد التغذية من أبرز الممارسات الإدارية اليومية في أنظمة الاستزراع السمكي، إذ تمثل العامل الأساسي في تحقيق النمو الأمثل للأسماك وضمان كفاءتها الإنتاجية ومن جهة أخرى، فإن استخدام أعلاف غير ملائمة أو اتباع ممارسات تغذية غير صحيحة قد يؤدي إلى انخفاض كفاءة الإنتاج ويؤثر سلباً في الأداء العام للمزرعة السمكية. ونظراً لأن الأعلاف تشكل النسبة الأكبر من إجمالي تكاليف التشغيل، فإن تطوير استراتيجيات تغذية فعالة واعتماد أنظمة تغذية مدروسة يعدان من العناصر التشغيلية المحورية التي تسهم في تعزيز النجاحين الفني والاقتصادي لمشروعات الاستزراع السمكي (Cardiai و Lovatelli ، 2015).

1.1.2.2 البروتين

ينبغي أن تُصمَّم الأعلاف المختلفة المستخدمة في تغذية الأنواع السمكية المستزرعة ضمن أنظمة لا يتوفر فيها الغذاء الطبيعي بحيث تشتمل على جميع المتطلبات الغذائية الضرورية للأسماك، (Woynarovichوآخرون، 2011).يعتبر البروتين العنصر الأساسي في تغذية الأسماك، إذ يمدّها بالأحماض الأمينية الضرورية لنمو الأنسجة وبناء الجسم، فضلاً عن دوره في تكوين الإنزيمات والهرمونات اللازمة لإتمام العمليات الحيوية المختلفة، وتختلف متطلبات الأسماك من البروتين باختلاف النوع والعمر والحجم، إذ تتراوح نسبته في علائق الكارب الشائع بين 30–38%، وفي أسماك البلطي بين 30–35%، بينما تحتاج أسماك القاروص(*Dicentrarchus labrax*) والدنيس (*Sparus aurata*) إلى مستويات أعلى تتراوح بين 40–55% (عيد، 2014؛ NRC ، 1983). أشار العكيدي (2008) إلى أن زيادة نسبة البروتين في العليقة عن الحد المثالي تؤدي إلى انخفاض في معدلات النمو، وذلك لأن الجسم يتخلص من البروتين الزائد من خلال عملية تُعرف باسم نزع الأمين (Deamination)، وهي عملية يتم فيها إزالة مجموعة الأمين (NH_3) من جزيئات البروتين، وتؤدي هذه العملية إلى فقدان جزء من الطاقة نتيجة استهلاكها في تحويل الأمونيا الناتجة ,إلى مركبات أقل سمية تمهيدًا للتخلص منها.

تُعد بعض مكونات العليقة، مثل مسحوق السمك، من أغنى المصادر بالأحماض الأمينية الأساسية، إذ تمتاز بقيمتها الحيوية العالية، وفي المقابل، تُعد المصادر البروتينية النباتية مثل كسب فول الصويا وكسب عباد الشمس أقل قيمة حيوية نسبياً، نظراً لافتقارها إلى واحد أو أكثر من الأحماض الأمينية الأساسية، لذلك يُفضل في علائق الأسماك استخدام مزيج من المصادر البروتينية الحيوانية والنباتية لتحقيق توازن أمثل في الأحماض الأمينية، مما ينعكس إيجابياً على كفاءة التحويل الغذائي ومعدلات النمو، تؤدي التغذية على علائق تعاني من نقص في البروتين أو في بعض الأحماض الأمينية الأساسية فتؤدي إلى تباطؤ النمو، وقد تتضاعف هذه الحالة في الظروف الشديدة لتصل إلى حدوث النفوق. كما أن اختلال التوازن النسبي بين الأحماض الأمينية ينعكس سلباً على كفاءة الاستفادة الغذائية، مما يؤدي الى تدهور الاداء الانتاجي ومؤشرات النمو (عيد، 2014).

تتميز علائق الأسماك بارتفاع محتواها من البروتين الخام مقارنةً بالعلائق المقدَّمة إلى المجترات والدواجن، وذلك نظرًا لاحتياجات الأسماك العالية من الأحماض الأمينية الضرورية لدعم عمليات النمو والتكوين العضلي (Masser ، 2006).

يُعدّ البروتين العامل الأهم والأكثر تأثيرًا في ,معدلات النمو لدى الأسماك، كما يمثل المكوّن الأعلى تكلفة ضمن مكونات العليقة، مما يجعل تحديد مستوياته المثلى في العلف أمراً حيوياً لتحقيق كفاءة اقتصادية في الإنتاج السمكي (Luay وآخرون، 2015). لذلك تُعَدّ معرفة الاحتياجات البروتينية للأسماك من الجوانب الأساسية في إعداد علائق متوازنة من حيث الأحماض الأمينية، مما يسهم في خفض تكاليف التغذية وزيادة الكفاءة الاقتصادية لمشاريع استزراع الأسماك (الجنابي وكريم، 2012). أثبتت الدراسات أن الاحتياجات الغذائية لأسماك الكارب الشائع ،تتناقص تدريجيًا مع تقدمها في الحجم والعمر، إذ تنخفض متطلباتها من البروتين وتزداد حاجتها إلى الطاقة. ويُعزى ذلك إلى أن البروتين يُستَخدم أساسًا في بناء الأنسجة خلال مراحل النمو المبكرة، بينما تعتمد الأسماك الأكبر حجمًا على الطاقة ,المتوفرة من الدهون والكربوهيدرات في العليقة لتغطية احتياجاتها الحيوية (Woynarovich وآخرون، 2011).

2.1.2.2 الكربوهيدرات

تمتاز بعض أنواع الأسماك مثل الكارب الشائع *C. carpio*، والقراميط *Clarias gariepinus*،والبلطي النيلي *Oreochromis niloticus* بقدرتها على الاستفادة من العلائق التي تحتوي على نسب مرتفعة من الكربوهيدرات، بخلاف الأسماك المفترسة مثل القاروص والدنيس وأسماك الثعبان (Anguilliformes)،والتي تُظهر كفاءة منخفضة في تمثيل الكربوهيدرات والسكريات البسيطة. وتُعد أسماك الكارب الشائع من الأنواع القادرة على هضم الكربوهيدرات بنسبة تتراوح بين 30–90%

من إجمالي محتواها في العليقة، ويعتمد ذلك على نوعية السكريات الداخلة في تركيبها، كما يمكنها استخدام الكربوهيدرات كمصدر بديل للطاقة، مما يسهم في تقليل استهلاك البروتينات لأغراض توليد الطاقة (عيد، 2014). ذكر Osman وآخرون (1995) أنه يجب مراعاة عدم رفع مستوى الكربوهيدرات في العلائق السمكية إلى حدود عالية، إذ إن ذلك يؤدي إلى تراكم الكلايكوجين في الكبد وترسيب الدهون في الكبد والكلى، مما ينعكس سلبًا على الحالة الصحية للأسماك. وفي المقابل، أوضح العكيدي (2008) أن أسماك الكارب الشائع *C. carpio* تمتلك قدرة جيدة على استغلال المستويات المرتفعة من الكربوهيدرات في العلائق الغذائية، إذ يمكن أن تصل هذه المستويات إلى أكثر من 48% من مكونات العليقة دون تأثيرات ضارة واضحة.

3.1.2.2 الدهون

تعد الدهون والزيوت من أهم مصادر الطاقة المركزة في علائق الأسماك، إذ تبلغ الطاقة الحرارية الكلية للدهون نحو 9.45 كيلو كالوري لكل غم، وتستطيع الأسماك الاستفادة فعليًا من حوالي 8كيلو كالوري منها، أي بما يعادل كفاءة تحويل طاقي تبلغ نحو 84 %(عيد، 2014). بينت الدراسات أن حصول الأسماك على احتياجاتها من الطاقة على شكل دهون كان له تأثير ايجابي على كفاءة الاستفادة من البروتين، وتعد الدهون ذات درجة التشبع العالية غير ذات قيمة بالنسبة للأسماك إذ أن نسبة هضمها ضئيلة لذلك يجب مراعاة إضافة الدهون ذات درجة التشبع المنخفضة مثل الزيوت النباتية إلى العلائق المقدمة في المزارع السمكية (Takeuchi، 1983). بيّن عيد (2014) أنَّ نسبة الدهون في الأعلاف التجارية المخصصة لتغذية الأسماك تتراوح بين 3–15%، ويُراعى عند استخدامها التأكد من خلوّها من المبيدات الحشرية والملوثات البيئية، نظراً لكون هذه المواد قابلة للذوبان في الدهون. كما يُنصح بإجراء فحوص دورية للكشف عن أي تلوث محتمل، فضلاً عن متابعة درجة التزنخ والأكسدة الذاتية للدهون لضمان الحفاظ على القيمة الغذائية للعلف وجودته.

4.1.2.2 الأملاح والمعادن

تُعد المعادن الغذائية من العناصر الأساسية في تغذية الأسماك، وتشمل المعادن الكبرى الشائعة الكالسيوم، الصوديوم، الكلوريد، البوتاسيوم، الكلور، الكبريت، الفوسفور، والمغنيسيوم. اذ تلعب هذه المعادن دوراً مهماً في تنظيم عملية التوازن التناضحي، فضلاً عن مساهمتها في تكوين العظام والمحافظة على سلامتها، أما المعادن الدقيقة فتشمل الحديد، النحاس، الكروم، اليود، المنغنيز، الزنك، والسيلينيوم، وتتميز بكونها مطلوبة بكميات صغيرة، اذ تعمل كمكونات أساسية في أنظمة الإنزيمات والهرمونات، مما يعزز العديد من الوظائف الحيوية في الجسم (عبد النبي، 2015).

تعد احتياجات الأسماك من الأملاح أقل من احتياجات الحيوانات الأخرى، نظرًا لقدرتها على امتصاص عدد كبير من العناصر المعدنية مباشرة من الماء، فمثلاً، يتم امتصاص الكالسيوم والكوبالت عبر الخياشيم، بينما تُمتص الكبريتات والفوسفات والكلوريدات عن طريق القناة الهضمية، كما تحتاج الأسماك إلى هذه العناصر المعدنية لتكوين الأنسجة العظمية والمساهمة في أداء الوظائف الفسيولوجية المختلفة، إذ تدخل في تركيب الإنزيمات ومرافقات الإنزيمات. وتلعب هذه العناصر دوراً مهماً في الحفاظ على التوازن الازموزي بين جسم السمكة والماء المحيط بها، من خلال الجلد والخياشيم، مما يقلل من حاجة الأسماك لبعض العناصر المعدنية عندما تتوفر بكميات كافية في الماء (Al-Azzawy و Al-Khushall، 2018).

5.1.2.2 الفيتامينات

تعد الفيتامينات مركبات عضوية ضرورية في العلائق الغذائية، حيث تدعم النمو الطبيعي للأسماك وتحافظ على صحتها العامة، غالبية الفيتامينات لا يتم تصنيعها داخل جسم الأسماك، لذا يجب تزويدها بها من خلال الأعلاف، وتنقسم الفيتامينات إلى مجموعتين رئيسيتين الفيتامينات القابلة للذوبان في الماء والفيتامينات القابلة للذوبان في الدهون.تشمل الفيتامينات القابلة للذوبان في الماء فيتامينات B (الثيامين، الريبوفلافين، النياسين، حمض البانتوثنيك، البيريدوكسين، البيوتين، حمض الفوليك، الكوبالامين، الإينوزيتول والكولين) وفيتامين C يعتبر من أهم الفيتامينات نظراً لدوره الفعال كمضاد للأكسدة، فضلاً عن تعزيز جهاز المناعة لدى الأسماك (FDA، 2011). أما الفيتامينات القابلة للذوبان في الدهون فتشمل فيتامين A (الريتينول والبيتاكاروتين)، فيتامين D (كوليكالسيفيرول) فيتامين E (توكوفيرول)، وفيتامين K (فيلوكينون). من بين هذه الفيتامينات، يحظى فيتامين E باهتمام خاص لدوره كمضاد للأكسدة لمكونات العلف، كما أن فيتاميني E و C معاً يساهمان في منع أكسدة الدهون في الأعلاف، مما يحسن مدة صلاحيتها(Olaoye وآخرون، 2022). تشمل أعراض نقص الفيتامينات انخفاض معدل النمو كأكثر العلامات شيوعًا، بالإضافة إلى بعض التشوهات مثل انحناء العمود الفقري. كما قد يسبب نقص حمض الأسكوربيك أو حمض الفوليك تغير لون اللحم إلى الداكن في الأسماك (FDA، 2011).

6.1.2.2 الالياف

تعد الألياف من المكونات غير الغذائية المضافة إلى الأعلاف. نظراً لبساطة تركيب القناة الهضمية لدى الأسماك، فإن قدرتها على هضم الألياف عبر النشاط الميكروبي غالباً لا تتجاوز 10% في بعض الأنواع، ومع ذلك يمكن للأسماك العاشبة أو تلك التي تتغذى بشكل طبيعي على النباتات المائية أن تتحمل نسباً أعلى من الألياف عند تربيتها في المزارع السمكية ينصح بعدم تجاوز نسبة الألياف في

الأعلاف عن 10%، ويفضل أن تبقى بين 5–6% لتسهيل حركة الكتلة الغذائية داخل القناة الهضمية ومنح الفرصة لهضمها ببطء، كما تعمل الألياف كمواد رابطة لمكونات العلف عند تصنيع الأعلاف المضغوطة (Olaoye وآخرون، 2022). وتشير بعض الدراسات إلى أن زيادة نسبة الألياف إلى 20% في أعلاف أسماك القرموط قد يحسن النمو (عيد، 2014).

2.2.2 الاعلاف الطافية

تُعد الأعلاف الطافية من أكثر أنواع الأعلاف استخداماً في أنظمة الاستزراع المكثف، لما تتميز به من سهولة المراقبة وتقليل الفاقد العلفي وتحسين كفاءة التحويل الغذائي وتعتمد هذه الأعلاف على تقنية البثق التي تسهم في تحسين الخواص الفيزيائية للعلف والحفاظ على قيمته الغذائية (Olaoye وآخرون، 2022).

كما تتيح الأعلاف الطافية في تمكين المربي من مراقبة سلوك التغذية بدقة، وتسهم في الحد من تلوث المياه، رغم ارتفاع كلفة إنتاجها مقارنة بالأعلاف الغاطسة (Kumar، 2020). أن تصميم وإدارة التغذية في الأقفاص الطافية يرتبط بشكل مباشر بمعدلات النمو وكفاءة التحويل الغذائي للكارب الشائع، إذ يؤدي التحكم في كمية العلف الطافي المعطاة إلى تحسين الأداء الإنتاجي وتقليل هدر الغذاء في الماء (Taher، 2020).

أن استخدام الأعلاف الطافية في تربية الأسماك بالأقفاص العائمة يساهم في تحسين معدل الاستهلاك الغذائي اليومي والتحكم في معدل التغذية بصورة أكثر دقة، إذ لوحظت فروق معنوية في كمية العلف المستهلك عند استخدام أنواع مختلفة من الأعلاف الطافية، إضافة إلى ذلك يعد استخدام الأعلاف الطافية في الأقفاص العائمة وسيلة فعالة للاستزراع في المياه المفتوحة بما يتيح للمربي ضبط توقيت وكميات الوجبات الغذائية وفق احتياجات الأسماك الفعلية، مما يدعم النمو المتوازن ويقلل من المشاكل البيئية الناتجة عن العلف غير المستهلك. بوجه عام، تُعد الأعلاف الطافية خياراً مستداماً في نظم الاستزراع السمكي الحديثة في العراق والعالم، خصوصاً عند استخدامها ضمن استراتيجيات تغذية مدروسة تستند إلى خصائص العلف والسلوك الغذائي للأسماك (سعدي ،2024).

3.2.2 معدل التغذية

تُعد نسبة التغذية المثلى من العوامل الجوهرية لنجاح عمليات الاستزراع السمكي، إذ تُشكّل محدداً رئيساً لرفع كفاءة النمو وخفض معدلات النفوق والإصابة بالأمراض، ولا سيما في الأسماك صغيرة الحجم التي تُعد أكثر عرضة لمشكلات الإفراط في التغذية أو نقصها (Deng وآخرون ،2003) وتعتمد هذه النسبة بدرجة كبيرة على مجموعة من العوامل البيئية والبيولوجية، من أبرزها حجم الأسماك

ودرجة حرارة المياه (Kestemont و Barras، 2001؛ Wang وآخرون، 2009). بالإضافة إلى تكرار مرات التغذية اليومية ونوع الأسماك وطبيعة نظام الاستزراع المستخدم (Cho وآخرون، 2003). ويُفترض أن تكون معدلات التغذية في المستوى الأمثل الذي يضمن للأسماك الحصول على الاحتياجات الغذائية الكافية لتحقيق أقصى معدلات للنمو (Rahman وآخرون، 2014). لكل نوع من الأسماك نطاق حراري مثالي يعزز سرعة النمو ويؤثر بصورة مباشرة على ممارسات الاستزراع المائي. اذ ان درجة حرارة المياه من المحددات الرئيسة لمعدلات التغذية فقد تعمل بشكل تآزري مع حجم الأسماك ومعدل التغذية لتحديد مستوى النمو الكلي (Gardeur وآخرون، 2007).

أوضح Xia و Li (2010) أن درجة الحرارة واحدة من أهم العوامل البيئية المؤثرة على السلوكيات والعمليات الفسلجية للأحياء المائية، كما بين Turker (2009) زيادة كفاءة الهضم بارتفاع درجات الحرارة، مما ينعكس إيجاباً على الاستفادة من الغذاء.تتأثر كمية العلف المتناول بعدة عوامل أخرى، منها الحالة الصحية للأسماك، وغياب الإجهاد البيئي، وامتلاك الأعلاف صفات فيزيائية جيدة، بما في ذلك الاستساغة والحجم المناسب، كما يُعد توقيت تقديم العلف عاملًا محوريًا، حيث أُشير إلى أن الفترة الزمنية المثلى لتناول الأسماك للعلف تتراوح بين (15–20) دقيقة، إلا أن هذا التقدير ليس ثابتًا بشكل مطلق، إذ تختلف الاحتياجات تبعاً للأنواع والظروف البيئية (Andrew ، 2000). تتغذى الأسماك بشكل متقطع في بعض الحالات ، مما يتطلب فترات زمنية أطول، وغالباً ما يُحدد المزارعون هذه الفترة استناداً إلى خبراتهم وملاحظاتهم الخاصة. كما أن تعديل نسب التغذية بشكل دوري ويكون ضرورياً للحفاظ على كفاءة النمو (Gardeur وآخرون، 2007). وقد أظهرت نتائج دراسات تطبيقية أن تغذية الأسماك في الأقفاص بمعدل مرتين يومياً خلال أشهر الصيف تُسهم بفاعلية في زيادة الإنتاجية. وغالباً ما تُفصل الوجبات بفترة ست ساعات تقريباً (إحداها في منتصف النهار والأخرى في المساء المبكر)، إلا أن بعض المزارعين لاحظوا أن أسماكهم تُبدي استجابة أفضل للتغذية في أوقات متأخرة من المساء، مما استدعى تعديل جداول التغذية بما يتلاءم مع هذا السلوك. ومن المعروف أن شدة الإضاءة ودرجة حرارة المياه تؤثران بشكل مباشر على سلوك التغذية؛ لذلك تحديد الأوقات المثلى للتغذية والالتزام بها يُمثل استراتيجية فعّالة لتحسين الأداء الإنتاجي (Turker، 2009).

4.2.2 الاحماض الامينية

تعد الأحماض الأمينية الوحدات البنائية للبروتينات، وتؤدي دوراً أساسياً في عمليات النمو والتمثيل الغذائي وتعزيز المناعة وتحمل الإجهاد. ويؤدي نقص أي حامض أميني أساسي إلى انخفاض معدلات النمو وضعف كفاءة التحويل الغذائي (Li وآخرون، 2021). وقد بينت الدراسات الحديثة أن تحسين التوازن الأميني في علائق الأسماك، ولاسيما عند استخدام مصادر بروتين نباتية، يسهم في رفع الأداء الإنتاجي والصحي لأسماك الكارب الشائع (Salamanca وآخرون، 2025).

وقد بينت الدراسات الحديثة ان نقص اي حامض اميني اساسي يمكن ان يؤدي إلى انخفاض نمو الاسماك ، إذ ان وظيفة الاحماض الأمينية تمتد الى تنظيم التمثيل الغذائي وانتاج الطاقة وتحفيز الاستجابة المناعية، بالإضافة إلى دورها الاساسي في تكوين البروتينات ، تعمل بعض الاحماض الامينية مغذيات وظيفية تحسن من صحة الاسماك واستجابتها للإجهاد، مثل الارجينين والتريبتوفان والمثيونين (Aragão وآخرون,2025).

3.2 معايير النمو

يُعد النمو من أهم المؤشرات المستخدمة لتقييم كفاءة الأعلاف في الاستزراع السمكي، ويُقاس باستخدام عدة معايير، من أبرزها الزيادة الوزنية، ومعدل التحويل الغذائي (FCR)، ومعدل النمو النوعي (SGR)، وتعكس هذه المعايير قدرة العليقة على تلبية الاحتياجات الغذائية وتحقيق أفضل عائد اقتصادي (Weatherley و Gill ، 1987؛ Taher ، 2023). وتُعد العلاقة بين معدل النمو وكميات الغذاء المستهلكة ذات أهمية كبيرة، إذ يمكن التعبير عن العليقة المتناولة بدالة لمعدل النمو (Uten، 1978)وفي هذا السياق، يُعَدّ من الضروري تحديد أقصى معدل نمو متوقع عند عدم وجود قيود غذائية (البصام، 2009). يوصف النمو الجسمي بوجه عام بأنه زيادة في حجم الجسم الناتجة عن نمو العديد من الأنسجة التي تكوّن الكائن الحي، وبما أن العضلات الهيكلية تمثل الجزء الرئيس من كتلة الجسم، اذ تشكل نحو 30–80% من وزن السمكة الحية تبعاً للنوع والعمر والحجم، فإن نمو السمكة يتحدد بدرجة كبيرة بنمو هذا النسيج (Weatherley و Gill، 1987). ويشمل النمو ما بعد الجنيني (Postembryonic Growth)للمقاطع العضلية في الأسماك كلًّا من تكوين ألياف جديدة وزيادة نمو الألياف القائمة، وتستمر هذه العملية خلال مرحلتي اليافعة والبالغة(Rowlerson و Vegetti، 2001).

تسهم الأعلاف ذات النوعية المتدنية في خفض معدلات النمو، وكذلك إلى هدر مفرط سواء عبر زيادة الفضلات أو الإفرازات النيتروجينية أو من خلال الغذاء غير المستهلك، وبالتالي فإن استخدام مثل هذه الأعلاف لا يمثل هدراً اقتصادياً فحسب، بل يطرح تحديات بيئية وإدارية متزايدة فيما يتعلق بإدارة الفضلات، حيث يتمثل التحدي الرئيس في إنتاج الأعلاف في تحقيق أعلى نمو ممكن للأسماك مع تقليل الفاقد إلى أدنى حد (التميمي، 2015). وقد أشارت دراسات سابقة إلى أن معظم الأعلاف المحلية تعاني من ضعف ثباتها في الماء وانتفاخها السريع، مما يؤدي إلى فقدان المغذيات وظهور مشكلات بيئية في الأحواض أو الخزانات السمكية (Saalah وآخرون، 2010). لذا فإن معرفة الخصائص الفيزيائية للعلف والمتغيرات التصنيعية المؤثرة عليها يُعَدّ أمراً أساسياً لإنتاج أعلاف مائية ذات جودة عالية (Tumuluru، 2013). تشكل العضلات نحو 50–70% من وزن الجسم في أغلب الأنواع السمكية ذات الأهمية الاقتصادية (عبد الصمد وآخرون، 2016). وتتميز الخلايا العضلية بكونها صغيرة نسبياً،

ويُعزى ذلك إلى قيود الانتشار (Diffusional Constraints) المرتبطة بكتلة الجسم ودرجة الحرارة والنشاط الأيضي،(Johnston، 2006). غير أن ألياف العضلات الهيكلية تمثل استثناءً، إذ تُعَد من بين أكبر الخلايا في المملكة الحيوانية(Kinsey وآخرون، 2007). ويُعَد نمو العضلات عملية ديناميكية تبدأ مبكراً أثناء مراحل التطور الجنيني وتستمر خلال معظم حياة السمكة (Matschak و Stickland ، 1995). وقد أوضح Koumans وآخرون (1994) أن زيادة طول وقطر الألياف العضلية ترافقها انقسامات في الخلايا المولدة للعضلات (Myoblasts) للحفاظ على التوازن بين المحتوى النووي والسايتوبلازمي ويشمل النمو العضلي ما بعد الجنيني عمليات رئيسة مشابهة لما يحدث أثناء التكوين العضلي الجنيني، وهي: التكاثر(Proliferation) ، الاندماج(Fusion) ، التمايز (Differentiation)، ثم تكوين الليفات العضلية (Myofibrils) (Johnston وآخرون، 2011). تعتمد الكفاءة الصافية للاستفادة من الغذاء للنمو على عدة عوامل، أبرزها مكونات العليقة وتوافقها مع احتياجات النمو ففي حال وجود نقص في عنصر غذائي أساس، مثل الأحماض الأمينية أو الدهنية أو الفيتامينات أو المعادن، تزداد حاجة السمكة إلى كميات أكبر من الغذاء لتعويض هذا النقص، مما يقلل من كفاءة الاستفادة الغذائية ويؤثر على نوعية النواتج داخل الجسم، إذ قد تتحول إلى أنسجة بروتينية أو تُخزن على هيئة دهون (البصام، 2009). يضبط النمو في الأسماك عبر شبكة معقدة من الهرمونات، أهمها هرمون إطلاق النمو (Growth Releasing Hormone)، الذي يُفرز من منطقة ما تحت المهاد، وهرمون النمو (Growth Hormone) الذي يُنتج في الفص الأمامي للغدة النخامية. ويُحفَّز إفراز هرمون النمو عبرGHRH ، (Rodriguez-Arnao وآخرون، 1993) ، ويؤثر بشكل مباشر وغير مباشر على الأنسجة من خلال تحفيز عوامل النمو وزيادة الشهية (Triantaphyllopoulos وآخرون، 2019 ؛Bianco ، 2020). وكذلك يلعب محور الغدة الدرقية دورًا محوريًا في تنظيم الشهية والنمو، ويتأثر بشكل ملحوظ بالحالة الغذائية. فقد أظهرت الدراسات أرتباط زيادة نشاط الغدة الدرقية بزيادة استهلاك الغذاء في بعض الأنواع مثل أسماك الشمس الخضراء (*Lepomis cyanellus*) ، (Gross وآخرون، 1963). يؤدي التجويع طويل الأمد إلى انخفاض مستويات هرمونات الغدة الدرقية في التراوت القزحي*Salmo giardneri* (Milne وآخرون، 1979). كما تبين أن تركيز هرمون TRH الصادر عن تحت المهاد يتأثر بفترات التجويع في الكارب الشائع (Huisingوآخرون، 2006؛ عبد النبي، 2023).

تعَدّ معايير النمو المختلفة، مثل الزيادة الوزنية الكلية واليومية، معدل النمو النسبي والنوعي واليومي، من المؤشرات الدقيقة لتقييم كفاءة الأعلاف والإضافات الغذائية، إلى جانب معدلات التحويل الغذائي وكفاءة البروتين. وقد تناولت عدة دراسات حديثة هذه المؤشرات في الكارب الشائع والكارب العشبي في العراق ضمن نظم التربية المختلفة سواء بالأقفاص العائمة أو الأحواض الترابية (Taher

وآخرون، 2021؛ Al-Dubakel وآخرون، 2022؛ Taher ، 2023؛ Asasal وآخرون، 2022؛ Al-Muslmawy وآخرون، 2024).

1.3.2 معدلات الوزن النهائية والزيادة الوزنية

تعدّ الزيادة الوزنية اليومية أحد أهم المؤشرات الكمية التي تُستخدم في تقييم الأداء الإنتاجي للأسماك في دراسات التغذية والاستزراع، إذ تعكس بصورة مباشرة قدرة العليقة على تلبية المتطلبات الغذائية اللازمة للنمو (الجبوري، 2011). ويُنظر إلى هذا المعيار على أنه أداة رئيسة لقياس كفاءة استخدام العناصر الغذائية، لاسيما البروتين والطاقة، والتي تُعد المكوّن الأساس في بناء الأنسجة وتحقيق النمو الامثل (Majihi وآخرون ،2006)، ومن هذا المنطلق أصبح مقياس الزيادة الوزنية اليومية من المقاييس الشائعة في الأبحاث التطبيقية، لكونه يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالجدوى الاقتصادية لمشاريع الاستزراع السمكي. وقد أشار العاملي (2003) إلى اعتماد الباحثين على الزيادة الوزنية اليومية في تقييم نتائج التجارب الغذائية يعود لكونها المعيار الأكثر دقة وموضوعية في تحديد المحصلة النهائية للنمو، إذ تعكس مدى استفادة الأسماك من العناصر الغذائية المجهزة لها عبر العلائق. فالنمو في الأسماك يُعد نتاجاً تراكمياً لعمليات التمثيل الحيوي والاستفادة من البروتين والطاقة، ومن ثم فإن الزيادة الوزنية تعكس كفاءة هذه العمليات بشكل مباشر. وفي السياق نفسه، أوضح الرفاعي (2016) أن تقييم جودة العلائق لا يقتصر على تحديد مكوناتها الكيميائية فحسب، وانما يتطلب قياس أثر هذه المكونات على الزيادة الوزنية ومعدلات النمو، والتي تمثل أحد أكثر المقاييس العلمية والعملية، إذ يُعتمد عليها لتقدير القيمة الحيوية للبروتين المقدم في العليقة، وقياس مدى ملائمة التوازن الغذائي بين العناصر المختلفة، فضلاً عن دورها في الكشف عن أي قصور غذائي قد يؤثر على النمو أو ينعكس سلباً على الكفاءة الإنتاجية، إن أهمية هذا المقياس لا تقتصر في كونه أداة للتقييم البحثي فحسب، بل تتعدى ذلك إلى كونه مؤشراً عملياً يسهم في توجيه قرارات المربين والمستثمرين في قطاع الاستزراع السمكي، إذ يُمكّنهم من تحديد العلائق الأكثر جدوى من الناحية الاقتصادية، وتحقيق أعلى معدلات إنتاجية بأقل التكاليف. كما أن الاعتماد على هذا المؤشر يسهم في تحسين استراتيجيات التغذية وتطوير تركيبات أعلاف أكثر توافقاً مع الاحتياجات النوعية للأسماك في مختلف مراحل النمو، وبناءاً على ذلك يمكن اعتبار الزيادة الوزنية اليومية مؤثر اساسياً في تقييم الأداء الإنتاجي للأسماك، إذ تجمع بين الدقة العلمية وسهولة التطبيق العملي، الأمر الذي يجعلها من المقاييس المحورية المعتمدة في دراسات التغذية والاستزراع السمكي.

2.3.2 كفاءة التحويل الغذائي

يُعد معدل التحويل الغذائي (FCR) من أهم المؤشرات المعتمدة في تقييم كفاءة التغذية ضمن أنظمة الاستزراع السمكي، إذ يُعرَّف على أنه النسبة بين كمية العلف المستهلك من قبل الأسماك والزيادة

الوزنية المتحققة ويُعتبر هذا المؤشر أداة أساسية للحكم على كفاءة استغلال العناصر الغذائية في العليقة، وكذلك لقياس جدوى أنظمة التربية المختلفة من الناحية الاقتصادية والفنية. وتتأثر قيمة معدل التحويل الغذائي بمجموعة واسعة من العوامل تشمل جودة المياه، وحجم الأسماك المستزرعة، فضلاً عن تركيب العليقة ومحتواها الغذائي (Dhamayanti وآخرون، 2016). تشير العديد من الدراسات إلى أن تحسين جودة العليقة يُعد وسيلة فعّالة لزيادة إنتاجية الأسماك دون الحاجة إلى زيادة كمية العلف المقدم لها، الأمر الذي يُسهم في رفع الكفاءة الاقتصادية وتقليل الهدر (Hughes وآخرون، 2018). لوحظ من ناحية أخرى أن حجم الأسماك يُمثل عاملًا حاسمًا في تحديد كفاءة التحويل الغذائي، إذ تُظهر الأسماك الصغيرة عادةً معدلات تحويل أفضل مقارنةً بالأسماك الأكبر حجماً من النوع نفسه. على سبيل المثال، عند استزراع الأسماك بوزن يتراوح بين 1–50 غم على علائق مصنّعة قد يتحقق معدل تحويل غذائي يقل عن واحد، بينما يُتوقع للأسماك الأكبر حجماً والمغذاة بالعليقة نفسها أن تُظهر معدلات تحويل تتراوح بين واحد واثنان (عبد النبي ، 2023). يمكن تقييم العلائق سواء المخصصة لإنتاج الإصبعيات أو الأسماك البالغة – من خلال تجارب التغذية، وذلك باعتماد مؤشرات مثل معدل التحويل الغذائي أو كفاءة البروتين وتُظهر الأعلاف عالية الجودة معدلات تحويل غذائي منخفضة وكفاءة بروتين مرتفعة (Rice وآخرون، 1994). وبيّن Isyagi وآخرون (2009) أن الهدف الرئيس من التغذية هو توفير الاحتياجات الغذائية اللازمة لتحقيق صحة جيدة ونمو وإنتاج أمثل مع تقليل الفاقد والفضلات بأقل تكلفة ممكنة، والذي يسهم في رفع كفاءة العائد الاقتصادي. ولا تقتصر العوامل المؤثرة على كفاءة التحويل الغذائي على الخصائص الحيوية للأسماك والعليقة فحسب، بل تشمل أيضاً ظروف الإدارة البيئية والتشغيلية في المزرعة، إذ يمكن لجودة المياه، وإدارة أنظمة الاستزراع ودرجة الحرارة وطريقة تقديم العلف وتوقيته، فضلًا عن الحالة الصحية للأسماك، أن تُحدث فروقاً جوهرية في قيمة معدل التحويل الغذائي من مزرعة إلى أخرى (Usaids-Harvest، 2011).

وفي هذا السياق، أشار الحمداني وآخرون (2022) إلى أن انخفاض معدل التحويل الغذائي يُعد مؤشراً إيجابياً على الاستخدام الأمثل للعلف، وغالباً ما يرتبط هذا الانخفاض بوجود مصادر بروتينية ذات جودة عالية في تركيب العليقة، كما بيّن القعود (2003) أن زيادة مستوى البروتين في الغذاء تؤدي عادةً إلى خفض معدل التحويل الغذائي، أي أن كميات أقل من العلف تكفي لإنتاج وحدة وزنية من لحم السمك، إلا أنّه ينبغي التنويه إلى أن تجاوز المتطلبات البروتينية قد ينعكس سلباً على الاقتصاديات الإنتاجية؛ إذ إن الأعلاف مرتفعة البروتين غالباً ما تكون عالية التكلفة، كما أن قدرة الأسماك على ترسيب البروتين محدودة ونتيجة لذلك، فإن الفائض يُطرح على شكل نواتج إخراجية، وهي عملية تتطلب استهلاكاً إضافياً للطاقة، مما قد يؤدي في النهاية إلى ارتفاع معدل التحويل الغذائي بدلاً من انخفاضه،وبذلك يتضح أن معدل التحويل الغذائي ليس مؤشرًا ثابتًا، بل يمثل نتاجًا معقدًا للتفاعل بين

العوامل الغذائية والبيئية والإدارية، مما يستلزم التعامل معه كأداة تقييم ديناميكية تتأثر بالعديد من المحددات.

3.3.2 معدل النمو النوعي (SGR)

يُعَدّ معدل النمو النوعي (SGR) مؤشراً يعكس الزيادة النسبية المئوية في نمو الأسماك، مما يمنحه مرونة عالية ودقة أكبر ولا سيما عند تطبيقه في المراحل المبكرة من حياة الأسماك، عندما تكون الاحجام صغيرة.

ويُلاحظ أن قيمة هذا المؤشر تتناقص تدريجياً مع زيادة حجم الأسماك وطول الفترة الزمنية المعتمدة في الحساب، وعلى الرغم من هذه المحددات، لايزال هذا المقياس يُستخدم على نطاق واسع في الدراسات المتعلقة بتقييم النمو وكفاءة العلائق الغذائية في الاستزراع السمكي (Lugert وآخرون، 2014).

4.3.2 معدل النمو النسبي (RGR)

يُعَدّ معدل النمو النسبي أحد المؤشرات الحيوية المهمة في تقييم نمو الأسماك، إذ يوفر دقة أعلى مقارنة بالاعتماد على الزيادة الوزنية المطلقة فقط، لكونه يحدّ من تأثير التباين في الأوزان الابتدائية للأسماك عند بدء التجربة (عبد النبي،2023).

4.2 صفات دم الأسماك

1.4.2 صورة الدم للأسماك

تُعد المؤشرات الدموية من الأدوات المهمة لتقييم الحالة الصحية والفسلجية للأسماك، إذ تعكس استجابتها للظروف البيئية ونوعية العلائق المقدمة، وتشمل هذه المؤشرات عدد خلايا الدم الحمراء (RBC)، وعدد خلايا الدم البيضاء (WBC)، وتركيز الهيموغلوبين (Hb)، وحجم الخلايا المرصوصة (PCV)، وقد أوضحت الدراسات أن التغذية المتوازنة تؤدي إلى تحسن واضح في هذه المؤشرات، مما ينعكس إيجابًا على الحالة الصحية ومعدلات النمو والبقاء (Hrubec وSmith ، 2004؛ Taher،2023).

يعد حجم دم في الأسماك أقل مقارنةً ببقية الفقاريات، اذ يتراوح في الأسماك العظمية بين 2 إلى 4 مل لكل 100 غم من وزن الجسم (كارل، 1986). ويتألف الدم من مكونين أساسيين هما:

1.1.4.2 بلازما الدم

تشكل بلازما الدم حوالي 55% من الحجم الكلي للدم، حيث يمثل الماء نحو 90% من حجم البلازما أما النسبة المتبقية، فتقدر بحوالي 10%، فتتكون بلازما الدم من المواد العضوية وتشكل حوالي 9% من البلازما، وتشمل بروتينات الدم والمواد الغذائية مثل السكريات والدهون والفيتامينات والهرمونات والإنزيمات، بالإضافة إلى المواد الناتجة عن عمليات الأيض، مثل الأمونيا،المواد غير العضوية: تمثل حوالي 1% من البلازما، وتشمل الأيونات المعدنية مثل البوتاسيوم والكالسيوم والكلور والصوديوم والمغنسيوم (Moyle وCech، 1982).

2-1-4-2 خلايا الدم

خلايا الدم (Blood cells) وتشكل حوالي 45% من الحجم الكلي للدم وتقسم خلايا الدم على ثلاثة أنواع رئيسة هي:-

1-2-1-4-2 خلايا الدم الحمر

يتراوح عدد خلايا الدم الحمراء بين 1 و3 × 10^6 خلية/ملم³، وتتمثل وظيفتها الأساسية في نقل الأكسجين من الخياشيم إلى خلايا الجسم وكذلك نقل ثاني أكسيد الكربون من الخلايا إلى الخياشيم، إلى جانب المساهمة في الحفاظ على درجة حموضة الدم (pH) (عبد، 2014).

وأكد الزهيري (2024) أن من أبرز وظائف هذه الخلايا نقل الأكسجين إلى خلايا الجسم والتخلص من ثاني أكسيد الكربون عن طريق نقله إلى الخياشيم، بينما أشار الجمل (2006) إلى أن الحفاظ على مستوى pH الدم يعد من الوظائف المهمة الأخرى لهذه الخلايا.

2-2-1-4-2 خلايا الدم البيض

يتراوح عدد خلايا الدم البيض بين 20-150 10^3 خلية/ملم^3 وتشكل خلايا الدم البيضاء (Leukocytes)عنصرًا أساسيًا من عناصر الجهاز المناعي، اذ تلعب دورًا حيويًا في الدفاع عن الكائن الحي ضد مختلف مسببات الأمراض، بما في ذلك الفيروسات، البكتيريا، الطفيليات، والمواد الغريبة (الزهيري، 2024). وتعمل هذه الخلايا على التعرف على الأجسام الغريبة وابتلاعها، بالإضافة إلى تنشيط الاستجابات المناعية النوعية وغير النوعية، ما يسهم في الحفاظ على سلامة ووظائف الجسم. وقد أشار Hoffman و Meyer (1974) إلى أن خلايا الدم البيضاء متعددة الأنواع، وتتميز كل منها بوظائف محددة تتكامل فيما بينها للحفاظ على المناعة، وتشمل الأنواع الرئيسة ما يلي:

الخلايا اللمفية :(Lymphocytes) تعتبر الخلايا اللمفية المسؤولة عن المناعة النوعية، اذ تقوم بإنتاج الأجسام المضادة التي ترتبط بمسببات الأمراض وتساعد على تحييدها أو تدميرها. كما تلعب دوراً في تنشيط خلايا الدم البيضاء الأخرى، والمساهمة في الدفاع عن الجسم ضد العوامل الممرضة المختلفة، إضافة إلى دعم وظائف الصفائح الدموية.

الخلايا وحيدة النواة :(Monocytes) تعمل هذه الخلايا على ابتلاع الكائنات الدقيقة والمواد الغريبة، وتلعب دوراً محورياً في الاستجابة المناعية الفطرية. بعد التحول إلى خلايا بلعمية كبيرة (Macrophages)، تقوم هذه الخلايا بمعالجة العوامل الممرضة وتقديمها للخلايا اللمفية لتنشيط الاستجابة المناعية النوعية.

الخلايا الحبيبية :(Granulocytes) تتسم هذه الخلايا بوجود حبيبات في سيتوبلازمها وتنقسم وفقاً للخصائص الصبغية إلى ثلاثة أنواع رئيسية:

الخلايا المتعادلة :(Neutrophils) تمثل النوع الأكثر شيوعاً في معظم أنواع الأسماك، وتلعب دوراً مركزياً في الدفاع ضد البكتيريا والفطريات من خلال ابتلاعها وتحطيمها داخل الحبيبات.

الخلايا القاعدية :(Basophils) قد تكون غائبة أو قليلة الوجود في بعض أنواع الأسماك، لكنها تساهم في استجابات الحساسية والتفاعلات الالتهابية من خلال إفراز الهيستامين وعوامل أخرى.

الخلايا الحامضية :(Eosinophils) نادرة الوجود في الأسماك مقارنة بالنوعين السابقين، وتشارك بشكل محدود في الدفاع ضد الطفيليات وبعض أنواع الالتهابات.

إن التنوع الوظيفي لهذه الخلايا يعكس تعقيد الجهاز المناعي لدى الأسماك، اذ تتكامل الوظائف الفطرية والنوعية لضمان مقاومة الجسم للأمراض والحفاظ على توازنه الحيوي.

2-4-1-2-3 الصفائح الدموية

تعرف الصفائح الدموية أيضًا باسم Thrombocytes، وتتشابه في مظهرها الخارجي مع خلايا الدم الحمراء من حيث وجود نواة، إلا أنها أصغر حجماً منها، وتتميز نواتها بأنها أكبر وأكثر دائرية وتقع في مركز الخلية، تُستخدم الصفائح الدموية كأداة لتقدير العمر في أسماك الكارب الشائع، وأهم وظيفة لهذه الصفائح هي منع النزيف الناتج عن تمزق الأوعية الدموية، بالإضافة إلى دورها الأساسي في عملية تخثر الدم (Blood Coagulation)، وهي سلسلة من التغيرات الكيميائية التي تحدث بمشاركة إنزيمات وأيونات خاصة بالدم تُعرف باسم عوامل التخثر (Blood Clotting Factors)، من أهم المكونات الأساسية المشاركة في هذه العملية كل من بروتين Prothrombin، وبروتين Fibrinogen، إلى جانب أيونات الكالسيوم والصفائح الدموية نفسها (Stosik وآخرون، 2002).

2-4-1-3 الهيموغلوبين

يتكون الهيموغلوبين من عدة سلاسل ببتيدية تعرف بالجلوبينات، اذ ترتبط كل سلسلة بمجموعة صناعية تسمى الهيم، وهي متطابقة في جميع أنواع الأسماك التي أُجريت عليها الدراسات حتى الآن، ومع ذلك، تختلف روابط الجلوبينات بين نوع وآخر(Souza وBonilla-Rodriguez ، 2007). ونسبته في دم الاسماك 6-10 /100 مل دم ،تتمثل الوظيفة الرئيسية للهيموغلوبين في نقل الأوكسجين من الخياشيم إلى أعضاء الجسم المختلفة، ويجب أن يمتلك القدرة على الارتباط بالأوكسجين بقوة، مع

الاحتفاظ بالقدرة على تحريره عند الحاجة، اعتماداً على الضغط الجزئي للغاز (Perutz ، 1978). يحدث ارتباط الأوكسجين بفضل مجموعة الهيم، وبشكل خاص بمشاركة ذرة الحديد في صورة Fe^{2+}. يتألف جزيء الهيموغلوبين من أربع سلاسل جلوبين: سلسلتان من نوع ألفا وسلسلتان من نوع بيتا، وكل سلسلة تحمل مجموعة الهيم المسؤولة عن ربط الأوكسجين (Souza و Bonilla-Rodriguez، 2007)

2-4- 1-4 مكداس الدم

يعَرف اختبار الهيماتوكريت بقياس النسبة المئوية لمكداس الدم (PCV) من الفحوصات الدموية الأساسية التي تُستخدم في تقييم حالة خلايا الدم الحمراء، وتبلغ نسبته 2-3% من وزن الجسم، إذ يُسهم هذا الاختبار في تشخيص ومتابعة العديد من الاضطرابات الصحية التي تنعكس سلبًا على خلايا الدم الحمراء ووظائفها. ويُعتمد عليه بشكل خاص في تقدير شدة فقر الدم (Anemia)، وذلك من خلال الكشف عن انخفاض عدد وحجم خلايا الدم الحمراء المترافق مع تدنّي تركيز الهيموغلوبين، فضلاً عن دوره في تقييم حالات كثرة الخلايا الحمر، (Polycythemia)، اذ يُلاحظ ازدياد في عدد خلايا الدم الحمراء متزامنًا مع ارتفاع مستوى الهيموغلوبين، كما يُستفاد من هذا الفحص في تشخيص بعض الأمراض المؤثرة في إنتاج خلايا الدم الحمراء أو في عمرها الافتراضي، مثل اضطرابات نخاع العظم، فضلًا عن كونه أداة مهمة في تقدير درجة الجفاف لدى الأفراد (Jaffar وAhmed، 2013).

2.4.2 الخصائص الكيموحيوية للدم

1.2.4.2 البروتين الكلي

تشكل بروتينات البلازما المكونات الرئيسة في بلازما الدم، وتكتسب أهميتها من دورها الأساس في تشخيص وتقييم الحالة الصحية للأسماك (الزهيري، 2024). وتمثل هذه البروتينات مزيجًا غير متجانس يضم أكثر من مئة عنصر تختلف في خصائصها الفيزيائية والكيميائية والوظيفية، اذ يتم إنتاجها في الكبد والطحال والغدد الليمفاوية. وتؤدي بروتينات البلازما أدوارًا حيوية متعددة، منها المحافظة على الحجم الطبيعي للدم وضبط الضغط الأزموزي، فضلًا عن نقل المواد المرتبطة بجهاز المناعة والمساهمة في الدفاع عن الجسم، كما تسهم في تنظيم درجة الحموضة (pH) ولزوجة الدم، فضلاً عن دورها في بناء مختلف بروتينات الجسم والمحافظة على التوازن الفسلجي العام (الزهيري، 2024).

2.2.4.2 الكلوكوز

يعتبر الكلوكوز المصدر الرئيس للطاقة في معظم الكائنات الحية، بما في ذلك الأسماك، اذ يلعب دورًا محوريًا في تزويد الخلايا بالطاقة اللازمة للقيام بالعمليات الحيوية المختلفة، ويُعتبر الحفاظ على مستوى ثابت نسبيًا من سكر الدم أمراً ضرورياً، إذ يتأثر هذا المستوى بعدة عوامل مثل النظام الغذائي، وإفراز الهرمونات، فضلاً عن الظروف البيئية كدرجة الحرارة، ومن هذا المنطلق يُعد الكلوكوز مؤشراً

حيوياً مهماً يُعتمد عليه في الدراسات العلمية لتقييم الحالة الصحية والتغذوية والهرمونية للأسماك (Bartoňkováوآخرون، 2016). وقد أشار Soengas (2014) إلى أمتلاك الأسماك آليات تنظيمية معقدة تهدف إلى المحافظة على توازن سكر الدم، وتعتمد هذه الآليات على التفاعل بين العوامل التغذوية والهرمونية، لاسيما هرموني الكورتيزول والأنسولين. وباعتباره المصدر الأهم لإنتاج الطاقة، فإن الكلوكوز يمدّ أنسجة الجسم، وبالأخص القلب والعضلات، بالطاقة الضرورية لأداء وظائفها الحيوية. إلا أن تعرض الأسماك إلى ضغوط بيئية قد يؤدي إلى ارتفاع ملحوظ في مستويات سكر الدم (الزهيري، 2024).

كما بينت بعض الدراسات أن الاضطرابات في مستوى الكلوكوز قد ترتبط أحيانًا بخلل في وظائف الكلى (Coimbra و Pilarczyk، 2010). إلى جانب ذلك، فإن الحالة التغذوية للأسماك تؤثر بشكل مباشر في توازن الكلوكوز، حيث يشارك كل من الكبد والبنكرياس بدور أساسي في تنظيم مستوياته ضمن الحدود الطبيعية (Shahsavani وآخرون، 2010).

5.2 أنزيمات الكبد

تُعرّف الانزيمات بالعوامل الحياتية التي تسهم في تسريع التفاعلات الكيميائية الأساسية للحياة ، وهي بروتينات كروية (كلوبيولينية) تعتمد في نشاطها الوظيفي على وجود أيونات معدنية مثلCu^{++} ، Zn^{++}، Na^{+} وغيرها (Ganong، 2010). وتعد متابعة التغيرات في نشاط وفعالية إنزيمات الكبد لدى الأسماك ذات أهمية خاصة، إذ يُعد الكبد من أكثر الأعضاء حساسية في جسمها (Abdel-Hammed وآخرون، 2019). تلعب هذه الإنزيمات دورًا رئيسًا في العمليات الحيوية، ومنها عملية انتقال المجموعة الأمينية من الحمض الأميني إلى الحمض الكيتوني والعكس، وهي خطوة أساسية في ايض الأحماض الأمينية لدى الكائنات الحية بما فيها الأسماك. ويُلاحظ أن تراكيز هذه الإنزيمات تكون مرتفعة في أنسجة الجسم مقارنة بانخفاضها النسبي في مصل الدم. وبناءً على ذلك، فإن أي ارتفاع في مستوياتها في المصل عن الحدود الطبيعية يُعد مؤشرًا على تحطم الأنسجة، والذي قد ينجم عن حالات فسلجية أو مرضية أو تغذوية مختلفة (Ebeid وآخرون، 2005).

1.5.2 إنزيم Aspartate Amino Transferase (AST)

يُعرف هذا الإنزيم باسم الناقل لأمين الأسبارتات، والذي اطلق عليه سابقاً الرمز GOT اختصاراً لـ (Glutamic Oxaloacetic Transaminase).ويُصنف ضمن مجموعة الإنزيمات الناقلة للمجموعة الأمينية، إذ يشارك في تفاعل عكسي يتم من خلاله تحويل الحمض الأميني الأسبارتات (Aspartate) مع حمض الأوكزالوأستات .(Oxaloacetate) اذ ان وجود هذا الإنزيم في أنسجة متعددة من الكائنات

الحية، ومنها الأسماك، مؤشراً على حيوية الأنسجة الرخوة بوصفه إنزيمًا عضويًا متخصصًا، اذ يتركز بشكل رئيس في خلايا الأنسجة العضلية الهيكلية، وخلايا عضلة القلب، فضلًا عن خلايا الكبد (عبد، 2014). ونظراً لهذه الخصائص، يُعتبر إنزيم AST من المؤشرات المهمة للكشف عن أي اضطرابات وظيفية تصيب الخلايا الكبدية (Garlinghouse و Fleming،2000). كما أن مستواه في الدم يتأثر بعدة عوامل، منها التسمم والتلوث (Zaki وآخرون، 2009)، وكذلك الإصابات المرضية (عبد، 2014؛ النعيم، 2006). وإلى جانب ذلك، يمكن أن تؤثر الظروف البيئية مثل درجة الحرارة والملوحة على نشاطه الطبيعي (Ganong، 2010).

2.5.2 إنزيم (ALT) Alanine Amino Transferase

يسمى هذا الإنزيم الناقل لأمين الألنين، ويُعرف أيضاً بالاختصار GPT (Glutamic Pyruvic Transaminase). وهو أحد الإنزيمات الناقلة للمجموعة الأمينية، ويعمل بصورة عكسية على تحويل حمض الألنين وحمض ألفا كيتوغلوتاريك (α-Ketoglutaric acid) إلى حمض البايروفيك (عبد النبي، 2023). وقد أوضح كلٌ من Nya وAustin (2009) أن تركيز إنزيم ALT في الدم ينخفض بزيادة الإضافات الغذائية في علائق أسماك السلمون المرقط، (*Oncorhynchus clarkii*)،كما أن زيادة معدل تحلل البروتين في الكبد يرافقها ارتفاع في نشاط إنزيمي AST وALT.

Abstract

This study was conducted in the Fish Laboratory of the College of Agriculture / University of Diyala for the period from 10/2 to 10/5/2025, for 12 weeks, with the aim of investigating the effect of using four types of commercially available feeds in local markets on some growth performance and health status parameters of common carp *Cyprinus carpio L.*

A total of 84 common carp (*C. carpio*), with an average initial weight of 31 g, were used in the experiment. The fish were randomly distributed into 12 glass aquaria, representing four treatments with three replicates per treatment, at a stocking density of 7 fish per aquarium. Fish were acclimated prior to the start of the experiment and were fed at a rate of 3% of body weight daily throughout the experimental period, divided into three regular meals per day. Water quality was monitored by measuring water temperature, dissolved oxygen concentration, pH, and ammonia concentration, in order to provide suitable environmental conditions for fish growth.

The results of statistical analysis revealed significant differences ($P \leq 0.05$) among experimental treatments in final weight, weight gain, and all studied growth parameters. The Extra feed treatment achieved the highest final weight (97.57 g) and the highest weight gain (62.85 g), followed by the Arasco feed treatment, which recorded a final weight of 79.42 g and a weight gain of 47.85 g. In contrast, the Feedco and Fardana treatments showed the lowest values, with similar results between them. The Extra treatment also recorded the highest values for daily, specific, and relative growth rates, whereas the Fardana and Feedco treatments recorded the lowest values for these parameters, with clear significant differences among treatments (1.04 g/day, 1.82%/day, 198.19%/day), (0.79 g/day, 1.53%/day, 151.58%/day), (0.58 g/day, 1.23%/day, 110.40%/day), and (0.55 g/day, 1.20%/day, 105.85%/day), respectively.

Feed utilization efficiency results showed that treatment T1 was significantly superior (P≤0.05), achieving the best feed conversion ratio (FCR = 1.63), compared with Arasco, Feedco, and Fardana treatments, which recorded higher FCR values (T3 = 1.93, T2 = 2.40, and T4 = 2.52, respectively), indicating higher efficiency of this feed in converting feed into live body weight. No significant differences were observed between Feedco and Fardana treatments in FCR.

Hematological analysis results indicated no significant differences among experimental treatments in the studied blood picture parameters. Similarly, biochemical analysis results showed no significant differences in protein levels among treatments, indicating that these indicators were not affected by feed type. However, blood glucose concentration showed significant differences among treatments, where the Extra treatment recorded the highest value, followed by Arasco, while Feedco recorded the lowest value.

Regarding liver enzymes (alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase), results showed no significant differences (P>0.05) among treatments, indicating no negative physiological effects on liver efficiency and function due to the use of different feeds. Histological examination of the liver confirmed these findings, as no pathological or inflammatory changes were observed in liver tissues across all treatments.

The study concludes that the use of Extra feed resulted in a significant improvement in growth performance and feed conversion ratio of common carp, while maintaining the health and physiological status of the fish. This indicates the possibility of adopting this feed in common carp culture programs to improve productivity under local conditions.

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education
and Scientific Research
University of Diyala
Collage of Agriculture
Department of Animal Production

Evaluation of Growth Performance and Physiological Indicators of Common Carp (*Cyprinus carpio* L.) Fed on Four Types of Commercial Diets

A thesis submitted to the Council of the College of Agriculture, University of Diyala, in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Agricultural Sciences (Animal Resources Science)

By

Muntadhar Ibrahim Dakheel Al-Obaidi

Supervised by

Prof. Dr. Raaed Sami Attee

2026 AD **1447 AH**