

## تأثير إدخال يرقات ذبابة الجندي الأسود بالخلطات العلفية في بعض المؤشرات الإنتاجية عند الفروج

جامعة: حمص

كلية الهندسة الزراعية

مشرف رئيسي: أ.د. حسان عباس

طالب الدكتوراه: يزن نبيل الحسن

مشرف متعاون: د. عماد الحوراني

### الملخص

أُجريت هذه الدراسة في مركز البحوث العلمية الزراعية في حمص وفي مزرعة خاصة بحمص لمدة 40 يوماً (2025/6/1 - 2025/7/11)، بهدف دراسة تأثير إضافة مستويات مختلفة من مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود بدلاً من كسبة فول الصويا وملاحظة تغيرات نسبة الذرة الصفراء بالخلطات العلفية في بعض المؤشرات الإنتاجية عند الفروج (مثل الوزن الحي والزيادة الوزنية واستهلاك العلف ومعامل التحويل الغذائي). استخدم في التجربة 150 طيراً، وزعت إلى خمس مجموعات، وتضمنت كل مجموعة ثلاث مكرات، وفي كل مكرر 10 طيور. عوملت جميع المجموعات معاملة واحدة من حيث التغذية وظروف الرعاية، باستثناء كمية مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود المضافة للخلطات العلفية، إذ غذيت المجموعة الأولى (مجموعة الشاهد) على الخلطة التقليدية، أما المجموعات الأربعة المتبقية (مجموعات التجربة) ادخل في خلطاتها مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود وفق النسب التالي: المجموعة الأولى (4%)، المجموعة الثانية (6%)، المجموعة الثالثة (8%)، المجموعة الرابعة (10%) بيّنت النتائج أنّ ادخال مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود بنسبة (6%) حققت أفضل نتائج ويفروق معنوية عن باقي المجموعات من حيث (الوزن-والزيادة الوزنية- ومعامل تحويل العلف- وكمية العلف المستهلك)

كلمات مفتاحية: الفروج، يرقات ذبابة الجندي الأسود، مؤشرات إنتاجية.

**" The effect of introducing black soldier fly larvae into feed mixtures on some production indicators in broiler chickens."**

**Abstract:**

This study was conducted at the Agricultural Scientific Research Center in Homs and on a private farm in Homs for a period of 40 days, from June 1, 2025, to July 11, 2025. The objective was to study the effect of substituting soybean meal with different levels of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae powder and to observe the corresponding changes in the percentage of yellow corn in the feed mixtures. The study evaluated the impact on several production indicators in broiler chickens, such as live weight, weight gain, feed consumption, and feed conversion ratio. A total of 150 one-day-old broiler chicks were randomly assigned to five experimental groups, each with three replicates of 10 birds, raised under similar management and feeding conditions, differing only in BSFL meal inclusion levels: a control group with 0% BSFL (conventional diet), and experimental groups T1 (4% BSFL), T2 (6% BSFL), T3 (8% BSFL), and T4 (10% BSFL). Results indicated that the T2 group, with 6% BSFL inclusion, exhibited the best performance, showing significant improvements ( $P < 0.05$ ) in final body weight, weight gain, feed efficiency, and feed intake compared to the other groups

**Keywords:** Broiler, Black Soldier Fly Larvae, Production Performance Indicators.

## 1- المقدمة

تُعد صناعة الدواجن من الصناعات الحيوية المهمة التي تساهم بشكل كبير في توفير البروتين الحيواني للإنسان. ومع تزايد عدد سكان العالم، تزداد الحاجة إلى مصادر بروتينية جديدة ومستدامة لتلبية الطلب المتزايد على الغذاء. وتُعد تكلفة التغذية من أهم التحديات التي تواجه صناعة الدواجن، حيث تشكل حوالي 60-70% من إجمالي تكاليف الإنتاج (Gasco *et al.*, 2019). تعتمد صناعة أعلاف الدواجن بشكل أساسي على مصادر البروتين التقليدية، مثل كسبة فول الصويا ومسحوق السمك. ولكن مع ارتفاع أسعارها، أصبح من الضروري البحث عن مصادر بروتينية بديلة أكثر استدامة وأقل تكلفة (Makkar *et al.*, 2014). يُعد فول الصويا أبرز مصادر البروتين النباتي المستخدمة في صناعة الأعلاف، بفضل قيمته الغذائية العالية (Boland *et al.*, 2013). ومع ذلك، فإن إنتاجه يثير مخاوف بيئية متزايدة، خاصة فيما يتعلق بتدمير الغابات المطيرة، لا سيما في منطقة الأمازون (Fearnside, 2001; Pimentel & Pimentel, 2008). ومع استمرار ارتفاع درجات حرارة الأرض، يُتوقع أن تتسع رقعة المناطق المعرضة للجفاف والفيضانات، مما يفاقم من الإجهاد الحراري الذي يؤثر سلبًا في الإنتاج الزراعي (Verge *et al.*, 2007; Tirado *et al.*, 2010). إلى جانب ذلك، يبرز التنافس المتزايد على الموارد النباتية (Tyner, 2008)، لا سيما مع استخدامها المكثف كمصدر للبروتين في صناعة الأعلاف (Olsen & Hasan, 2012). لذلك، أصبح من الضروري أن يتكيف القطاع الزراعي مع هذه التحديات لضمان استدامة الإنتاجية. تُعد الحشرات من المصادر البروتينية الواعدة التي يمكن استخدامها في تغذية الدواجن، إذ تتميز بارتفاع محتواها من البروتين والدهون والمعادن والفيتامينات. ومن بين الحشرات المختلفة، تُعد يرقات ذبابة الجندي الأسود (*Hermetia illucens*) من أكثر الأنواع الواعدة للاستخدام في تغذية الدواجن، حيث تتميز بسهولة تربيتها وقدرتها على تحويل المخلفات العضوية إلى كتلة حيوية غنية بالبروتين (Barragan-Fonseca *et al.*, 2017).

وعلى صعيد آخر، يزداد إنتاج النفايات العضوية الناجمة عن الأنشطة الزراعية بوتيرة متسارعة، مدفوعة بالنمو السكاني وارتفاع الطلب على الغذاء والأعلاف (Roberts & de Jager, 2004; Seng *et al.*, 2013).

لذا، فإن استغلال هذه النفايات بفعالية يمكن أن يسهم في تخفيف الضغط على الموارد الطبيعية وتعزيز استدامة الأنظمة الزراعية.

وقد أظهرت العديد من الدراسات إمكانية استخدام يرقات ذبابة الجندي الأسود كبديل جزئي أو كلي لمصادر البروتين التقليدية في علائق الدواجن، مع تأثيرات إيجابية في الأداء الإنتاجي والصحة والجودة (Schiavone *et al.*, 2017; Dabbou *et al.*, 2018; Biasato *et al.*, 2019).

تشمل النفايات العضوية المخلفات الزراعية والمواد المتبقية بعد الحصاد (Fox, 2011)، إلى جانب نفايات مصانع الأغذية مثل الأطعمة التي لم تُستهلك أو تلك التي انتهت صلاحيتها (Cantor *et al.*, 1997)، وأيضاً نفايات الإنتاج الحيواني المكثف، مثل السماد والمخلفات العضوية الأخرى (Mallin and Cahoon, 2003).

تتبع أهمية البحث عن استخدام طرق فعالة للاستفادة من النفايات العضوية، سواء من خلال تحويلها إلى أعلاف بديلة أو استخدامها كمخصبات زراعية، مما يسهم في تحقيق التكامل بين القطاعين النباتي والحيواني (Roberts & de Jager, 2004; Seng *et al.*, 2013).

## 2- هدف البحث

1. تقييم تأثير استخدام يرقات ذبابة الجندي الأسود بنسب مختلفة في الخلطات العلفية في المؤشرات الإنتاجية للدواجن، مثل (الوزن الحي والزيادة الوزنية واستهلاك العلف ومعامل التحويل الغذائي).

2. تحديد أفضل نسبة ليرقات ذبابة الجندي الأسود بخلطات الفروج.

## 3- مواد البحث وطرقه

1-3 موقع التجربة: تم تربية الذبابة والحصول على اليرقات في مركز بحوث حمص، أما بالنسبة للفروج تم تنفيذ التجربة في مزرعة خاصة بحمص لمدة 40 يوماً 2025/6/1 و 2025/7/11

2-3 طيور ومجموعات التجربة: استخدم في هذه التجربة 150 صوص روس بعمر يوماً واحداً قسمت الطيور الى 5 مجموعات وكل مجموعة الى ثلاث مكررات وفي كل مكرر 10 طيور. اختلفت التغذية بنسبة اليرقات (البروتين الحيواني) المضاف وفق الخطة التالية: الشاهد: تمت التغذية على الخلطة العلفية التقليدية

- مج1: ادخلت اليرقات بدل من فول الصويا بنسبة 4% من بروتين الخلطة.  
 مج2: ادخلت اليرقات بدل من فول الصويا بنسبة 6 % من بروتين الخلطة.  
 مج3: ادخلت اليرقات بدل من فول الصويا بنسبة 8 % من بروتين الخلطة.  
 مج4: ادخلت اليرقات بدل من فول الصويا بنسبة 10% من بروتين الخلطة.

### 3-3 طريقة الحصول على اليرقات ومسحوق اليرقات

تم الحصول على اليرقات من خلال تربية ذبابة الجندي الأسود في اقفاص خاصة بمركز البحوث الزراعية في حمص وجمع البيض، وتمت تنميته على وسط غذائي يؤمن لليرقات النمو المناسب والمحتوى المطلوب من البروتين والدهون والدم، وتم حصاد اليرقات ونجفيتها في مجفف على درجة حرارة 40م وتحويلها الى مسحوق ادخل بالخلطات العلفية وفق النسب المذكورة سابقا، وتم تحليل نسب البروتين في مسحوق اليرقات في مركز البحوث الزراعية (ملحق رقم1)، وباقي العناصر المعدنية الموجودة في مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود (الكالسيوم-المغنيسيوم-الفسفور-PH) في مخبر خاص بالأردن تابع لشركة تثمين (ملحق رقم2)، وتم الحصول على تحليل السموم الفطرية للتأكد من صلاحية مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود من جامعة عين شمس في مصر (ملحق رقم3).

تأثير إدخال يرقات ذبابة الجندي الأسود بالخلطات العلفية في بعض المؤشرات الإنتاجية عند الفروج

يظهر جدول (1) تحليل العناصر والبروتين والدهن الموجود في مسحوق يرقات ذباب الجندي الأسود

جدول (1) تحليل العناصر والبروتين والدهن الموجود في مسحوق يرقات ذباب الجندي الأسود

|                      |          |
|----------------------|----------|
| نسبة البروتين الخام% | 63%      |
| نسبة الدهن الخام%    | 19.9%    |
| الرطوبة%             | 6.10     |
| الكالسيوم (ملغ/كغ)   | 160      |
| المغنيسيوم (ملغ/كغ)  | 23.33    |
| الفوسفور%            | 0.87     |
| السموم الفطرية PPM   | اقل من 1 |



شكل (1): مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود

3-4 توزيع طيور التجربة على المعاملات

أجري في بداية التجربة وزن الصوص بعمر يوم واحد لكي تكون الاوزان متجانسة في بداية التجربة واستبعدت الاوزان غير المناسبة، ومن ثم وزعت الطيور على مجموعات التجربة بعد توحيد الظروف البيئية.

. مراحل التجربة:

- المرحلة الأولى من عمر يوما واحد وحتى عمر 21 يوماً.

- المرحلة الثانية من عمر 22 يوم وحتى عمر 40 يوماً.

3-5 التغذية

تم تغذية الطيور وفق الخلطة الموجودة في الجدول رقم(3)، وتم تحديد الطاقة والبروتين الخاصة بكل مرحلة وفق المعايير المعتمدة من قبل الشركة المصنعة، ويبين الجدول (3): مكونات الخلطة العلفية المستخدمة في تغذية طيور التجربة .

الجدول (3): مكونات الخلطة العلفية المستخدمة في تغذية طيور التجربة

| المرحلة الثانية (22-40) يوماً |             |         |         |         | المرحلة الأولى (1-21) يوماً |         |         |         |         | المرحلة<br>المكونات % |
|-------------------------------|-------------|---------|---------|---------|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|-----------------------|
| مجموع 4                       | مجموع 3     | مجموع 2 | مجموع 1 | مجموع 0 | مجموع 4                     | مجموع 3 | مجموع 2 | مجموع 1 | مجموع 0 |                       |
| 49.37                         | 52.10       | 54.77   | 56.16   | 58.46   | 45.00                       | 46.50   | 47.50   | 48.70   | 48.20   | ذرة صفراء             |
| 25.41                         | 28.14       | 30.81   | 32.20   | 33.5    | 40.60                       | 40.70   | 40.94   | 41.61   | 42      | 44% كسبة صويا         |
| 10                            | 8           | 6       | 4       | 0       | 10                          | 8       | 6       | 4       | 0       | مسحوق اليرقات         |
| 9.48                          | <b>6.06</b> | 4.80    | 4.00    | 4.30    | 1.60                        | 2.00    | 2.66    | 2.99    | 4.80    | زيت نباتي             |
| 1                             | 1.00        | 1.00    | 1.00    | 1.00    | 1                           | 1       | 1.00    | 1.00    | 1.00    | حجر كلسي              |
| 1.60                          | 1.60        | 1.60    | 1.60    | 1.60    | 1.60                        | 1.60    | 1.60    | 1.60    | 1.60    | فوسفات ثنائية كالسيوم |
| 0.30                          | 0.30        | 0.30    | 0.30    | 0.30    | 0.30                        | 0.30    | 0.30    | 0.30    | 0.30    | ملح طعام              |
| 0.21                          | 0.21        | 0.21    | 0.21    | 0.21    | 0.21                        | 0.21    | 0.21    | 0.21    | 0.21    | ميثونين               |
| 0.20                          | 0.20        | 0.20    | 0.20    | 0.20    | 0.20                        | 0.20    | 0.20    | 0.20    | 0.20    | لايسين                |
| 0.10                          | 0.10        | 0.10    | 0.10    | 0.10    | 0.10                        | 0.10    | 0.10    | 0.10    | 0.10    | مخلوط معادن           |
| .0.1                          | 0.10        | 0.10    | 0.10    | 0.10    | .0.1                        | 0.10    | 0.10    | 0.10    | 0.10    | كولين                 |
| 0.10                          | 0.10        | 0.10    | 0.10    | 0.10    | 0.10                        | 0.10    | 0.10    | 0.10    | 0.10    | مضاد سموم فطرية       |
| 0.05                          | 0.05        | 0.05    | 0.05    | 0.05    | 0.05                        | 0.05    | 0.05    | 0.05    | 0.05    | مضاد كوكسينديا        |
| 0.04                          | 0.04        | 0.04    | 0.04    | 0.04    | 0.04                        | 0.04    | 0.04    | 0.04    | 0.04    | ثر يونين              |
| 100                           | 100         | 100     | 100     | 100     | 100                         | 100     | 100     | 100     | 100     | المجموع               |

يبين الجدول (4): القيم المحسوبة للخلطات العلفية المستخدمة في تغذية مجموعات التجربة  
الجدول (4): القيم المحسوبة للخلطات العلفية المستخدمة في تغذية مجموعات التجربة

| المرحلة الثانية (22-40) يوماً |           |           |           |           | المرحلة الأولى (1-20) يوماً |           |           |          |          | المرحلة<br>القيم<br>(%) |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------|-----------|-----------|----------|----------|-------------------------|
| ٤                             | ٣         | ٢         | ١         | ٠         | ٤                           | ٣         | ٢         | ١        | ٠        |                         |
| 20.4<br>3                     | 20.4<br>8 | 20.3<br>8 | 20.3<br>8 | 20.3<br>8 | 22.4<br>4                   | 22.6<br>5 | 22.5<br>1 | 22.<br>5 | 22.<br>5 | بروتين خام              |
| 320<br>7                      | 321<br>5  | 320<br>0  | 320<br>0  | 320<br>0  | 310<br>4                    | 310<br>7  | 310<br>1  | 312<br>5 | 310<br>0 | الطاقة                  |
| 157                           | 157       | 157       | 157       | 157       | 138                         | 137       | 138       | 139      | 138      | الطاقة/بروتين           |
| 3.25                          | 3.15      | 3.06      | 2.96      | 3.18      | 4.11                        | 3.64      | 3.42      | 3.2<br>1 | 3.3<br>6 | الياف                   |
| 7.79                          | 7.85      | 7.50      | 7.40      | 6.82      | 9.23                        | 7.58      | 7.14      | 6.4<br>9 | 7.6      | دهن                     |
| 0.94                          | 0.89      | 0.85      | 0.81      | 0.81      | 1.25                        | 1.03      | 1.03      | 1.0<br>3 | 0.9<br>3 | كالمسيوم                |

|      |      |      |      |      |      |      |      |          |          |                |
|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|----------|----------------|
| 0.40 | 0.39 | 0.38 | 7    | 1.36 | 0.40 | 0.49 | 0.48 | 0.4<br>7 | 0.4<br>5 | فوسفور<br>متاح |
| 1.29 | 1.24 | 1.20 | 1.16 | 1.36 | 1.88 | 1.43 | 1.41 | 1.3<br>9 | 1.5<br>2 | لايسين         |
| 0.50 | 0.49 | 0.48 | 0.47 | 0.56 | 0.66 | 0.54 | 0.54 | 0.5<br>4 | 0.5<br>8 | مثيونين        |
| 0.34 | 0.33 | 0.32 | 0.31 | 0.38 | 0.31 | 0.35 | 0.34 | 0.3<br>3 | 0.9<br>8 | سيسنتين        |
| 0.14 | 0.14 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.12 | 0.14 | 0.14 | 0.1<br>4 | 0.1<br>3 | صوديوم         |
| 0.20 | 0.20 | 0.19 | 0.19 | 0.23 | 0.18 | 0.23 | 0.23 | 0.2<br>3 | 0.2<br>3 | كلور           |

## 3-6 المؤشرات المدروسة

تم تقدير الوزن الحي والزيادة الوزنية وكمية العلف المستهلكة وكفاءة تحويل العلف والنفوق، وفق القوانين الآتية:

1.3.4 الوزن الحي للطير: تم تحديد الوزن الحي بعمر يوم واحد، وذلك بوزن طيور كل مكرر بشكل منفصلاً في نهاية كل مرحلة، ومن ثم تم حساب المتوسط، وتم تحديد الوزن الحي للطير في نهاية كل مرحلة (عباس ونقولا، 2009).

2.2.4 معدل الزيادة الوزنية: حُسبت وفق العلاقة التالية:

$$W = \frac{A_2 - A_1}{T_2 - T_1}$$

حيث: W: معدل الزيادة الوزنية غ/طير/يوم.

A2: الوزن النهائي للطير/غ.

A1: الوزن البدائي للطير/غ.

T2: العمر النهائي للطير مقدراً باليوم.

T1: العمر البدائي للطير مقدراً باليوم.

3.3.4 استهلاك العلف: تم حسابه عند كل مكرر من المكررات في نهاية كل مرحلة، عن طريق وزن كمية العلف المقدمة لطيور كل مكرر، ومن ثم وزن كمية العلف المتبقية في المعالف، ومن ثم حساب متوسط استهلاك الطير الواحد من العلف بالعلاقة التالية (عباس ونقولا، 2009):  
متوسط استهلاك الطير من العلف في نهاية كل مرحلة (غ) = كمية العلف المستهلكة في نهاية كل مرحلة (غ)/متوسط عدد الطيور

4.3.4 معامل التحويل الغذائي: تم حسابه في نهاية كل مرحلة، وفي كامل فترة التسمين لكل مكرر من المكررات وفق المعادلة التالية:

معامل التحويل الغذائي = متوسط كمية العلف المستهلكة (غ)/متوسط الزيادة الوزنية (غ).

### 3-7 التحليل الاحصائي

تم تحليل النتائج إحصائياً باستخدام برنامج Minitab 22.2 وفق طريقة تحليل التباين لمتغير واحد (One-way ANOVA) لدراسة تأثير إضافة كميات مختلفة من مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود في المؤشرات المدروسة، ولإجراء المقارنة بين المتوسطات تم استخدام اختبار Tukey عند مستوى معنوية 0.05.

### 4- النتائج والمناقشة

#### 4-1 الوزن الحي

يوضح الجدول (5) الوزن الحي لطيور التجربة (غ) خلال كامل مرحلة التجربة.

جدول (5):الوزن الحي لطيور التجربة(غ)

|   |     |     |     |     |     |         |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
| p | مج4 | مج3 | مج2 | مج1 | مج0 | لمجموعة |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|---------|

|           |                                    |                                   |                                  |                                      |                                    | العمر    |
|-----------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|----------|
| 0.99<br>8 | 0.830±<br>42.163 <sup>a</sup>      | 1.388±<br>42.160<br><sup>a</sup>  | 1.474±<br>42.156<br><sup>a</sup> | 1.431±<br>42.163 <sup>a</sup>        | 1.165±<br>42.163 <sup>a</sup>      | يوم      |
| 0.00<br>0 | 13.64±<br>1010.1<br>2 <sup>b</sup> | 12.02±<br>982.53<br><sup>c</sup>  | 12.39±<br>12.77 <sup>a</sup>     | 1012.92<br>±1012.9<br>2 <sup>b</sup> | 28.69±<br>1016.4<br>6 <sup>b</sup> | 21       |
| 0.00<br>0 | 87.7<br>±2440.<br>3 <sup>bc</sup>  | 110.3<br>±2427.<br>9 <sup>c</sup> | 117.1±<br>2578.1<br><sup>a</sup> | 113.7<br>±2503.0 <sup>b</sup>        | 77.3<br>±2495.<br>2 <sup>bc</sup>  | العمر 40 |

\* وجود الأحرف المختلفة a, b, c ضمن السطر الواحد يعني وجود فروق معنوية ( $P \leq 0.05$ )

يلاحظ من الجدول (5) عدم وجد فروق معنوية إحصائياً بين المجموعات في العمر يوم (P=0.998)، مما يشير إلى أن الأوزان الأولية للطيور كانت متجانسة قبل بدء التجربة وهذا منطقي في تصميم التجارب بعدم وجود أي فروق في أوزان الطيور في بداية التجربة، ويتبين من الجدول تفوق طيور المجموعة الثانية التي أدخل مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود في خلطتها بنسبة (6%) معنوياً على كافة مجموعات البحث بعمر 21 يوماً إذ حققت أعلى وزناً (1043.31 غ). بينما حققت المجموعة الثالثة أقل وزناً (982.53 غ).

حافظت المجموعة مج2 (6% استبدال) على تفوقها بالوزن 2578.1 غ عند العمر 40 على باقي مجموعات التجربة وبفروق معنوية، وهذه النتائج تعتبر منطقية نوعاً إذ إن مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود يحتوي بروتين عالي الجودة (40-60%) غني بالأحماض الأمينية الأساسية مثل الليسين والميثيونين، بالإضافة إلى دهون غنية بالأحماض الدهنية متوسطة السلسلة مثل حمض اللوريك. هذه المكونات الغذائية تدعم تكوين البروتين العضلي وتوفر مصدراً فعالاً للطاقة، مما يحفز النمو ويزيد الوزن الحي والزيادة الوزنية (Spranghers *et al.*, 2017) و

(Barragan-fonseca *et al.*, 2017). ويعود انخفاض الوزن الحي عند زيادة نسبة مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود في الخلطات العلفية بسبب التأثير الضار لمادة الكيتين الموجود في يرقات ذبابة الجندي الأسود نتيجة تشكيلها مواد مضادة للتغذية وتأثيرها السلبي في عملية الهضم (Makkar *et al.*, 2014).

#### 2-4- الزيادة الوزنية (غ)

يشير الجدول رقم (6) الى متوسط الزيادة الوزنية للطيور خلال مراحل التجربة (غ).  
جدول (6): متوسط الزيادة الوزنية للطيور خلال مراحل التجربة (غ)/طير.

| المرحلة | مج 0                          | مج 1                           | مج 2                             | مج 3                              | مج 4                             | p     |
|---------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------|
| 21-1    | 28.44±<br>974.52 <sup>b</sup> | 12.17±<br>970.50 <sup>b</sup>  | 12.53<br>±999.61<br><sup>a</sup> | 11.80<br>±941.3<br><sup>g c</sup> | 15.35<br>±975.32<br><sup>b</sup> | 0.000 |
| 40-22   | 1404.2±8<br>9.0 <sup>ab</sup> | 1410±1<br>02.5 <sup>ab</sup>   | 1452.4±<br>105.6 <sup>a</sup>    | 1367.8<br>±99.4 <sup>b</sup>      | 1371.0±<br>81 <sup>b</sup>       | 0.005 |
| 40-1    | 2378.7±9<br>2.4 <sup>b</sup>  | 2380.6±<br>109.3 <sup>ab</sup> | 2452.0±<br>112.6 <sup>a</sup>    | 2309.1<br>±106.0<br><sup>b</sup>  | 2346.3±<br>82.2 <sup>b</sup>     | 0.000 |

\*. a, b, c: وجود الأحرف المختلفة ضمن السطر الواحد يعني وجود فروق معنوية ( $P \leq 0.05$ )

يتضح من الجدول رقم (6) ان طيور المجموعة الثانية (مج2) التي غذيت على 6% مسحوق يرقات، سجلت أعلى زيادة وزنية بلغت (999.61 غ)، متفوقة بشكل معنوي على كافة المجموعات خلال المرحلة (21-1) في المقابل، حققت طيور المجموعة الثالثة (مج3) عند نسبة 8% أدنى زيادة وزنية (941.38 غ) وبفارق معنوي عن باقي مجموعات.

استمرت المجموعة الثانية خلال المرحلة (40-22) التي أدخل مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود في خلطتها بنسبة (6%) تحقيق أعلى زيادة وزنية (1452.4 غ) مع تفوق معنوي على المجموعتين الثالثة والرابعة. بينما سجلت المجموعتان الثالثة (مج3) والرابعة (مج4) أقل معدلات زيادة وزنية في هذه المرحلة (1367.8 غ و 1371.0 غ على التوالي).

أظهرت المجموعة الثانية (مج2) خلال كامل فترة التجربة، أعلى زيادة وزنية إجمالية (2452.0 غ)، متفوقة معنوياً على المجموعات الشاهدة (مج0)، والثالثة (مج3)، والرابعة (مج4). وسجلت المجموعة الثالثة (مج3) أدنى زيادة وزنية كلية خلال فترة التجربة (2309.1 غ). تظهر النتائج المعروضة أعلاه بوضوح أن إضافة مسحوق بيرقات ذبابة الجندي الأسود بنسبة 6% (مج2) قد حسّن بشكل ملحوظ من أداء النمو لدى طيور المجموعة الثانية مقارنة بالمجموعة الشاهد وبقيّة المجموعات. يمكن تفسير هذا التفوق المستمر عبر جميع مراحل النمو بأن هذا المستوى من الإضافة قد وفر تركيبة غذائية متوازنة ومثالية. فمسحوق البيرقات معروف بمحتواه الغني من البروتين عالي الجودة والأحماض الأمينية الأساسية سهلة الهضم، بالإضافة إلى محتواه من الطاقة المتمثلة بالدهون، مما يدعم عمليات البناء والنمو بكفاءة عالية.

(Spranghers *et al.*, 2017).

في المقابل، فإن الانخفاض الملحوظ والمستمر في الزيادة الوزنية عند رفع نسبة الإضافة إلى 8% (مج3) يشير بقوة إلى وجود علاقة غير خطية بين مستوى الإضافة وأداء النمو. التفسير العلمي لهذه الظاهرة هو التأثير السلبي للعوامل المضادة للتغذية، وتحديدًا مادة الكيتين الموجودة في الهيكل الخارجي لليرقات. عند تركيز 8%، يبدو أن كمية الكيتين قد وصلت إلى عتبة حرجة أثرت سلباً على هضمية العليقة ككل، مما قلل من استفادة الطائر من العناصر الغذائية المتاحة وأدى إلى تباطؤ تراكمي في النمو. هذا التأثير يكون أكثر وضوحاً في المراحل العمرية المبكرة حيث يكون الجهاز الهضمي للطائر أكثر حساسية، وهو ما يفسر الانخفاض الحاد في أداء (مج3) منذ مرحلة البادئ. هذه النتيجة تتوافق مع (Makkar *et al* (2014).

#### 4-3 كمية العلف المستهلكة:

يُعد استهلاك العلف مؤشراً حيوياً لتقييم كفاءة التغذية والأداء الإنتاجي للدواجن، إذ يعكس مدى استساغة العلف وقدرة الطيور على الاستفادة منه، يشير الجدول رقم (7) إلى متوسط كميات العلف المستهلكة من قبل طيور التجربة في مراحل البحث كاملة (غ/طير).

تأثير إدخال يرقات ذبابة الجندي الأسود بالخلطات العلفية في بعض المؤشرات الإنتاجية عند الفروج

جدول (7): متوسط كميات العلف المستهلكة من قبل طيور التجربة في مراحل البحث كاملة (غ)/طير.

| المجموعة<br>المرحلة | مج 0                       | مج 1                        | مج 2                       | مج 3                        | مج 4                        | p     |
|---------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------|
| 21-1                | 12.58±1216.67 <sup>a</sup> | 12.58±1191.67 <sup>ab</sup> | 12.58±1146.67 <sup>c</sup> | 12.58±1176.67 <sup>bc</sup> | 10.41±1203.33 <sup>ab</sup> | 0.000 |
| 40-22               | 17.6±2828.3 <sup>a</sup>   | 15±2790.00 <sup>ab</sup>    | 15±2725.00 <sup>c</sup>    | 15±2760.15 <sup>bc</sup>    | 12.58±2798.33 <sup>ab</sup> | 0.000 |
| 40-1                | 5±4045.00 <sup>a</sup>     | 2.89±3981.67 <sup>c</sup>   | 2.89±3871.67 <sup>e</sup>  | 2.89±3936.67 <sup>d</sup>   | 2.89±4001 <sup>b</sup>      | 0.000 |

\* a, b, c وجود الأحرف المختلفة ضمن السطر الواحد يعني وجود فروق معنوية ( $P \leq 0.05$ )

سجلت مجموعة الشاهد (مج0) خلال المرحلة (1-22) أعلى كمية علف مستهلكة (1216.67 غ) وبفارق معنوي عن المجموعتين الثانية (مج2) والثالثة (مج3). في المقابل، سجلت المجموعة الثانية (مج2) التي غذيت على 6% مسحوق يرقات، أدنى كمية علف مستهلكة بشكل معنوي إذ بلغت (1146.67 غ). استمرت مجموعة الشاهدة خلال المرحلة (22-40)، باستهلاكها أعلى كمية علف (2828.3 غ) بفارق معنوي عن المجموعة الثانية (مج2) والثالثة (مج3)، وسجلت المجموعة الثانية (مج2) أدنى استهلاك للعلف (2725.00 غ) وبدلالة إحصائية.

كنتيجة تراكمية لكامل مرحلة التجربة (1-40)، أظهرت مجموعة الشاهدة (مج0) أعلى استهلاك كلي للعلف (4045.00 غ)، بينما سجلت المجموعة الثانية (مج2) أدنى استهلاك كلي للعلف (3871.67 غ).

تُظهر النتائج بوضوح أن إدراج مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود في العلائق أدى إلى انخفاض معنوي في كمية العلف المستهلكة، خاصة عند مستوى 6% (مج2) الذي سجل أدنى استهلاك للعلف بالتزامن مع تحقيقه لأعلى زيادة وزنية. هذا الانخفاض في استهلاك العلف لا يعكس ضعفاً في الاستساغة، بل هو مؤشر إيجابي على **تحسن كفاءة استخدام العلف**. يمكن تفسير ذلك بأن القيمة البيولوجية العالية لمسحوق اليرقات، من حيث تركيز الطاقة والبروتين سهل الهضم، سمحت للطيور بتلبية احتياجاتها الغذائية من كمية أقل من العلف. وهذا يتوافق مع دراسات سابقة أشارت إلى أن يرقات ذبابة الجندي الأسود تحسن معامل التحويل الغذائي، مما يعني أن كمية أقل من العلف تنتج زيادة وزنية أكبر (Dabbou et al., 2018).

إن الانخفاض التدريجي في استهلاك العلف مع زيادة نسبة اليرقات حتى 6% يدعم فكرة أن الطيور تحصل على احتياجاتها بكفاءة أعلى. ومع ذلك، فإن عدم استمرار هذا النمط عند النسب الأعلى (8% و 10%)، إذ لم ينخفض استهلاك العلف بنفس القدر، فمن المحتمل أن المستويات الأعلى من مسحوق اليرقات بدأت تظهر تأثيراً سلبياً على راحة الجهاز الهضمي للطيور، وقد يكون هذا مرتبطاً بزيادة محتوى الكايتين في العلف فعند تجاوزه لمستويات معينة، يمكن أن يؤثر على الهضم والاستساغة، مما يدفع الطائر إما لتقليل استهلاكه (كما في مج3) أو محاولة تعويض ضعف الهضم بزيادة طفيفة في الاستهلاك (كما في مج4 مقارنة بمج2)،

(Makkar et al., 2014).

#### 4-5 معامل التحويل العلفي

يُعد معامل تحويل العلف (FCR) مؤشراً اقتصادياً حيوياً في صناعة الدواجن، إذ يعكس كفاءة تحويل العلف المستهلك إلى زيادة في الوزن الحي. كلما انخفضت قيمة معامل التحويل، دل ذلك

على كفاءة أعلى في استخدام العلف، مما يعني أن الطيور تحتاج إلى كمية أقل من العلف لتحقيق نفس الزيادة الوزنية، وبالتالي يقلل من تكاليف الإنتاج. يوضح الجدول رقم (8) معامل تحويل العلف للطيور خلال مراحل التجربة

الجدول رقم (8) معامل تحويل العلف للطيور خلال مراحل التجربة

| معامل التحويل | معامل                       | 0مع                          | 1مع                      | 2مع                            | 3مع                         | 4مع                         | p     |
|---------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------|
| 21-1          | 0.03±<br>1.25 <sup>a</sup>  | 0.02 ±<br>1.23 <sup>ab</sup> | 0.02± 1.15 <sup>c</sup>  | 0.02<br>±<br>1.25 <sup>a</sup> | 0.02±<br>1.23 <sup>ab</sup> | 0.02±<br>1.23 <sup>ab</sup> | 0.001 |
| 40-22         | 0.12 ±<br>2.01 <sup>a</sup> | 0.14 ±<br>1.98 <sup>a</sup>  | 0.11 ± 1.88 <sup>b</sup> | 0.12<br>±<br>2.02 <sup>a</sup> | 0.11 ±<br>1.97 <sup>a</sup> | 0.11 ±<br>1.97 <sup>a</sup> | 0.004 |
| 40-1          | 0.07 ±<br>1.70 <sup>a</sup> | 0.09±<br>1.67 <sup>ab</sup>  | 0.07±1.58 <sup>c</sup>   | 0.08<br>±<br>1.70 <sup>a</sup> | 0.06 ±<br>1.71 <sup>a</sup> | 0.06 ±<br>1.71 <sup>a</sup> | 0.001 |

\* a, b, c: وجود الأحرف المختلفة ضمن السطر الواحد يعني وجود فروق معنوية ( $P \leq 0.05$ )

سجلت المجموعة الثانية (مع2) التي غذيت على 6% مسحوق يرقات خلال المرحلة 1 (21-يوم)، أفضل (أدنى) معامل تحويل غذائي بلغ (1.15)، وبفارق معنوي واضح (c) عن جميع المجموعات الأخرى. في المقابل، سجلت المجموعتان الشاهدة (مع0) والثالثة (مع3) أسوأ (أعلى) معامل تحويل غذائي (1.25) وبفارق معنوي. استمرت المجموعة الثانية (مع2) في إظهار تفوقها خلال المرحلة (40-22)، محققةً أفضل معامل تحويل غذائي (1.88) وبفارق معنوي (b) عن كافة المجموعات الأخرى التي لم تظهر فروقاً معنوية فيما بينها. (a)

كنتيجة إجمالية خلال كامل التجربة (1-40 يوم)، حققت المجموعة الثانية (مج2) أفضل وأدنى معامل تحويل غذائي على الإطلاق (1.58)، وبفارق معنوي كبير (C) عن معظم المجموعات الأخرى. بينما سجلت المجموعات (مج0، مج3، مج4) أسوأ معاملات تحويل غذائي وبدون فروق معنوية فيما بينها (a).

إن تحقيق المجموعة الثانية لأفضل (أدنى) معامل تحويل غذائي بشكل مستمر ومعنوي عبر جميع مراحل التجربة يعني أنها كانت الأكثر كفاءة في تحويل كل غرام من العلف المستهلك إلى زيادة وزنية. هذا يفسر كيف تمكنت طيور هذه المجموعة من تحقيق أعلى وزن حي (جدول 6) بأقل كمية علف مستهلكة (جدول 7).

يمكن إرجاع هذا التحسن في الكفاءة إلى القيمة الغذائية العالية والتوافر الحيوي المرتفع للعناصر الغذائية في مسحوق اليرقات. فالتركيبية المتوازنة من البروتين سهل الهضم، والأحماض الأمينية الأساسية، والأحماض الدهنية متوسطة السلسلة (مثل حمض اللوريك) تعزز صحة الأمعاء وتحسن من عمليات الهضم والامتصاص، مما يقلل من هدر العناصر الغذائية ويزيد من كفاءة تمثيلها في الجسم. هذه النتيجة تتوافق تماماً مع العديد من الدراسات التي أكدت على قدرة مسحوق الحشرات على تحسين معامل التحويل الغذائي في الدواجن

(Dabbou *et al.*, 2018; De Marco *et al.*, 2015).

على النقيض، فإن ارتفاع معامل التحويل الغذائي (أي سوء الكفاءة) في المجموعة الثالثة (مج3) والمجموعة الرابعة (مج4) ليصل إلى مستويات تماثل أو حتى تتجاوز المجموعة الشاهدة، يؤكد الفرضية التي تمت مناقشتها سابقاً. فعلى الرغم من القيمة الغذائية لليرقات، إلا أن زيادة نسبتها إلى 8% و 10% قد أدخلت كميات من الكايتين أثرت سلباً على عملية الهضم. هذا التأثير المضاد للتغذية أجبر الطيور على استهلاك كميات أكبر من العلف لتحقيق كل وحدة زيادة وزنية، مما أدى إلى تدهور كفاءة التحويل الغذائي، وهو ما يتسق مع تحذيرات (Makkar *et al.*, 2014).

تأثير إدخال يرقات ذبابة الجندي الأسود بالخلطات العلفية في بعض المؤشرات الإنتاجية عند الفروج

خلاصة القول، تثبت هذه النتائج أن نسبة 6% من مسحوق اليرقات لا تحسن النمو فقط، بل تفعل ذلك بكفاءة اقتصادية وبيولوجية عالية، مما يجعلها النسبة المثلى الموصى بها في هذه الدراسة لتحقيق أفضل أداء إنتاجي وأفضل معامل تحويل غذائي.

#### 4-6 الجدوى الاقتصادية

يوضح الجدول رقم (9) الجدوى الاقتصادية لتربية الطيور خلال فترة التجربة

الجدول رقم (9) الجدوى الاقتصادية لتربية الطيور خلال فترة التجربة

| المجموعة | تكلفة التغذية | تكلفة الصوص لإنتاج (كغ) وزن حي (ل.س) | تكلفة إنتاج 1كغ وزن حي (ل.س) | الربح المحقق (ل.س/كغ) | مؤشر الربح % |
|----------|---------------|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------|--------------|
| مج 0     | 8,267         | 3,979                                | 9184                         | 8,815                 | 72           |
| مج 1     | 7,489         | 4,074                                | 8,672                        | 9,327                 | 80.7         |
| مج 2     | 6,939         | 3,848                                | 8,090                        | 9,909                 | 91.9         |
| مج 3     | 7,597         | 4,083                                | 8,760                        | 9,240                 | 79.1         |
| مج 4     | 7,628         | 4,046                                | 8,755                        | 9,244                 | 79.2         |

يُلخص الجدول أعلاه المؤشرات الاقتصادية الرئيسية للتجربة. تُظهر البيانات أن المجموعة الثانية التي غذيت على عليقة تحتوي على 6% من مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود، قد تفوقت بشكل كبير في جميع المقاييس الاقتصادية. تكلفة التغذية: سجلت المجموعة الثانية (مج2) أدنى تكلفة تغذية للطيور الواحد خلال كامل فترة التجربة، حيث بلغت 6,939 ل.س فقط.

تكلفة إنتاج 1 كغ وزن حي: حققت المجموعة الثانية (مج2) أقل تكلفة إنتاج للكيلوغرام الواحد من الوزن الحي، والتي بلغت 8,090 ل.س، وهو رقم أقل بكثير من المجموعة الشاهدة (9,184 ل.س) وجميع المجموعات الأخرى.

الريح المحقق ومؤشر الربح: كنتيجة مباشرة، حققت المجموعة الثانية (مج2) أعلى ربح محقق من كل كيلوغرام وزن حي (9,909 ل.س) وأعلى مؤشر ربح بنسبة (91.9%). في المقابل، سجلت المجموعة الشاهدة (مج0) أدنى ربحية (مؤشر ربح 72%).

تترجم المؤشرات الاقتصادية التفوق البيولوجي للمجموعة الثانية (مج2) إلى جدوى اقتصادية واضحة وملموسة. إن تحقيق هذه المجموعة لأدنى تكلفة إنتاج وأعلى ربحية هو النتيجة المباشرة لمعامل التحويل الغذائي المتفوق (1.58) الذي سجلته.

هذا يثبت أن الاستثمار في مكون علفي عالي الجودة مثل مسحوق اليرقات بنسبة 6% لا يؤدي فقط إلى تحسين الأداء الإنتاجي، بل يؤدي أيضاً إلى خفض التكاليف النهائية وزيادة الربحية بشكل كبير. لقد أدت الكفاءة العالية إلى تقليل "الهدر" في العلف، وهو ما يمثل الجزء الأكبر من تكاليف الإنتاج في مزارع الدواجن.

في المقابل، تُظهر المجموعات ذات النسب الأعلى (مج3 ومج4) ربحية أقل حتى من المجموعة (مج1)، وتقترب من ربحية المجموعة الشاهدة. هذا يؤكد أن الفائدة الاقتصادية لا تزداد بالضرورة مع زيادة نسبة الإضافة. فالكفاءة البيولوجية الضعيفة (معامل التحويل الغذائي المرتفع) في هذه المجموعات، والتي نتجت على الأرجح عن التأثير السلبي للكابتين، قد ألغت أي فائدة محتملة من القيمة الغذائية لليرقات، مما أدى إلى تكلفة إنتاج أعلى وربحية أقل.

الخلاصة الاقتصادية: تثبت الدراسة بشكل قاطع أن استخدام مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود بنسبة 6% كبديل جزئي لكسبة فول الصويا ليس فقط ممكناً من الناحية البيولوجية، بل هو الخيار الأكثر ربحية وتفوقاً من الناحية الاقتصادية. إنه يمثل استراتيجية فعالة لخفض تكاليف الإنتاج وتعظيم العائد المادي لمربي الدواجن.

## 5- الاستنتاجات والتوصيات

تبيّن من الدراسة أن إدخال مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود في الخلطات العلفية وفق النسب الملائمة كان له تأثيراً إيجابياً وبلغ ذروته عند إضافة 6% من المسحوق، إذ حققت المجموعة الثانية التي ادخل إليها مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود بنسبة (6%) أعلى زيادة وزنية وأفضل معامل تحويل علفي وكذلك بالنسبة للوزن واقل كمية علف مستهلكة متفوقة على باقي مجموعات. بناءً على ما سبق نوصي الباحثين بمتابعة ما توصلنا إليه في هذه الدراسة، باستخدام مسحوق يرقات ذبابة الجندي الأسود بنسبة (6%) ودراسة تأثيره في المؤشرات الدموية للفروج وإجراء أبحاث على الدجاج البياض باستخدام مسحوق يرقات الجندي الأسود في خلطات التغذية ودراسة تأثيره في المؤشرات الإنتاجية ومواصفات البيض.

## 6- المراجع

### المراجع العربية:

1. نقولا، ميشيل (2000): تغذية الحيوان، الجزء النظري، منشورات جامعة البعث، كلية الزراعة.

### المراجع الأجنبية References

2. Barragan-Fonseca, K. B., Dicke, M., & van Loon, J. J. A. (2017). Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) and its suitability as animal feed – a review. *Journal of Insects as Food and Feed*, 3(2), 105-120.
3. Biasato, I., Gasco, L., De Marco, M., Renna, M., Rotolo, L., Dabbou, S., ... & Schiavone, A. (2019). Yellow mealworm larvae (*Tenebrio molitor*) inclusion in diets for male broiler chickens: Effects on growth performance, gut morphology, and histological findings. *Poultry Science*, 98(1), 359-367.

4. Boland, M. J., Rae, A. N., Vereijken, J. M., Meuwissen, M. P., Fischer, A. R., van Boekel, M. A., ... & Hendriks, W. H. (2013). The future supply of animal-derived protein for human consumption. *Trends in Food Science & Technology*, 29(1), 62-73.
5. Cantor, A. H., Pescatore, A. J., & Straw, M. L. (1997). Utilization of food waste in poultry nutrition. *Poultry Science*, 76(1), 1-8.
6. Cullere, M., Tasoniero, G., Giaccone, V., Acuti, G., Marangon, A., & Dalle Zotte, A. (2016). Black soldier fly as dietary protein source for broiler quails: Meat quality and sensory traits. *Animal*, 10(12), 2063-2070.
7. Dabbou, S., Gai, F., Biasato, I., Capucchio, M. T., Biasibetti, E., Dezzutto, D., ... & Schiavone, A. (2018). Black soldier fly defatted meal as a dietary protein source for broiler chickens: Effects on growth performance, blood traits, gut morphology and histological features. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 9(1), 1-10.
8. Dar, W. D., & Gowda, C. L. L. (2013). Declining agricultural productivity and global food security. *Journal of Crop Improvement*, 27(2), 242-254.
9. De Marco, M., Martínez, S., Hernandez, F., Madrid, J., Gai, F., Rotolo, L., ... & Schiavone, A. (2015). Nutritional value of two insect larval meals (*Tenebrio molitor* and *Hermetia illucens*) for broiler chickens: Apparent nutrient digestibility, apparent ileal amino acid digestibility and apparent metabolizable energy. *Animal Feed Science and Technology*, 209, 211-218.
10. Fearnside, P. M. (2001). Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. *Environmental Conservation*, 28(1), 23-38.
11. Fox, J. (2011). Agricultural waste: A global problem. *Waste Management & Research*, 29(3), 237-238.

12. Gasco, L., Finke, M., & van Huis, A. (2019). Can diets containing insects promote animal health? *Journal of Insects as Food and Feed*, 5(1), 1-4.
13. Makkar, H. P., Tran, G., Heuzé, V., & Ankers, P. (2014). State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*, 197, 1-33.
14. Mallin, M. A., & Cahoon, L. B. (2003). Industrialized animal production—a major source of nutrient and microbial pollution to aquatic ecosystems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 66(2), 145-156.
15. Olsen, R. L., & Hasan, M. R. (2012). A limited supply of fishmeal: Impact on future increases in global aquaculture production. *Trends in Food Science & Technology*, 27(2), 120-128.
16. Pimentel, D., & Pimentel, M. (2008). Food, energy, and society. CRC Press.
17. Roberts, D. C., & de Jager, J. M. (2004). The role of organic waste in sustainable agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 104(1), 1-3.
18. Schiavone, A., Cullere, M., De Marco, M., Meneguz, M., Biasato, I., Bergagna, S., ... & Dabbou, S. (2017). Partial or total replacement of soybean oil by black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) fat in broiler diets: Effect on growth performances, feed-choice, blood traits, carcass characteristics and meat quality. *Italian Journal of Animal Science*, 16(1), 93-100.
19. Seng, P., Kaneko, H., & Matsumoto, J. (2013). Waste management in livestock production. *Animal Science Journal*, 84(2), 87-94.
20. Spranghers, T., Ottoboni, M., Klootwijk, C., Owyn, A., Deboosere, S., De Meulenaer, B., ... & De Smet, S. (2017). Nutritional composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) prepupae reared on different organic waste substrates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(8), 2594-2600.

21. Thompson, P. B. (2010). The agricultural ethics of biofuels: Climate ethics and mitigation. *Agriculture and Human Values*, 27(4), 381-389.
22. Tirado, M. C., Clarke, R., Jaykus, L. A., McQuatters-Gollop, A., & Frank, J. M. (2010). Climate change and food safety: A review. *Food Research International*, 43(7), 1745-1765.
23. Tyner, W. E. (2008). The US ethanol and biofuels boom: Its origins, current status, and future prospects. *BioScience*, 58(7), 646-653.
24. Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). Edible insects: Future prospects for food and feed security. *FAO Forestry Paper*, 171, 1-187.
25. Veldkamp, T., & Bosch, G. (2015). Insects: A protein-rich feed ingredient in pig and poultry diets. *Animal Frontiers*, 5(2), 45-50.
26. Verge, X. P., De Kimpe, C., & Desjardins, R. L. (2007). Agricultural production, greenhouse gas emissions and mitigation potential. *Agricultural and Forest Meteorology*, 142(2-4), 255-269.
27. Williams, A. G., Audsley, E., & Sandars, D. L. (2012). Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities. *Defra Research Project IS0205*

ملحق رقم (1)



وهي عبارة عن عينة مجففة ليرقات ذبابة الجندي الأسود BSF

*Hermetia illucens*

البيكم نتائج العينة المرفقة من قبلكم ...

|                       |        |
|-----------------------|--------|
| نسبة البروتين الكلي % | 63 %   |
| نسبة الدهن الكلي %    | 19.9 % |

ملحق رقم (2)


**LABORATOIRE ALI GHAFSI.A**


LABORATOIRE DU CONTROLE DE QUALITE ET DE LA CONFORMITE

**Décision N°09 DU 14/07/2022**

**BULLETIN D'ANALYSE PHYSICO-CHEMIQUE**

N°d'inscription : 0675/2024, Reçu le : 19/06/2024, Date de début d'analyse : 24/06/2024

Nom du produit : أعينة الأسماك و الطيور (البرقات الجافة)


Nom ou raison sociale du demandeur : مشروع تثمين المبتكر في قطاع الاقتصاد الأخضر (موردانية)

Adresse : عردانية

Observations : Echantillon prélevé par les soins du propriétaire.

| Détermination      | Résultats      | Références     |
|--------------------|----------------|----------------|
| Aspect             | Larves séchées | VISUELLEMENT   |
| Couleur            | Marron foncé   | VISUELLEMENT   |
| Ph (UI)            | 7.82           | POTENTIOMETRIE |
| Humidité (%)       | 6.10           | ETUVAGE        |
| Extrait sec (%)    | 93.90          | ETUVAGE        |
| Protéines (%)      | 41.2           | KJELDAHL       |
| Calcium (mg/kg)    | 160            | TITRIMÉTRIQUE  |
| Magnésium (mg/kg)  | 23.33          | TITRIMÉTRIQUE  |
| Phosphore (%)      | 0.87           | NF ISO 6491    |
| Matière grasse (%) | 16.25          | SOXHLET        |

**NB/**Les résultats d'analyses ne concernent que l'échantillon soumis à l'analyse (norme 17025).



**Lethmin**  
New protein vision

**Conclusion :** Selon les résultats obtenus, Ce produit représente une bonne qualité nutritionnelle.

Bulletin établi le : 27/06/2024

**تثمين**

LABO ALI GHAFSI.A

RC N° 21 A 2886457-28/00

Décision N° 09 du 14/07/2022 par le ministre de commerce

Ancienne adresse de quai n°08/544 local n°03.800-58024

**Responsable du laboratoire**

ADRESSE : RTE DE DJELFA ANCIENNE N° 564/08 LOCAL 03 BOUSAADA/MSILA

MOR: 06.68.51.53.27 / 07.76.34.72.71      TEL/FAX: 035.44.69.72      EMAIL: labo.ali.ghafsi@gmail.com

ملحق رقم (3)

Sample Analysis Report

Date: 15/4/2025

Results

| Sample Items       | Protein (%) | Moisture (%) | DM (%) | Aflatoxin                          |
|--------------------|-------------|--------------|--------|------------------------------------|
| Rabbit feed sample | 19.19       | 15.76        | 84.24  | limit of detection less than 1 PPB |