

تأثير لون وشدة الإضاءة في مستوى هرموني الكورتيزول والميلاتونين وفي بعض

المؤشرات الإنتاجية لدجاج اللحم (روس)

جعفر محمد* علي نيسافي** محمد سلهب*** بشرى العيسى****

(الإيداع: 6 آذار 2025، القبول: 1 تموز 2025)

الملخص:

تخدم في البحث 450 صوصاً من الهجين Ross في مدجنة خاصة في محافظة اللاذقية خلال الفترة الممتدة من 26 آيار إلى 7 تموز من عام 2024 قسمت إلى 6 أقسام ووزعت الصيصان عشوائياً بعمر يوم ضمن معاملات الإضاءة المختلفة بمعدل 3 مكررات لكل معاملة على الشكل التالي: (T_Y 90 lux) أصفر (تغستن) (الشاهد)، (T_W 75 lux) أبيض (فلوروسنت)، (T_B 24 lux) أزرق LED، (T_G 24 lux) أخضر LED، (T_{G-B} 24 lux) تعاقب اللونين الأخضر - الأزرق LED، (T_{Mix (G+B)} 28 lux) مزيج اللونين الأخضر والأزرق LED. وهدف البحث إلى تقييم استخدام ألوان وشدة مختلفة من إضاءة LED في بعض المؤشرات الفيزيولوجية والإنتاجية وتحديد الأنسب منها لتحقيق الكفاءة الإنتاجية لدجاج اللحم (روس). لهرت النتائج تفوق المعاملة T_{Mix G+B} على جميع المعاملات المدروسة في المؤشرات الإنتاجية، إذ حققت زيادة معنوية (p≤0.05) في متوسط الوزن الحي، كمية العلف المستهلكة، كفاءة التحويل الغذائي، نسبة التصافي والتشافي، ومتوسط الدليل إنتاجي بمقدار (192.30 غ، 67.70 غ، 0.09 غ علف/غ وزن، 3.05%، 6.05%، 61.06) على التوالي بالمقارنة مع ماملة الشاهد. كما أظهرت نتائج التحاليل الهرمونية انخفاضاً معنوياً (p≤0.01) لمستوى الكورتيزول في طيور المعاملتين (T_{Mix G+B}) و (T_{G-B}) بمقدار (16.88 و 16.51 نانوغرام/ مل) على التوالي، وارتفاعاً معنوياً (p≤0.01) في نسبة ميلاتونين بمقدار (6.02 و 5.33) بيكوغرام/ مل على التوالي بالمقارنة مع معاملة الشاهد. يُستنتج من الدراسة ضرورة تبديل المصابيح التقليدية البيضاء (الفلوروسنت)، والصفراء (التغستن) بمصابيح LED الملونة في مداجن رعاية الفروج اعتماد كل من اللونين الأخضر والأزرق لتعزيز الحالة الإنتاجية والفيزيولوجية.

الكلمات المفتاحية: الإضاءة الملونة، الكورتيزول، الميلاتونين، دجاج اللحم (روس).

* باحث في مركز بحوث اللاذقية - الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية - اللاذقية - سورية.

** أستاذ - قسم الإنتاج الحيواني - كلية الهندسة الزراعية - جامعة اللاذقية - اللاذقية - سورية.

*** باحث رئيس في مركز بحوث اللاذقية - الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية - اللاذقية - سورية.

**** أستاذ مساعد - قسم الإنتاج الحيواني - كلية الهندسة الزراعية - جامعة اللاذقية - اللاذقية - سورية.

The effect of lighting color and intensity on cortisol and melatonin hormones level and some productivity indicators in broiler (Ross)

Jafar Mohamad* Ali Nisafi** Mohamad Salhab*** Bushra Alissa****

(Received: 6 March 2025, Accepted: 1 July 2025)

ABSTRACT:

The aim of this research was to evaluate the use of different colors and intensities of LED lighting in the physiological and productivity indicators and to determine the most appropriate system to achieve productive efficiency of broiler (Ross). This research used 450 chicks belonging to the (Ross) hybrid, this research experiment was conducted in private commercial broiler farm, in the Latakia Governorate, during the period from 26 May to 7 July 2024. The experimental chicks were divided into 6 groups. At one day-old, chicks were randomly distributed in each different treatments into three replicates. The treatments are as follows: (T_{Y 90 lux}) Yellow (Tungsten) (control), (T_{W 75 lux}) white (Fluorescent), (T_{B 24 lux}) Blue LED, (T_{G 24 lux}) Green LED, (T_{G-B 24 lux}) Green-Blue LED, (T_{Mix (G+B) 28 lux}) Green + Blue LED mixture. The results showed that the (T_{Mix G+B}) treatment was superior to all the studied treatments in productivity indicators. and achieved a significant increase ($p \leq 0.05$) in the average of live weight, the amount of consumed feed, feed conversion efficiency, percentage of purity and recovery, and the average production index were (192.30) g, (67.70) g, (0.09) g feed/g weight, (8.05) %, (6.05) %, (61.06) respectively, compared to the control treatment. The results of the hormonal analyses showed a significant decrease ($p \leq 0.01$) in the level of cortisol hormone in the blood of birds of the two treatments (T_{Mix G+B}) and (T_{G-B}) by (16.88) and (16.51) ng/ml respectively, and a significant increase increase ($p \leq 0.01$) in the percentage of melatonin hormone (6.02) and (5.33) pg/ml respectively, compared to the control treatment. The study concludes that it is necessary to replace traditional white (Fluorescent) and yellow (Tungsten) lamps with colored LED lamps in broiler farms, and to adopt both green and blue colors to enhance the productive and physiological indicators.

Keywords: Colored Lamps, Cortisol, Melatonin, Broiler (Ross).

* Doctor, The General Commission for Scientific Agricultural Research, Latakia, Syria.

** Professor, Department of Animal Production, Faculty of Agriculture, Latakia University, Latakia, Syria.

*** Doctor, The General Commission for Scientific Agricultural Research, Latakia, Syria.

**** Professor Assistant, Department of Animal Production, Faculty of Agriculture, Latakia University, Latakia, Syria.

1. المقدمة:

يعد لون الضوء من العوامل البيئية المهمة التي تؤثر بشكل كبير في الحالة الفيزيولوجية لدجاج اللحم وبالتالي في إنتاجيته وسلوكه ورفاهيته (Kumar et al., 2017)، فقد لوحظ انخفاض مستوى القلق والتوتر وتقليل السلوك العدواني من خلال انخفاض مستوى هرمون الكورتيزول وزيادة تركيز هرمون الميلاتونين لدى الطيور المعرضة للإضاءة الملونة (Xie et al., 2008; Senaratna et al., 2012). وقد بينت نتائج Fahmy و Borham (2018) أن الضوء الأزرق والضوء الأخضر أفضل من الضوء الأصفر والضوء الأبيض لدجاج اللحم، لأنه يحافظ على هدوء الطيور، وأن تعريض الطيور لمصابيح LED الملونة يحفز على إفراز هرمون الميلاتونين، وبالتالي ينخفض القلق والتوتر ويتحسن كل من النمو ووظائف المناعة (Abdo et al., 2017; Jin et al., 2011). قد تحفز الظروف غير الملائمة على إنتاج هرمون الكورتيزول، الذي يعد مؤشراً على الإجهاد قصير المدى، وذلك من أجل زيادة الطاقة المتاحة ومع ذلك فإن زيادة إفراز هرمون الكورتيزول لمدد طويلة يمكن أن يخفض معدل النمو والاستجابة المناعية (Kliger et al., 2000). ويمكن أن تحسن المدة الضوئية من استجابة الجهاز المناعي للدجاج من خلال تنشيط الخلايا الليمفاوية البائية والتائية من الأعضاء اللمفاوية (Abbas et al., 2008). لا تزال أنظمة الإضاءة في مزارع الدواجن في القطر العربي السوري تعتمد على النمط التقليدي (المصابيح المتوهجة والمصابيح الفلورية)، فهي لا تراعي راحة الطيور أو ما يسمى برفاهية الطيور (Welfare) مما ينعكس سلباً على صحة وإنتاجية الطير. وبالتالي تكمن أهمية البحث في دراسة أثر استبدال أساليب الإضاءة التقليدية بأساليب حديثة تتميز بالتوفير في استهلاك الطاقة الكهربائية، وبالصلاحية الطويلة، وإمكانية استخدامها بألوان مختلفة تخفف من إجهاد الطيور، وترفع الإنتاج وتحسن الحالة الفيزيولوجية لدجاج اللحم. ونظراً لقلّة الدراسات المحلية التي تعنى بدراسة تأثير الإضاءة الملونة في مستوى هرموني الكورتيزول والميلاتونين لدجاج اللحم هدف هذا البحث إلى:

- 1- تقييم تأثير لون وشدة إضاءة مصابيح LED (الأخضر، الأزرق، تعاقب اللونين الأخضر والأزرق، مزيج اللونين الأخضر والأزرق، الأبيض، الأصفر) في مستوى هرموني الكورتيزول والميلاتونين خلال رعاية الطيور.
- 2- تحديد لون الإضاءة الأنسب لرفع الإنتاج وتحسين الحالة الفيزيولوجية لدجاج اللحم.

2. المواد وطرائق البحث:

استخدم في التجربة 450 صوصاً من الهجين (روس) من عمر يوم واحد حتى عمر ستة أسابيع في مدجنة خاصة نصف مغلقة في محافظة اللاذقية من 26 آيار حتى 7 تموز من عام 2024، تمت الرعاية على أرضية مغطاة بفرشة من نشارة الخشب بسماكة (6) سم، مساحة المدجنة (80) م² وارتفاعها (2.7) م. وقد أُجريت بعض التعديلات الفنية داخل المدجنة، إذ تم تقسيمها إلى ستة أقسام (معاملات) متساوية بوساطة حواجز عازلة منفصلة بعضها عن بعض بارتفاع (2.7) م وعلقت (3) مصابيح على ارتفاع (2) م عن الفرشة في كل معاملة من المعاملات المدروسة. تم وزن جميع الصيصان بعمر يوم واحد ومن ثم وزعت عشوائياً في كل معاملة بعدد (75) صوصاً، وقسمت كل معاملة إلى ثلاثة مكررات بعدد (25) صوصاً في كل مكرر، وصممت التجربة باستخدام تصميم العشوائية الكاملة، وبلغت كثافة الطيور في وحدة المساحة (10) طير/م². واستخدمت مصابيح الـ LED (Samsung 2835, Korea) للمعاملات الأربعة الأولى فكانت كالتالي: المعاملة الأولى أخضر (T_G 24Lux) والمعاملة الثانية أزرق (T_B 24Lux) والمعاملة الثالثة تعاقب الأخضر والأزرق (T_{G-B} 24Lux) والمعاملة الرابعة مزيج الأخضر والأزرق (T_{Mix G+B} 28Lux) واستخدم للمعاملة الخامسة مصابيح (التتغستن) أصفر (T_Y 90Lux) ولمعاملة الشاهد مصابيح الفلورسنت أبيض (T_W 75Lux). عرضت الطيور في المجموعات المختلفة خلال الأسبوعين الأولين من العمر إلى إضاءة مستمرة ليلاً ونهاراً، ومن ثم قطعت الإضاءة لمدة ساعتين في اليوم (22L:2D) خلال المدة الممتدة من بداية الأسبوع الثالث لنهاية الأسبوع الرابع، ومدة ثلاث ساعات في اليوم (21L:3D) خلال

الأسبوع الخامس وأربع ساعات في اليوم (20L:4D) خلال الأسبوع السادس. بالنسبة للمعاملة الخامسة تعاقب اللونين الأخضر والأزرق (TG-B) عرضت الطيور بشكل متعاقب للإضاءة للون الأخضر من عمر (1) يوم حتى عمر (21) يوماً، ومن ثم عرضت للون الأزرق من عمر (22) يوم حتى عمر التسويق بعمر (42) يوماً. تم توفير ظروف الرعاية والإدارة الموحدة لجميع الطيور في المعاملات الستة المدروسة طوال فترة التجربة، إذ كانت جميع ظروف الإيواء والتغذية واحدة. كما سجلت درجة الحرارة والرطوبة النسبية للهواء لدى كل معاملة من المعاملات المدروسة باستخدام جهاز متعدد القياس (Digital Lux Mete (LM-8000, Taiwan). وغذيت الطيور على ثلاث خلطات علفية جاهزة على شكل حبيبات، واستمرت عملية تسمين الطيور حتى عمر (42) يوماً، كما حصنت جميع الطيور وفق البرنامج الصحي الوقائي المتبع من قبل المربين المعتمد من قبل الأطباء البيطريين في المنطقة.

المؤشرات المدروسة وطرائق تحديدها:

1- المؤشرات الإنتاجية:

- متوسط الوزن الحي:

تم وزن عينة عشوائية من كل معاملة مكونة من (30) صوصاً بعمر يوم واحد بواسطة ميزان الكتروني حساس يزن حتى (5000) غ بدقة (0.01) غ، وحسبت متوسطات الأوزان الحية بال (غ) وكُررت عملية الوزن عند كل من الأعمار الآتية (1، 2، 3، 4، 5، 6) أسبوعاً على التوالي.

- متوسط استهلاك العلف:

حسبت متوسط معدل استهلاك العلف لكامل فترة التجربة وفي كل مرحلة من المراحل العمرية للطيور، وذلك من خلال وزن كمية العلف المقدمة خلال المرحلة ووزن كمية العلف المتبقية في نهاية المرحلة، ومن ثم حساب متوسط استهلاك الطير الواحد من العلف بال (غ) بالعلاقة الآتية:

$$\text{متوسط استهلاك الطير من العلف خلال المرحلة} = \frac{\text{كمية العلف المستهلكة خلال المرحلة (غ)}}{\text{عدد الطيور خلال المرحلة (طير)}}$$

- معامل التحويل الغذائي (FCR):

تم حساب هذا المؤشر كمتوسط للتعبير عن كمية العلف اللازمة لإنتاج (1) كغ وزن حي (كغ علف/كغ وزن حي)، وحسبت لكل مكرر في كل مرحلة من المراحل العمرية ولكامل فترة التجربة وفقاً للعلاقة الآتية:

$$\text{معامل التحويل الغذائي} = \frac{\text{متوسط كمية العلف المستهلكة من قبل الطيور (غ)}}{\text{متوسط الزيادة الوزنية للطيور (غ)}}$$

- نسبة

النفوق:

تمّ إحصاء عدد الطيور النافقة يومياً من كل مكرر في كل معاملة، وذلك من بداية فترة التجربة وحتى نهايتها بعمر 42 يوم كما حسبت نسبة النفوق (%) وفقاً للمعادلة الآتية:

$$\text{نسبة النفوق \%} = \frac{\text{عدد الطيور النافقة}}{\text{عدد الطيور الكلي}} \times 100$$

- نسبة النّصافي والنّشافي %:

تم أخذ (15) طير في نهاية التجربة من كل معاملة من المعاملات المدروسة (5) من كل مكرر عشوائياً، ومن ثم خضعت الطيور إلى عملية التجويع لمدة (12) ساعة، بعد ذلك وزنت ثم تمت عملية الذبح وبتف الريش ثم أزيل الرأس والأرجل، بعدها وُزنت الذبائح قبل عملية نزع الأحشاء الداخلية، ثم وُزن الكبد والطحال والقلب والقانصة بعد تنظيفها، أيضاً تم وزن الأفخاذ والصدر، وحُدد وزن اللحم والعظم، وعلى أساس ذلك تم حساب مردود الذبح (نسبة التصافي) وفق العلاقة الآتية:

$$\text{نسبة التصافي \%} = \frac{\text{متوسط وزن الذبيحة المنزوعة الأحشاء الداخلية}}{\text{متوسط الوزن الحي}} \times 100$$

وحددت نسبة التصافي وفق العلاقة الآتية:

$$\text{نسبة التصافي \%} = \frac{\text{متوسط وزن اللحم الصالح للاستهلاك}}{\text{متوسط الوزن الحي}} \times 100$$

- الدليل الإنتاجي (P.I):

يُعد الدليل الإنتاجي (Production Index) مؤشر عن الواقع الإنتاجي، فعندما تكون قيمة الدليل الإنتاجي مرتفعة فإن إدارة المزرعة جيدة، في حين يشير الانخفاض عن هذا المجال إلى ضعف الإدارة وخلل في ظروف الرعاية مما يؤدي إلى تدهور صحة القطيع، وبالتالي ارتفاع نسبة النفوق وانخفاض معدل وزن الطير المسوق، وتصنف قيم الدليل الإنتاجي كمايلي:

280-300 ممتاز، 250-279 جيد جداً، 230-249 جيد، 210-229 مقبول، أقل من 210 غير مقبول. وقد تم حساب الدليل الإنتاجي لطيور التجربة في كل معاملة، وذلك بعمر 42 يوماً وفقاً للعلاقة الآتية:

$$\text{الدليل الإنتاجي} = \frac{\text{متوسط وزن الجسم (غ)} \times \text{نسبة الحيوية (100 - نسبة النافق)}}{\text{عدد أيام الرعاية} \times \text{كفاءة التحويل الغذائي} \times 10}$$

2- المؤشرات الهرمونية المدروسة:

تم اختيار عينة عشوائية مؤلفة من (8) طيور من كل معاملة، وجمعت العينات الدموية بعمر 42 يوماً في نهاية فترة الرعاية، باستخدام محاقن بلاستيكية معقمة من الوريد الجناحي للطيور، وبعدها تم تفريغ عينات الدم في أنابيب معقمة حاوية على مانع التخثر الهيبارين (EDTA)، وذلك لتقدير هرموني الكورتيزول والميلاتونين.

- تركيز هرمون الميلاتونين و هرمون الكورتيزول:

تم الحصول على البلازما من خلال وضع العينات في مثقلة 4000 د/د مدة 5 دقائق، بعدها تم قياس تركيز الميلاتونين وتركيز الكورتيزول في البلازما باستخدام تقنية Enzyme-Linked Immune Sorbent Assay "ELISA" (تقنية المعايرة المناعية الامصاصية المرتبطة بالانزيمات) حيث استخدمت مجموعة Chicken Melatonin Elisa Kit، ذات حساسية تتراوح بين 0.64 - 45 ml/ng، وذلك لتقدير هرمون الميلاتونين في حين استخدمت مجموعة Chicken Cortisol Elisa Kit، ذات حساسية تتراوح بين 0.78 - 50 ml/ng لتقدير هرمون الكورتيزول، وقد تم اتباع تعليمات الكاتلوج المرفق لإجراء التحليل.

- التحليل الإحصائي:

تم تحليل بيانات التجربة باستخدام تصميم العشوائية الكاملة (CRD) ذي عاملين (الإضاءة وعمر دجاج اللحم)، ثم خضعت لتحليل التباين (ANOVA) ثنائي الاتجاه باستخدام برنامج التحليل الإحصائي (GenStat v.12). كما تم الفصل بين المتوسطات باختبار دنكن (Duncan) لإظهار الفروق المعنوية بين المعاملات المدروسة خلال الأسابيع الستة عند مستوى معنوية 5% للتحاليل الحقلية و 1% للتجارب المخبرية.

3. النتائج والمناقشة:

1- المؤشرات الإنتاجية:

- متوسط الوزن الحي:

يلاحظ من الجدول رقم (1) وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين متوسط الأوزان الحية (غ) للطيور في نهاية فترة الرعاية وذلك تبعاً لنوع ولون الإضاءة المستخدمة، فقد كانت الزيادة الوزنية واضحة لدى طيور كل من معاملة المزيج ($T_{Mix\ G+B}$) ومعاملة تعاقب الإضاءة (T_{G-B}) إذ حققا أعلى متوسط وزن (2878.42 و 2852.59 غ على التوالي). بينما كان متوسط وزن الطيور المعرضة للون الأبيض (T_W) 2715.39 غ وللون الأصفر (T_Y) 2686.12 غ، في حين كان متوسط وزن الطيور المعرضة للونين الأخضر والأزرق متقارباً نوعاً ما، فقد سجلت معاملة اللون الأزرق (T_B) 2815.36 غ، ومعاملة اللون الأخضر (T_G) 2792.84 غ. وارتفعت قيم متوسط الأوزان الحية لدى طيور المعاملات المدروسة بالمقارنة مع معاملة الشاهد (T_Y) بمقدار 129.24 في المعاملة (T_B) و 106.72 في المعاملة (T_G) و 166.47 في المعاملة (T_{G-B}) و 192.30 في المعاملة ($T_{Mix\ G+B}$) وأخيراً بمقدار 29.27 غ في المعاملة (T_W). كما أظهرت المعاملتان ($T_{Mix\ G+B}$) و (T_{G-B}) تفوقاً على جميع المعاملات، في حين تفوقت المعاملة ($T_{Mix\ G+B}$) على المعاملة (T_{G-B}) بمقدار 25.83 غ.

الجدول رقم (1): متوسط الأوزان الحية (غ) للطيور خلال فترة الرعاية

المعاملات						عمر الطيور/ أسبوع
T_Y (Control)	T_W	$T_{Mix\ (G+B)}$	$T_{(G-B)}$	T_G	T_B	
8 ^a 628±1.516	93±1.165.86 ^c	09.18±1.179 ^a	15±1.173.41 ^b	±1.48 ^b 173.86	±1.72 ^c 168.13	1
420.93±2.67 ^d	425.21±2.80 ^d	453.48±2.52 ^a	443.91±2.78 ^b	443.54±2.69 ^b	430.27±2.83 ^c	2
54±4.869.75 ^e	69±4.17 ^d .687	09±4.940.57 ^a	87±4.15 ^b .299	930.12±4.24 ^b	95±4.16 ^c .887	3
13±5.62 ^d .1418 ^d	56±5.1421.56 ^d	79±5.31 ^a .9914 ^a	±5.28 ^b 1490.48	78±5.35 ^c .6214 ^c	43 ^c 535±.8146	4
2070.43±7.83 ^f	2099.81±7.67 ^e	2262.37±7.18 ^a	2243.68±7.45 ^b	2174.18±7.47 ^d	2194.64±7.28 ^c	5
12±9.94 ^f .8626 ^e	2715.39±9.79 ^e	2878.42±9.86 ^a	2852.59±9.38 ^b	2792.84±9.08 ^d	2815.3±9.65 ^c	6

الحروف المتباينة (a, b, c, d, e, f) ضمن كل سطر تدل على وجود فروق معنوية $p \leq 0.05$

توافقت هذه النتائج مع نتائج دراسة Zhang وزملاءه (2012) التي سجلت زيادة في متوسط الأوزان الحية وتحسن النمو العام مع نشاط وحركة محدودة للطيور التي تعرضت للونين الأخضر والأزرق بالمقارنة مع الطيور التي تعرضت للونين الأبيض والأصفر. كما أثبتت دراسات عديدة أنه يُعزى السبب في زيادة الأوزان الحية لدى الطيور المعرضة لمزيج اللونين الأخضر والأزرق، وأيضاً لتعاقب اللون الأخضر - الأزرق إلى ازدياد إنتاج الأضداد لديها والذي يسهم بالتالي في تحسن حالتها الصحية ومقاومتها للأمراض، وكذلك ارتفاع مستوى بعض الهرمونات كهرمون النمو وهرمون التستوستيرون وبالتالي تخليق البروتين ونمو العضلات بشكل أسرع (Lewis and Morris, 2000). كما اكتسبت طيور المعاملتين المعرضة للإضاءة الزرقاء أو الخضراء وزناً أكبر من تلك التي عُرضت لإضاءة اللونين الأبيض والأصفر. ولقد ازداد متوسط الوزن

الحي تحت تأثير إضاءة اللون الأخضر خلال المدة المبكرة من عُمر الطيور ويبدو أن اللون الأخضر ساعد في زيادة نمو العضلات وهذا ما يؤدي لزيادة الوزن الحي في وقت مبكر من عُمر الطيور، بينما لوحظت الزيادة الوزنية للطيور تحت تأثير إضاءة اللون الأزرق خلال المدة المتأخرة من عمر الطيور وأصبح الأفضل خلال مدة العمر التسويقي وهذا يتفق مع دراسة Rozenboim وزملاءه (2014). ووفقاً لـ Zhang وزملاءه (2012) أدى الضوء الأزرق والأخضر إلى زيادة وزن الجسم وتطور العضلات الصدرية أيضاً تم ذكر أن تعاقب اللونين الأخضر والأزرق له فائدة كبيرة في زيادة النمو والأوزان (Balabel et al., 2017) وقد يعزى تفسير الزيادة في صفات النمو والأداء الإنتاجي لدى دجاج اللحم إلى تأثير اللون الأزرق واللون الأخضر في إفراز هرمونات النمو في الجسم (Saad et al., 2023).

- متوسط استهلاك العلف:

أظهرت نتائج متوسط استهلاك العلف التراكمي (غ) من قبل الطيور والموضحة في الجدول رقم (2) وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين المعاملات في نهاية فترة الرعاية وذلك تبعاً لنوع ولون الإضاءة المستخدمة، إذ تفوقت طيور كل من المعاملتين المزيج ($T_{Mix\ G+B}$) 4829.57 غ والمتعاقب (T_{G-B}) 4823.69 غ، على بقية المعاملات الأخرى. كما تم تسجيل أقل كمية لاستهلاك العلف لدى الطيور التي عُرضت لإضاءة اللون الأصفر (T_Y) 4761.87 غ. وارتفعت قيم متوسط استهلاك العلف لدى طيور المعاملات المدروسة بالمقارنة مع معاملة الشاهد (T_Y) بمقدار 50.66 في المعاملة (T_B)، و 36.89 في المعاملة (T_G) و 61.82 في المعاملة (T_{G-B}) و 67.70 في المعاملة ($T_{Mix\ G+B}$) وأخيراً بمقدار 10.98 غ في المعاملة (T_w). إذ أظهرت المعاملتان ($T_{Mix\ G+B}$) و (T_{G-B}) تفوقاً على جميع المعاملات، في حين تفوقت المعاملة ($T_{Mix\ G+B}$) على المعاملة (T_{G-B}) بمقدار 5.88 غ.

الجدول رقم (2): متوسط استهلاك العلف (غ) للطيور الواحد خلال فترة الرعاية

المعاملات						عمر الطيور / أسبوع
T_Y (Control)	T_w	$T_{Mix\ (G+B)}$	$T_{(G-B)}$	T_G	T_B	
$\pm 2.91^c 220.73$	$\pm 2.85^c 221.98$	$^{a38} \pm 2.232.78$	$\pm 2.47^b 226.91$	$\pm 2.71^b 227.18$	$^c 3 \pm 2.5220.94$	1
$.38^b 3625.98 \pm$	$.42^b 3 \pm 51.862$	$.06^a 3640.16 \pm$	$.19^b 3 \pm 27629.$	$4 \pm 3.32^b 9.296$	$.24^c 3 \pm 41.761$	2
$^{a69.5} \pm 1415.83$	$^{a84.5} \pm 1417.48$	$^{a5.49} \pm 6519.14$	$^{b75.5} \pm 1408.91$	$^{b61.5} \pm 09.3714$	$^{c37.5} \pm 1374.16$	3
$.58^b 8 \pm 2366.51$	$^c 72.8 \pm 2356.79$	$^{a75.8} \pm 2389.19$	$^{a69.8} \pm 2382.16$	$^{d84.8} \pm 2336.29$	$^{b16.8} \pm 2363.25$	4
$^{e94} \pm 9.3620.67$	$^{e68.9} \pm 3631.52$	$.03^a 9 \pm 3782.94$	$.39^b 9 \pm 3766.92$	$.27^d 9 \pm 3651.35$	$^{e84.9} \pm 3708.62$	5
$0.08^d 14761.87 \pm$	$7^a 10.1 \pm 85.7247$	$.25^a 144829.57 \pm$	$.14^a 104823.69 \pm$	$.05^e 104798.76 \pm$	$0.27^b 1 \pm 53.1248$	6

الحروف المتباينة (a, b, c, d, e) ضمن كل سطر تدل على وجود فروق معنوية $p \leq 0.05$

قد يفسر هذا الارتفاع في متوسط كمية العلف المستهلكة لدى طيور كل من المعاملتين ($T_{Mix\ G+B}$) و (T_{G-B}) إلى الظروف المثلى لهذين اللونين في حالتها المزج أو التعاقب، وبالتالي مساهمتهما في تحسين شهية الطيور وزيادة إقبالها على تناول العلف. وتوافق هذا التفوق في متوسط كمية العلف المستهلكة من قبل الطير الواحد لدى المعاملة ($T_{Mix\ G+B}$) 4829.57 غ، مع تفوق المعاملة نفسها في الجدول رقم (1) بالنسبة لمتوسط الأوزان الحية 2878.42 غ، كما توافقت نتائج هذا البحث مع ما أشار إليه Jiang وزملاءه (2012) بأن رعاية دجاج اللحم في ظروف تعاقب إضاءة اللونين (الأخضر - الأزرق) كان له تأثير إيجابي كبير في تحسين كمية العلف المستهلكة ومتوسط الوزن الحي مقارنة مع ضوء المصابيح العادية. وبحسب دراسة أخرى كان للونين الأخضر والأزرق أيضاً تأثير إيجابي في كمية العلف المستهلكة عند دجاج اللحم بالمقارنة مع اللون الأصفر (Karakaya et al., 2009)، وكذلك أكدت دراسة Son و Ravindran (2009) ازدياد في كمية العلف المستهلك لدى الطيور التي عُرضت لظروف الإضاءة باللون الأزرق مقارنة بالطيور التي عُرضت لظروف الإضاءة باللون الأبيض والأصفر، وبحسب Borham و Abdel-Azeem (2018) فإن استخدام الضوء

الأزرق يقدم مزايا مختلفة لتأثيره المهدئ، وبالتالي تناول العلف زيادة معدل النمو بالمقارنة مع الألوان الأخرى وخاصة اللون الأبيض، وأن استخدام اللون الأزرق واللون الأخضر ذي الشدة المنخفضة يعطي الراحة لعين الطائر مما يجعل الطيور أقل نشاطاً وقلقاً وأكثر هدوءاً وهذا يقلل من مستوى الحركة والتوتر لديها، وبالتالي ينخفض استهلاك الطاقة، مما يؤدي إلى زيادة تناول العلف، وبالتالي ازدياد الكفاءة الإنتاجية لدى الطيور (Fahmy and Borham, 2018).

– معامل التحويل الغذائي (علف/لحم):

أظهرت نتائج معامل التحويل الغذائي (غ/علف/غ وزن حي) والموضحة في الجدول رقم (3) وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) بين المعاملات في نهاية فترة الرعاية وذلك تبعاً لنوع ولون الإضاءة المستخدمة، إذ يلاحظ انخفاض في قيمة المعامل وتغوق طيور كل من المعاملتان المزيح ($T_{Mix\ G+B}$) و 1.68 والمتعاقب (T_{G-B}) و 1.69 ، بالمقارنة مع بقية المعاملات الأخرى. كما سجلت أعلى قيمة للمعامل لدى الطيور التي عُرضت لإضاءة اللون الأصفر (T_Y) و 1.77 وتحسنت الكفاءة الغذائية لدى طيور المعاملات المدروسة بالمقارنة مع معاملة الشاهد (T_Y) بمقدار 0.06 في المعاملة (T_B)، و 0.05 في المعاملة (T_G)، و 0.08 في المعاملة (T_{G-B})، و 0.09 في المعاملة (T_{MixG+B})، وأخيراً بمقدار 0.02 في المعاملة (T_w)، إذ أظهرت المعاملتان ($T_{Mix\ G+B}$) و (T_{G-B}) تفوقاً على جميع المعاملات.

الجدول رقم (3): متوسط معامل التحويل الغذائي (غ/علف/غ وزن حي) للطيور خلال فترة الرعاية

المعاملات						عمر الطيور/ أسبوع
T_Y (Control)	T_w	$T_{Mix\ (G+B)}$	$T\ (G-B)$	T_G	T_B	
$^b3.00 \pm 1.34$	$^b3.00 \pm 41.3$	$^a2.001.30 \pm$	$^a3.00 \pm 1.31$	$^a3.00 \pm 11.3$	$^a2.00 \pm 11.3$	1
$^b2.00 \pm 91.4$	$^b01.48 \pm$	$^a3.001.41 \pm$	$^a01.42 \pm$	$^a0 \pm 21.4$	$^a3.00 \pm 31.4$	2
$^c3.00 \pm 1.63$	$^c2.00 \pm 1.62$	$^a0 \pm 11.5$	$^a0 \pm 1.52$	$^a2.00 \pm 1.52$	$^a0 \pm 1.55$	3
$^b2.00 \pm 1.67$	$^b0 \pm 1.66$	$^a3.001.59 \pm$	$^a0 \pm 1.60$	$^a3.00 \pm 1.60$	$^a0 \pm 1.61$	4
$^b3.00 \pm 51.7$	$^b0 \pm 31.7$	$^a0 \pm 1.67 \pm$	$^a3.00 \pm 81.6$	$^a0 \pm 81.6$	$^a2.00 \pm 91.6$	5
$^a01.77 \pm$	$^c2.001.75 \pm$	$^a0 \pm 81.6$	$^a3.00 \pm 91.6$	$^a0 \pm 21.7$	$^b0 \pm 11.7$	6

الحروف المتباينة (a, b, c, d) ضمن كل سطر تدل على وجود فروق معنوية $p \leq 0.05$

وهذا يتفق مع Mousa و Abofarag (2023) أن كفاءة التحويل الغذائي كانت أفضل عند الطيور التي تعرضت للون الأزرق بالمقارنة مع التي تعرضت للون الأصفر، كما لاحظ Gharahveysi وزملاءه (2020) ظهور السلوك العدواني لدى الطيور المعرضة للونين الأبيض والأصفر مقارنة مع الطيور المعرضة للونين الأزرق والأخضر وبلغ معامل التحويل الغذائي عند اللون الأزرق 1.74 وعند اللون الأخضر 1.76 وعند اللون الأصفر 1.87 وعند اللون الأبيض 1.82 ، كما وجد Rierson (2011) أن دجاج اللحم الذي تلقى الضوء الأزرق كان لديه كفاءة تحويل أكبر بكثير بالمقارنة مع الدجاج المعرض للونين الأبيض والأصفر، علاوة على ذلك أثبت Archer (2018) أن مصابيح LED الزرقاء يمكن أن تؤدي إلى زيادة الوزن وتحسن نسبة التحويل الغذائي، فضلاً عن تقليل تأثير حالة القلق والذعر.

– نسبة النفوق (%):

أظهرت نتائج النسبة المئوية للنفوق والموضحة في الجدول رقم (4) عدم تسجيل أية حالة نفوق لدى طيور المعاملتين (T_{G-B}) و ($T_{Mix\ G+B}$)، في حين سُجل انخفاض في نسبة النفوق لدى طيور المعاملتين (T_B) و (T_G) بالمقارنة مع نسبة النفوق المسجلة لدى طيور المعاملتين (T_w) و (T_Y) خلال فترة الرعاية، وقد انخفضت قيم متوسط نسبة النفوق المئوية عند المعاملتين (T_B) و (T_G) بالمقارنة مع معاملة الشاهد بمقدار 2.67% ، وبمقدار 1.34% بالمقارنة مع المعاملة (T_w).

الجدول رقم (4): متوسط عدد ونسبة النفوق (%) خلال فترة الرعاية

المعاملات						المؤشرات
T _Y (control)	T _W	T _{Mix} (G+B)	T _{G-B}	T _G	T _B	
3	2	0	0	1	1	عدد الطيور النافقة
4	2.66	0	0	1.33	1.33	نسبة النفوق (%)
34 - 25 - 11	27 - 9	-	-	29	18	عمر الطير النافق/ يوم

وهذا يتفق مع ما ذكره Lewis و Gous (2009) أنه قد لوحظ السلوك العدواني والنشاط المفرط لطيور المعرضة للإضاءة التقليدية المتوهجة والتي كانت سبباً مهماً في تراجع صحة الطيور ومناعتها، وبالتالي نفوقها بالمقارنة مع الطيور التي عرضت للإضاءة الملونة (T_G) و (T_B) و (T_{G-B}) و (T_{Mix} G+B) التي كانت أكثر هدوءاً وأقل عدوانية. كما فسّر Borham و Fahmy (2018) انخفاض عامل الخوف والتوتر ونسبة النفوق لدى الطيور المعرضة للإضاءة الملونة لانخفاض مستوى تركيز هرمون الكورتيزول وزيادة مستوى تركيز هرمون الميلاتونين. أيضاً أكد Jin وزملاءه (2011) أن اللونين الأزرق والأخضر أكثر ملائمة من اللونين الأصفر والأبيض بالنسبة للطيور، لأن هذين اللونين يحافظان على هدوء الطيور، وتعرض الطيور لمصابيح LED الملونة يحفز إفراز هرمون الميلاتونين من الغدة الصنوبرية، وبالتالي تحسن كل من النمو ووظائف المناعة والذي بدوره يخفض نسبة النفوق. وقد أظهرت نتائج دراسة Guo وزملاءه (2018) زيادة في الاستجابة المناعية للقاحات وتشكيل الأضداد لدى الطيور المعرضة لمزيج الإضاءة الخضراء مع الزرقاء، إذ أدى ذلك لزيادة هرمون الميلاتونين وتفعيل الخلايا اللمفاوية البائية B والثائية T، كما أسهم اللون الأخضر في تعزيز مستوى إنتاج هرمون الميلاتونين والمناعة مع التقليل من نسبة النفوق.

- الدليل الإنتاجي:

يعد الدليل الإنتاجي مؤشراً مهماً لتقدير الكفاءة الإنتاجية للطيور، ومن خلال النتائج الموضحة في الجدول رقم (5) نلاحظ ارتفاعاً معنوياً ($p \leq 0.05$) لمتوسط الدليل الإنتاجي في معاملات إضاءة LED الملونة بالمقارنة مع معاملة الشاهد حيث بلغت أعلى قيمة لمتوسط الدليل الإنتاجي لدى طيور المعاملة (T_{Mix} G+B) 407.94، تلتها المعاملة (T_{G-B}) القيمة 401.89 وبالنسبة لطيور المعاملة (T_B) بلغت 389.06 والمعاملة (T_G) 381.46، بينما سجلت المعاملة (T_W) 357.57 وأقل قيمة لمعاملة الشاهد (T_Y) 346.88 وارتفعت قيم متوسط مقياس الدليل الإنتاجي لدى طيور المعاملات المدروسة بالمقارنة مع معاملة الشاهد (T_Y) بمقدار 42.18 في المعاملة (T_B)، و 34.58 في المعاملة (T_G)، و 55.01 في المعاملة (T_{G-B}) و 61.06 في المعاملة (T_{Mix} G+B)، وأخيراً بمقدار 10.69 في المعاملة (T_W). إذ أظهرت المعاملتين (T_{Mix} G+B) و (T_{G-B}) تفوقاً على جميع المعاملات، في حين تفوقت المعاملة (T_{Mix} G+B) بمقدار 6.05 على المعاملة (T_{G-B}).

الجدول رقم (5): متوسط الدليل الإنتاجي للطيور في نهاية فترة الرعاية

المعاملات						عمر الطيور/ يوم
T _Y (control)	T _W	T _{Mix} (G+B)	T _{G-B}	T _G	T _B	
346.88±2.45 ^d	357.57±2.58 ^c	±2.89*407.94	401.89±2.96 ^a	381.46±2.37 ^b	389.06±2.64 ^b	42

الحروف المتباينة (a, b, c, d) بين الأعمدة تدل على وجود فروق معنوية $p \leq 0.05$

إن تفوق معاملات الإضاءة الملونة في مستوى مقياس الدليل الإنتاجي على معاملات الإضاءة التقليدية (التغستين والفلوروسنت) ما هو إلا انعكاس منطقي لمؤشرات الإنتاج العالية لدى طيور هذه المعاملات (زيادة الوزن الحي - انخفاض نسبة النفوق - تحسن كفاءة التغذية) وتحسن الحالة الصحية والمناعية وانخفاض مستوى الاجهاد والعدوانية. وهذا يتوافق مع

نتائج الدراسات التي أجراها كلٌّ من Aline وزملاءه (2020) و Mohamad وزملاءه (2020) والتي أثبتت أن اللوتين الأزرق والأخضر يؤديان دوراً إيجابياً في تهدئة الطيور، وبالتالي يُسهمان في المحافظة على السلوك الهادئ ويقللان من حالة القلق والعدوانية مما ينعكس إيجاباً على صحة ومناخ الطيور.

- نسبة التصافي والتشافي:

يُلاحظ من خلال النتائج الموضحة في الجدول رقم (6) ارتفاع معنوي ($p \leq 0.05$) لطيور معاملات إضاءة LED الملونة في نسبي التصافي والتشافي (%) حيث كانت أفضلها لطيور المعاملة ($T_{Mix\ G+B}$) إذ بلغت نسبة التصافي % 79.17 ونسبة التشافي 56.18 %، في حين كانت أقل النسب لدى الطيور التي عُرضت للإضاءة البيضاء (T_W) إذ بلغت نسبة التصافي 77.64 % ونسبة التشافي 51.45 %، والإضاءة الصفراء (T_Y) 76.12 % و 50.13 % على التوالي. أظهرت النتائج ارتفاع قيم متوسط نسبي التصافي والتشافي (%) لطيور المعاملات المدروسة بالمقارنة مع معاملة الشاهد (T_Y) وخصوصاً لمعاملتي المزيج والتعاقب بمقدار 2.31 و 4.66 في المعاملة (T_{G-B}) و 3.05 و 6.05 في المعاملة ($T_{Mix\ G+B}$) على التوالي. ولقد أظهرت المعاملتان ($T_{Mix\ G+B}$) و (T_{G-B}) تفوقاً على جميع المعاملات، في حين تفوقت المعاملة ($T_{Mix\ G+B}$) على المعاملة (T_{G-B}) بمقدار 0.74 و 1.39 على التوالي %.

الجدول رقم (6): متوسط الأوزان الحية وأوزان الذبائح (غ) ونسبي التصافي والتشافي (%) للطيور في نهاية فترة الرعاية

المعاملات						المؤشرات
T_Y (control)	T_W	$T_{Mix\ (G+B)}$	$T_{(G-B)}$	T_G	T_B	
12±9.94 ^f 8626	2715.39±9.79 ^c	2878.42±9.86 ^a	2852.59±9.38 ^b	2792.84±9.08 ^d	2815.3±9.65 ^c	متوسط الوزن الحي (غ)
2044.71±6.83 ^f	±6.87 ^c 2108.34	±7.68 ^a 2278.92	±7.59 ^b 2237.41	2185.63±6.98 ^d	2210.75±7.32 ^c	متوسط وزن الذبيحة (غ)
67 ^b 76.12±1.	83 ^b 77.64±1.	80 ^a 79.17±1.	61 ^a 78.43±1.	38 ^a 78.26±1.	24 ^a 78.52±1.	نسبة التصافي (%)
54 ^d 50.13±0.	57 ^d 51.45±0.	69 ^a 56.18±0.	88 ^b 54.79±0.	69 ^d 52.34±0.	78 ^c 53.78±0.	نسبة التشافي (%)

الحروف المتباينة (a, b, c, d, e, f) بين الأعمدة تدل على وجود فروق معنوية $p \leq 0.05$

يفسر زيادة الوزن لدى الطيور المعرضة لإضاءة LED الملونة إلى التأثير الهادئ والمريح، وبالتالي زيادة الإقبال على العلف وتوجيه الطاقة نحو زيادة الوزن الحي ونمو العضلات الصدرية، وبالتالي تحسن معامل التحويل الغذائي ووزن الذبيحة (Soliman and Hassan, 2019). وحسب Ribber (2015) يعود السبب في ذلك في زيادة نمو عضلات الصدر إلى هرمونات الغدة الدرقية المسؤولة عن التحكم بعمليات التمثيل الغذائي والزيادة الوزنية، وكلما ارتفع وزن الجسم ارتفعت نسبة التصافي، فالطيور المعرضة للضوء الأزرق والأخضر كانت لديها معدلات نمو وجود ذبيحة أكبر من تلك المعرضة للضوء الأصفر والأبيض (Cao *et al.*, 2013).

2- المؤشرات الهرمونية:

- هرمون الميلاتونين:

يلاحظ من الجدول رقم (7) وجود فروق معنوية ($p \leq 0.01$) في تركيز هرمون الميلاتونين بين المعاملات المدروسة، فقد سُجلت أعلى قيمة لتركيز الميلاتونين في بلازما دم طيور المعاملة ($T_{Mix\ G+B}$) 26.87 بيكوغرام/مل، بينما سُجلت أدنى قيمة في مصل دم طيور معاملة الإضاءة الصفراء (التنغستين) (T_Y) 20.85 بيكوغرام/مل. وارتفعت قيم تراكيز هرمون الميلاتونين في بلازما دم طيور المعاملات المدروسة بالمقارنة مع معاملة الشاهد (T_Y) بمقدار 4.64 في المعاملة (T_B)، و 3.50 في المعاملة (T_G)، و 5.33 في المعاملة (T_{G-B})، و 6.02 في المعاملة ($T_{Mix\ G+B}$)، وأخيراً بمقدار 0.79

بيكوغرام/مل في المعاملة (T_w). إذ أظهرت المعاملتان ($T_{Mix\ G+B}$) و (T_{G-B}) تفوقاً على جميع المعاملات، وتوقفت المعاملة ($T_{Mix\ G+B}$) على المعاملة (T_{G-B}) بمقدار 0.69 بيكوغرام/مل.

الجدول رقم (7): متوسط تراكيز هرمون الميلاتونين (بيكوغرام/مل) في دم الطيور في نهاية فترة الرعاية

المعاملات						عمر الطيور/
T_Y (Control)	T_w	$T_{Mix\ (G+B)}$	$T\ (G-B)$	T_G	T_B	يوم
2120.85±0. e	25 ^d 21.64±0.	87±0.26 a42	38 ^a 26.18±0.	27 24.35±0. c	32±0.25.49 b	42

الحروف المتباينة (a, b, c, d, e) بين الأعمدة تدل على وجود فروق معنوية $p \leq 0.01$

يحفز هرمون الميلاتونين منطقة الهيبوتالاموس (تحت المهاد) على إفراز الهرمون المطلق للهرمون النمو (GHRH)، والذي يحفز بدوره الغدة النخامية على إفراز هرمون النمو (GH) وبالتالي تحفيز نمو الطير وتنظيم عمليات الأيض (Zhang *et al.*, 2012)، وهذا ما قد يفسر زيادة متوسط الوزن الحي للطيور في معاملات LED الملونة والتي أظهرت مستويات مرتفعة في تركيز هرمون الميلاتونين وبشكل ملحوظ أكثر في معاملة مزيج اللونين الأخضر والأزرق ($T_{Mix\ G+B}$). وهذا يتفق مع دراسات أخرى توضح أن استخدام اللون الأخضر يحسن من الوزن الحي خلال المرحلة الجنينية وما بعد المرحلة الجنينية نتيجة لزيادة إنتاج هرمون الميلاتونين (Abdulateef *et al.*, 2021; Cao *et al.*, 2013). ويمتلك هرمون الميلاتونين وظيفة مناعية مهمة بفضل خصائصه المضادة للأكسدة فهو يحفز نشاط أنزيم الغلوتاثيون بيروكسيداز والذي يقوم بتخفيض جذور الهيدروكسيل الحرة العالية السمية (El-Sabrou, 2017). وهذا ما قد يفسر انخفاض نسبة النفوق في معاملات الإضاءة الملونة والتي أبدت ارتفاعاً ملحوظاً في تركيز هرمون الميلاتونين في دراستنا هذه وذلك بالمقارنة مع معاملات الإضاءة المتوهجة (التنغستين والفوروسنت)، كما أثبتت عدة دراسات أن استخدام اللون الأزرق ضمن برنامج إضاءة محدد خلال فترة الرعاية أدى إلى زيادة تركيز هرمون الميلاتونين وتنشيط تكاثر الخلايا للمفاوية وبالتالي زيادة نسبة الأضداد مما يعزز الدور المناعي المهم للميلاتونين وانعكاساته على صحة وإنتاجية الطيور (Guo *et al.*, 2018). كما يؤثر هرمون الميلاتونين في هرمون الكورتيزول، فهو ينظم مستوى هرمون الكورتيزول في الدم من خلال دوره التثبيطي على محور الوطاء HPA. إلا أنه عندما يرتفع مستوى الكورتيزول بشكل كبير عن الحدود الطبيعية ولفترات طويلة نتيجة للوجود المستمر وغير المضبوط لمسببات الإجهاد فإن ذلك يؤدي إلى اختلال هذا التناغم بين هذين الهرمونين (الكورتيزول - الميلاتونين) مما ينعكس سلباً على مناعة وصحة الطيور.

-هرمون الكورتيزول:

أظهرت نتائج قياس تركيز هرمون الكورتيزول في بلازما دم الطيور الموضحة في الجدول رقم (8) ارتفاعاً معنوياً ($p \leq 0.01$) للطيور المعرضة لمصابيح التنغستين (T_Y) المتوهجة 38.45 نانوغرام/مل ومصابيح الفلوروسنت (T_w) 32.16 نانوغرام/مل بالمقارنة مع قيمه في بلازما دم الطيور المعرضة لمصابيح LED الملونة. وانخفضت قيم تراكيز هرمون الكورتيزول في بلازما دم طيور المعاملات المدروسة بالمقارنة مع معاملة الشاهد (T_Y) بمقدار 13.92 في المعاملة (T_B)، و 12.62 في المعاملة (T_G)، و 16.51 في المعاملة (T_{G-B})، و 16.88 في المعاملة ($T_{Mix\ G+B}$)، وأخيراً بمقدار 6.29 نانوغرام/مل في المعاملة (T_w). إذ أظهرت المعاملتان ($T_{Mix\ G+B}$) و (T_{G-B}) قيمةً أدنى لتركيز الكورتيزول وتوقفت المعاملة ($T_{Mix\ G+B}$) على المعاملة (T_{G-B}) بمقدار 0.37 نانوغرام/مل.

الجدول رقم (8): متوسط تراكيز هرمون الكورتيزول (نانوغرام/مل) في دم طيور في نهاية فترة الرعاية

المعاملات						عمر الطيور/ يوم
T _Y (Control)	T _W	T _{Mix} (G+B)	T _(G-B)	T _G	T _B	
65 ^e 38.45±0.	54 32.16±0. d	24 21.57±0. a	28 ^a 21.94±0.	36 25.83±0. c	23 24.53±0. b	42

* الحروف المتباينة (a, b, c, d, e) ضمن كل عمود تدل على وجود فروق معنوية $p \leq 0.01$

إن انخفاض مستوى تركيز الكورتيزول في معاملات LED الملونة (T_B, T_{Mix} G+B, T_{G-B}, T_G) ما هو إلا دليل واضح للمستوى الجيد من الراحة لدى طيور هذه المعاملات، وانعكاس منطقي للمؤشرات السلوكية المثلى من حيث (الحركة، الحيوية، رفرقة الأجنحة والإقبال على تناول العلف والماء) والتي تعكس حالة استقرار وراحة داخلية واضحة للطير على عكس طيور معاملات الاضاءة المتوهجة (T_Y, T_W) والتي أظهرت ارتفاعاً معنوياً في تركيز الكورتيزول وهذا الارتفاع يعكس تماماً حالات التوتر و القلق و السلوك العدائي لدى أفرادها. ولقد أكدت الدراسات على دور ضوء الـ LED في الحد من مستويات الخوف والتوتر عند طيور دجاج اللحم مقارنة بمصادر الضوء الأخرى (Huth and Archer, 2015a,b).

4. الاستنتاجات Conclusions:

- 1- التأثير الإيجابي لإضاءة LED الملونة في مؤشرات الأداء الإنتاجي (استهلاك العلف، الوزن الحي، معامل التحويل الغذائي، نسبة النفوق، الدليل الإنتاجي).
- 2- تحسن ملحوظ في المؤشرات الفيزيولوجية وتفوق معاملة مزيج اللونين (الأخضر والأزرق) T_{Mix} G+B ومعاملة تعاقب اللونين (الأخضر - الأزرق) T_{G-B} بانخفاض مستوى الكورتيزول وارتفاع مستوى الميلاتونين.

REFERENCES

1. Abbas, A.O., El-Dein, A.A., Desoky, A. and Galal, M.A. (2008). The effects of photoperiod programs on broiler chicken performance and immune response. *International Journal of Poultry Science*, 7 (7), 665–671.
2. Abdel-Azeem, A.F. and Borham, B.E. (2018). Productive and physiological response of broiler chickens exposed to different colored light-emitting diode and reared under different stocking densities. *Egypt. Poult. Sci. J*, 38 (4), 1243–1264.
3. Abdo, S.E., El-Kassas, S., El-Nahas, A.F. and Mahmoud, S. (2017) Modulatory effect of monochromatic blue light on heat stress response in commercial broilers. *Oxid. Med. Cell. Longev*, 1. 1–13.
4. Abdulateef, S.M., Al-Bayar, M.A., Majid, A.A., Shawkat, S.S., Tatar, A. and Al-Ani, M.Q. (2021). Effect of exposure to different light colors on embryonic development and neurophysiological traits in the chick embryo. *Veterinary World*, 14 (5), 1284–1289.

5. Aline, C.L., Héilton, A.P., Gledson, L.A., Cristiane, A.G. and José, M.A. (2020). Behavior of broilers subjected to different light spectra and illuminances. *Campina Grande*, 24 (6), 415–421.
6. Archer, G.S. (2018). Color temperature of light-emitting diode lighting matters for optimum growth and welfare of broiler chickens. *Animals*, 12 (5), 1015–1021.
7. Balabel, T.M.M., Mohamed, R.A. and Saleh, M.M. (2017). Using different light colors as a stress factor on broiler performance in Egypt. *Aust. J. Basic and Appl. Sci*, 11 (9) 165–170.
8. Cao, J., Liu, W., Wang, Z., Xie, D. and Chen, Y. (2013). Green and blue monochromatic lights promote growth and development of broilers via stimulating testosterone secretion and microfiber growth. *J. Applied Poultry Research*, 17, 211–218.
9. El-Sabrou, K. (2017). Effect of LED lighting during incubation of broiler on hatchability and chick performance. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg*, 23 (6), 1007–1009.
10. Fahmy, A. and Borham, B. (2018). productive and physiological response of broiler chickens exposed to different colored light-emitting diode and reared under different stocking densities. *Egyptian Poult. Sci. J*, 38, 1243–1264.
11. Gharahveysi, S., Irani, M., Kenari, T. and Ismail, K. (2020). Effects of colour and intensity of artificial light produced by incandescent bulbs on the performance traits, thyroid hormones, and blood metabolites of broiler chickens, *Italian Journal of Animal Science*, 19 (1), 1–7.
12. Guo, Y.L., Ma, S.M., Du, J.J. and Chen, J.L. (2018). Effects of light intensity on growth, anti-stress ability and immune function in yellow feathered broilers. *Rev. Bras. Cienc. Avic*, 20 (1), 79–84.
13. Huth, J.C. and Archer, G.S. (2015a). Comparison of two LED light bulbs to a dimmable CFL and their effects on broiler chicken growth, stress, and fear. *Poult Sci*, 94, 2027–2036.
14. Huth, J. C. and Archer, G.S. (2015b). Effects of LED lighting during incubation on layer and broiler hatchability, chick quality, stress susceptibility and post-hatch growth. *Poult Sci*, 94, 3052–3058.

15. Jiang, J., Jinming, P., Yue, W., Zhangyin, Y. and Yibin, Y. (2012). Effect of Light Color on Growth and Waste Emission of Broilers. Proceedings 9th International Livestock Environment Symposium (ILES IX sponsored by ASABE Valencia Conference Centre Valencia, Spain July 8–12 ILES, 12–394.
16. Jin, E., Jia, L., Li, J., Yang, G., Wang, Z., Cao, J. and Chen, Y. (2011). Effect of monochromatic light on melatonin secretion and arylalkylamine n-acetyltransferase mRNA expression in the retina and pineal gland of broilers. *Anat. Rec*, 294, 1233–1241.
17. Karakaya, M., Parlat, S.S., Yilmaz, M.T., Yildirim, I. and Ozalp, B. (2009). Growth performance and quality properties of meat from broiler chickens reared under different monochromatic light sources. *Brit. J. Poult. Sci*, 76–82.
18. Kim, M.J., Parvin, R.H., Mushtaq, M.M., Hwangbo, J., Kim, J.H., Na, J.C., Kim, D.W., Kang, H.K., Kim, C.D., Cho, K.O., Yang, C.B. and Choi, H.C. (2013). Growth performance and hematological traits of broiler chickens reared under assorted monochromatic light sources. *Poult. Sci*, 92, 1461–1466.
19. Kliger, C., Gehad, A., Hulet, R., Roush, W., Lillehoj, H. and Mashaly, M. (2000). Effects of photoperiod and melatonin on lymphocyte activities in male broiler chickens. *Poultry Science*, 79 (1), 18–25.
20. Kumar, S., Kant, R., Sharma, A., Singh, Y., Mehta, N. and Kashyap, N. (2017). Performance and carcass characteristics of broiler chickens reared under light emitting diodes (LEDs) light vis-a-vis incandescent light supplemental lighting programme. *Journal of Animal Research*, 7 (6), 1157–1163.
21. Lewis, P.D. and Morris, T.R. (2000). Poultry colored effects of color and intensity of light on behavioral and light. *World Poult. Sci. J*, 56, 189–207.
22. Lewis, P.D. and Gous, R.M. (2009). Responses of poultry to ultraviolet radiation. *World's Poult. Sci. J*, 65, 499.
23. Mohamad, Jafar. Jammoul, Adel and Alissa, Bushra.(2020). Effect of lighting color on some productive indicators of broiler chickens. Volume (5), Issue (181), The Arab Journal of Arid Environments issued by the Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands (ACSAD).

24. Mousa.B, T.M. and Abofarag, K.M.A. (2023). Blue Light Color Reduces the Newcastle Disease Post-Vaccinal Reactions of Indian River Broilers under Egyptian Conditions.
25. Riber, A.B. (2015). Effects of color of light on preferences, performance, and welfare in broilers. *Poultry Sci*, 94, 1767–1775.
26. Rierson, R.D. (2011). Broiler performance for Light color and feed form, and the effect of light on growth and performance of broiler chicks. M.Sc. thesis, College of Agriculture, Kansas State University, Manhattan, Kansas, USA, 42, 40.
27. Rozenboim, I., Piestun, Y., Mobarkey, N., Barak, M., Hoyzman, A. and Halevy, O. (2014). Monochromatic light stimuli during embryogenesis enhance embryo development and post-hatch growth. *Poult. Sci*, 83, 1413–1419.
28. Saad, H. F., Mudhar A. S. Abu Tabeekh, Sabah K.M. AL-hummod. (2023). The effect of using different lighting colors on some productive and behavioral qualities in broilers chicks. *British Journal of Global Ecology and Sustainable Development*, 16, 27–35.
29. Senaratna, A.D., Samarakone, T.S., Madusanka, A.P. and Gunawardane, W.D. (2012). Preference of broiler chicken for different light colors in relation to age, session of the day and behavior. *Tropical Agricultural Res*, 23, 193–203.
30. Soliman, E.S. and Hassan, R.A. (2019). Impact of lighting color and duration on productive performance and Newcastle disease vaccination efficiency in broiler chickens. *Vet World*, 12 (7), 1052–1059. doi: 10.14202/vetworld.2019.1052–1059. Epub 2019 Jul 17. PMID: 31528032; PMCID: PMC6702559.
31. Son, H.J. and Ravindran, V. (2009). The effects of light colors on the behavior and performance of broiler chickens. *Korean J. Poult. Sci*, 36 (4), 329–335.
32. Xie, D., Liu, W., Wang, Z., Cao, J., Jia, L. and Chen, Y. (2008). Green and Blue Monochromatic Lights Promote Growth and Development of Broilers Via Stimulating Testosterone Secretion and Myofiber Growth. *The Journal of Applied Poultry Research*, 17(2), 211–218.

33. Zhang, L., Cao, J., Wang, Z., Dong, Y. and Chen, Y. (2012). Effect of a combination of green and blue monochromatic light on broiler immune response. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 138, (9), 118–123.
34. Zhang, L., Zhang, H.J., Wang, J., Wu, S.G., Qiao, X., Yue, H.Y., Yao, J. H., and Qi, G.H. (2014). Stimulation with monochromatic green light during incubation alters satellite cell mitotic activity and gene expression in relation to embryonic and posthatch muscle growth of broiler chickens. *Animal*, 8, 86–93.