



DOI: <https://doi.org/10.65814/ijar.30.1.79>

تأثير إضافة الاستازانثين إلى علائق فروج اللحم الملوثة بالأفلاتوكسين في التقليل من آثاره السلبية في الأداء الانتاجي

وليد اسماعيل كردي¹

ag.waleed.ismail@uoanbar.edu.iq

عبدالله حسن حسين¹

abd02g4001@uoanbar.edu.iq

سالم حسن الورشان¹

ag.salim-warshan@uoanbar.edu.iq

© 2026 Directorate of Agricultural Research, Ministry of Agriculture. This is an open-access article under the CC by Licenses <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



الملخص

هدفت الدراسة إلى تقويم تأثير إضافة الاستازانثين وفيتامين E إلى علائق فروج اللحم الملوثة بالأفلاتوكسين B1، إذ تم توزيع 150 طيراً بشكل عشوائي على خمس معاملات، بواقع ثلاث مكررات وكانت المعاملات كما يأتي: T1: عليقة أساسي بدون إضافة، T2: عليقة أساسي مضاف إليها أفلاتوكسين B1 بتركيز 300 جزء بالمليون، T3: عليقة أساسي مضاف إليها أفلاتوكسين B1 بتركيز 300 جزء بالمليون مع استازانثين بتركيز 0.750 ملغم.كغم⁻¹، T4: عليقة أساسي مضاف إليها أفلاتوكسين B1 بتركيز 300 جزء بالمليون مع استازانثين بتركيز 1.5 ملغم.كغم⁻¹، T5: عليقة أساسي مضاف إليها أفلاتوكسين B1 بتركيز 300 ملغم.كغم⁻¹ مع فيتامين E بتركيز 5 ملغم.كغم⁻¹.

أظهرت نتائج المدة الأولى انخفاض معنوي ($P \leq 0.05$) في الأداء الانتاجي لوجود الأفلاتوكسين مع انعدام التأثير الايجابي للاستازانثين وفيتامين E في هذه المدة، بينما خففت المعالجة بالاستازانثين من تأثيراته السلبية في المدة الثانية من (22-42 يوماً) مع عدم ملاحظة أي تأثير ايجابي لفيتامين E. وأظهرت النتائج وجود انخفاض معنوي ($P \leq 0.05$) في استهلاك العلف للمعاملين T3 و T4 مقارنة بالمعاملة T2 الملوثة بالأفلاتوكسين B1 في المدة الأولى. أما فيما يخص معامل التحويل الغذائي فقد سجلت المعاملة T2 وفيتامين E (T5) في الأسبوعين الثالث والرابع من العمر زيادة معنوية ($P \leq 0.05$) مقارنة مع معاملة السيطرة T1. أما فيما يخص معدل النمو النسبي، فقد لوحظ في المدة الأولى انخفاض معدلاته في كل من المعاملات T2 و T3 و T5 مقارنة مع المعاملة T1. كما لوحظت زيادة معنوية ($P \leq 0.05$) في معدلات الدليل الانتاجي والمؤشر الاقتصادي للمعاملة الأولى (T1)، إذ بلغت كل من 634.0 و 705.4 للدليل الانتاجي والمؤشر الاقتصادي على التوالي، بينما سجلت المجموعة T5 أدنى معدلاته. يمكن الاستنتاج من أن الاستازانثين يُعد مضافاً غذائياً واعداداً لدعم صحة وأداء الدواجن تحت ظروف الاجهاد التأكسدي الناتج من السموم الفطرية، متفوقاً في فاعليته على فيتامين E في التخفيف من آثار السموم الفطرية.

الكلمات الدالة: الأفلاتوكسين B1، الاستازانثين، فيتامين E، فروج اللحم

¹ جامعة الانبار، كلية الزراعة، الانبار، العراق.

➤ تاريخ تسلم البحث: 14/أيلول/2025

➤ تاريخ قبول البحث: 29/أيلول/2025

➤ متاح على الانترنت: 30/حزيران/2026.

المقدمة

تُصنّف السموم الفطرية ضمن النواتج الأيضية الثانوية التي تُفرزها بعض الفطريات، لاسيما الأنواع المنتمة إلى جنس *Aspergillus*، إذ يتم إنتاج هذه المركبات من المراحل المختلفة من نمو الفطر [18]. تعد السموم الفطرية من الملوثات الشائعة التي تؤثر في المحاصيل الزراعية، وخاصة الذرة، من مراحل الحصاد والنقل والمعالجة والتخزين. هذه السموم يمكن أن تؤدي إلى تدهور جودة المحاصيل وتسبب مخاطر صحية للمستهلكين [5]. يعد تلوث أغذية الحيوانات بهذه السموم إشكالية صحية وزراعية عالمية، خاصة في صناعة الدواجن. وأوضحت أحدث الدراسات العالمية أن أكثر من 85% من عينات أغذية الحيوانات من 100 دولة كانت ملوثة بأنواع مختلفة من السموم الفطرية، من أهمها الأفلاتوكسين B1، الديوكسينيفالينول، الزيلارينول، والفومونيسينات [3]. تُقدّر منظمة الأغذية والزراعة (FAO) أن قرابة ربع المحاصيل الزراعية العالمية مُعرضة لخطر التلوث بالسموم الفطرية مما يشكل تهديداً جسيماً للأمن الغذائي العالمي [4]. تُسهم السموم الفطرية في إحداث خسائر اقتصادية ملموسة في قطاع إنتاج الدواجن، وذلك من خلال تأثيرها السلبي في معدلات النمو، كفاءة الاستفادة من العلف، والاستجابة المناعية لدى فروج اللحم. كما يشكل انتشار هذه السموم عائقاً أمام التجارة الدولية نتيجة احتمالية انتقال مخلفاتها عبر سلاسل الغذاء الحيواني، الأمر الذي قد يُهدد سلامة المستهلك وصحة الإنسان [3، 18].

يعد الإجهاد التأكسدي من العوامل الرئيسية التي تؤدي إلى تدهور الأداء الإنتاجي، وضعف المناعة، وزيادة معدلات الوفيات، مما ينتج عنه خسائر اقتصادية ملحوظة. يظهر هذا الإجهاد من خلال تراكم الجذور الحرة الناتجة عن أنواع الأوكسجين التفاعلية، التي تزداد بشكل ملحوظ مع ارتفاع درجات الحرارة المحيطة، مما يؤدي إلى تفاقم الأضرار في أنسجة الجسم [3، 4]. تساهم السموم الفطرية في تفاقم التفاعلات التأكسدية، والتي بدورها تؤثر سلباً في الخصائص النوعية للحوم، ويتجلى هذا الأثر في تغييرات لون اللحم، وارتفاع الرقم الهيدروجيني النهائي، وتدني درجة الطراوة، وضعف القدرة على الاحتفاظ بالماء [6]. في ظل هذه التحديات، اتجهت البحوث المعاصرة نحو استكشاف استعمال إضافات طبيعية مقاومة للأكسدة، مثل الكاروتينات (Carotenes)، في علف الدواجن كاستراتيجية للتخفيف من الآثار السلبية للإجهاد التأكسدي [16]. ينظر إلى الاستازانثين (Astaxanthin)، بوصفه صبغاً طبيعياً ينتمي إلى مجموعة الكاروتينات الزانثوفيلية (Cryptoxanthin carotenoids)، على أنه مركب ذو نشاط بايولوجي واسع النطاق، إذ تتجلى أبرز خصائصه في كفاءته العالية مضاداً تأكسدياً [2، 8]. عدّ الإستازانثين من المركبات الحيوية واسعة الاستخدام في مجالات متعددة، تشمل الصناعات الغذائية، والأعلاف، ومستحضرات التجميل، والاستزراع المائي، والمكملات الغذائية، فضلاً عن الصناعات الدوائية، ويُعزى ذلك إلى كفاءته العالية في مكافحة الجذور الحرة [8]. واستناداً إلى ما تقدم فقد أجريت هذه الدراسة بهدف تقييم تأثير إضافة الاستازانثين وفيتامين E إلى علائق فروج اللحم الملوثة بالأفلاتوكسين B1.

المواد وطرق البحث

التجارب المختبرية

أُجريت التجارب المختبرية لهذه الدراسة في مختبر الدراسات العليا التابع لقسم وقاية النبات والمختبر المركزي في كلية الزراعة في جامعة الأنبار، للمدة من 7 تشرين أول 2024 لغاية 24 شباط 2025. تم إجراء التجارب للكشف عن الأجناس الفطرية المصاحبة لحبوب الذرة الصفراء وتحديد النسب للنوعين *A. parasiticus* و *A. flavus* المنتجين للأفلاتوكسين. جرى عزل وتشخيص العزلات، واختيار الأكثر إنتاجية منهما، ثم تحديدها جزيئياً باستعمال تقانة تفاعل البلمرة التسلسلي (PCR) واستعمالها في إنتاج السم الأفلاتوكسين B1.

طير التجربة

أُجريت هذه التجربة التي استمرت 42 يوماً في أحد قاعات الطيور الداجنة التابعة إلى لقسم الإنتاج الحيواني / كلية الزراعة في جامعة الأنبار للمدة من 9 شباط وحتى 23 آذار 2025. هدفت التجربة إلى دراسة آثار إضافة الاستازانتين مضاد للاكسدة لتقليل الأضرار السلبية للأفلاتوكسين B1 في دجاج اللحم بعمر 42 يوماً. تم توزيع 150 طيراً Ross 308 بمعدل وزن 40 غراماً بشكل عشوائي على خمس معاملات، إذ ضمت كل معاملة 3 مكررات، واحتوى كل مكرر على 10 طيور. تم تقديم ثلاثة أنواع مختلفة من العلائق في أثناء مدة التجربة وهي عليقة بادئ التي استمرت من اليوم الأول إلى اليوم الحادي عشر، عليقة النمو التي استمرت من 12 إلى 21 يوماً والعليقة النهائية التي استمرت من 22 إلى 42 يوماً. وقد بدأت المعاملة الفعلية للطيور بالإضافة في الأسبوع الثاني من التجربة، إذ تم إضافة هذه الإضافات إلى العليقة الأساسي اعتباراً من 15 شباط 2025.

أما معاملات التجربة المستعملة فكانت كما يأتي:

معاملة T1: عليقة اساس بدون أية اضافة والتي اعتبرت السيطرة السالبة.

معاملة T2: عليقة اساس + أفلاتوكسين B1 300 جزء بالمليون التي عدت عليقة موجبة.

معاملة T3: عليقة اساس + أفلاتوكسين B1 300 جزء بالمليون مع استازانتين بتركيز 0.750 ملغم.كغم⁻¹.

معاملة T4: عليقة اساس + أفلاتوكسين B1 300 جزء بالمليون مع استازانتين بتركيز 1.5 ملغم.كغم⁻¹.

معاملة T5: عليقة اساس + أفلاتوكسين B1 300 جزء بالمليون مع فيتامين E بتركيز 5 ملغم.كغم⁻¹.

تم استخدام المواد التالية لدراسة تأثيرها في تثبيط الأفلاتوكسين B1 في الاداء الانتاجي لفروج اللحم وهي كالتالي:

فيتامين E: تم استعمال مسحوق فيتامين E المجهز من مؤسسة فابكو الأردنية.

الأستازانتين: تم الحصول على الأستازانتين الطبيعي الصافي 100% على هيئة مسحوق مستخلص من طحلب *Haematococcus pluvialis* المائي، المستورد من الصين عبر شركة الشحن العالمية DHL، من إنتاج شركة Xi'an Changyue phytochemistry Co., Ltd.

تمت مراقبة وزن الجسم الحي للطيور اسبوعياً، كما اشتملت الدراسة على قياس الزيادة الوزنية الأسبوعية ومعدل استهلاك العلف الاسبوعي، فضلاً عن حساب معامل التحويل الغذائي الاسبوعي [7]، ومن ثم حساب معدل سرعة النمو والدليل الانتاجي والمؤشر الاقتصادي في نهاية الاسبوع السادس. تم تحليل البيانات باستخدام البرنامج الإحصائي SAS (2012) مع تطبيق التصميم العشوائي التام (CRD). تم استخدام اختبار دانكن (Duncan's Multiple Range Test) (1955) لاختبار الفروق بين المتوسطات، وهو يُعد اختباراً إحصائياً يُستخدم بعد تحليل التباين (ANOVA) لتحديد الفروق ذات الدلالة الإحصائية بين المتوسطات للصفات المدروسة [9].

النتائج والمناقشة

أظهرت النتائج في جدول 1 انعدام الفروق المعنوية خلال الأسبوع الثاني من (7-14 يوماً) بين المعاملات. أما في المدة من 14-21 يوماً ومن 21-28 يوماً، فقد أظهرت المجموعات T2 و T3 و T4 و T5 انخفاضاً معنوياً ($P \leq 0.05$) في وزن الجسم الاسبوعي مقارنة مع مجموعة السيطرة (T1)، في حين انعدمت الفروق المعنوية في وزن الجسم الاسبوعي بين المعاملات (T2 و T3 و T4 و T5)، أما المدة من 28-35 يوماً فقد أظهرت المعاملات T2 و T3 و T5 انخفاضاً معنوياً مقارنة

بالمعاملة T1، في حين لم تظهر المعاملة T4 اختلافاً معنوياً في وزن الجسم الأسبوعي بالمقارنة مع بقية المعاملات، بينما سجلت المعاملة T5 في المدة من 35-42 يوم أدنى وزناً للجسم أسبوعياً بالمقارنة مع T1.

Table 1: Effect of adding astaxanthin to broiler feed contaminated with aflatoxin on weekly body weight of broiler chickens (Mean $\pm$ SE).

Period (day)	Treatment					P-value
	T1	T2	T3	T4	T5	
14	357.0 $\pm$ 7.4	350.7 $\pm$ 6.4	362.3 $\pm$ 7.6	364.5 $\pm$ 8.4	361.2 $\pm$ 9.9	NS
21	911.7 $\pm$ 17.6 a	854.7 $\pm$ 13.6 b	860.7 $\pm$ 18.8 b	858.8 $\pm$ 15.9 b	833.2 $\pm$ 19.3 b	0.05
28	1600.8 $\pm$ 38.1 a	1423.7 $\pm$ 31.0 b	1483.8 $\pm$ 40.6 b	1458.7 $\pm$ 36.1 b	1417.8 $\pm$ 30.3 b	0.05
35	2547.9 $\pm$ 58.6 a	2273.0 $\pm$ 49.1 b	2297.9 $\pm$ 65.4 b	2368.7 $\pm$ 58.9 ab	2233.2 $\pm$ 61.8 b	0.05
42	3266.7 $\pm$ 74.1 a	3085.6 $\pm$ 56.4 ab	3073.5 $\pm$ 90.5 ab	3068.7 $\pm$ 64.1 ab	2897.2 $\pm$ 97.9 b	0.05

NS: Non-significant.

a, b, c: Different letters within a row indicate significant differences between treatments at the significance level (P $\leq$ 0.05).

يتضح من جدول 2 ان فروج اللحم التي تغذت على أعلاف ملوثة بالأفلاتوكسين B1 أظهرت انخفاضاً معنوياً ملحوظاً في وزن الجسم الأسبوعي، وقد يعزى الانخفاض في الوزن الأسبوعي للجسم إلى تغذية الطيور على علائق ملوثة بالأفلاتوكسين B1، ويرتبط هذا التأثير بعدة عوامل، منها انخفاض استهلاك العلف، وتراجع معدل الأيض، واضطراب أيض الدهون، فضلاً عن تثبيط تخليق الأحماض النووية (DNA و RNA)، وضعف نشاط إنزيم RNA polymerase [11]. وفي الأسبوع الخامس لم يقلل فيتامين E (المعاملة T5) والاستازانثين عند تركيز 0.75 (المعاملة T3) من التأثيرات السلبية للأفلاتوكسين، اما عند تركيز 1.5 (المعاملة T4) فقد ازداد وزن الجسم الأسبوعي لفروج اللحم، ويعود السبب في تأثير الاستازانثين الى عمله الفعال في زيادة نسبة وجود الأحياء المجهرية المفيدة في الفلورا المعوية وانتشارها على سطح الطبقة المخاطية المنتشرة على شبكة ألياف الميوسين المغطية للخلايا المعوية ليستغل في تعزيز وتكاثر بكتريا المفيدة ومنها بكتريا حامض اللاكتيك منها أجناس *Bifidobacterium*, *Streptococcus*, *Lactobacillus* [10, 22].

تعد الأفلاتوكسينات أكثر السموم الفطرية شيوعاً، والتي تمثل مشكلة كبيرة لمنتجات الدواجن، فقد تبين أن السموم الفطرية تصيب أكثر من 25% من المحاصيل الزراعية العالمية، ومن المتوقع أن يصل معدل تلوث مكونات العلف بالأفلاتوكسين B1 في العديد من البلدان إلى 60% في السنوات القادمة، مما يشكل خطراً عاماً كبيرة [20]. من خلال النتائج يلاحظ ان الأفلاتوكسين B1 كان لها تأثير سلبي خلال المدة الأولى في معدل الزيادة الوزنية لدى فروج اللحم ولم يكن للاستازانثين وفيتامين E اي تأثير في تقليل تأثيراته السلبية، بينما خففت المعالجة بالاستازانثين من تأثيراتها السلبية في المدة من (22-42) يوماً، في حين لم يلاحظ تأثير فيتامين E على الحد من تأثير الأفلاتوكسين B1.

وقد يعود التحسن في معدل الزيادة الوزنية المعاملة بالاستازانثين الى نشاطه المضاد للأوكسدة وعمله الكبير في حماية الخلايا والدهون والبروتينات والاحماض النووية DNA من الأوكسدة بفعل الجذور الحرة من خلال الامتداد عبر غشاء الخلية الطبقة المزوجة، إذ تقوم سلسلة البولين المسؤولة عن هذا النشاط بمحاصرة واقتناص الجذور الحرة، ثم يأتي عمل الحلقة الطرفية التي تتخلص

منها داخل وخارج الخلية وبذلك يمنع حدوث تفاعلات تكوين الجذور الحرة الناتجة من العمليات الأيضية الاعتيادية وحماية الأنسجة من التلف والمحافظة على مستوى البروتين ثم تطور الجسم والعضلات وهذا ما ينعكس بدوره على زيادة وزن الجسم [15].

Table 2: Effect of adding astaxanthin to broiler feed contaminated with aflatoxin on weight gain of broiler chickens (Mean $\pm$ SE).

Period (day)	Treatment					P-value
	T1	T2	T3	T4	T5	
14	175.0 $\pm$ 7.7*	168.7 $\pm$ 2.6	180.3 $\pm$ 1.8	182.5 $\pm$ 10.8	179.2 $\pm$ 3.6	NS
21	554.7 $\pm$ 17.8 a	504.0 $\pm$ 10.7 b	498.3 $\pm$ 22.06 b	494.3 $\pm$ 5.4 b	472.0 $\pm$ 7.4 b	0.05
28	689.2 $\pm$ 5.8 a	569.0 $\pm$ 10.6 c	623.2 $\pm$ 11.4 b	599.8 $\pm$ 10.4 bc	584.7 $\pm$ 11.5 c	0.05
35	948.6 $\pm$ 58.1	849.3 $\pm$ 23.0	809.1 $\pm$ 61.9	928.9 $\pm$ 40.6	816.9 $\pm$ 50.4	NS
42	720.1 $\pm$ 9.6	813.7 $\pm$ 37.0	771.7 $\pm$ 51.2	679.2 $\pm$ 35.9	664.7 $\pm$ 85.3	NS
First Intervals 21-7	729.7 $\pm$ 17.6 a	672.7 $\pm$ 12.2 b	678.7 $\pm$ 21.7 b	676.8 $\pm$ 14.9 b	651.2 $\pm$ 5.7 b	0.05
Second Intervals 22-42	2357.9 $\pm$ 59.3	2232.0 $\pm$ 37.6	2204.0 $\pm$ 115.4	2208.0 $\pm$ 12.0	2066.3 $\pm$ 139.7	NS
Total intervals 42-7	3087.6 $\pm$ 74.2 a	2904.7 $\pm$ 35.2 ab	2882.6 $\pm$ 115.1 ab	2884.8 $\pm$ 25.5 ab	2717.5 $\pm$ 142.0 b	0.05

NS: Non-significant.

a, b, c: Different letters within a row indicate significant differences between treatments at the significance level ($P \leq 0.05$)

يتبين من جدول 3 وجود زيادة معنوية ($P \leq 0.05$) في معدل استهلاك العلف لمعاملة افلاتوكسين B1 وفيتامين (E) لدى المعاملة T5 عند المقارنة مع مجموعة السيطرة (T1)، بينما سجلت المعاملتان T3 و T4 انخفاض معنوي مقارنة بالمعاملة T2 للمدة الاولى من (7-21 يوماً). ولم تكن هنالك فروق معنوية بين المعاملات للمُدَّة 22-42 يوماً و 7-42 يوماً. وكانت هنالك فروق معنوية في انخفاض استهلاك العلف للمعاملات T4 و T3 مقارنة بالمعاملة T2 الملوثة بالافلاتوكسين B1 بينما سجلت المعاملة T5 اعلى معدل في استهلاك العلف للأسبوع الثالث ($P \leq 0.05$) مقارنة مع باقي المعاملات باستثناء المعاملة T2.

وسجل انخفاض ملحوظ في استهلاك العلف للمعاملة T2 الملوثة بالافلاتوكسين B1 مقارنة بمعاملة السيطرة T1 تلتها المعاملتين T5 و T4 و T3 للأسبوع الرابع ($P \leq 0.05$). كما أظهرت نتائج الدراسة تبايناً في معدل استهلاك العلف المعامل بالافلاتوكسين والتي ازدادت في الاسبوع الثالث والمدة الاولى و انخفضت في الاسبوع الرابع. وقد يعود السبب في هذا الانخفاض الى ان افلاتوكسين B1 يسبب تغيرات تنكسية وتنخرية في الخلايا الكبدية مما يضعف قدرته على ايض العناصر الغذائية مما يؤدي إلى انخفاض الشهية والتقليل من استهلاك العلف [21]. وان السموم الفطرية تحدث تآكل في خلايا الامعاء مما تقلل من امتصاص العناصر الغذائية والاستفادة من العناصر الغذائية وتقلل من الشهية [15].

Table 3: Effect of adding astaxanthin to broiler feed contaminated with aflatoxin on feed intake for broiler chickens (Mean $\pm$ SE).

Period (day)	Treatment					P-value
	T1	T2	T3	T4	T5	
14	228.7 $\pm$ 2.7*	217.3 $\pm$ 6.5	227.3 $\pm$ 2.5	228.5 $\pm$ 6.0	228.3 $\pm$ 14.3	NS
21	737.7 $\pm$ 14.8 bc	787.5 $\pm$ 35.2 ab	690.5 $\pm$ 22.8 c	687.7 $\pm$ 8.9 c	811.7 $\pm$ 19.4 a	0.05
28	914.3 $\pm$ 13.5 a	825.7 $\pm$ 23.8 b	860.3 $\pm$ 7.7 b	858.0 $\pm$ 16.9 b	835.0 $\pm$ 5.5 b	0.05
35	1173.4 $\pm$ 123.8	1216.3 $\pm$ 27.7	1194.8 $\pm$ 81.0	1330.9 $\pm$ 23.0	1176.1 $\pm$ 51.7	NS
42	1042.3 $\pm$ 132.6	1177.6 $\pm$ 47.3	1102.6 $\pm$ 106.1	1067.4 $\pm$ 58.5	957.5 $\pm$ 210.2	NS
First Interval 21-7	966.3 $\pm$ 12.3 bc	1004.8 $\pm$ 41.6 ab	917.8 $\pm$ 20.4 c	916.2 $\pm$ 5.8 c	1040.0 $\pm$ 12.8 a	0.05
Second Interval 42-22	3131.5 $\pm$ 212.07	3218.9 $\pm$ 35.5	3160.06 $\pm$ 183.6	3248.5 $\pm$ 65.07	2969.5 $\pm$ 254.7	NS
Total interval 42-7	4096.1 $\pm$ 215.5	4224.4 $\pm$ 41.8	4075.8 $\pm$ 186.6	4162.1 $\pm$ 66.7	4013.8 $\pm$ 265.7	NS

NS: Non-significant.

a, b, c: Different letters within a row indicate significant differences between treatments at the significance level ($P \leq 0.05$).

يتضح من جدول 4 قيم معامل تحويل العلف الأسبوعية والإجمالية لفروج اللحم المدد من (7-14 و 35-42 يوماً) لم تكن هنالك فروق معنوية بين المعاملات، في الوقت الذي سجلت فيه المدة من (14-21 يوماً) والمدة الأولى (7-21 يوماً)، فقد سجلت زيادة معنوية في معامل التحويل الغذائي لدى المجموعة المعاملة بالأفلاتوكسين (T2) وفيتامين E (T5) مقارنة مع مجموعة السيطرة (T1) وبفارق معنوي ($P \leq 0.05$)، في حين سجلت انخفاض معنوي في معاملات السيطرة والاستازانتين بتركيزين في كلتا المعاملتين T3 و T4 عند المقارنة مع المجموعة المعاملة بالأفلاتوكسين (T2). أما في المدة من 21-28 يوماً، فقد سجلت المعاملات T2 و T5 و T4 زيادة معنوية ($P \leq 0.05$) في معامل التحويل الغذائي، مقارنة مع مجموعة السيطرة (T1). وفي المدة من 28-35 يوماً سجلت المعاملات T3 و T4 و T5 و T2 زيادة معنوية ($P \leq 0.05$) في معامل تحويل الغذائي مقارنة مع المجموعة T1. أما المدة الكلية فقد سجلت زيادة معنوية ($P \leq 0.05$) للمعاملات T5 و T2 و T4 و T3 مقارنة مع المجموعة T1.

من خلال النتائج يلاحظ زيادة معدل تحويل العلف عند المجموعة المعاملة بالأفلاتوكسين، وتعزى هذه الزيادة إلى التأثيرات السلبية والسامة للأفلاتوكسين الكبد والأمعاء، إذ يعمل على تقليل هضم وامتصاص العناصر الغذائية الأساس مثل البروتينات والدهون والكربوهيدرات، مما ينعكس سلباً على معدل النمو اليومي وتدهور الحالة الصحية مما يؤدي إلى انخفاض وزن الجسم وارتفاع معامل التحويل الغذائي. كما أن التأثيرات المثبطة للمناعة الناتجة عن الأفلاتوكسين تزيد من استهلاك الطاقة الموجهة إلى اليات الدفاع الحيوي بدلاً من النمو. أما الاستازانتين فقد قللت بشكل واضح في خفض معدل التحويل الغذائي في المدة الأولى ولكن لم يظهر فروق معنوية في المدة الكلية، مقارنة بمجموعة الأفلاتوكسين وحده، ويُعزى ذلك إلى الدور المضاد للأوكسدة القوي الذي يمتلكه الاستازانتين، مما يقلل من الضرر التأكسدي في الكبد والأمعاء ويحسن من كفاءة امتصاص العناصر الغذائية في هذه المرحلة [18]. غير أن هذا التأثير لم يستمر في مدى مدة التربية الكاملة، إذ لم يُسجل اختلاف معنوي في معدل التحويل الغذائي الكلي بين المعاملات. ويُحتمل أن يكون السبب في ذلك هو أن التأثير الإيجابي للاستازانتين كان أكثر وضوحاً في مدة الإجهاد

المبكر المرتبط بالتعرض للأفلاتوكسين، بينما مع تقدم العمر وزيادة حدة التأثيرات السمية، تضائل عمل الاستازانثين في تحسين الكفاءة الغذائية.

اما فيتامين E فقد أظهر في المدة الأولى زيادة في معدل التحويل الغذائي، ويُحتمل أن ذلك مرتبط بزيادة استهلاك العلف دون تحقيق زيادة مماثلة في الوزن، مما أدى إلى ارتفاع قيمة كفاءة التحويل الغذائي، بينما في المدة الكلية لم تُلاحظ فروق معنوية بينه وبين الاستازانثين أو مجموعة الأفلاتوكسين. وتشير هذه النتائج إلى أن فعالية مضادات الأكسدة الطبيعية (الاستازانثين وفيتامين E) قد تكون محدودة زمنياً أو متأثرة في شدة السمية المزمنة للأفلاتوكسين [14].

Table 4: Effect of adding astaxanthin to broiler feed contaminated with aflatoxin on feed conversion ratio for broiler chickens (Mean $\pm$ SE).

Period (day)	Treatment					P-value
	T1	T2	T3	T4	T5	
day 14	1.31 $\pm$ 0.05*	1.29 $\pm$ 0.03	1.26 $\pm$ 0.02	1.26 $\pm$ 0.04	1.28 $\pm$ 0.10	NS
21	1.33 $\pm$ 0.02 c	1.56 $\pm$ 0.04 b	1.39 $\pm$ 0.02 c	1.39 $\pm$ 0.02 c	1.72 $\pm$ 0.06 a	0.05
28	1.33 $\pm$ 0.008 b	1.45 $\pm$ 0.02 a	1.38 $\pm$ 0.01 ab	1.43 $\pm$ 0.03 a	1.43 $\pm$ 0.02 a	0.05
35	1.23 $\pm$ 0.06 b	1.43 $\pm$ 0.03 a	1.48 $\pm$ 0.03 a	1.44 $\pm$ 0.04 a	1.44 $\pm$ 0.04 a	0.05
42	1.45 $\pm$ 0.19	1.45 $\pm$ 0.01	1.42 $\pm$ 0.05	1.57 $\pm$ 0.006	1.41 $\pm$ 0.13	NS
First Interval 21-7	1.33 $\pm$ 0.03 c	1.49 $\pm$ 0.03 b	1.35 $\pm$ 0.01 c	1.35 $\pm$ 0.03 c	1.60 $\pm$ 0.03 a	0.05
Second Interval 42-22	1.33 $\pm$ 0.06 b	1.44 $\pm$ 0.009 a	1.43 $\pm$ 0.02 a	1.47 $\pm$ 0.02 a	1.43 $\pm$ 0.03 a	0.05
Total interval 42-7	1.32 $\pm$ 0.04 b	1.45 $\pm$ 0.01 a	1.41 $\pm$ 0.01 a	1.44 $\pm$ 0.01 a	1.47 $\pm$ 0.02 a	0.05

NS: Non-significant.

a, b, c: Different letters within a row indicate significant differences between treatments at the significance level ($P \leq 0.05$).

يتبين من جدول 4 تأثير المعاملات المختلفة في معدل النمو النسبي من 7 إلى 42 يوماً، إذ لوحظ أنه خلال المدة من 14 إلى 21 يوماً، لم تسجل مجموعة المعاملة بالأفلاتوكسين B1 (T2) انخفاض في معدل النمو النسبي لفروج اللحم مقارنة مع مجموعة السيطرة (T1)، في حين سجلت المجموعة المعاملة بالاستازانثين وفيتامين E (المعاملات T3 و T4 و T5) أكثر انخفاضاً من المدة 14-21 يوماً. اما المدة 21-28 يوم، فقد لوحظ في المجموعة T2 المعاملة بالأفلاتوكسين B1 انخفاض معنوي ($P \leq 0.05$) مقارنة بالمجموعة T1. أما المدة الأخرى من (7-14 ومن 28-35 ومن 42-22 يوماً) فلم تُظهر فروقاً ذات دلالة إحصائية بين المعاملات.

من خلال النتائج يلاحظ انخفاض معدل النمو النسبي في المجموعة المعاملة بالأفلاتوكسين. وقد أشار Kuehu *et al.*

[13] إلى أن زيادة وزن الجسم كانت أقل بشكل ملحوظ في فروج اللحم الذي يتغذى على علائق ملوثة بالأفلاتوكسين B1 بمقدار 50 و 200 ميكروغرام. كغم⁻¹ من العلف. ويرجع السبب في تأثير الأفلاتوكسين B1 على معدل النمو النسبي، إذ تعمل السموم الفطرية على إحداث اضطرابات أيضية وتدهور في الحالة الصحية للكبد والأمعاء، مما يؤدي إلى انخفاض استهلاك العلف، وقلة امتصاص العناصر الغذائية، وضعف أداء النمو نتيجة لانخفاض جودة العلف، وإفراز الإنزيمات الهضمية، وضعف الجهاز

المناعي [12, 19]. اما المجموعة المعاملة بالاستازانثين فقط اظهرت تأثير ايجابي في الاسبوع الرابع. اما في المدة الاولى فلم يظهر للاستازانثين وفيتامين E اي تأثير ويعود السبب في ذلك إلى أن الاجهاد التأكسدي الناتج عن التعرض المزمن للأفلاتوكسين B1 قد تجاوز قدرة المضادات الأكسدة الطبيعية على تحسين النمو.

Table 5: Effect of adding astaxanthin to broiler feed contaminated with aflatoxin on relative growth rate of broiler chickens (Mean $\pm$ SE).

Period (day)	Treatment					P-value
	T1	T2	T3	T4	T5	
14	64.88 $\pm$ 1.92*	63.32 $\pm$ 0.67	66.26 $\pm$ 0.45	66.68 $\pm$ 2.66	65.96 $\pm$ 0.89	NS
21	87.42 $\pm$ 2.09 a	83.61 $\pm$ 0.90 ab	81.42 $\pm$ 2.18 b	80.86 $\pm$ 1.14 b	79.04 $\pm$ 1.12 b	0.05
28	54.88 $\pm$ 0.98 a	49.95 $\pm$ 0.50 b	53.20 $\pm$ 1.61 ab	51.77 $\pm$ 0.53 ab	51.95 $\pm$ 0.94 ab	0.05
35	45.64 $\pm$ 1.79	45.94 $\pm$ 0.55	42.76 $\pm$ 2.56	48.31 $\pm$ 2.17	44.66 $\pm$ 1.96	NS
42	24.78 $\pm$ 0.67 b	30.38 $\pm$ 1.51 a	28.75 $\pm$ 1.05 ab	24.90 $\pm$ 1.30 b	25.72 $\pm$ 2.33 ab	0.05
First Interval 21-7	133.40 $\pm$ 1.06 a	129.76 $\pm$ 0.83 b	130.12 $\pm$ 1.44 b	130.03 $\pm$ 1.02 b	128.28 $\pm$ 0.41 b	0.05
Second Interval 42-22	112.77 $\pm$ 0.74	113.25 $\pm$ 1.27	112.16 $\pm$ 3.02	112.50 $\pm$ 0.67	110.47 $\pm$ 3.20	NS
Total interval 42-7	178.89 $\pm$ 0.45 a	177.72 $\pm$ 0.24 ab	177.52 $\pm$ 0.83 ab	177.59 $\pm$ 0.18 ab	176.28 $\pm$ 1.07 B	0.05

NS: Non-significant.

a, b, c: Different letters within a row indicate significant differences between treatments at the significance level ($P \leq 0.05$).

أظهرت معاملة السيطرة (T1) أعلى دليلاً إنتاجياً (634.0)، ومؤشر اقتصادياً (705.4) بينما سجلت المجموعة T5 أدنى دليلاً إنتاجياً (523.4) ومؤشر اقتصادي (561.1)، في حين لم تظهر أي فروق معنوية بين المعاملات T2, T3, T4 (جدول 6).

يستنتج مما تقدم من هذه الدراسة إلى انخفاض كلٍّ من المؤشر الاقتصادي والدليل الإنتاجي في المجموعات المعاملة بالأفلاتوكسين مقارنةً بمجموعة السيطرة. يُعزى ذلك إلى التأثيرات السامة للأفلاتوكسين B1، الذي يثبط استهلاك العلف ويضعف كفاءة الاستفادة منه، من خلال إعاقة امتصاص العناصر الغذائية، والتأثير السلبي في سلامة الرغابات المعوية، وتثبيط تخليق البروتين. كما يؤدي الأفلاتوكسين إلى تثبيط المناعة، مما يزيد من معدلات النفوق، وهذا بدوره ينعكس مباشرةً على المؤشرات الإنتاجية والاقتصادية وان إضافة الاستازانثين قد ابدى تأثيراً ايجابياً لمقاومة الجسم لتأثيرات الافلاتوكسين وان المستويات المرتفعة منه قد أدت الى حصول تأثير سلبي مختلف عن المستويات المنخفضة منه [19].

Table 6: Effect of adding astaxanthin to broiler feed contaminated with aflatoxin on production index and economic indicator (Mean $\pm$ SE).

The property	Treatment					P-value
	T1	T2	T3	T4	T5	
Production index	634.0 $\pm$ 34.8* a	585.7 $\pm$ 15.1 ab	600.0 $\pm$ 38.9 ab	587.2 $\pm$ 20.8 ab	523.4 $\pm$ 21.9 b	0.05
economic indicator	705.4 $\pm$ 8.6 a	606.5 $\pm$ 10.5 b	619.4 $\pm$ 19.8 b	607.4 $\pm$ 0.7 b	561.1 $\pm$ 19.7 c	0.05

a, b, c: Different letters within a row indicate significant differences between treatments at the significance level ($P \leq 0.05$).

REFERENCES

- 1- Alam, S.; H. U. Shah; H. Khan and N. Magan (2012) The effect of substrate, season and agroecological zone on mycoflora and aflatoxin contamination of poultry feed from Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *Mycopathol.* 174:341- 349. <https://doi.org/10.1007/s11046-012-9545-8>.
- 2- Al-Khafaji, F.; N. Nafel; G. Oleiwi and R. Mohammed (2023). Effectiveness of nano-selenium and astaxanthin and their mixture added to the diet in the liver histological traits of broiler. *Euphrates journal of agricultural science*, 15(3): 304-314.
- 3- Alkubayse, A. and B. H. Mousa (2025). Role of Bioactive Lycopene in Mitigating the Impact of Aflatoxin B1 on Physiological Performance of Bbroiler Chickens. *Egyptian Journal of Veterinary Sciences*, 56(7):1489-1497.
- 4- Al-Tae, Z. T. and M. G. Saeed (2023). Correlation incidence between infectious bursal disease and aflatoxicosis in broilers chicken farms in Nineveh province, Iraq. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 37(1), 183-190. <https://doi.org/10.33899/ijvs.2022.133881.2315>,
- 5- Al-Warshan, S. H. (2012). Investigation for aflatoxin B1, fumonisin B1 and toxin producing fungi in maize grain. *The Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 43(2).
- 6- Ambati, R.R.; P. Moi; S. Ravi and R. G. Aswathanarayana (2014). Astaxanthin: sources, extraction, stability, biological activities and its commercial applications—a review. *Mar. Drugs* 12:128–152. <https://www.mdpi.com/1660-3397/12/1/128#>
- 7- Arain, M. A.; F. Nabi; Q. A. Shah; M. Alagawany; S. A. Fazlani; M. Khalid; and M. R. Farag, (2022). The role of early feeding in improving performance and health of poultry: herbs and their derivatives. *World's Poultry Science Journal*, 78(2): 499-513. <https://doi.org/10.1080/00439339.2022.2043133>
- 8- Awadh, I. A. and B. S. Zangana (2021). Effect of Adding Different Levels of Astaxanthin Extracted From an Algae *Haematococcus Pluvialis* to The Diet on Some Immunological Characteristics of Broilers Reared Under Natural and Elevated Environmental Conditions'. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 910, No. 1, p. 012003). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/910/1/012003>.
- 9- Dansou, D. M.; H. Wang; R. D. Nugroho; W. He; Q. Zhao and J. Zhang (2021). Assessment of response to moderate and high dose supplementation of astaxanthin in laying hens. *Animals*, 11(4):1138. <https://www.mdpi.com/2076-2615/11/4/1138#>
- 10- Duncan, D.B. (1955). Multiple Rang and Multiple F-test. *Biometrics*. 11(1):1-42. <https://doi.org/10.2307/3001478>
- 11- Guo, Y.; B. Balasubramanian; Z. H. Zhao and W. C. Liu (2021). Marine algal polysaccharides alleviate aflatoxin B1-induced bursa of Fabricius injury by regulating redox and apoptotic signaling pathway in broilers. *Poult. Sci.*, 100(20):844–857. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.10.050>
- 12- Haasbroek, K.; W.; Takabe, M.; Yagi, and Y. Yoshikazu (2019). High-fat diet induced dysbiosis and amelioration by Astaxanthin RAD CASA - *Medical Sciences*. 540=48-49: 58-66. <https://doi.org/10.21857/9xn31crexy>

- 13- Kuehu, D. L.; Y. Fu; M. Nasu; H. Yang; V. S. Khadka and Y. Deng (2024). Use of microalgae-derived astaxanthin to improve cytoprotective capacity in the ileum of heat-induced oxidative stressed broilers. *Animals*, 14(13):1932. <https://doi.org/10.3390/ani14131932>
- 14- Malekinezhad, P.; L. E. Ellestad; N. Afzali; S. H. Farhangfar; A. Omid and A. Mohammadi (2021). Evaluation of berberine efficacy in reducing the effects of aflatoxin B1 and ochratoxin A added to male broiler rations. *Poult Sci* 100(2): 797– 809 <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.10.040>
- 15- Mohamed, A. M. and E. I. Al-Shamary (2022). Isolation and identification of aflatoxin B1 producing fungi from stored wheat in some silos of Baghdad. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 53(6):1427-1436. <https://doi.org/10.36103/ijas.v53i6.1659>
- 16- Oguz, H. (2011). A review from experimental trials on detoxification of aflatoxin in poultry feed. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, 27(1):1–12.
- 17- Pertiwi, H.; M. Y. Nur Mahendra and J. Kamaludeen (2022). Astaxanthin as a potential antioxidant to improve health and production performance of broiler chicken. *Veterinary Medicine International*, (1):4919442.
- 18- Rhadi, A. G.; A. J. Al-Rudainy and R. S. Attee (2024). Impact of aflatoxin b1 on growth performance and histopathological changes in *Cyprinus carpio*. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 55(4):1346-1352.
- 19- Surai, P.F. (2002). *Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction*. Nottingham University Press, Nottingham
- 20- Tolosa, J., Ruiz, M.J., (2021). Multi-mycotoxin occurrence in feed, metabolism and carry-over to animal-derived food products: A review. *Food and Chemical Toxicology* 158, 112661. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2021.112661>
- 21- Viechtbauer, W. (2010). Conducting Meta-Analyses in R with the metafor Package. *J Stat Softw* 36(3):1–48 <https://www.jstatsoft.org/article/view/v036i03>
- 22- Yamashita, E. (2013). Astaxanthin as a medical food. *Funct Foods Health Dis*; 3:254-258. <https://doi.org/10.31989/ffhd.v3i7.49>
- 23- Yarru, L.P.; R.S. Settivari; N. K. S.Gowda; E. Antoniou; D. R. Ledoux and G. E. Rottinghaus (2009). Effects of turmeric (*Curcuma longa*) on the expression of hepatic genes associated with biotransformation, antioxidant, and immune systems in broiler chicks fed aflatoxin. *Poultry Science*, 88(12):2620–2627. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00204>
- 24- Yonei, Y.; M. Yagi; M. Nakamura; L. Parengkuan; M. Ogura; T. Taira; S. Asano and H.H. Liu (2013). Effects of Astaxanthin on intestinal microflora in mice fed a high-fat diet. *Anti-Aging Medicine*, 10:77-91.



DOI: <https://doi.org/10.65814/ijar.30.1.79>

EFFECT OF ASTAXANTHIN SUPPLEMENTATION ON MITIGATING THE NEGATIVE IMPACT OF AFLATOXIN-CONTAMINATED DIETS ON BROILER PRODUCTIVE PERFORMANCE

Abdulla Hassan Hussein¹
ag.waleed.ismail@uoanbar.edu.iq

Waleed Ismail Kurdi¹
abd02g4001@uoanbar.edu.iq

Salim Hassan Al-Warshan¹
ag.salim-warshan@uoanbar.edu.iq

© 2026 Directorate of Agricultural Research, Ministry of Agriculture. This is an open-access article under the CC by Licenses <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



ABSTRACT

This study assessed the effects of astaxanthin and vitamin E supplementation in broiler diets contaminated with aflatoxin B1. One hundred fifty birds were randomly assigned to five treatment groups, each with three replicates: T1 (control, basal diet), T2 (basal diet plus 300 ppb aflatoxin B1), T3 (basal diet plus 300 ppb aflatoxin B1 and 0.750 mg/kg astaxanthin), T4 (basal diet plus 300 ppb aflatoxin B1 and 1.5 mg/kg astaxanthin), and T5 (basal diet plus 300 ppb aflatoxin B1 and 5 mg/kg vitamin E). During the first period, aflatoxin exposure significantly ($P \leq 0.05$) reduced productive performance, and neither astaxanthin nor vitamin E supplementation had a positive effect at this stage.

In the second period (22–42 days), astaxanthin supplementation mitigated the negative effects of aflatoxin, while vitamin E did not demonstrate a beneficial role. Feed intake was significantly lower ($P \leq 0.05$) in T3 and T4 compared to T2 during the first period. The feed conversion ratio was significantly ($P \leq 0.05$) increased in T2 and T5 during the third and fourth weeks compared to T1. Relative growth rate declined in T2, T3, T4, and T5 during the first period compared to T1. T1 exhibited significantly ($P \leq 0.05$) higher production index (634.0) and economic efficiency index (705.4), whereas T5 had the lowest values. These findings indicate that astaxanthin is a promising feed additive for enhancing poultry health and performance under oxidative stress induced by mycotoxins, and it is more effective than vitamin E in counteracting the adverse effects of aflatoxins.

Keywords: Aflatoxin B1, astaxanthin, vitamin E, broiler chicken.

¹ College of Agriculture, University of Anbar, Al-Anbar, Iraq.

- **Received:** September 14, 2025.
- **Accepted:** September 29, 2025.
- **Available online:** June 30, 2026.