إضافة النحاس العضوي وغير العضوي إلى العلائق وتأثيره في الاداء الانتاجي وبعض صفات الذبيحة لفروج اللحم

وليد خالد عبد اللطيف الحياني وحسين قاسم أحميد البهادلي[1]

قسم الانتاج الحيواني – كلية الزراعة/ جامعة بغداد

الخلاصة

أجريت الدراسة في حقل الطيور الداجنة الكائن في قسم الانتاج الحيواني التابع لكلية الزراعة/ جامعة بغداد، للمدة من 2014/9/19 وحتى 2014/10/31. لدراسة تأثير إضافة مستويات (0، 15، 30 جزء/ مليون)، ومصادر مختلفة من النحاس (كبريتات النحاس وخلات النحاس) إلى علائق فروج اللحم في الأداء الإنتاجي وبعض صفات الذبيحة. وتحديد أفضل مصدر وتركيز للنحاس والتداخل فيما بينهما. أستعمل في التجربة 540 فرخ لحم غير مجنسة سلالة Ross بعمر يوم واحد. وزعت الطيور في عمر يوم واحد توزيعاً عشوائياً على ستة تداخلات، (90 طير/ تداخل). غذيت الطيور على عليقة بادئ للمدة 1 – 21 يوماً تحتوي على 23% بروتين خام و3027 كيلو سعرة طاقة ممثلة، وعليقة نهائية للمدة 22 – 42 يوماً تحتوي 20% بروتين خام و3195 كيلو سعرة طاقة مثلة. استعمل مصدران من النحاس هما النحاس غير العضوي (كبريتات النحاس) والنحاس العضوي (خلات النحاس) اضيفت بثلاث تراكيز تراكيز لكل مصدر (0، 15، 30 ملغم/ كغم) إلى العلائق لتشكل 6 تداخلات فيما بين مصدر النحاس وتراكيزه. توصلت النتائج إلى عدم وجود فروق معنوية بين مصادر النحاس العضوية (خلات النحاس) وغير العضوية (كبريتات النحاس) في الصفات الإنتاجية. وأن إضافة مصادر النحاس العضوية وغير العضوية إلى علائق فروج اللحم بالتركيزين 15 و30 ملغم/ كغم أدت تحسن معنوي في كل من معدل وزن الجسم الحي، الزيادة الوزنية ومعامل التحويل الغذائي، قيم الدليل الإنتاجي والمؤشر الاقتصادي والأوزان النسبية لقطعيات الذبيحة الرئيسة ونسبة التصافي ووزن الذبيحة المنظفة مع عدم وجود فروق معنوية في معدل استهلاك العلف. كما إن التداخل بين مصادر النحاس وتراكيزه أدى الى تحسن معنوي في الصفات الإنتاجية، إذ تفوق التداخل بين (خلات النحاس، كبريتات النحاس) والتركيزين 15 و30 ملغم/ كغم على التداخل بين (خلات النحاس، كبريتات النحاس) والتركيز 0 ملغم/ كغم، وأن التداخل بين خلات النحاس والتركيز 30 ملغم/ كغم حقق أفضل النتائج. يمكن الاستنتاج أن استعمال 30 ملغم/ كغم من النحاس العضوي وغير العضوي يعمل على تحسين الأداء الإنتاجي لفروج اللحم.

الكلمات المفتاحية: النحاس العضوي وغير العضوي، الأداء الإنتاجي، صفات الذبيحة، فروج اللحم.

e-mail: walhayani@yahoo.com

Use of organic and inorganic copper in diets and its effect on production performance and some traits of broiler carcass

W. K. Al-Hayani and H. Q. Al-Behadili

Department of Animal Resource- College of Agriculture/ University of Baghdad

Abstract

This study was conducted in the farm of the Animal production Department/ College of Agriculture /University of Baghdad, during the period from 19/9/2014 to 31/10/2014. The aim of this study was to study the effect of adding different levels (0.15, 30 part/ million) and sources of copper (copper sulfate and copper acetate) to the diets of broilers on productive performance and some carcass traits .Also to determine the best source and concentration of copper, and the interaction between them. The experiment was conducted by using 540 unsexy broilers of the organ Ross at the age of one day. Birds were randomly distributed at the age of 1 day on six interactions, (90 Bird/ interaction). Bird were feed on starter for a period of 1- 21 days on diet contain 23% crude protein and 3027 Kcal metabolic energy/kg, and Finisher of diet for a period of 22- 42 days contain 20% crude protein and 3195 Kcal metabolic energy/kg. Two copper sources were used, namely inorganic copper (copper sulfate) and organic copper (copper

[1] البحث مستل من رسالة الماجستير للباحث الثاني.

acetate) with three concentrations for each source 0, 15.30 mg/ kg, according to the following interactions: to form 6 interactions between the copper source and its concentration. The results of the experiment showed as in following No Significant differences between organic sources of copper (copper acetate) and inorganic (copper sulfate) because the difference in the copper source had no significant effect on the productive properties. And that the addition of organic and inorganic copper sources to the diets of broilers in concentration 15 and 30 mg / kg resulted in significant improvement in each of the live body weight, gain body weight and Feed conversion, while no significant effect on feed intake. significant improvement in the productive value, Economic index of the broiler chickens at 42 days carcass relative weight, dressing percentage and the weight of the cleaned carcass, while no significant effect on feed intake. The interaction between (copper acetate, copper sulfate) and the concentrations of 15 and 30 mg/kg exceeded the interaction between (copper acetate, copper sulfate) and the concentrations of 0 mg/kg, and the interaction between copper acetate and concentration of 30 mg/ kg achieved the best results. It can be concluded that the use of 30 mg/ kg of organic and inorganic copper improves the productive performance of broiler chicks.

Keywords: organic and inorganic copper, production performance, carcass, broiler

المقدمة

تشغل العناصر المعدنية النادرة حيزاً فاعلاً ومهماً في صناعة الطيور الداجنة، إذ أنها تعد ضرورية للنمو وديمومة الأنشطة الحيوية وعمليات التمثيل الغذائي، كما أنها عوامل محفزة للأنزيمات أو مادة أولية لبناء الأنظمة الإنزيمية في عدد من خلايا الجسم (1). أن مدى توافر العناصر المعدنية في النباتات والمصادر غير العضوية التقليدية منخفض جداً، في الوقت الذي أصبحت فيه متطلبات الخطوط الحديثة للطيور الداجنة من العناصر المعدنية النادرة مرتفعة جداً نتيجةً لسرعة نموها ومعدل أيضها العالي لتكون غزيرة الإنتاج من اللحم والبيض على حد سواء (2). فضلاً عن أهمية العناصر المعدنية النادرة في التناسل والمناعة والعمليات الحيوية الاخرى (3). ذلك كله جعل من استعمال العناصر المعدنية في العلائق امراً اساساً في انتاج الطيور الداجنة وصناعتها (2). يعد النحاس أحد العناصر المعدنية النادرة الضرورية للحيوانات والطيور الداجنة، إذ ثبت أن له دوراً حيوياً مهماً في عدد من النظم الإنزيمية في الجسم (4). ومع التطور الكبير في صناعة الطيور الداجنة ولاسيما فروج اللحم، وعمليات التربية والتحسين المستمرة التي أدت إلى أن يبلغ عمر التسويق لطيور فروج اللحم أقل من 42 يوماً، برزت أهمية كبرى لاستعمال العناصر المعدنية النادرة في علائق فروج اللحم، ويأتي النحاس ضمن أهم هذه العناصر المعدنية النادرة (5)، وذلك لما للنحاس من أهمية في بناء الكتلة العضلية للجسم وزيادتها، وتقليل ترسيب الدهن (6)، وزيادة معدل الأيض وتحفيزه لإنتاج هرموني النمو والثايروكسين (7، 8، 9). تناولت الدراسات الحديثة الدور الإيجابي للنحاس من مصادر مختلفة منها العضوية أو غير العضوية، وثبتت أهمية كلا المصدرين (10). فقد أشار (11) إلى أن استعمال النحاس غير العضوي قد أدى إلى تحسن كبير في معدل وزن الجسم، ومعامل التحويل الغذائي، وأشار (12) إلى تحسن في نسبة التصافي والأوزان النسبية لقطعيات الذبيحة الرئيسة عند استعمال النحاس غير العضوي في علائق فروج اللحم، وعلى نتائج مشابه تحصل(13) عند استعمالهم النحاس العضوي. وبناءً على المعطيات المذكورة أنفاً، أن هذه الدراسة ترمي إلى: تقييم استعمال النحاس في علائق فروج اللحم، من مصادر مختلفة (عضوية وغير عضوية)، في الأداء الانتاجي لهذه الطيور. مقارنة تأثير النحاس غير العضوي بتأثير النحاس العضوي. وتحديد المصدر الأفضل. تحديد التركيز الأمثل من النحاس الذي يستعمل في علائق فروج اللحم. دراسة تأثير التداخل بين مصادر النحاس وتراكيزها.

المواد وطرائق العمل

اجريت الدراسة في حقل الطيور الداجنة التابع لقسم الانتاج الحيواني في كلية الزراعة/ جامعة بغداد/ أبي غريب، للمدة من 2014/9/19 إلى 2014/10/31. وأستخدم فيها 540 فرخاً من فروج اللحم غير مجنسة سلالة Ross 308 بعمر يوم واحد وبوزن إبتدائي 38.24 غم. ربيت الافراخ في قاعة مقسمة بحواجز من السلك المعدني على شكل اكنان (Pens) مساحة كل كن 1.7 × 2 م، وزعت الطيور توزيعاً عشوائياً على ستة تداخلات، 90 طيراً/ معاملة، 3 تكرارات/ معاملة، 30 طير/ تكرار، ووزعت التكرارات توزيعاً عشوائياً على الأكنان منذ اليوم الأول من عمر الأفراخ. تم تقديم العلف للطيور بشكل حر، وغذيت الطيور على عليقة البادئ (starter) وعليقة النهائي (finisher) الموضحتين بالجدول1. استعمل في التجربة الحلقية مصدران للنحاس الأول كبريتات النحاس (النحاس غير العضوي) (39% نحاس)، والثاني خلات النحاس (النحاس العضوي) (31% نحاس) بهيئة مسحوق Powder منتج من شركة Biogrowing Co، إضيف كل منهما بالتراكيز 0، 15، 30 ملغم (على اساس نسبة النحاس في كل مصدر). قدرت الصفات التالية أسبوعياً: وزن الجسم الحي، الزيادة الوزنية، العلف المستهلك ومعامل التحويل الغذائي وحسب الدليل الانتاجي والمؤشر الاقتصادي وفق المعادلات التي اشار اليها ناجي وحنا (14)، وحسبت نسبة التصافي والوزن النسبي لقطعيات الذبيحة على وفق المعادلة التي أشار إليها (15). حللت بيانات هذه الدراسة على وفق التصميم العشوائي الكامل Complete Randomize Design (CRD) في اتجاهين، لدراسة تأثير العوامل المختلفة (مصدر النحاس وتركيزه) في الصفات المدروسة. وقورنت الفروق المعنوية بين المتوسطات باختبار Duncan (16) متعدد الحدود. واستعمل البرنامج الاحصائي الجاهز SAS (17) في التحليل الاحصائي.

الجدول (1) النسب المئوية لمكونات العلائق المستعملة في الدراسة وتركيبها الكيميائي

المواد العلفية	عليقة البادئ%	العليقة النهائية%
ذرة صفراء	30	40
حنطة	28.25	24
كسبة فول الصويا (44% بروتين)	31.75	24.8
مركز بروتيني [1]	5	5
زيت زهرة الشمس	2.9	4.4
حجر كلس	0.9	0.6
ثنائي فوسفات الكالسيوم DCP	0.7	0.9
ملح طعام	0.3	0.1
خليط فيتامينات ومعادن	0.2	0.2
المجموع	100	100
التحليل الكيميائي المحسوب [2]		
البروتين الخام (%)	23	20
الطاقة الممثلة المحسوبة (كيلو سعرة / كغم علف)	3027	3195.3
لايسين (%)	1.2	1.1
ميثايونين (%)	0.49	0.46
سستين (%)	0.36	0.32
ميثايونين + سستين (%)	0.85	0.78
كالسيوم (%)	0.85	0.76
فسفور متاح (%)	0.45	0.49
% C. P	131.61	159.77

[1] المركز البروتيني نوع BROCON – 5 SPECIAL W: صيني المنشأ. يحتوي كل كغم منه على: 40% بروتين خام، 3.5% دهن، 1% ألياف، 6% كالسيوم، 3% فسفور متاح، 3.25% لايسين، 3.5% ميثايونين، 3.90% ميثايونين + سستين، 2.2% صوديوم، 2100 كيلو سعرة / كغم طاقة ممثلة، 200000 وحدة دولية فيتامين A، 40000 وحدة دولية فيتامين D_3، 500 ملغم فيتامين E، 30 ملغم فيتامين K_3، 15 ملغم B_1، فيتامين B_2، 150 ملغم B_3، 20 ملغم B_6، 300 ملغم B_{12}، 10 ملغم حامض الفوليك، 100 مايكروغرام بيوتين، 1 ملغم حديد، 100 ملغم نحاس، 1.2 ملغم منغنيز، 800 ملغم زنك، 15 ملغم يود، 2 ملغم سيلينيوم، 6 ملغم كوبلت، 900 ملغم مضاد اكسدة (BHT).

[2] حسب التحليل الكيميائي للعليقة على وفق NRC (18).

النتائج والمناقشة

يتضح من الجدول 2 أن التداخل بين خلات النحاس والتركيز 30 ملغم/ كغم (T_6) حقق أعلى معدل وزن جسم حي، إذ تفوق هذا التداخل تفوقاً معنوياً ($P<0.05$) على التداخلين بين كبريتات النحاس والتركيز 0 ملغم/ كغم (T_1) وخلات النحاس والتركيز 0 ملغم/ كغم (T_4)، كما تفوق التداخل نفسه حسابياً على التداخلات كبريتات النحاس مع التركيزين 15 ملغم/ كغم (T_2)، و30 ملغم/ كغم (T_3)، وخلات النحاس والتركيز 15 ملغم/ كغم (T_5). كما يلاحظ أن التداخلين بين كبريتات النحاس والتركيز 30 ملغم / كغم (T_3) وخلات النحاس والتركيز 15 ملغم/ كغم (T_5) سجلا تفوقاً معنوية ($P<0.05$) على التداخل بين كبريتات النحاس والتركيز 0 ملغم/ كغم (T_1). كما يلاحظ من الجدول نفسه أن التداخل بين خلات النحاس والتركيز 30 ملغم / كغم (T_6) قد تفوق تفوقاً معنوياً ($P<0.05$) في صفة معدل الزيادة الوزنية الكلية (1 – 42 يوماً) على التداخلين بين كبريتات النحاس والتركيز 0 ملغم/ كغم (T_1) وخلات النحاس والتركيز 0 ملغم/ كغم (T_4)، وحسابياً على التداخلات الأخرى. كما ان التداخل بين كبريتات النحاس والتركيز 30 ملغم/ كغم (T_3) وخلات النحاس والتركيز 15 ملغم/ كغم (T_5) قد تفوقا تفوقاً معنوياً ($P<0.05$) على التداخل بيت كبريتات النحاس والتركيز 0 ملغم/ كغم. كما يلاحظ من الجدول 2 إن التداخل بين مصدر النحاس وتركيزه لم يكن ذا تأثير معنوي في معدل استهلاك العلف الكلي (0 – 42 يوماً). وقد ذكرت عدة دراسات أن النحاس ليس له تأثير معنوي في معدل استهلاك العلف الكلي، إذ أنه لا يغير من استساغة الطيور للعلف، وليس ذو تأثير لزيادة استهلاكه أو أنخفاضه (19، 20، 21). كما يلاحظ من الجدول نفسه ان التداخل بين خلات النحاس والتركيز 30 ملغم/ كغم (T_6) سجل أفضل معامل تحويل غذائي في أثناء المدة الكلية للتجربة، إذ تفوق تفوقاً معنوياً على التداخلات بين كبريتات النحاس وخلاته والتركيز 0 ملغم/ كغم (T_1 وT_4) وبين خلات النحاس والتركيز 15 ملغم/ كغم (T_5) وحسابياً على التداخلات المتبقية. وعلى المستوى نفسه يلاحظ أن التداخل بين كبريتات النحاس والتركيز 30 ملغم/ كغم (T_3) تفوق تفوقاً معنوياً على التدخلين بين مصدري النحاس والتركيز 0 ملغم/ كغم (T_1 وT_4) ولم يسجل فرق معنوي بينه وبين التداخلات المتبقية. أما التداخل بين كبريتات النحاس والتركيز 15 ملغم/ كغم فقد تفوق معنوياً على التداخل بين الكبريتات والتركيز 0 ملغم/ كغم (T_1). أن للنحاس عدة أدوار أيضية، إذ أنه يدخل في أيض الطاقة، ويحفز على زيادة معدل الأيض، وذلك من خلال تحفيز الغدة الدرقية على إنتاج الثايروكسين T4 كما ينظم عملية امتصاصه في الدم، من طريق السيطرة على مستويات الكالسيوم (22). إذ يعد هرمون الثايروكسين مهماً في أيض الطاقة والبروتينات، ووجوده بالتراكيز الفسلجية يعمل على بناء البروتينات وزيادة الكتلة العضلية في الجسم، كما يعزز من وظائف هرمون النمو في الجسم (23، 24). أو قد يعود التحسن المعنوي في معدل وزن الجسم إلى علاقة النحاس بهرمون النمو، إذ عرف النحاس بدوره الجوهري في زيادة إنتاج هرمون النمو Growth hormone (8، 25)، المهم في أيض الأحماض الأمينية وبناء البروتينات وزيادة الكتلة العضلية ومن ثم زيادة معدل النمو، من خلال زيادة نضوحية (osmolarity) الأحماض الأمينية وزيادة تركيزها داخل الخلايا وهذا بدوره يزيد من عملية تصنيع البروتينات (26). كما ذكر (27) أن النحاس يعمل على زيادة جاهزية الأحماض الأمينية في الأمعاء الدقيقة ويسهل من عملية امتصاصه عبر الدم إلى الكبد، ليسهم ذلك في تحفيز عملية بناء البروتينات (28).

جدول (2) تأثير إضافة النحاس العضوي (خلات النحاس) وغير العضوي (كبريتات النحاس) بتراكيز مختلفة إلى العلائق في معدل وزن الجسم الحي (غم/ طير) ومعدل الزيادة الوزنية الكلية (غم) ومعدل استهلاك العلف الكلي (غم/ طير) ومعامل التحويل الغذائي الكلي(غم علف/ غم وزن حي) (المتوسط ± الخطأ القياسي) لطيور فروج اللحم

العوامل المؤثرة				معدل وزن الجسم الحي الكلي (غم/ طير)			معدل الزيادة الوزنية الكلية (غم)			معدل استهلاك العلف الكلي (غم/ طير)			معامل التحويل الغذائي الكلي (غم علف/ غم وزن حي)		
مصدر النحاس	كبريتات النحاس			3018.39	±	37.56	2980.15	±	37.56	4633.52	±	28.20	1.56	±	0.02
	خلات النحاس			3055.85	±	49.25	3017.61	±	49.25	4648.94	±	41.38	1.54	±	0.02
مستوى المعنوية				غ. م			غ. م			غ. م			غ. م		
تركيز النحاس	0 ملغم / كغم			2909.91 B	±	55.64	2871.67 B	±	55.64	4640.87	±	57.42	1.62	±	0.02 A
	15 ملغم / كغم			3080.28 A	±	29.89	3042.04 A	±	29.89	4698.27	±	31.39	1.55	±	0.02 B
	30 ملغم / كغم			3121.19 A	±	20.19	3082.94 A	±	20.19	4584.55	±	21.87	1.49	±	0.01 C
مستوى المعنوية				0.01			0.01			غ. م			0.01		
المصدر * التركيز	كبريتات النحاس	0 ملغم/كغم	T_1	2894.81 C	±	44.35	2856.57 C	±	44.35	4652.60	±	79.41	1.63	±	0.02 A
		15 ملغم/كغم	T_2	3062.78 ABC	±	49.35	3024.54 ABC	±	49.35	4640.27	±	34.73	1.54	±	0.03 BCD
		30 ملغم/كغم	T_3	3097.59 AB	±	27.79	3059.35 AB	±	27.79	4607.71	±	38.61	1.51	±	0.01 CD
	خلات النحاس	0 ملغم/كغم	T_4	2925.00 BC	±	115.25	2886.76 BC	±	115.25	4629.13	±	100.21	1.61	±	0.03 AB
		15 ملغم/كغم	T_5	3097.78 AB	±	41.55	3059.54 AB	±	41.55	4756.28	±	18.87	1.56	±	0.02 BC
		30 ملغم/كغم	T_6	3144.78 A	±	26.63	3106.54 A	±	26.63	4561.40	±	19.09	1.47	±	0.02 D
مستوى المعنوية				0.05			0.05			غ. م			0.05		
معامل التحديد (%)				56			56			35			75		

المتوسطات التي تحمل الحروف المختلفة ضمن العمود الواحد/ عامل تختلف معنوياً فيما بينها.

غ. م: عدم وجود فروق معنوية بين المتوسطات

وربما يعود التحسن المعنوي في معدل وزن الجسم إلى دور النحاس المضاد للأكسدة، إذ ذكر (29، 30) أن النحاس ذو خصائص كلابية تمنحه القدرة على الارتباط بالجذور الحرة والتخلص منها عبر منحه الكترونين. كما ذكر (31، 32) أن النحاس يدخل بقوة في وظائف إنزيمات السيرولوبلازمين Ceruloplasmin (CP) وسوبر أوكسيد دسميوتيسز Superoxide dismutases (SOD) والكتاليز catalase التي تمتاز بفاعليتها العالية المضادة للأكسدة. إن الأنظمة المضادة للأكسدة بمختلف أنواعها تعمل على توفير الحماية للجسم الحي من الجذور الحرة التي تؤدي إلى أضرار كبيرة في غشاء الخلية والأحماض الأمينية ومن ثم عرقلة عملية بناء البروتينات في الجسم (33). وتنهض العوامل المضادة للأكسدة وفي أولها الإنزيمات على المحافظة على التوازن التأكسدي في الجسم، ومن أهم هذه الإنزيمات إنزيم SOD، الذي يعمل على تحويل الجذر الحر -O2 (أقوى الجذور الحرة) إلى جذر بيروكسيد الهيدروجين الأقل خطورة (34). كما يعد النحاس فضلاً عما ذكر عامل نمو أساس (35)، وثبت دوره الكبير في تعزيز النمو وبناء الجسم (36)، إذ ذكر (37) أن إضافة النحاس إلى العلف تعمل على تحرير الأنزيمات الحالة في الصفراء ذات الدور الكبير المحفز للنمو. علاوة على تأثير النحاس في زيادة امتصاص المواد الغذائية من الأمعاء الدقيقة وأيض الكربوهيدرات والأحماض الأمينية في الجسم ومن ثم زيادة النمو (38). إن هذه العوامل مجتمعة أو غير مجتمعة قد تكون مسؤولة غن التحسن المعنوي في معدل وزن الجسم لطيور فروج اللحم التي استعمل النحاس في علائقها (الجدول 2). وقد تحصل كل من (39، 40، 41، 42، 43) على نتائج مقاربة لنتائج هذه الدراسة، إذ لاحظوا تحسناً واضحاً في معدل وزن الجسم بعد إضافة النحاس إلى علائق فروج اللحم من

مصادر مختلفة وبتراكيز متباينة. كما يلاحظ ان معامل التحديد قد بلغ 56% لصفة معدل الزيادة الوزنية الكلية. وهذا يفسر أن تأثير النحاس في معدل الصفة نفسها قد بلغ النسب المذكورة أنفاً، فضلاً عن ذلك أن معدل الزيادة الوزنية يرتبط ارتباطاً وثيقاً مع معدل وزن الجسم الحي، لذلك فأن العوامل التي تؤثر في أحدهما تؤثر في الثاني، أي أن التحسن المعنوي في معدل الزيادة الوزنية يعود للأدوار التي يؤديها النحاس ومنها تحفيز إنتاج هرموني الثايروكسين والنمو وفاعليته المضادة للأكسدة وغيرها من الأدوار التي أثرت في معدل وزن الجسم. إن التحسن المعنوي في معدل الزيادة الوزنية ينعكس انعكاساً واضحاً على معدل معامل التحويل الغذائي، ولاسيما عند عدم وجود فروق معنوية في معدل العلف المستهلك. أي أن التحسن المعنوي في معامل التحويل الغذائي يعود إلى تأثير النحاس في معدل هذه الصفة قد بلغ 75% على وفق ما أظهره معامل التحديد. إذ أن النحاس يسهم في زيادة قابلية الأمعاء الدقيقة على امتصاص السكريات والأحماض الأمينية، فضلاً عن تحفيزه لبعض الإنزيمات الهاضمة ليحسن من قابلية الفائدة من المواد الغذائية، وتجهيز الكبد بأكبر كمية ممكنة من هذه المركبات الغذائية (44، 45). يتبين من الجدول (3) أن مصادر النحاس لم تكن ذات تأثير معنوي في قيم الدليل الانتاجي والمؤشر الاقتصادي، عند عمر التسويق (42 يوماً). إلا أن تراكيز النحاس أثرت تأثيراً معنوياً ($p<0.01$) في قيم كلتا الصفتين. إذ سجل التركيزان 15 و30 ملغم/ كغم تفوقاً معنوياً ($p<0.01$) عند المقارنة بالتركيز 0 ملغم/ كغم، في الوقت الذي لم يسجل فيه اختلاف معنوي بين التركيزين 15 و30 ملغم/ كغم. ويلاحظ أن التداخل بين مصادر النحاس وتراكيز النحاس كان ذا تأثير معنوي في معدل قيم الدليل الإنتاجي والمؤشر الاقتصادي، إذ أن التداخل بين مصادر النحاس (كبريتات النحاس وخلات النحاس) مع التركيز 30 ملغم/ كغم (T_3 وT_6) كانا أفضل التداخلات، إذ تفوقا تفوقاً معنوياً ($p<0.01$) على التداخلين بين مصادر النحاس والتركيز 0 ملغم/ كغم (T_1 وT_4)، وحسابياً على التداخلين بين مصادر النحاس والتركيز 15 ملغم/ كغم (T_2، T_5).

جدول (3) تأثير إضافة النحاس العضوي (خلات النحاس) وغير العضوي (كبريتات النحاس) بتراكيز مختلفة إلى العلائق في قيم الدليل الإنتاجي والمؤشر الاقتصادي (المتوسط ± الخطأ القياسي) لطيور فروج اللحم عند العمر 6 أسبوعاً

العوامل المؤثرة				المؤشر الاقتصادي			الدليل الإنتاجي		
مصدر النحاس			كبريتات النحاس	462.90	±	11.61	462.90	±	11.61
			خلات النحاس	473.08	±	13.82	473.08	±	13.82
مستوى المعنوية				غ. م			غ. م		
تركيز النحاس			0 ملغم/ كغم	428.96	±	12.26 B	428.96	±	12.26 B
			15 ملغم/ كغم	475.12	±	8.99 A	475.12	±	8.99 A
			30 ملغم/ كغم	499.89	±	6.93 A	499.89	±	6.93 A
مستوى المعنوية				0.01			0.01		
المصدر * التركيز	كبريتات النحاس	T_1	0 ملغم/كغم	423.32	±	9.70 C	423.32	±	9.70 C
		T_2	15 ملغم/كغم	475.69	±	16.68 AB	475.69	±	16.68 AB
		T_3	30 ملغم/كغم	489.69	±	4.74 A	489.69	±	4.74 A
	خلات النحاس	T_4	0 ملغم/كغم	434.59	±	25.02 BC	434.59	±	25.02 BC
		T_5	15 ملغم/كغم	474.55	±	11.20 AB	474.55	±	11.20 AB
		T_6	30 ملغم/كغم	510.10	±	10.64 A	510.10	±	10.64 A
مستوى المعنوية				0.05			0.05		
معامل التحديد %				68			68		

المتوسطات التي تحمل الحروف المختلفة ضمن العمود الواحد/ عامل تختلف معنوياً فيما بينها.

غ. م: عدم وجود فروق معنوية بين المتوسطات

أن التحسن المعنوي في قيم الدليل الانتاجي والمؤشر الاقتصادي يعد محصلة للتحسن المعنوي في معدل وزن الجسم والزيادة الوزنية ومعامل التحويل الغذائي (الجدول 2)، نتيجة لأستعمال النحاس بمصادر ومستويات مختلفة، إذ عرف عن النحاس دوره الإيجابي في تحسين الصفات الانتاجية لطيور فروج اللحم، بناءً على خصائصه المضادة للأكسدة والمحفزة لهرمونات الثايروكسين والنمو، وتنظيم عمل ميزان النتروجين في الجسم (46). ومن الجدول نفسه يتضح أن معامل التحديد للدليل الإنتاجي والمؤشر الاقتصادي قد بلغ 68%، وهذا يفسر أن 68% من التحسن في هاتين الصفتين يعود إلى تأثير النحاس (47)، عبر تأثير في الصفات الاقتصادية المذكورة أنفاً. كما يعد هذان المؤشران أهم المؤشرات التي تعبر عن جودة الإنتاج وجدواه، إذ أنه محصلة الصفات الإنتاجية كافة، ويمنح صورة دقيقة عن نجاح أي مشروع أو فشله (14). تشير نتائج التحليل الإحصائي المبينة في الجدول 4 إلى عدم وجود فروق معنوية في معدل وزن الجسم الحي للطيور التي ذبحت من أجل دراسة صفات التصافي وقطعيات الذبائح. ويتضح من الجدول نفسه عدم وجود فرق معنوي بين متوسطي وزن الذبيحة المنظفة لمصدري النحاس (كبريتات النحاس وخلات النحاس)، مع وجود تأثير معنوي لتركيز النحاس للصفة نفسها، إذ يلاحظ أن التركيز 30 ملغم/ كغم تفوق تفوقاً معنوياً ($p<0.05$) في معدل وزن الذبيحة المنظفة على التركيز 0 ملغم/ كغم. وفيما يختص بالتداخل بين مصدر النحاس وتركيزه، يتضح أن التداخلات بين كبريتات النحاس والتركيزين 15 و 30 ملغم/ كغم (T_2 و T_3)، وخلات النحاس والتركيز 30 ملغم/ كغم (T_6) قد سجلوا تفوقاً معنوياً على التداخل بين كبريتات النحاس والتركيز 0 ملغم/ كغم (T_1)، اما تأثير النحاس العضوي وغير العضوي في معدل نسبة التصافي إذ يلاحظ أن مصدر النحاس لم يكن ذا تأثير معنوي في معدل هذه الصفة، إذ لم تسجل فروق معنوية بين متوسطي كبريتات النحاس وخلات النحاس. في حين سجلت تراكيز النحاس تأثيراً معنوياً في معدل نسبة التصافي، إذا يلاحظ أن التركيز 30 ملغم/ كغم من النحاس سجل تفوقاً معنوياً ($p<0.01$) على التركيز 0 ملغم/ كغم. ولم يكن هناك فرق معنوي بين التركيزين 0 و15 ملغم/ كغم. وام التداخل بين مصدر النحاس وتراكيز النحاس فيتبين من الجدول نفسه أن التداخل كان معنوياً فيما بين العاملين (المصدر * التركيز)، إذ أن التداخل بين خلات النحاس والتركيز 30 ملغم/ كغم من النحاس (T6) قد أعطى أفضل النتائج، إذ تفوق التداخل نفسه تفوقاً معنوياً ($p<0.05$) على التداخل بين كبريتات النحاس والتركيز 0 ملغم/ كغم.

جدول (4) تأثير إضافة النحاس العضوي (خلات النحاس) وغير العضوي (كبريتات النحاس) بتراكيز مختلفة إلى العلائق في معدل وزن الذبيحة (غم) ونسبة التصافي (%) (المتوسط ± الخطأ القياسي) لطيور فروج اللحم عند العمر 6 اسبوعاً

العوامل المؤثرة			الوزن الحي (غم)	وزن الذبيحة المنظفة (غم)	نسبة التصافي (%)
مصدر النحاس		كبريتات النحاس	3123.33 ± 86.41	2341.28 ± 66.82	75.02 ± 0.78
		خلات النحاس	3202.78 ± 80.37	2421.94 ± 58.63	75.67 ± 0.47
مستوى المعنوية			غ. م	غ. م	غ. م
تركيز النحاس		0 ملغم/ كغم	3047.08 ± 100.06	2242.50 ± 66.12 B	73.77 ± 1.02 B
		15 ملغم/ كغم	3194.58 ± 109.65	2420.83 ± 83.98 AB	75.79 ± 0.50 AB
		30 ملغم/ كغم	3247.50 ± 93.37	2481.50 ± 67.31 A	76.47 ± 0.55 A
مستوى المعنوية			غ. م	0.05	0.05
المصدر * التركيز	كبريتات النحاس	0 ملغم/ كغم T_1	2890.00 ± 128.87	2095.33 ± 38.39 B	72.94 ± 2.01 B
		15 ملغم/ كغم T_2	3226.67 ± 167.64	2456.67 ± 130.42 A	76.13 ± 0.67 AB
		30 ملغم/ كغم T_3	3253.33 ± 122.68	2471.83 ± 94.29 A	75.99 ± 0.62 AB
	خلات النحاس	0 ملغم/ كغم T_4	3204.17 ± 132.57	2389.67 ± 95.39 AB	74.61 ± 0.50 AB
		15 ملغم/ كغم T_5	3162.50 ± 156.17	2385.00 ± 116.24 AB	75.46 ± 0.78 AB
		30 ملغم/ كغم T_6	3241.67 ± 152.64	2491.17 ± 104.92 A	76.96 ± 0.93 A
مستوى المعنوية			غ. م	0.05	0.05
معامل التحديد%			13	26	23

المتوسطات التي تحمل الحروف المختلفة ضمن العمود الواحد/ عامل تختلف معنوياً فيما بينها.

غ. م: عدم وجود فروق معنوية بين المتوسطات

يعمل النحاس على زيادة بناء الكتلة العضلية في الجسم (39، 40)، وذلك عبر عدة آليات واضحة، إذ أن النحاس يعمل على تنظيم ميزان النتروجين في الجسم عبر زيادة جاهزية الأحماض الأمينة للامتصاص في الأمعاء (27)، فضلاً عن دور النحاس المهم في زيادة إنتاج هرمون الثايروكسين والنمو، المهمين في عمليات بناء البروتين في داخل الخلايا كافة (26)، وبالمحصلة زيادة كمية العضلات في الجسم، الأمر الذي ينعكس أنعكاساً إيجابياً في معدل وزن الجسم (الجدول 2)، إن العلاقة بين معدلات نسب التصافي ومعدلات وزن الجسم الحي علاقة طردية، إذ أن معدلات نسب التصافي تزداد مع زيادة معدلات وزن الجسم الحي (15). أي أن التحسن في معدلات نسب التصافي يعود إلى تأثير النحاس في هذه الصفة، وعلى وفق ما أظهر التحليل الإحصائي فإن النحاس مسؤول على 23% من التحسن في هذه الصفة (الجدول 4). ويعزز ذلك النتائج التي توصل إليها دقدوقة وآخرون (6)، إذ لاحظ تحسناً معنوياً في معدل نسب التصافي عند إضافة النحاس إلى علائق فروج اللحم بعدة تراكيز. ويتضح من جدول (5) نتائج التحليل الاحصائي لقطعيات الذبيحة الرئيسة والثانوية، ويلاحظ أن مصدر النحاس لم يؤثر في الوزن النسبي للفخذين، إلا أن تركيز النحاس كان فاعلاً في الصفة نفسها، وقد سجل التركيزان 15 و30 ملغم/ كغم تفوقاً معنوياً ($p<0.01$) على التركيز 0 ملغم/ كغم.أما التداخل بين مصادر النحاس وتراكيز النحاس، فيتضح أن التداخلين بين كبريتات النحاس والتركيز 15 ملغم/ كغم (T_2) وخلات النحاس والتركيز 30 ملغم/ كغم (T_6) قد تفوقا تفوقاً معنوياً على التداخلين بين كبريتات النحاس وخلات النحاس والتركيز 0 ملغم/ كغم (T_1 وT_4)، وحسابياً على التداخلين الآخرين (T_3 وT_5). أما الوزن النسبي للصدر، فيلاحظ عدم وجود فرق معنوي بين مصدري النحاس العضوي وغير العضوي (الكبريتات والخلات)، مع وجود تفوق معنوي ($p<0.01$) لصالح التركيزين 15 و30 ملغم/ كغم مقارنة بالتركيز 0 ملغم/ كغم. وفيما يختص بالتداخل بين المصدر والتركيز، يتضح من الجدول نفسه أن التداخل بين خلات النحاس والتركيز 30 ملغم/ كغم (T_6) قد تفوق تفوقاً معنوياً على التداخلين بين الكبريتات والخلات مع التركيز 0 ملغم/ كغم (T_1 وT_4) وحسابياً على التداخلين المتبقيين. في حين أن التداخلين بين الكبريتات والخلات مع التركيز 15 ملغم/ كغم (T_2 وT_5) تفوقا تفوقاً معنوياً على التداخل بين الخلات والتركيز 0 ملغم/ كغم (T_4) وحسابياً على التداخل بين الكبريتات والتركيز 0 ملغم/ كغم (T_1). كما يلاحظ أن خلات النحاس سجلت إنخفاضاً معنوياً ($p<0.05$) في معدل الوزن النسبي لقطعية الظهر مقارنة بكبريتات النحاس. كما سجل التركيزان 15 و30 ملغم/ كغم انخفاضاً معنوياً ($p<0.01$) في الوزن النسبي للقطعية نفسها مقارنة بالتركيز 0 ملغم/ كغم. وقد أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أن التداخل بين خلات النحاس والتركيز 30 ملغم/ كغم (T_6) قد سجل انخفاضاً معنوياً ($p<0.05$) مقارنةً بالتداخلات الأخرى، يله التداخل بين كبريتات النحاس والتركيز 30 ملغم/ كغم (T_3)، الذي أنخفض انخفاضاً معنوياً ($p<0.05$) بالمقارنة مع التداخل بين كبريتات النحاس والتركيز 0 ملغم/ كغم (T_1)، وحسابياً مع التداخلات الأخرى. وفيما يختص بالوزن النسبي للجناحان، فيلاحظ عدم وجود تأثير لمصدر النحاس في معدل هذه الصفة، في الوقت الذي لوحظ فيه انخفاض معنوي ($p<0.05$) للتركيز 15 ملغم/ كغم مقارنة بالتركيز 0 ملغم/ كغم، وحسابياً عند المقارنة بالتركيز 30 ملغم/ كغم، الذي بدوره لم يسجل فرقاً معنوياً بالمقارنة مع التركيز 0 ملغم/ كغم. أما التداخل بين مصادر النحاس وتراكيزه، فيتضح من أن التداخل بين كبريتات النحاس والتركيز 15 ملغم/ كغم (T_2) قد سجل انخفاضاً معنوياً في معدل الوزن النسبي للجناحان عند المقارنة بالتداخلات المتبقية. كما يلاحظ من الجدول نفسه أن مصادر النحاس وتراكيز لم تؤثر معنوياً في الوزن النسبي لقطعية الرقبة، إذ لم تلاحظ فروق معنوية في معدل الصفة نفسها بين كبريتات النحاس وخلات النحاس، ولا بين تراكيز النحاس المستعملة (0، 15، 30 ملغم/ كغم). إلا أن التداخل بين المصادر والتراكيز كان ذا تأثير معنوي

في خفض الوزن النسبي لقطعية الرقبة للتداخلات بين كبريتات النحاس والتركيز 0 ملغم/ كغم (T_1) والخلات والتركيزين 15 و30 ملغم/ كغم (T_5 وT_6) انخفاضاً معنوياً عند المقارنة بالتداخل بين خلات النحاس والتركيز 0 ملغم/ كغم (T_4) وحسابياً عند المقارنة بالتداخلين بين كبريتات النحاس والتركيزين 15 و30 ملغم/ كغم (T_2 وT_3).

جدول (5) تأثير إضافة النحاس العضوي (خلات النحاس) وغير العضوي (كبريتات النحاس) بتراكيز مختلفة إلى العلائق في معدل الأوزان النسبية لقطعيات الذبيحة (%) (المتوسط ± الخطأ القياسي) لطيور فروج اللحم عند العمر 6 اسبوعاً

العوامل المؤثرة			معدل الاوزان النسبية (%)											
			الفخذان		الصدر		الظهر		الجناحان		الرقبة			
مصدر النحاس	كبريتات النحاس		28.94 ± 0.29		37.06 ± 0.58		A 19.48 ± 0.57		8.45 ± 0.25		5.43 ± 0.19			
	خلات النحاس		29.18 ± 0.29		37.57 ± 0.49		B 18.14 ± 0.53		8.94 ± 0.13		5.51 ± 0.22			
مستوى المعنوية			غ. م		غ. م		0.05		غ. م		غ. م			
تركيز النحاس	0 ملغم / كغم		B 28.18 ± 0.22		B 35.54 ± 0.59		A 20.80 ± 0.61		A 9.17 ± 0.20		5.61 ± 0.32			
	15 ملغم / كغم		A 29.46 ± 0.40		A 38.19 ± 0.60		B 17.88 ± 0.54		B 8.27 ± 0.27		5.52 ± 0.23			
	30 ملغم / كغم		A 29.54 ± 0.29		A 38.22 ± 0.47		B 17.76 ± 0.57		AB 8.65 ± 0.23		5.29 ± 0.18			
مستوى المعنوية			0.01		0.01		0.01		0.05		غ. م			
المصدر * التركيز	كبريتات النحاس	0 ملغم/كغم T_1	B 27.96 ± 0.30		BC 35.81 ± 1.11		A 21.59 ± 0.93		A 9.04 ± 0.27		B 4.95 ± 0.36			
		15 ملغم/كغم T_2	A 29.78 ± 0.55		AB 38.15 ± 1.13		BC 17.73 ± 0.65		B 7.70 ± 0.39		AB 5.86 ± 0.39			
		30 ملغم/كغم T_3	AB 29.07 ± 0.34		ABC 37.23 ± 0.62		B 19.12 ± 0.73		A 8.61 ± 0.46		AB 5.47 ± 0.13			
	خلات النحاس	0 ملغم/كغم T_4	B 28.40 ± 0.31		C 35.27 ± 0.51		AB 20.00 ± 0.74		A 9.30 ± 0.32		A 6.27 ± 0.40			
		15 ملغم/كغم T_5	AB 29.14 ± 0.60		AB 38.23 ± 0.57		BC 18.04 ± 0.93		A 8.85 ± 0.16		B 5.18 ± 0.19			
		30 ملغم/كغم T_6	A 30.01 ± 0.39		A 39.21 ± 0.42		C 16.40 ± 0.37		A 8.69 ± 0.11		B 5.10 ± 0.34			
مستوى المعنوية			0.05		0.05		0.05		0.05		0.01			
معامل التحديد %			35		39		50		34		29			

المتوسطات التي تحمل الحروف المختلفة ضمن العمود الواحد/ عامل تختلف معنوياً فيما بينها.

غ. م: عدم وجود فروق معنوية بين المتوسطات

إن السبب الرئيس في التحسن المعنوي في الأوزان النسبية لقطعيات الذبيحة يعود لاستعمال النحاس في علائق طيور فروج اللحم، إذ بلغ معامل التحديد لقطعيات الفخذ والصدر والظهر والجناحان والرقبة 35، 39، 50، 34 و 29 % على التعاقب. إذ إن للنحاس دوراً محورياً في تحفيز النمو (36) وزيادة بناء العضلات وخفض ترسيب الدهون في الجسم (48، 49). فضلاً عن ما يقوم به النحاس من زيادة في تراكيز الأحماض الأمينية في داخل الخلايا، والتي تعد المادة الأساس في بناء عضلات الجسم (28) ومن ثم زيادة معدل وزن الجسم (الجدول 2)، بفعل زيادة فاعلية هرموني الثايروكسين (7، 22) والنمو (8، 25)، أن زيادة معدلات وزن الجسم الحي ونسبة التصافي (الجدول 4)، تعبير عن زيادة الكتلة العضلية وحاصل اللحم في الذبيحة، وبالمحصلة زيادة كميات اللحم في القطعيات الرئيسة (الفخذان والصدر) ومن ثم زيادة أوزانها النسبية (الجدول 5). من ناحية أخرى يعد الارتفاع المعنوي في معدل الوزن النسبي لقطعية الصدر صفةً مرغوبٌ فيها، نتيجة لانخفاض محتواها من الدهن وهذا ما يشجع المستهلك على زيادة الطلب عليها، وقد يعود السبب في ذلك إلى أن النحاس فاعل جداً في خفض محتوى الجسم من الدهون والكولسترول (12، 49، 50).

المصادر

1. Swiatkiewicz, S.; A. Arczewska-Wlosek, A. & Jozefiak, D. (2014). The efficacy of organic minerals inpoultry nutrition: review and implicationsof recent studies. World's Poult. Sci. J., 70: 475-486.
2. Aksu, D. S.; Aksu, T. & Önel, S. E. (2012). Does inclusion at low levels of organically complexed minerals versus inorganic forms create a weakness in performance or antioxidant defense system in broiler diets. Inte. J. Poult. Sci., 11: 666-672.
3. Yatoo, M. I.; Saxena, A.; Deepa, P. M.; Habeab, B. P.; Devi, S.; Jatav, R. S. & Dimri, U. (2013). Role of Trace elements in animals: a review, Vet. World, 6 (12): 963-967.
4. Hordyjewska, A. & Pasternak, K. (2011). Copper. In: I. Jackowska elements in the environment and medicine. Ed. Institute of Science-Publishing spatium. PP. 415-432.
5. Abdallah, A. G.; El-Husseiny, O. M. & Abdel-Latif, K. O. (2009). Influence of some dietary organic mineral supplementations on broiler performance. Int. J. Poult. Sci., 8: 291-298.
6. دقدوقة، فراس، أمير عريشة، موسى عبود وعماد معضماني. (2014). تأثير إضافة مستويات مختلفة من الحديد والنحاس في مواصفات ذبيحة الفروج. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 30 (1): 113-126.
7. Bastian, T. W.; Prohaska, J. R.; Georgieff, M. K. & Anderson, G. W. (2010). Perinatal iron and copper deficiencies alter neonatal Rat circulating and brain thyroid hormone concentrations. Endocrinology, 151 (8): 4055- 4065.
8. Yang, W.; Wang, J.; Liu, L.; Zhu, X.; Wang, X.; Liu, Z.; Wang, Z.; Yang, L. & Liu, G. (2011). Effect of high Dietary Copper on Somatostatin and Growth Hormone-Releasing Hormone Levels in the Hypothalami of Growing Pigs. Biol. Trace. Elem. Res., 143: 893-900.
9. Abdollahi, E.; Kohram, H. & Shahir, M. H. (2013). Plasma concentrations of essential trace micro minerals and thyroid hormones during single or twin pregnancies in fat-tailed ewes. Small Rumin. Res., 113 (2-3): 360-364.
10. Liu, S.; Lu, L.; Li, S.; Xie, J.; Zhang, L.; Wamg, R. & Luo, X. (2012). Copper in organic proteinate or inorganic sulfate form is equally bioavailable for broiler chicks fed a conventional corn-soybean meal diet. Biol. Trace Element. Res., 147: 142-148.
11. Kumara, P.; Biswasb, A.; Bhartia, V. K. & Srivastavaa, R. B. (2013). Effects of dietary copper supplementation on performance and blood biochemical parameters in broiler chickens at cold desert region in India. J. Vet. Sci. Photon., 114: 166-172.
12. Samanta, B.; Biswas, A. & Ghosh, P. R. (2011). Effects of dietary copper supplementation on production performance and plasma biochemica parameters in broilers chickens. Br. Poultry Sci., 52: 573-577.
13. El-Husseiny, O. M.; Hashish, S. M.; Ali, R. A.; Arafa, S. A.; Abd El-Samee, L. D. & Olemy, A. A. (2012). Effects of feeding organic zinc, manganese and copper on broiler growth, carcass characteristics, bone quality and mineral content in bone, liver and excreta. Int. J. Poult. Sci. 11 (6): 368- 377.
14. ناجي، سعد عبد الحسين وحنا عزيز كبرو. (1999). دليل تربية فروج اللحم. الاتحاد العربي للصناعات الغذائية. مكتب هبة للطباعة.

15. الفياض، حمدي عبد العزيز وناجي سعد عبد الحسين. (1989). تكنولوجيا منتجات الدواجن. الطبعة الأولى. مديرية مطبعة التعليم العالي. بغداد.
16. Duncan, D. B. (1955). Multiple range and Multiple F test. Biometrics. 11: 1-42.
17. SAS, Intstitue. (2004). SAS User's Guide: Statistics Version 6.12 ed., SAS Institute, Inc., Cary, NC. USA.
18. National Research Council (NRC). (1994). Nutrient Requirements of Poultry. National Acad. Press Washington D.C.
19. Ansari, A.; Najib, H. & Alhozab, A. (1998). Yolk and serum cholesterol and production traits, as affected by incorporating a supra optimal amount of copper in the diet of the Leghorn hen. Br. Poult. Sci., 59: 393-397.
20. Metwally, M. A. (2002). The effect of dietary copper sulfate on yolk and plasma cholesterol and production traits of Dandarawy hens. Egyp. Poult. Sci. J., 22 (5): 1083-1095.
21. Pang, Y. & Applegate, T. J. (2007). Effects of dietary copper supplementation and copper source on digesta pH, calcium, zinc, and copper complex size in the gastrointestinal tract of broiler chicken. Poult. Sci., 86: 531-537.
22. Aihara, Y. N.; Hatano, S.; Kihara, M.; Yoshimitsu, K.; Takeichi, N.; Ito, T.; Ezaki, H. & Usui, T. (1984). Zinc, copper, manganese, and selenium metabolism in thyroid disease. Am. J. Clin. Nutr., 40: 26-35.
23. محي الدين، خير الدين؛ يوسف، وليد حميد وتوحلة، سعد حسين. (1990). فسلجة الغدد الصم والتكاثر في الثدييات والطيور. دار الحكمة لطباعة والنشر. الموصل. الطبعة الأولى.
24. الحسني، ضياء حسن. (2000). فسلجة الطيور الداجنة. دار الكتب لطباعة والنشر. بغداد.
25. LaBella, F.; Dular, R.; Vivian, S. & Queen, G. (1973). Pituitary hormone releasing or inhibiting activity of metal ions present in hypothalamic extracts. Bioch. Biophy. Res. Comm., 52:786-791.
26. Sturkie, P. D. (2000). Avian Physiology. 5th ed. New York, Heidelberg, Barlin, Springer Verilog.
27. Ma, Y. L. & Guo, T. (2008). Intestinal morphology, brush border and digesta enzyme activities of broilers fed on a diet containing Cu2+-loaded montmorillonite. Br. Poult. Sci., 49: 65-73.
28. الياسين، علي عبد الخالق ومحمد حسن عبد العباس. (2010). تغذية الطيور الداجنة. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، كلية الزراعة– جامعة بغداد.
29. Suttle, N. F. (2010). The Mineral Nutrition of Livestock. 4th ed. CABI Publishing, Oxford shire, UK.
30. Ajuwon, O. R.; Idowu, O. M. O.; Afolabi, S. A.; Kehinde, B. O.; Oguntola, O. O. & Olatunbosun, K. O. (2011). The effects of dietary copper supplementation on oxidative and antioxidant systems in broiler chickens. Arch. Zootec., 60 (230): 275-282.
31. Bonham, M.; Jacqueline, M.; Bernadette, M. H. & Strain, J. J. (2002). The immune system as a physiological indicator of marginal copper status. Br. J. Nutr., 87: 393-403.
32. Prohaska, J. R. (2006). Copper. In: Filer, L. J. & Ziegler, E. E. (eds) Present Knowledge in Nutrition. 7th ed. International Life Science Institute-Nutrition Foundation, Washington, DC.
33. Vive, K. & Penn, S. (2003). Use of antioxidant vitamins for the preventation of cardiovascular disease. Meta-analysis randomize trials. The lancet 3: 361-423.

34. Gram, T. E.; Okine, L. K. & Gram, R. A. (1986). The metabolism of xenobiotics by certain extrahepatic organs and its relation to toxicity. Ann. Rev. Pharmacol. Toxicol., 26: 259-270.
35. Parkart, L. (1987). Iamin. A human growth factor with multiple wound healing properties. Page 273 in, J. R. J. SORENSON, ed. Biology of Copper Complexes. Humana Press, Clifton, NJ.
36. Zhang, X. Q.; Zhang, K. Y.; Ding, X. M. & Bai, S. P. (2009). Effects of dietary supplementation with copper sulfate or tribasic copper chloride on carcass characteristics, tissular nutrients deposition and oxidation in broilers. Pak. J. Nutr., 8: 1114-1119.
37. Aoyogi, S. & Baker, D. H. (1995). Effect of high dosing on hemicelluloses digestibility in cecectomized cockerels. Poult. Sci., 74: 208-211.
38. Bakalli, R. I.; Pesti, G. M.; Ragland, W. L. & Konjufca, V. H. (1995). Dietary copper in excess of nutritional requirements reduces plasma and breast muscle cholesterol of chicks. Poult. Sci., 74: 360-365.
39. Skrivan, M.; Sevcikova, S.; Tumova, E.; Skrivanova, V. & Marounek, M. (2002). Effect of copper sulphate supplementation on performance of broiler chickens, cholesterol content and fatty acid profile of meat. Czech J. Anim. Sci., 47 (7): 275-280.
40. Arias, V. J. & Koutsos, E. A. (2006). Effects of copper source and level on intestinal physiology and growth of broiler chickens. Poult. Sci., 85: 999- 1007.
41. Lu, L.; Wang, R. L.; Zhang, Z. J.; Steward, F. A.; Luo, X. & Liu, B. (2010). Effect of dietary supplementation with copper sulphate or tribasic copper chloride on growth performance, liver copper concentrations of broiler in floor pens, and stabilities of vitamin E and phytase in feeds. Biol. Trace Elem. Res., 138: 181-189.
42. Kim, G. B.; Seo, Y. M.; Shin, K. S.; Rhee, A. R.; Han, J. & Paik, I. K. (2011). Effects of supplemental copper-methionine chelate and copper-soy- proteinate on performance, blood parameters, liver mineral content and intestinal microflora of broiler chickens. J. Appl. Poult. Res., 20: 21-32.
43. Igbasan, F. A. & Akinsanmi, S. K. (2012). Growth response and carcass quality of broiler chickens fed on diets supplemented with dietary copper sources. Afr. J. Agric. Res., 7 (11): 1674-1681.
44. Genaro, A. R.; Chase, G. & King, R. E. (1985). Remingtons pharmaceutical sciences.17th ed., Mark Philadelphia College of Pharmacy and Science.
45. Luo, X. G.; Ji, F.; Lin, Y. X.; Steward, F. A.; Lu, L.; Liu, B. & Yu, S. X. (2005). Effect of dietary supplementation with copper sulfate or tribasic chloride performance, relative copper bioavailability, and oxidation stability of vitamin E in feed. Poult. Sci., 84: 888-893.
46. Dozier, W. A.; Davis, A. J.; Freeman, M. E. & Ward, T. L. (2003). Early growth and environmental implications of dietary zinc and copper concentrations and sources of broiler chicks. Br. Poult. Sci., 44 (5): 726-731.
47. الخفاجي، حميد جلوب والخميسي، سيف بن علي. (2011). مبادئ علم الاحصاء وتصميم وتحليل التجارب. مكتبة الفلاح للنشر والتوزيع. الطبعة الأولى.
48. Paik, I. K.; Seo, S. H.; Um, J. S.; Chang, M. B. & Lee, B. H. (1999). Effects of supplementary copper – chelate on the performance and cholesterol level in plasma & breast muscle of broiler chicken. Asian-Aust. J. Anim. Sci., 12: 794-798.
49. Idowu, O. M. O.; Ajuwon, O. R.; Fafiolu, A. O.; Oso, A. O. & Akinloye, O. A. (2011). Modulation of Cholesterol and Copper Residue Levels in Muscles and Blood Serum of Finishing Broiler Chickens Fed Copper and Ascorbic Acid Supplements. Pak. J. Nutr., 10 (8): 781-785.
50. Konjufca, V. H.; Pesti, G. M. & Bakalli, R. I. (1997). Modulation of cholesterol levels in broiler meat by dietary garlic and copper. Poult. Sci., 76:1264- 1274.