

تأثير التغذية ببذور فول الصويا المعاملة بالتثبيت أو التخمير على بعض الصفات الدموية والكيموحيوية في الجرذان النامية المصابة بفقر دم نقص الحديد المحدث بالنزف

سنابل سنحاريب متي* وخالد حمادي حميد شرف**

*كلية الزراعة، جامعة كركوك، كركوك، **كلية الطب البيطري، جامعة الموصل، الموصل، العراق

الخلاصة

إن دراسة تأثير تداخل فقر الدم والتغذية ببذور فول الصويا المضافة بنسب ومعاملات مختلفة إلى طحين الحنطة على الصفات الدموية والكيموحيوية في الجرذان تمت باستخدام 84 من ذكور الجرذان البيضاء النامية بعمر (28-35) يوماً ووزن جسم 60-78 غرام. حيث قسمت إلى مجموعتين متساويتين، ضمت المجموعة الأولى 42 جرذاً وقسمت بدورها إلى سبع مجموعات ثانوية متساوية العدد وفقاً لمستوى الهيموكلوبين ووزن الجسم وعدت مجموعة سليمة، إما المجموعة الثانية فضمت 42 جرذاً أجري لها نزف دموي من وريد منضمة العين. وعدت مجموعة الجرذان التي تعاني من فقر الدم وقسمت بدورها إلى سبع مجموعات ثانوية متساوية العدد وفقاً لمستوى الهيموكلوبين ووزن الجسم أيضاً. غذيت كافة المجاميع بالأغذية التجريبية الآتية: طحين الحنطة (غذاء السيطرة)، الطحين الحاوي على 7.5% أو 15% مجروش فول الصويا غير المعامل، الطحين الحاوي على 7.5% أو 15% فول الصويا المنبت، الطحين الحاوي على 7.5% أو 15% فول الصويا المخمر. قدرت الصفات الدموية والكيموحيوية (مستوى الهيموكلوبين Hb وحجم خلايا الدم المرصوصة PCV وحساب تركيز هيموكلوبين كريات الدم الحمراء MCHC وكمية حديد الهيموكلوبين HbFe، وقدر البروتين الكلي لمصل الدم. وتركيز حديد المصل SI وسعة ارتباط الحديد الكلية TIBC وحساب نسبة تشبع الترانسفيرين TS وسعة ارتباط الحديد غير المشبع UIBC وكفاءة تخليق الهيموكلوبين HRE أيضاً). بينت النتائج أن حديد المصل ونسبة تشبع الترانسفيرين وقيم البروتين الكلي لمصل الدم في الجرذان التي تعاني من فقر الدم هي أقل مما هي عليه في الجرذان السليمة، في حين إن الزيادة المكتسبة في مستوى الهيموكلوبين وحجم خلايا الدم المرصوصة وسعة ارتباط الحديد هيموكلوبين كريات الدم الحمراء وحديد الهيموكلوبين متقاربة بين مجموعتي الجرذان التي تعاني من فقر الدم والسليمة. ويعد تقدير سعة ارتباط الحديد الكلية وحديد المصل ونسبة تشبع الترانسفيرين وكفاءة تخليق الهيموكلوبين وتقدير مستوى الهيموكلوبين وحجم خلايا الدم المرصوصة من أفضل العوامل لدراسة فقر دم نقص الحديد. وكان لإضافة 15% فول الصويا وخاصة المنبت منه إلى الطحين تأثيرات إيجابية في الوقاية والعلاج من فقر دم نقص الحديد في الجرذان.

Effect of germinated or fermented soybean (*Glycine max*) on certain hematological and biochemical characteristics of iron-depletion growing rats induced with bleeding

S. S. Matty* and Kh. H. Sharaf**

*College of Agriculture, University of Kerkok, Kerkok, **College of Veterinary Medicine, University of Mosul, Mosul, Iraq
E mail: *Sanabel_shamany@yahoo.com, ** Khalid_Hammady@yahoo.com

Abstract

To investigate the interaction effect of iron-deficiency anemia status and effect of feeding germinated or fermented soybean in different ratios to wheat flour, 84 albino male growing rats were used as biological model. They aged 28-35 days and body weight 60-78g. They were divided into two major groups according to their hemoglobin value and body weight. First group contained 42 healthy rats and divided in turn into seven equal subgroups. Second group contained also 42 anemic rats (iron depleted by bleeding 15-20 drops of blood from the retro-ocular vein) divided into seven equal subgroups too. Both anemic and healthy groups were fed for 15 days experimental period the balanced diets, Wheat Flour, (WF, control diet), WF supplemented with 7.5% or 15% ground unprocessed whole soybean seeds, WF supplemented with 7.5% or 15% germinated

soybean seeds, WF supplemented with 7.5% or 15% fermented soybean seeds. Hemoglobin value (Hb), packed cell volume (PCV), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC), hemoglobin iron (HbFe), and total serum protein, total iron binding capacity (TIBC), transferrin saturation (TS) were determined. Unsaturated iron binding capacity (UIBC), hemoglobin regeneration efficiency (HRE), and apparent iron absorption (AFa) were calculated. Analysis of variance and Duncan multiple tests of the SI, TS% and total serum protein of anemic rats were lower than those of healthy rats. However, the Hb, PCV gains, TIBC, UIBC, AFa and HRE values of anemic rats were higher than those values of healthy rats. MCHC and HbFe gains of the anemic rats were similar to those gains of healthy rats. The most favorite parameters to study iron deficiency anemia were TIBC, SI, TS, HRE, Hb and PCV. Supplementation of WF with 15%germinated soybean seeds indicated to have promising effects in preventing and treatment of iron deficiency anemia in rats.

Available online at <http://www.vetmedmosul.org/ijvs>

البحث مستل من رسالة ماجستير

المقدمة

الطحين الكامل الحاوي على 7.5% أو 15% مجروش بذور فول الصويا الكاملة Whole soybean seeds. الطحين الكامل الحاوي على 7.5% أو 15% مجروش بذور فول الصويا المنبئة Germinated whole soybean seeds. الطحين الكامل الحاوي على 7.5% أو 15% مجروش بذور فول الصويا المخمرة Fermented whole soybean seeds. تم الحصول على بذور فول الصويا Glycine max صنف Lee 74 من الشركة العامة للمحاصيل الصناعية/بغداد، أما حبوب الحنطة الناعمة *Triticum aestivum* فتم الحصول عليها من الأسواق المحلية ونظفت وعزلت البذور الغربية منها وطحنت للحصول على الطحين الكامل.

طريقة الإنبات

تمت بعملية نمو الجذير وبروز الرويشة نتيجة لتبادل عمليتي النقع وتهوية البذور باستخدام الماء الاعتيادي في أواني بلاستيكية بدرجة حرارة الغرفة 20°م لمدة خمسة أيام وفقاً لـ (5) وذلك لمحاولة تكسير فايتات فول الصويا انزيمياً بالإنبات.

طريقة التخمر

استخدمت الخميرة *Saccharomycis serviecae* المنمأة على وسط السابود والتي حضنت بدرجة 28.5°م لمدة أربعة أيام ثم نقلت المحتويات لتلقيح 700 مل من عصير العنب الأبيض الصافي المبستر لدرجة حرارة 65°م مدة (30) دقيقة في حمام مائي، ثم حضن العصير بدرجة 28.5°م لمدة أربعة أيام وذلك لأجل تنشيط وزيادة حمولة الخميرة. استخدم العصير المذكور لترطيب مجروش فول الصويا الكامل المبستر (6). ثم حضنت المكونات بدرجة حرارة 28.5°م لمدة أسبوع، وذلك لمحاولة تكسير فايتات فول الصويا إنزيمياً بالتخمير، التي تعتبر من المواد الماسكة لأيونات الحديد الغذائي Iron chelating agent والمانعة لامتصاصه من الأمعاء، ثم جفف مجروش بذور فول الصويا المخمر بدرجة حرارة 50°م لمدة يومين وحفظ في أكياس بلاستيكية لحين الاستعمال.

يعد الحديد من أهم العناصر المعدنية النادرة في الجسم وينتشر في جميع الخلايا ويؤدي دوراً مهماً في التفاعلات الكيميائية الحيوية (1) ويحوي جسم الإنسان البالغ على حوالي 4 غرامات حديد بينما تبلغ نسبته في الجرذان البالغة حوالي 4.2 ملغم (2،3). ويؤدي دوراً مهماً في نقل الأوكسجين وتخزينه وإن آثار نقصه تؤدي إلى اضطرابات في وظائف الجسم المختلفة، ومن حاجة الجسم الضئيلة جداً للحديد والتي لا تتعدى عدة ملغرامات يومياً، فإن فقر الدم يمكن أن يحدث وخاصة على المدى الطويل عند حصول انخفاض في عدد وحجم كريات الدم الحمراء أو انخفاض في تركيز الهيموكلوبين، والاثنتان معا فيؤدي الى حالة Microcytic Hypochromic anemia (2). وتزداد حاجة الجسم للحديد في حالات الحمل، والرضاعة، النمو، حالات النزف، وجود الطفيليات، الحيض وعندما تكون مكونات الغذاء حاوية على مواد معيقة لامتصاص الحديد الغذائي. تهدف هذه الدراسة إلى: دراسة التوافر الحيوي للحديد في طحين الحنطة الكامل والطحين الحاوي على فول الصويا بنسب ومعاملات مختلفة وتأثير صورة حديد فول الصويا على بعض القيم الدموية ونسبة امتصاص الحديد الغذائي الظاهرية وكمية الحديد الغذائي الممتصة في الجرذان التي تعاني من فقر دم نقص الحديد ومقارنتها مع الجرذان السليمة. ودور بروتين الترانسفيرين الناقل ونسبة تشبعه للحديد بالدم وحديد مصل الدم بحالة فقر دم نقص الحديد وعلاقته بسعة ارتباط الحديد الكلية بالدم.

المواد وطرائق العمل

تحضير الأغذية التجريبية

حضرت لتلبية الاحتياجات التغذوية والفسولوجية للجرذان حسب ما أقرته أكاديمية العلوم الأمريكية، المجلس الوطني للبحوث (4). استخدمت سبعة أنواع من الأغذية المحضرة وكما يلي: طحين الحنطة الكامل Whole wheat flour (غذاء سيطرة).

بالأغذية المحضرة وزودت بماء الشرب الخالي من الأيونات المعدنية وبصورة حرة *ad libidum*.

استحداث فقر الدم بالنزف

تم بإجراء نزف من ورید زاوية العين الداخلية Retro-ocular vein وذلك بعمل جرح بسيط باستخدام الأنبوبة الشعرية المحتوية على الهيبارين Heparinized capillary tube وفقاً لـ (7) أدى ذلك إلى نزف دموي بحدود 15-20 قطرة. وكررت عملية النزف في اليوم الثالث قبل البدء بالتجربة، فأحدثت العملية فقر دم واضح استدل عليه بقياس تركيز الهيموكلوبين وحجم خلايا الدم المرصوصة.

الإضافات الغذائية لمخاليط الأغذية المحضرة

استخدمت مجموعة من الإضافات المعدنية والفيتامينات المضافة لمخاليط الأغذية المحضرة كما أضيف الكازئين Casien مصدراً للبروتين وزيت الذرة الخالي من الكولسترول مصدراً للدهن وفوسفات أحادية الصوديوم مصدراً للفسفور وحجر الكلس مصدراً للكالسيوم وكذلك ملح الطعام فضلاً عن إضافة مخلوطي المعادن والفيتامينات وذلك من أجل توازن مكونات الأغذية المحضرة (4)، جدول (1).

الحيوانات المختبرية

استخدمت ذكور الجرذان البيضاء Albino male rats بعمر 28-35 يوم ووزن جسم 60-78 غرام وضعت الحيوانات منفردة في أقفاص بلاستيكية وأخضعت لظروف مختبرية من دورة ضوء/ظلام وهي 12/12 ساعة ودرجة حرارة 25°C. تم تغذيتها

جدول (1): النسب المئوية للخلطات الغذائية المستخدمة في تغذية الجرذان على أساس الوزن الجاف.

الخلطات الغذائية المحضرة من طحين الحنطة الحاروي على						المكونات %
طحين الحنطة لوحد %	فول الصويا غير المعامل	فول الصويا المنبت	فول الصويا المخمر	فول الصويا غير المعامل	فول الصويا المنبت	
77.11	73.33	71.45	73.27	71.37	73.31	طحين الحنطة الكامل
0.00	7.48	14.94	7.54	15.02	7.50	مجروش فول الصويا
9.30	9.17	6.66	9.17	6.66	9.17	زيت الذرة
6.64	3.07	0.00	3.07	0.00	3.07	كازئين
1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	فوسفات أحادية الصوديوم
1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	حجر الكلس
1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	مخلوط الفيتامينات*
1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	مخلوط المعادن**
0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	ملح الطعام

* مخلوط الفيتامينات: 550 غم مخلوط الفيتامينات Biov (ان كل عبوة 100 غم تحتوي على ملغرام من المكونات الآتية: Vit B₁ 400, Vit B₂ 600, Vit B₆ 400, Vit B₁₂ 2.5, Nicotinamide 2500, Folic acid 25, Biotin 10, Calcium-D-pantothenate 1500, L-Lysin 2000, DL-Methionine (1000)، وإضافة 200 غم مخلوط الفيتامينات الذائبة بالدهن Trivet المحتوي على الفيتامينات الآتية: فيتامين A 1000 وحدة دولية/غم وفيتامين D 5000 وحدة دولية/غم، فيتامين E 1 ملغم/غم، 45 غم من حامض الاسكوربيك (Vit C)، 50 غم من مستخلص الخميرة Yeast extract (استخدم مستخلص الخميرة مصدراً للكولين والايونوسيتول الضروريان للنمو). ثم إضافة 50 غم من Vit E & Selenium المجهر من شركة فابكو (المحتوي على 1000 وحدة دولية من فيتامين E و 100 ملغم سيلينيات الصوديوم). ثم أكمل الوزن لغاية واحد كيلو غرام بإضافة نشأ الذرة و خلط جيداً بالخلط الكهربائي وحفظ بأكياس بلاستيكية في مكان جاف وبارد ولحين الاستخدام.

** مخلوط المعادن غم/كغم: 296.7 غم كلوريد البوتاسيوم KCL و 121.0 غم كربونات المغنسيوم MgCO₃ و 12.7 غم كبريتات المنغنيز المائية MnSO₄.H₂O و 0.7 غم كربونات الكوبلت المائية CoCO₃.6H₂O و 1.6 غم كبريتات النحاس المائية CuSO₄.7H₂O و 0.8 غم يوديد البوتاسيوم KI و 1.6 غم مولبيدات ثنائية الصوديوم المائية Na₂MoO₄.2H₂O و 28 غم كبريتات الزنك المائية ZnSO₄.7H₂O ثم أكمل الوزن لكيلو غرام واحد بإضافة نشأ الذرة و خلط جيداً باستخدام الطاحونة الكهربائية والحفظ في أكياس نماذج بلاستيكية لحين استعمالها.

جدول (2): التحليل الكيميائي للخلطات الغذائية المحضرة على أساس الوزن الجاف تماماً.

الخلطات الغذائية المحضرة من طحين الحنطة الحاروي على						المغذيات
طحين الحنطة	فول الصويا غير المعامل	فول الصويا المنبت	فول الصويا المخمر	فول الصويا غير المعامل	فول الصويا المنبت	
% 7.5	% 15	% 7.5	% 15	% 7.5	% 15	

لوحده %							
404.54	400.48	406.21	400.94	407.58	403.51	400.86	الطاقة المتأيضة البديلة*
							كيلوكالوري/100 غم
14.27	14.15	14.04	13.91	14.14	14.05	14.11	البروتين الخام %
10.42	10.20	10.93	10.34	11.10	10.75	11.02	الدهن الخام %
9.58	9.27	9.63	9.28	9.56	9.25	8.92	الألياف الخام %
2.31	3.36	2.48	3.41	2.42	3.31	4.64	الرماد %
63.42	63.02	62.92	63.06	62.78	62.64	61.31	الكاربوهيدرات الذائبة %
37.5	46.87	41.33	40.38	38.37	35.92	45.65	Ca غم/كغم
15.37	14.63	16.42	14.33	17.32	15.21	13.00	P غم/كغم
55.16	52.08	54.01	50.14	54.34	51.37	33.40	Fe غم/كغم
2.86	2.72	2.55	2.50	3.26	3.00	2.83	الفائتات غم/100 غم

* قدرت حسابياً من محتوى الغذاء للكاربوهيدرات والبروتينات = 4 كيلو كالوري/غم الدهون = 9 كيلوكالوري/غم وفقاً لـ (3).

حيث أن 6.7 سم³ هو حجم الدم الكلي لكل 100 غم من وزن الجسم (B.W.) وان تركيز الهيموكلوبين بالغرام هو لكل 100 مل حجم دم و 3.35 ملغم هي كمية الحديد لكل 1 غم من الهيموكلوبين وفقاً لـ (15).

ومعدل تركيز هيموكلوبين كرية الدم الحمراء MCHC لـ (16).

$$MCHC = \frac{Hb}{pcv} \times 100$$

وكمية الحديد الغذائي الممتصة ظاهرياً Apparent iron absorption (A Fe A%) وفقاً لـ (2).

$$A Fe A \% = \frac{\text{Iron intake} - \text{Fecal iron}}{\text{total iron intake}} \times 100$$

ونسبة امتصاص المادة الغذائية الجافة (الهضم الظاهري Dry matter absorption (DMA وفقاً لـ (2 و 14).

$$DMA \% = \frac{\text{Total diet intake} - \text{Feces}}{\text{Total diet intake}} \times 100$$

ودرجة تشبع الترانسفيرين: (TS) Transferrin saturation وفقاً لـ (11).

$$TS \% = \frac{\text{Serum iron}}{\text{TIBC}} \times 100$$

وسعة ارتباط الحديد بالترانسفيرين غير المشبع: Unsaturated iron binding capacity (UIBC) تم تقديره وفقاً لـ (11) باستخدام المعادلة التالية:

$$UIBC = \text{Total iron binding capacity} - \text{serum iron}$$

ومعدل النمو Growth rate: تم حسابه وفقاً لـ (17).

$$\text{Growth rate} = \frac{\text{Final weight} - \text{Initial weight}}{\text{Initial weight}} \times 100$$

التحليل الكيميائي

قدرت الرطوبة في الأغذية المحضرة ومكوناتها الأولية والبراز المطروح وقدر الرماد وفقاً لـ (8)، وقدر البروتين والدهن والألياف الخام في الأغذية المحضرة ومكوناتها الأولية وفقاً لـ (9). وقدرت الفائتات وفقاً لـ (10). وقدر الحديد والكالسيوم والفسفور في الأغذية المحضرة ومكوناتها الأولية كما قدر الحديد في الكبد والطحال والبراز أيضاً وفقاً لـ (2،8).

تحليلات الدم

قدر مستوى الهيموكلوبين غم/ديسليتر باستعمال عدة التقدير الجاهزة Hemoglobin kit المعتمدة على طريقة Cyanomethemoglobin وقدر حجم خلايا الدم المرصوفة (PCV%) وفقاً لـ (11 و 12). وكمية حديد مصل الدم (SI) مايكروغرام/ديسليتر قدرت باستخدام عدة القياس Serum iron kit. وسعة ارتباط الحديد الكلية (TIBC) مايكروغرام/ديسليتر في مصل الدم باستخدام عدة القياس Total iron binding capacity kit. قدر البروتين الكلي بمصل الدم غم/ليتر باستخدام طريقة (13).

القيم المقدرة حسابياً

كفاءة تخليق الهيموكلوبين Hemoglobin regeneration efficiency وفقاً لـ (2 و 14).

$$HRE \% = \frac{\text{Final Hb Fe} - \text{Initial Hb Fe}}{\text{Fe consumed}} \times 100$$

وكمية حديد الهيموكلوبين (ملغم) Hemoglobin iron:

$$Hb Fe = B.W \times \frac{3.35}{100} \times \frac{6.7}{B.W}$$

التحليل الإحصائي

استخدم تحليل التباين لتحليل بيانات الصفات المدروسة واختبار دنكن المتعدد Duncan multiple test لتحديد الاختلافات المعنوية بين المتوسطات عند مستوى احتمال ($p \leq 0.05$) وفقاً لـ (18).

النتائج

مستوى الهيموكلوبين (غم/ديسليتر): Hemoglobin value

وجدت فروقات معنوية في مستوى الهيموكلوبين في الجرذان التي تعاني من فقر الدم، فقد أظهرت المجموعة المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر 15% أعلى مستوى "تركيز الهيموكلوبين" إلا أنها لم تختلف معنوياً عن مجموعة الجرذان المغذاة على فول الصويا المنبت 15% وان المجموعة الأخيرة لم تختلف عن مجاميع الجرذان المغذاة على فول الصويا غير المعامل 7.5% و 15% والمنبت 7.5%. وجد أن أقل مستوى "هيموكلوبين" كان في المجموعة المغذاة على طحين الحنطة (السيطرة)، الجدول (3). وعدم وجود فروقات معنوية في مستوى هيموكلوبين دم الجرذان السليمة ما بين مجموعة السيطرة والمجاميع الأخرى باستثناء المجموعتان اللتان تم تغذيتهما على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 15% والمخمر 7.5% وكانت أعلى معنوياً من مجموعة السيطرة، الجدول (4). وأن الزيادة المكتسبة في مستوى الهيموكلوبين النهائي في الجرذان التي تعاني من فقر الدم هي أعلى من مثيلاتها السليمة وكانت أعلى الزيادات في مستوى الهيموكلوبين هي للمجاميع المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر 15% وتليها المجاميع المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 15% ثم المجموعة المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 15%. ولقد تقاربت الزيادات المكتسبة في مستوى الهيموكلوبين بين المجاميع المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المعامل (بالإنبات والتخمير) وغير المعامل وبنسبة 7.5% والتي كانت بدورها أقل من الزيادات المكتسبة في مستوى الهيموكلوبين للمجاميع المغذاة على فول الصويا بنسبة 15% وأعلى من المجاميع المغذاة على طحين الحنطة (مجموعة السيطرة). ومن الجدولين (3 و 4) وجد أن المعدل العام لمستوى الهيموكلوبين في الجرذان التي تعاني من فقر الدم هو أقل من مثيلاتها السليمة المغذاة على الغذاء ذاته.

حجم خلايا الدم المرصوصة (PCV) Packed cell volume

أظهرت النتائج وجود فروقات معنوية ($p \leq 0.05$) بنهاية التجربة في حجم خلايا الدم المرصوصة في الجرذان التي تعاني من فقر الدم وكانت مجموعة الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر 15% هي الأعلى وقد اختلفت

معنوياً ($p \leq 0.05$) عن باقي مجاميع الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل والمنبت 7.5% و 15% وبدون فروق معنوية بين هذه المجاميع في حين إنها اختلفت عن مجموعة السيطرة والتي أظهرت انخفاضاً معنوياً عن باقي المجاميع باستثناء المجموعة المغذاة على فول الصويا المخمر 7.5%، الجدول (3). ومن الجدول (4) وجد أيضاً عدم وجود اختلافات معنوية في حجم خلايا الدم المرصوصة في نهاية التجربة لمجاميع الجرذان السليمة باستثناء مجموعتي الجرذان المغذاة على طحين الحنطة لوحده (السيطرة) والطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 7.5% وأن هاتين المجموعتين أظهرتا انخفاضاً معنوياً عن باقي مجاميع الجرذان الأخرى. وأن الزيادة المكتسبة في حجم خلايا الدم المرصوصة في الجرذان التي تعاني من فقر الدم هو أعلى من الجرذان السليمة، وأن أعلى الزيادات كانت لمجموعة الجرذان التي تم تغذيتها على الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر 15% وتليها المجموعتان اللتان تم تغذيتهما على فول الصويا غير المعامل 15% والمنبت 15%. ولقد تقاربت الزيادات المكتسبة في حجم خلايا الدم المرصوصة بين المجاميع المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا وبنسبة 7.5% والتي كانت بدورها أعلى من الزيادة المكتسبة في حجم خلايا الدم المرصوصة في مجموعة السيطرة. وقد وجد من الجدولين (3 و 4) أن المعدل العام لحجم خلايا الدم المرصوصة للجرذان التي تعاني من فقر الدم هو أقل من نظيراتها السليمة.

معدل تركيز هيموكلوبين كريات الدم الحمراء (غم/ديسليتر)

Mean corpuscular hemoglobin: concentration

يبين الجدول (3) عدم وجود فروق معنوية في معدل تركيز هيموكلوبين كريات الدم الحمراء في نهاية التجربة بين مجاميع الجرذان التي تعاني من فقر الدم كافة مقارنة مع مجموعة جرذان السيطرة باستثناء مجموعتي الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت والمخمر 15% ولم يكن هناك فرق معنوي بين هاتين المجموعتين. ولا توجد فروق معنوية بين مجموعة الجرذان السليمة المغذاة على طحين الحنطة (مجموعة السيطرة) ومجاميع الجرذان السليمة الأخرى المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل والمعامل بالإنبات والتخمير ولكلا النسبتين 7.5% و 15%، الجدول (4). وأن أعلى زيادة في معدل هيموكلوبين كريات الدم الحمراء هو للمجموعة التي تعاني من فقر الدم والمغذاة على طحين الحنطة وتليها المجموعة المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 15%. أما في المجاميع السليمة فكانت أعلى زيادة هي للمجموعة المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 7.5% وتليها المجموعة المغذاة على طحين الحنطة، وجد أيضاً انخفاض في معدل تركيز هيموكلوبين كريات الدم الحمراء في نهاية التجربة لبعض المجاميع عما هو عليه في بدايتها وإن أكثر

على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 7.5% وفول الصويا المخمر 15% مع عدم وجود فرق معنوي بينهما، بينما اختلفتا معنوياً ($p \leq 0.05$) عن باقي مجاميع الجردان الأخرى ومجموعة السيطرة. هذا وقد اختلفت المجاميع المتبقية معنوياً فيما بينها كما اختلفت كذلك عن المجموعات التي ذكرت آنفاً وقد أظهرت مجموعة جردان السيطرة المغذاة على طحين الحنطة أدنى كفاءة لتخليق هيموكلوبين الدم في الجردان التي تعاني من فقر الدم والسليمة. وجد أن المعدل العام لكفاءة تخليق الهيموكلوبين في الجردان التي تعاني من فقر الدم كان أعلى من الجردان السليمة الجدولين (3 و4).

تأثير تداخل نوع الغذاء والحالة الفسيولوجية للجردان في تركيز حديد مصل الدم Serum iron

تبين من الجدول (5) وجود فروق معنوية ($P \leq 0.05$) في مستوى حديد مصل الدم في مجاميع الجردان التي تعاني من فقر الدم وتميزت مجموعة الجردان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 15% بأعلى مستوى لحديد مصل الدم مقارنة مع مجاميع الجردان الأخرى ومجموعة جردان السيطرة. هذا وقد اختلفت معنوياً ($P \leq 0.05$) مجاميع الجردان الأخرى فيما بينها ومقارنة مع مجموعة السيطرة باستثناء مجاميع الجردان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 7.5% وفول الصويا المخمر 7.5% حيث لم يظهر فرق معنوي بين هاتين المجموعتين. كذلك لا يوجد فرق معنوي بين مجموعتي الجردان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 15% وفول الصويا المخمر 15%. أما في الجردان السليمة فان الجدول (6) يبين وجود فروق معنوية ($P \leq 0.05$) بمستوى تركيز حديد مصل الدم في الجردان المغذاة على الأغذية التجريبية. هذا وقد أظهرت مجموعة الجردان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 15% اختلافاً معنوياً عن مجموعة جردان السيطرة المغذاة على طحين الحنطة وكانت الأعلى معنوياً وتليها مجاميع الجردان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 15% وفول الصويا المنبت 7.5% وفول الصويا المخمر 7.5% و 15% بدون فرق معنوي، وقد أظهرت المجموعة التي تم تغذيتها على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 7.5% انخفاضاً في تركيز حديد المصل عن باقي المجاميع، وان أقل مستوى لتركيز حديد المصل هو بمجموعة جردان السيطرة المغذاة على طحين الحنطة. وقد وجد أن المعدل العام لتركيز الدم في الجردان التي تعاني من فقر الدم هو أقل من الجردان السليمة.

انخفاض أظهرته مجموعة الجردان السليمة المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 7.5%. ووجد أن المعدل العام لتركيز هيموكلوبين كريات الدم الحمراء في الجردان التي تعاني من فقر الدم كان متقارباً مع ما هو عليه في الجردان السليمة الجدولين (3 و4).

محتوى حديد الهيموكلوبين (ملغم) Hemoglobin iron contents

تبين من الجدول (3) عدم وجود فروقات معنوية في محتوى حديد هيموكلوبين الدم بنهاية التجربة بين مجاميع الجردان التي تعاني من فقر الدم المغذاة على الأغذية التجريبية لفول الصويا غير المعامل والمعامل بالإنبات والتخمير ولكلا النسبتين 7.5% و 15% باستثناء مجموعة الجردان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 7.5% والتي تعد الأعلى محتوى لحديد الهيموكلوبين بهذه التجربة. ومن الجدول (4) تبين عدم وجود فروقات معنوية في محتوى حديد هيموكلوبين الدم في الجردان السليمة في نهاية التجربة بين كافة مجاميع الجردان باستثناء مجموعتي الجردان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 7.5% وفول الصويا المخمر 15%. وأن الزيادة في كمية حديد الهيموكلوبين كانت متقاربة بين مجاميع الجردان التي تعاني من فقر الدم مع نظيراتها السليمة وكذلك بين مجاميع الجردان المغذاة على الأغذية التجريبية باستثناء المجموعة المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 7.5% التي كانت أعلى من باقي المجاميع. ومن الجدولين (3 و4) و وجد أن المعدل العام لمحتوى حديد الهيموكلوبين في الجردان التي تعاني من فقر الدم كان مقارباً لما هو عليه في الجردان السليمة.

كفاءة تخليق الهيموكلوبين: Hemoglobin regeneration efficiency (HRE%)

تبين من الجدولين (3 و4) وجود فروق معنوية ($p \leq 0.05$) في صفة كفاءة تخليق الهيموكلوبين في نهاية التجربة في مجاميع الجردان التي تعاني من فقر الدم والسليمة و المغذاة على طحين الحنطة الحاوي على فول الصويا غير المعامل والمنبت والمخمر ولكلا النسبتين 7.5% و 15% مقارنة مع مجموعة جردان السيطرة المغذاة على طحين الحنطة. وقد أظهرت مجموعتا الجردان التي تعاني من فقر الدم والسليمة والمغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 15% أعلى كفاءة تخليق هيموكلوبين وقد اختلفتا معنوياً ($p \leq 0.05$) عن باقي مجاميع الجردان الأخرى وبضمنها مجموعة السيطرة وتلتها المجموعتان التي تعاني من فقر الدم والسليمة والتتان تم تغذيتهما

جدول (3): تأثير تداخل نوع الغذاء والحالة الفسيولوجية للحيوان في بعض الصفات الدموية في الجردان النامية التي تعاني من فقر دم نقص الحديد (Mean $\pm$ S.E.).

نوع الغذاء	مستوى الهيموكلوبين غم/ديسليتر	حجم خلايا الدم المرصوة %	معدل تركيز هيموكلوبين كريات الدم الحمراء غم/ديسليتر	محتوى حديد الهيموكلوبين ملغم	كفاءة تخليق الهيموكلوبين %
	الابتدائي	النهائي	الابتدائي	النهائي	النهائي
طحين الحنطة (غذاء لسيطرة)	9.08±0.14a	11.53±0.26d	32±0.70a	28.37±0.33c	31.16±0.39c
الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 7.5%	9.16±0.11a	12.36±0.19bc	29±0.31b	31.58±0.36b	31.69±0.36bc
الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 15%	8.80±0.18a	12.58±0.24bc	27±0.31cd	32.58±0.19ab	32.25±0.20abc
الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 7.5%	9.12±0.16a	12.50±0.27bc	28±0.31bc	32.57±0.48ab	32.05±0.59bc
الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 15%	8.91±0.14a	13.05±0.24ab	28±0.31bc	31.82±0.23b	33.46±0.52a
الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر 7.5%	8.62±0.19a	11.94±0.13cd	27±0.44cd	31.92±0.21b	32.27±0.19abc
الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر 15%	8.60±0.28a	13.48±0.22a	26±0.70d	33.07±0.33a	32.87±0.55ab
المعدل العام	8.89±0.07	12.49±0.13	28.14±0.35	31.70±0.27	32.25±0.19

الحروف المختلفة في العمود الواحد تعني وجود اختلاف معنوي عند مستوى احتمال ($P \leq 0.05$). القيم هي المعدل لستة حيوانات في المعاملة الواحدة.

السيطرة. ومن الجدول (6) تبين عدم وجود فروقات معنوية في صفة سعة ارتباط الحديد الكلية بمصل الدم بين مجاميع الجرذان السليمة المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 7.5% و 15% وفول الصويا المنبت 7.5% وفول الصويا المخمر 7.5% و 15% ولكن توجد فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) في سعة ارتباط الحديد الكلية بمصل الدم في الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 15% مقارنة مع مجموعة جرذان السيطرة والتي أظهرت أعلى سعة ارتباط حديد كلية بينما كانت أدنى قيمة لسعة ارتباط الحديد الكلية بمصل الدم لهذه المجاميع للجرذان السليمة هي لمجموعة الجرذان المغذاة على فول الصويا المنبت 15%. ومن الجدولين (5 و 6) لوحظ أن المعدل العام لسعة ارتباط الحديد الكلية في الجرذان التي تعاني من فقر الدم هو أعلى من مثيلاتها السليمة.

سعة ارتباط الحديد الكلية لمصل الدم Total iron binding capacity

أظهر الجدول (5) وجود فروق معنوية في سعة ارتباط الحديد الكلية بمصل الدم بين مجاميع الجرذان التي تعاني من فقر دم نقص الحديد المغذاة على الأغذية التجريبية وكانت مجموعة جرذان السيطرة المغذاة على طحين الحنطة هي الأعلى معنوياً بين مجاميع الجرذان كافة. كما وجدت فروق معنوية ($P \leq 0.05$) بين مجموعات الجرذان الأخرى المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل والمنبت والمخمر ولكلا النسبتين 7.5% و 15% مقارنة مع مجموعة جرذان السيطرة باستثناء مجاميع الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 15% وفول الصويا المنبت 7.5% وفول الصويا المخمر 15% إذ وجدت فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) بينها وبين المجاميع الأخرى ومجموعة

جدول (4): تأثير تداخل نوع الغذاء والحالة الفسيولوجية للحيوان في بعض الصفات الدموية في الجرذان النامية السليمة (Mean± S.E).

نوع الغذاء	مستوى الهيموكلوبين غم/ديسليتر	حجم خلايا الدم المرصوة %	معدل تركيز هيموكلوبين كريات الدم الحمراء	محتوى حديد الهيموكلوبين ملغم	كفاءة تخليق الهيموكلوبين %
------------	-------------------------------	--------------------------	--	------------------------------	----------------------------

غم/ديسلتر									
	الابتدائي	النهائي	الابتدائي	النهائي	الابتدائي	النهائي	الابتدائي	النهائي	
18.04±0.09f	3.38± 0.26ab	1.76± 0.18a	32.21± 0.15a	31.72± 0.47a	41± 0.31b	37± 0.44c	13.21± 0.18b	11.74± 0.16bc	طحين الحنطة غذاء (السيطرة)
21.16±0.18e	3.78± 0.10a	1.96± 0.13a	32.09± 0.29a	32.21± 1.55a	44± 0.31a	40± 0.54a	14.12± 0.37ab	12.77± 0.25a	الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 7.5%
25.63±0.62d	3.40± 0.03ab	1.79± 0.00a	32.38± 0.39a	32.48± 0.47a	44± 0.70a	37± 0.31c	14.25± 0.32ab	12.02± 0.09ab	الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 15%
33.33±0.25b	3.40± 0.15ab	1.75± 0.08a	33.38± 0.50a	32.56± 0.38a	42± 0.31b	39± 0.54ab	14.02± 0.50ab	12.70± 0.39a	الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 7.5%
36.93±0.23a	3.34± 0.24ab	1.80± 0.01a	33.08± 0.48a	32.86± 0.33a	45± 0.44a	38± 0.54bc	14.89± 0.22a	12.49± 0.37ab	الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 15%
30.26±0.28c	3.36± 0.21ab	1.98± 0.22a	32.48± 0.45a	32.55± 0.36a	45± 0.31a	38± 0.44bc	14.62± 0.44a	12.37± 0.24ab	الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر 7.5%
32.92±0.46b	3.04± 0.18b	1.68± 0.21a	32.34± 0.53a	32.38± 0.44a	44± 0.70a	34± 0.70d	14.23± 0.15ab	11.01± 0.35c	الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر 15%
28.32±1.10	3.38± 0.07	1.81± 0.05	32.56± 0.16	32.63±0.26	43.57±0.29	37.57± 0.35	14.19± 0.14	12.15± 0.14	المعدل العام

الحروف المختلفة في العمود الواحد تعني وجود اختلاف معنوي عند مستوى احتمال (P≤0.05).
القيم هي المعدل لستة حيوانات في المعاملة الواحدة.

المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 15% والتي بدورها اختلفت معنوياً عن باقي قيم نسبة تشبع الترانسفيرين لمجاميع الجرذان الأخرى وبضمنها مجموعة السيطرة المغذاة على طحين الحنطة وتليها مجاميع الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 15% وفول الصويا المنبت 7.5% وفول الصويا المخمر 7.5% و 15% مع عدم وجود فروق معنوية بين هذه المجاميع المذكورة، لكنها اختلفت عن مجموعة جرذان السيطرة المغذاة على طحين الحنطة والتي بدورها أظهرت اقل نسبة تشبع الترانسفيرين، الجدول (6). وأن المعدل العام لدرجة تشبع الترانسفيرين في الجرذان التي تعاني من فقر الدم هو اقل من السليمة، الجدولين (5 و 6).

نسبة تشبع الترانسفيرين (TS) Transferrin saturation

وجدت فروق معنوية (P≤0.05) في قيم نسبة تشبع ترانسفيرين الدم لمجاميع الجرذان التي تعاني من فقر الدم المغذاة على الأغذية التجريبية وان أعلى قيمة لنسبة تشبع الترانسفيرين هي لمجموعة الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 15% وتليها مجموعتا الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر وغير المعامل بنسبة 15% مع ملاحظة أن نسبة تشبع الترانسفيرين كانت اقل في المجاميع المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المعامل وغير المعامل وبنسبة 7.5%. وان أدنى قيمة نسبة تشبع الترانسفيرين هي للمجموعة المغذاة على طحين الحنطة (السيطرة)، الجدول (5). ووجدت فروق معنوية (P≤0.05) في قيم نسبة تشبع الترانسفيرين لمجاميع الجرذان السليمة المغذاة على الأغذية التجريبية وكانت أعلى قيمة هي لمجموعة الجرذان جدول (5): تأثير تداخل نوع الغذاء والحالة الفسيولوجية للحيوان في بعض قيم حديد المصل والبروتين الكلي في مصل الجرذان النامية التي تعاني من فقر دم نقص الحديد (Mean ± S.E.).

البروتين الكلي لمصل الدم غم/ليتر		سعة ارتباط الحديد غير المشبع مايكرو غرام/ ديسلتر	نسبة تشبع الترانسفيرين %	سعة ارتباط الحديد الكلية مايكرو غرام/ ديسلتر	محتوى حديد المصل مايكرو غرام/ ديسلتر	نوع الغذاء
النهائي	الابتدائي					
66.50±2.60a	74.10±2.20a	274.99±0.91a	15.93±0.29d	327.12±0.82a	52.13±0.39e	طحين الحنطة (غذاء)

السيطرة						الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 7.5%
52.00±0.60d	72.20±2.10ab	254.48±1.00c	17.43±0.62c	310.63±0.69c	54.15±0.22d	الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 15%
59.40±2.10c	72.50±1.50ab	248.76±0.88d	19.01±0.30b	307.17±1.08d	58.41±0.57bc	الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 7.5%
60.50±2.30bc	52.90±1.40c	248.03±0.83de	18.89±0.27b	305.80±1.04d	57.77±0.38c	الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 15%
61.30±0.9abc	71.60±1.00ab	229.89±0.62f	23.30±0.17a	299.76±0.95e	69.87±0.16a	الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر 7.5%
66.30±1.10ab	718±0.20ab	261.53±0.64b	17.01±0.10c	315.16±0.39b	53.63±0.38d	الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر 15%
64.30±2.1abc	65.30±5.30b	246.02±0.83e	19.39±0.25b	305.21±1.05d	59.19±0.44b	المعدل العام
61.40±1.00	68.60±1.40	251.95±2.24	18.70±0.39	310.12±1.44	57.87±0.95	

الحروف المختلفة في العمود الواحد تعني وجود اختلاف معنوي عند مستوى احتمال ($P \leq 0.05$).
القيم هي المعدل لستة حيوانات في المعاملة الواحدة.

مجموعات الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر 7.5% ثم فول الصويا غير المعامل 15% وفول الصويا المنبت 7.5% ومن دون ظهور فرق معنوي بينهما تليها مجموعة الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر 15% وأخيراً المجموعة المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 15% التي أظهرت أقل قيمة لسعة ارتباط الحديد غير المشبع مقارنة مع مجموعة جرذان السيطرة والمجاميع الأخرى. ووجد من الجدولين (5 و 6) أيضاً أن معدل سعة ارتباط الحديد غير المشبع في الجرذان التي تعاني من فقر الدم هو أعلى من الجرذان السليمة.

تركيز البروتين الكلي لمصل الدم (غم/ليتر) Total serum protein

وجدت فروق معنوية في قيم البروتين الكلي لمصل الدم ($P \leq 0.05$) في نهاية التجربة في الجرذان التي تعاني من فقر الدم والمغذاة على الأغذية التجريبية مقارنة مع مجموعة جرذان

جدول (6): تأثير تداخل نوع الغذاء والحالة الفسيولوجية للحيوان في بعض قيم حديد المصل والبروتين الكلي في مصل الجرذان النامية السليمة (Mean ± S.E.).

سعة ارتباط الحديد غير المشبع Unsaturated iron binding capacity

يتبين من الجدول (5) وجود فروق معنوية ($P \leq 0.05$) في قيم سعة ارتباط الحديد غير المشبع بمصل الدم بين مجاميع الجرذان التي تعاني من فقر الدم المغذاة على الأغذية التجريبية بالمقارنة مع مجموعة جرذان السيطرة باستثناء مجموعة الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 7.5% والتي لم تختلف معنوياً عن مجموعتي الجرذان اللتين تم تغذيتهما على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل والمخمر 15%. كانت أعلى قيمة لسعة ارتباط الحديد غير المشبع هي لمجموعة جرذان السيطرة. ومن الجدول (6) تبين بان هناك فروق معنوية ($P \leq 0.05$) في قيم سعة ارتباط الحديد غير المشبع لمصل الدم للجرذان السليمة المغذاة على الأغذية التجريبية ومقارنة مع مجموعة جرذان السيطرة، وان أعلى قيمة لسعة ارتباط الحديد غير المشبع هي لمجموعة الجرذان السليمة المغذاة على طحين الحنطة تليها مجموعة الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 7.5% والتي اختلفت معنوياً عن

البروتين الكلي لمصل الدم غم/ليتر		نسبة تشبع الترانسفيرين %	سعة ارتباط الحديد الكلية مايكروغرام/ديسليتر	محتوى حديد المصل مايكروغرام/ديسليتر	نوع الغذاء
الإنبدائي	النهائي				
62.00±1.10bc	75.7±1.70a	233.21±0.51a	20.49±0.27d	293.33±0.60a	60.12±0.75d

طحين الحنطة (غذاء السيطرة)

59.20±3.3bc	7800±3.50a	220.95±0.79b	24.10±0.26c	291.12±0.79ab	70.17±0.34c	الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 7.5%
61.60±2.40bc	72.80±1.90a	215.57±0.81cd	25.20±0.28bc	288.23±2.07bc	72.66±0.18b	الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 15%
55.50±2.00c	63.50±2.00b	216.10±1.25cd	25.00±0.34bc	288.15±1.61bc	72.05±0.99b	الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 7.5%
66.80±3.20ab	77.60±4.10a	208.21±0.73e	27.03±0.51a	285.37±0.87c	77.16±0.29a	الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 15%
73.80±3.30a	58.20±2.80b	217.61±0.74c	24.85±0.24bc	289.57±1.39b	71.96±0.43b	الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر 7.5%
54.80±20c	73.40±2.10a	214.64±0.61d	25.41±0.43b	287.76±0.92bc	73.12±0.34b	الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر 15%
61.90±1.30	71.30±1.50	218.04±1.25	24.58±0.34	289.07±0.54	71.03±0.85	المعدل العام

الحروف المختلفة في العمود الواحد تعني وجود اختلاف معنوي عند مستوى احتمال ($P \leq 0.05$).
القيم هي المعدل لستة حيوانات في المعاملة الواحدة.

مستوى الهيموكلوبين (غم/ديسلتر) Hemoglobin value

في نهاية التجربة كان مستوى الهيموكلوبين في الجرذان السليمة أعلى من الجرذان التي تعاني من فقر الدم وهذا يتفق مع النتائج التي توصل إليها (19) في الجرذان أيضاً وكذلك (20) في الأطفال. فكان أعلى مستوى هيموكلوبين هو لمجاميع الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت والمخمر 15% وأن الزيادة المكتسبة في مستوى الهيموكلوبين وهي الفرق بين بداية التجربة ونهايتها كانت في الجرذان التي تعاني من فقر الدم أعلى مما هي عليه في الجرذان السليمة وقد يرجع السبب في ذلك إلى تعويض أكبر قدر ممكن من الهيموكلوبين من أجل الوصول إلى القيمة الطبيعية وهذا يتفق مع النتائج التي توصل إليها (21 و 22) وأن أعلى زيادة مكتسبة في تركيز الهيموكلوبين كانت لمجاميع الجرذان التي تعاني من فقر الدم المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر ثم المنبت ثم غير المعامل وبالنسبة 15% وقد يكون السبب هو تأثير زيادة كمية الحديد المتاحة للامتصاص والمغذيات والذي كان في فول الصويا المعامل بالإنبات والتخمير أعلى من غير المعامل وهذا يتفق مع النتائج التي توصل إليها (23 و 24 و 25) والذين أكدوا على أن زيادة الحديد في الغذاء يقابله زيادة تركيز الهيموكلوبين نتيجة لزيادة تخليقه. كما وجد أن الزيادة المكتسبة في مستوى الهيموكلوبين في الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل والمعامل وبالنسبة 7.5% كانت متقاربة أيضاً وقد يعود السبب في ذلك إلى أن هذه الأغذية قد احتوت على كميات حديد متقاربة أيضاً وقد كانت الزيادة في مستوى الهيموكلوبين في الجرذان المغذاة على الأغذية الأنفة الذكر أقل من أغذية طحين الحنطة (الحاوي على فول الصويا المعامل وغير المعامل) بالنسبة 15% كما أظهرت المجموعة المغذاة على طحين الحنطة أقل زيادة مكتسبة في تركيز

السيطرة، الجدول (5). كما وجد أعلى قيمة لمستوى البروتين الكلي لمصل الدم في مجموعة جرذان السيطرة والتي لم تختلف معنوياً عن مجاميع الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 15% وفول الصويا المخمر 7.5% و 15%. ان أدنى قيمة لمستوى بروتين الكلي لمصل الدم هي في مجموعة الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 7.5% مقارنة مع مجموعة السيطرة ومجاميع الجرذان الأخرى. ويبتين من الجدول (6) وجود فروق معنوية في قيم البروتين الكلي لمصل الدم ($P \leq 0.05$) بالجرذان السليمة المغذاة على الأغذية التجريبية مقارنة مع مجموعة جرذان السيطرة المغذاة على طحين الحنطة باستثناء مجموعتي الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر 7.5% وفول الصويا المنبت 15% واللذين تمثلان أعلى قيم البروتين الكلي لمصل دم الجرذان السليمة مقارنة مع مجموعات الجرذان الأخرى ومجموعة جرذان السيطرة. ووجد انخفاض في تركيز البروتين الكلي لمصل الدم في نهاية التجربة لمعظم المجاميع باستثناء المجموعة السليمة والمغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر 7.5% والتي أظهرت أعلى زيادة في قيمة البروتين الكلي لمصل الدم وتليها المجاميع التي تعاني من فقر الدم المغذاة على طحين الحنطة (السيطرة) والطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 7.5%. ووجد أن المعدل العام لقيم البروتين الكلي لمصل الدم قد تقاربت بين المجاميع التي تعاني من فقر الدم والسليمة، الجدولين (5 و 6).

المناقشة

تأثير تداخل نوع الغذاء والحالة الفسيولوجية للجرذان في الصفات الدموية

Mean corpuscular hemoglobin concentration

إن معدلات تركيز هيموكلوبين كريات الدم الحمراء كانت متقاربة في كلتا المجموعتين من الجرذان التي تعاني من فقر الدم والسليمة وكذلك عند مقارنة أنواع الأغذية فيما بينها، ووجد أن الزيادة المكتسبة في MCHC لم تتأثر بنوع الغذاء، ونسبة فول الصويا والمعاملات المختلفة ولا بالحالة الفسيولوجية (فقر الدم أو سليمة)، وهذا يتفق مع النتائج التي توصلت إليها (27) والتي أشارت إلى أن MCHC لا يعد عاملاً جيداً لاستخدامه في دراسات فقر دم نقص الحديد لعدم تأثره بعملية النزف لاستحداث فقر الدم وكان المعدل العام لمعدلات تركيز هيموكلوبين كريات دم الحمر في الجرذان التي تعاني من فقر الدم 32.25 غم/ديسيلتر متقارباً مع ما هو عليه في الجرذان السليمة بلغ 32.56 غم/ديسيلتر.

محتوى حديد الهيموكلوبين (ملغم) Hemoglobin iron contents

أظهرت مجموعة الجرذان المغذاة على الطحين الحوي على فول الصويا غير المعامل 7.5% أعلى القيم وقد يعود السبب في ذلك إلى أن هذه الفئة تمتعت بمستوى هيموكلوبين جيد فضلاً عن اكتسابها وزن جسم جيد أيضاً في نهاية التجربة وبذلك كان محتوى حديد الهيموكلوبين مرتفعاً أيضاً لأنه يعتمد على هذين العاملين (وزن الجسم ونسبة الهيموكلوبين) اللذين أستنتجتهما من قبل (14) أما في الجرذان المغذاة على طحين الحنطة فقد تقاربت قيم محتوى حديد الهيموكلوبين فيها مع المجاميع المغذاة على الطحين الحوي على فول الصويا المنبت وغير المعامل 15% والسبب في ذلك يعود إلى أن هذه الجرذان المغذاة على طحين الحنطة لها وزن جسم عالٍ بينما كانت نسبة الهيموكلوبين واطئة في المجاميع المغذاة على الطحين الحوي على فول الصويا المنبت وغير المعامل 15% والتي لها نسبة هيموكلوبين أعلى من المجموعة المغذاة على طحين الحنطة. وفي مجاميع الجرذان السليمة لوحظ عدم وجود فرق معنوي في محتوى حديد الهيموكلوبين بين المجاميع في نهاية التجربة، وقد أظهرت المجموعة المغذاة على الطحين الحوي على فول الصويا غير المعامل 7.5% قيمة أعلى وبهذا فقد أظهرت توزيعاً في محتوى أيضاً أن محتوى حديد الهيموكلوبين في الجرذان التي تعاني من فقر الدم كان أيضاً مشابهاً لما هو عليه في السليمة وبهذا تتفق هذه النتائج مع نتائج كل من (2 و 27)، وإن أعلى زيادة مكتسبة في محتوى حديد الهيموكلوبين كانت في مجموعتي الجرذان التي تعاني من فقر الدم والسليمة المغذاة على الطحين الحوي على فول الصويا غير المعامل 7.5% وقد تقاربت الزيادة المكتسبة في محتوى حديد الهيموكلوبين بين مجاميع الجرذان فكانت تارة أعلى في الجرذان السليمة (ويعود السبب في ذلك إلى أن الزيادة المكتسبة في وزن الجسم كانت أعلى قيمة مما هو عليه بالجرذان التي تعاني فقر الدم) وتارة أخرى كانت الزيادة المكتسبة في

الهيموكلوبين في الجرذان التي تعاني من فقر الدم والسليمة وقد يكون السبب عدم كفاية الحديد المتاح للامتصاص وهذا يتفق مع مآذره (22). وعند مقارنة المعدل العام لتركيز الهيموكلوبين في الجرذان التي تعاني من فقر الدم مع السليمة، الجدولان (3 و 4). وجد أن القيم كانت 12.49 غم/ديسيلتر في الجرذان التي تعاني من فقر الدم، وهي أقل من مثيلاتها في الجرذان السليمة والتي بلغت 14.19 غم/ديسيلتر.

حجم خلايا الدم المرصوصة (PCV%) Packed cell volume

اختلفت النسبة المئوية لحجم خلايا الدم المرصوصة في نهاية التجربة وكانت القيم في الجرذان التي تعاني من فقر دم نقص الحديد أقل مما هي عليه في الجرذان السليمة والمغذاة على الأغذية ذاتها وهذا يتفق مع ما حصل عليه (22) الذي أكد على أن نسبة حجم خلايا الدم المرصوصة في الجرذان النامية التي تعاني من فقر الدم هو أقل مما هو عليه في الجرذان السليمة وكذلك يتفق مع النتائج التي حصل عليها (19) في الجرذان أيضاً و(26) والذين أكدوا على انخفاض نسبة PCV في الأشخاص بعد التبرع بالدم. كما أن أعلى نسبة PCV كانت في مجموعة الجرذان المغذاة على فول الصويا المخمر والمنبت 15% وتليهما باقي أنواع الغذاء المتضمن فول الصويا المعامل وغير المعامل وبكلا النسبتين والذي كانت نسبة PCV فيه أعلى من طحين الحنطة. ووجد أن الزيادة المكتسبة في الـ PCV كانت في مجاميع الجرذان التي تعاني من فقر الدم أعلى مما هي عليه في الجرذان السليمة وإن هذه الزيادة في حجم خلايا الدم المرصوصة تزداد بزيادة شدة فقر الدم وذلك من أجل الوصول بالحيوان إلى الحالة الفسيولوجية الطبيعية أي تتناسب طردياً مع الزيادة في تركيز الهيموكلوبين وهذا يتفق مع مآذره كل من (14 و 22 و 27). أما الزيادة المكتسبة في الـ PCV بين مجاميع الجرذان المغذاة على الأغذية التجريبية فكانت الأعلى في المجموعة التي تعاني من فقر الدم والمغذاة على الطحين الحوي على فول الصويا المخمر 15% بينما كانت أقل زيادة مكتسبة للـ PCV هي في المجموعة المغذاة على طحين الحنطة (السيطرة) وقد يعود السبب إلى انخفاض مستوى الحديد نسبياً في طحين الحنطة الجدول (2) مع ملاحظة أن زيادة الـ PCV تتناسب طردياً مع زيادة نسبة فول الصويا من 7.5% إلى 15% أي بزيادة تركيز الحديد الغذائي في كلتا المجموعتين وهذا يتفق مع النتائج التي حصل عليها (24) والذين أشاروا إلى أن الزيادة المكتسبة في نسبة الـ PCV تتناسب طردياً مع زيادة الحديد الغذائي في تغذية الخنازير الرضيعة ويتبين من الجدولان (3 و 4) أن المعدل العام لحجم خلايا الدم المرصوصة للجرذان التي تعاني من فقر الدم بلغ 38.71% وبهذا فإنه سيكون أقل من معدل حجم خلايا الدم المرصوصة للجرذان السليمة البالغة 43.57%.

معدل تركيز هيموكلوبين كريات الدم الحمراء (غم/ديسيلتر)

تأثير تداخل نوع الغذاء والحالة الفسيولوجية للجرذان في قيم حديد المصل

تركيز حديد مصل الدم (مايكروغرام/ديسليتر) Serum iron
كانت قيم حديد المصل في نهاية التجربة للجرذان التي تعاني من فقر الدم أقل مما هي عليه في الجرذان السليمة وهذا يتفق مع ما ذكره (19 و 22) في تجاربهما على الجرذان و(26) في تجاربهم على الإنسان (المتبرعين بالدم) و(29) في تجاربهم على القروود وقد يرجع السبب في ذلك فقدان الحديد من الجسم في الجرذان المصابة بفقر الدم مما يؤدي إلى انخفاض محتوى حديد المصل أيضاً. وقد وجد أيضاً إن أعلى قيمة حديد مصل هي لمجموعة الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 15% وأقل مستوى حديد مصل كان للجرذان المغذاة على طحين الحنطة (مجموعة السيطرة). كما وجد أن مستوى حديد المصل تناسب طردياً مع الزيادة في نسبة فول الصويا أي مع زيادة تركيز الحديد الغذائي وهذا يتفق والنتائج التي حصل عليها (19). وان المعدل العام لحديد مصل الدم في هذه التجربة الجدولين (5 و 6) في الجرذان التي تعاني من فقر الدم كان 57.87 مايكروغرام/ديسليتر وهذا أقل من نظيره في الجرذان السليمة 71.03 مايكروغرام/ديسليتر.

سعة ارتباط الحديد الكلية لمصل الدم (مايكروغرام/ديسليتر) Total iron binding capacity

وجدت فروق معنوية في مستوى TIBC في نهاية التجربة بين مجاميع الجرذان المغذاة على الأغذية التجريبية وكانت أعلى في الجرذان التي تعاني من فقر الدم مما هي عليه في الجرذان السليمة. كما ازدادت بزيادة شدة فقر الدم، وتناسبت عكسياً مع حديد مصل الدم لنفس مجموعة الجرذان وهذا يتفق مع النتائج التي حصل عليها كل من (19 و 22 و 30 و 31 و 32) في الجرذان. وقد أظهرت المجاميع المغذاة على طحين الحنطة الحاوي على فول الصويا المنبت 15% أوطأ قيمة في سعة ارتباط الحديد الكلية في حين أن المجاميع المغذاة على طحين الحنطة أظهرت أعلى قيمة في سعة ارتباط الحديد لمصل الدم. مما يشير إلى إن انخفاض حديد المصل أدى إلى ارتفاع سعة ارتباط الحديد الكلية. كان المعدل العام لسعة ارتباط الحديد الكلية في الجرذان التي تعاني من فقر الدم 310.12 مايكروغرام/ديسليتر وهو أعلى من السليمة 289.07 مايكروغرام/ديسليتر، الجدولين (5 و 6).

نسبة تشبع الترانسفيرين (TS%) Transferrin saturation
وجد أن نسبة تشبع الترانسفيرين اختلفت معنوياً بين مجاميع الجرذان المغذاة على الأغذية التجريبية هذا وان نسبة تشبع الترانسفيرين في الجرذان التي تعاني من فقر الدم كانت أقل مما هي عليه في الجرذان السليمة المغذاة على الغذاء ذاته وقد يرجع السبب في ذلك إلى انخفاض مستوى حديد المصل بوجود فقر

محتوى حديد الهيموكلوبين في الجرذان التي تعاني من فقر الدم أعلى من السليمة (وقد يكون سبب ذلك هو أن الزيادة المكتسبة في مستوى الهيموكلوبين كانت أعلى مما هي عليه في الجرذان السليمة). كان المعدل العام لمحتوى حديد الهيموكلوبين في الجرذان التي تعاني من فقر الدم 3.06 ملغم هو أقل مما هو عليه في السليمة 3.38 ملغم.

كفاءة تخليق الهيموكلوبين Hemoglobin regeneration efficiency (HRE%)

في هذه التجربة وجد أن كفاءة تخليق الهيموكلوبين تزداد بزيادة شدة فقر الدم وهذا يتفق مع ما ذكره (2) وبما إن الجرذان التي تعاني من فقر الدم تمتص الحديد الغذائي بكفاءة أعلى من نظيراتها السليمة فعليه كانت كفاءة تخليق الهيموكلوبين فيها أعلى وهذا ما ذكره (14). ومن الجدولين (3 و 4) تبين أن أعلى كفاءة تخليق هيموكلوبين كانت للمجاميع المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت والمخمّر 15% تليهما المجاميع المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت والمخمّر 7.5% ثم فول الصويا غير المعامل ونسبة 15% و 7.5%. إن أقل كفاءة في تخليق الهيموكلوبين كانت لمجموعة الجرذان المغذاة على طحين الحنطة مما يبين أن فول الصويا المعامل أظهر كفاءة أعلى في تخليق الهيموكلوبين وقد يرجع السبب في ذلك إلى زيادة قابلية إمتصاص الحديد من فول الصويا المعامل وربما بسبب تقليل كمية أو تأثير الفايئات فيه وهذا يتفق مع النتائج التي توصل إليها (23) والذين أكدوا أن كفاءة تخليق الهيموكلوبين في الجرذان المغذاة على طحين الحنطة المدعم بالحديد هي أعلى من الجرذان المغذاة على طحين الذرة المضاف إليه الليمون والسبب في ذلك قد يعود لاحتواء الذرة على كمية فايئات أعلى من الحنطة والتي قللت بدورها من إمتصاص الحديد. فضلاً عن تأثير المعاملة على بروتينات فول الصويا والتي زادت من قابلية الهضم وإمتصاص الحديد من الأمعاء والاثنى عشري. وجد أن كفاءة تخليق الهيموكلوبين ازدادت بزيادة نسبة إضافة فول الصويا المعامل وغير المعامل من 7.5% إلى 15%. وبهذا تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه (28) والذين أشاروا إلى أن حديد فول الصويا يمتص بشكل جيد عند إضافته مع الغذاء بالإنسان، وإن فول الصويا فعال عند إعطائه للأفراد الذين لديهم مستوى حديد واطئ بالجسم ويؤدي إلى زيادة كفاءة تخليق الهيموكلوبين HRE% وهذا يتفق مع النتائج التي حصلت عليها (27). ووجد أن المعدل العام لكفاءة تخليق الهيموكلوبين في الجرذان التي تعاني من فقر الدم (30.38%) كان أعلى من الجرذان السليمة (28.32%) وقد يعود السبب إلى أن هذه الجرذان التي تعاني من فقر الدم امتصت الحديد الغذائي بكفاءة أعلى مما هو عليه في السليمة.

ترقق وسيولة الدم Hemodilution. وأن أعلى زيادة بروتين كلي لمصل الدم هي بالجرذان السليمة المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر 7.5%، كما وجد أن معظم قيم البروتين الكلي لمصل الدم في الجرذان التي تعاني من فقر دم نقص الحديد والسليمة حصل فيها انخفاض في نهاية التجربة وقد يرجع السبب في ذلك إلى أن الحيوانات في بداية التجربة كانت أصغر عمراً مما هي عليه في نهاية التجربة، إذ أن قيم البروتين الكلي لمصل الدم في الحيوانات الأصغر عمراً تكون أعلى من البالغة مما يتفق مع النتائج التي حصل عليها (35) والذين ذكروا أن قيم البروتين الكلي لمصل الدم في الغزلان الصغيرة تكون أعلى من البالغة. وأن المعدل العام لقيم البروتين الكلي لمصل الدم بين مجاميع الجرذان التي تعاني من فقر الدم (61.40) غرام/لتر والسليمة (61.90) غرام/لتر هي متقاربة، الجدولين (5 و 6).

المصادر

1. الخليفة، كمال فضل السيد. الدور الحيوي للحديد، مجلة الدواء العربي، (1999) 18: (1) 116-133.
2. شرف، خالد حمادي حميد. التوافر الحيوي لحديد اللحوم والبقوليات والخضراوات الورقية للجرذان التي تعاني من الأنيميا والسليمة. (طروحة دكتوراه)، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل. 1998.
3. Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW. Harper's Illustrated Biochemistry. 26th ed. Mc Graw-Hill Companies- USA. 2003.
4. National Research Council. Nutrient requirements of laboratory animals. 3rd ed. No. 10, National academy of science. Washington , D.C. 1978.
5. Piendle A. Degree of steeping and malt quality. Part I: Effect of steeping on carbohydrates. Brew Dig. 1975;34-39.
6. الجندي، محمد ممتاز. الصناعات الغذائية حفظ وتصنيع الأطعمة. صناعة التخليل، الجزء الثالث - دار المعارف بمصر، القاهرة 1975 ص 385-408.
7. Timm K. Orbital venous anatomy of the rat: lab Animal Sci. 1979; 29:663-673.
8. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official method of analysis. 13th ed. , Assoc. of official analyt chem.. Washington , D.C. 1980.
9. Pearson D. The chemical analysis of foods, Churchill Livingston, New York , 1976 Pp.205-209.
10. Wheeler EL, Ferrel, REA. Method for phytic acid determination in wheat and wheat Fraction. Cereal chem. 1971;58 (5):312-322.
11. Tietz NW. Fundamentals of clinical chemistry WB. Saunders Co. Philadelphia, 1982; pp 401.
12. Guyton AC. Textbook of medical physiology. 11th edi. Elsevier Saunders, Elsevier Ink- Philadelphia, Pennsylvania. 2006, pp:425-426.
13. Lowery OH, Resebrough NJ, Farr AL, and Randall, RJ. Protein measurements with folin-phenol reagent. J. Biol. Chem. 1951, 193:265-275.
14. Thannoun, AM. Iron bioavailability of meat., bread mixtures and meat loaves fed to anemic and healthy rats. PhD. Thesis, Utah state University. 1987.

الدم مؤدياً بذلك إلى انخفاض تشبع الترانسفيرين بالحديد في المصل وهذا يتفق مع النتائج التي حصل عليها (29 و 33) في الجرذان والفروود على التوالي. وأن أعلى نسبة تشبع الترانسفيرين هي لمجموعة الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 15% وأن أقل قيمة لهذه النسبة هي للجرذان المغذاة على طحين الحنطة وتتوسطهما المجاميع المغذاة على فول الصويا بالنسبة 7.5%. يتضح من أيضاً أن المعدل العام لتشبع الترانسفيرين في الجرذان التي تعاني من فقر الدم هو 18.70% أقل مما هو عليه في الجرذان السليمة 24.58%، الجدولين (5 و 6).

سعة ارتباط الحديد غير المشبع (مايكروغرام/ديسليتر) Unsaturated iron binding capacity

إن الفروقات المعنوية في قيم سعة ارتباط الحديد غير المشبع بمصل الدم اتبعت توزيع صفة سعة ارتباط الحديد الكلية (ناتج طرح قيمة حديد مصل الدم من قيمة سعة ارتباط الحديد الكلية). وهي بهذا كانت أعلى في الجرذان التي تعاني من فقر الدم من السليمة كما وجد أيضاً أن أوطاً قيمة لسعة ارتباط الحديد غير المشبع هي للمجاميع المغذاة على الغذاء الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 15% مقارنة مع طحين الحنطة (السيطرة). كما أن قيم UIBC لمجموعات الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المعامل أقل مما هي عليه في الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل، مما يشير إلى أن سعة ارتباط الحديد غير المشبع قلت مع زيادة كمية الحديد الغذائي المتاح للامتصاص وهذا يتفق والنتائج التي حصل عليها (22). وأن المعدل العام لسعة ارتباط الحديد غير المشبع في الجرذان التي تعاني من فقر الدم 51.95 مايكروغرام/ديسليتر وهو أعلى مما هو عليه في الجرذان السليمة 218.04 مايكروغرام/ديسليتر، الجدولين (5 و 6).

تركيز البروتين الكلي لمصل الدم غم/ليتر Total Serum Protein

كانت قيم البروتين الكلي لمصل الدم في الجرذان التي تعاني من فقر الدم أقل مما هي عليه في الجرذان السليمة عند بدء التجربة وهذا يتفق مع النتائج التي حصل عليها (30) في تجاربهم على الجرذان والذين أشاروا لتأثير فقر الدم على الجهاز المناعي وكذلك على الغشاء المخاطي للأمعاء مؤدياً إلى فقدان البروتين من الأمعاء. كما تتفق نتائج هذه التجربة مع ما حصل عليه (34) في تجاربهم على الجرذان أيضاً والذي أكد أن فقر الدم الناتج عن النزف أدى إلى قلة حجم الدم الدائر ومن ثم فإن آليات الجسم التعويضية ستعمل على تعويض حجم الدم المفقود مؤدياً إلى دخول السائل خارج الخلايا Extra cellular fluid والذي يكون منخفض المحتوى من البروتين فيؤدي لحصول

25. Zhang C, Jiang J, Zhang Y, Jia C. Interaction of dietary iron and vitamin A influences the performance of broilers. Australian. J Agr Res. 2005;56(5):435-442.
26. Silvani C, Zanella A, Rossi F, Cabrini G, Ferrari C, Cesana B, Sirchia G. Effect of blood donation on cerebral blood flow velocity. J Transf. 1990;30(8):710-713.
27. السليفاي، مائدة محمد طيب. التوافر الحيوي لحديد الطحين المدعم بكبريتات الحديدوز للجرذان المصابة بفقر دم نقص الحديد والسليمة. (رسالة ماجستير)، كلية الزراعة، جامعة دهوك، 2003.
28. Lonnerdal B, Bryant A, Liu X, Theil EC. Iron absorption from soybean ferritin in non-anemic women. Am J Clin Nutr. 2006;83(1): 103-107.
29. Golub MS, Hoqrefe CF, Tarantal AF, Germann SL, Beard JL, Georgieff MK, Calatroni A, Lozoff B. Diet-induced iron-deficiency anemia and pregnancy outcome in rhesus monkeys. Am J Clin Nutr. 2006;83(3):647-656.
30. Perkkio MV, Jansson LT, Dallman PR, Siimes MA, Savilhti E. SigA and IGM containing cells in the intestinal mucosa of iron deficient rats. Am J Clin Nutr. 1987;46:341-345.
31. Vieira MR, Galvao LC, Fernandez MIM. Relation of the disaccharidases in the small intestine of the rat to the degree of experimentally induced iron deficiency anemia. Brazil J Med Bio Res. 2000;33:539-544.
32. Han J, Day JR, Connor JR, Beard JL, Ferritin HL. Subunit mRNA expression differs in brain of control and iron deficient rats. Am J Nutr. 2002;132:2769-2774.
33. Beutler E, Hoffbrand AV, Cook JD. Iron deficiency and overload. J Hematol. 2003;1: 40-46.
34. Alfaro V, Pesquero J, Palacios L. Acid-base disturbance during hemorrhage in rats: significant role of strong inorganic iros. J Appl Physiol. 2003;86:1617-1625.
35. Milas NP, Slavica A, Janicki Z, Robi M, Beli, M, Tur SM. Serum biochemical values in fallow deer (Dama dama L.) From different habitats in Croatia. Euro J Wild life Res. 2004;50(1):7-12.
15. Williams, S. Iron metabolism in: Hematology 4thed. The MIT press, London, 1985, P 105-115.
16. Morancampbell, EJ; Dickinson, CI. and Slater, JDH. Clinical physiology 4thed., Black well Sci. pub., Oxford and London, 1974, P. 283.
17. Sharaf, KhH. Interaction effect of iron enrichment and defatted soybean supplementation to wheat flour on the protein digestibility and growth in growing rats. J. Educ. Sci. 2005, 17(4): 81-91.
18. Steel, RGD. and Torrie, JH. Principles and procedures of statistics Mac Graw-Hill Book Co. Inc., New York. 1980.
19. Han J. Mechanisms controlling iron mobilization during iron-deficiency in rat brain. Ph.D Thesis, Graduate School/graduate program in nutrition, Pennsylvania state University. 2001.
20. Desai MR, Terlow DL, Kwena AM, Phillips-Howard PA, Kariuki SK, Wannemuehler KA, Odhacha A, Hawley WA, Shi YP, Nahlen BL Terkuile FO. Factors associated with hemoglobin concentration in pre-school children in western Kenya: cross-sectional studies. Am J Trop Med Hyg 2005;72(1):47-59.
21. Sharaf KhH, Thannoun AM. Iron bioavailability of green leafy vegetables for anemic and healthy rats Mesopotamia J Agric 1999;31(4):99-410.
22. مصطفى نشأت غالب. تأثير فقر دم عوز الحديد على القيم الدموية والحالة التغذوية للجرذان النامية (رسالة ماجستير)، كلية الطب البيطري، جامعة الموصل. 2000.
23. Hernandez M, Sousa V, Moreno A, Villapando S, Lopez-Alarcon M. Iron bioavailability and utilization in rat are lower from lime treated corn flour than from wheat flour when they are fortified with different sources of iron. Am J Nutr. 2003;133: 154-159.
24. Rincker MJ, Hill YM, Link JE, Rowntree JE. Effect of dietary iron supplementation on growth performance, hematological status and whole-body mineral concentration of nursery pigs. J Anim Sci. 2004;82: 3189-3197.