المجلة العراقية للعلوم البيطرية، المجلد ٢٣، عدد إضافي ٢، ٢٠٠٩ (٤٩٧-٥١٠)
وقائع المؤتمر العلمي الخامس، كلية الطب البيطري، جامعة الموصل

تأثير التغذية ببذور فول الصويا المعاملة بالتنبيت 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% أو١٥٪ مجروش فول الصويا غير المعامل، الطحين الحاوي على 7.5% أو١٥٪فول الصويا المنبت، الطحين الحاوي على 7.5% أو١٥٪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، وقدِرَ البروتين الكلي لمصل الدم. وتركيز حديد المصل SI وسعة ارتباط الحديد الكلية TIBC وحساب نسبة تشبع الترانسفيرين TSوسعة ارتباط الحديد غير المشبع UIBC وكفاءة تخليق الهيموكلوبين HRE أيضا"). بينت النتائج أن حديد المصل ونسبة تشبع الترانسفرين وقيم البروتين الكلي لمصل الدم في الجرذان التي تعاني من فقر الدم هي اقل 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 الترانسفرين 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 ايجابية 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 28-35days 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 (AFeA) 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, AFeA 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

يعد الحديد من أهم العناصر المعدنية النادرة في الجسم وينتشرفي جميع الخلايا ويؤدي دوراً مهماً في التفاعلات الكيميائية الحيوية (١) ويحوي جسم الإنسان البالغ على حوالي 4 غرامات حديد بينما تبلغ نسبته في الجرذان البالغة حوالي 4.2 ملغم (٢،٣). ويؤدي دوراً مهماً في نقل الأوكسجين وخزنه وان أثار نقصه تؤدي إلى اضطرابات في وظائف الجسم المختلفة، ومن حاجة الجسم الضئيلة جدا للحديد والتي لا تتعدى عدة ملغرامات يوميا"، فان فقر الدم يمكن أن يحدث وخاصة على المدى الطويل عند حصول انخفاض في عدد وحجم كريات الدم الحمراء أو انخفاض في تركيز الهيموكلوبين، والاثنان معا فيؤدي الى حالة Microcytic Hypochromic anemia (٢). 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 والفسيولوجية 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). الطحين الكامل الحاوي على ٧,٥٪ أو١٥٪ مجروش بذور فول الصويا الكاملة Whole soybean seeds. الطحين الكامل الحاوي على ٧,٥٪ أو١٥٪ مجروش بذور فول الصويا المنبتة Germinated whole soybean seeds. الطحين الكامل الحاوي على ٧,٥٪ أو١٥٪ 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 الغريبة 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 20º م لمدة خمسة أيام وفقاً لـ (5) وذلك لمحاولة تكسير فايتات فول الصويا انزيميا" بالإنبات.

طريقة التخمير

استخدمت الخميرة *Saccharomycis serviecae* المنماة على وسط السابرود والتي حضنت بدرجة 28.5ºم لمدة أربعة أيام ثم نقلت المحتويات لتلقيح 700 مل من عصير العنب الأبيض الصافي المبستر لدرجة حرارة 65 ºم مدة (30) دقيقة في حمام مائي، ثم حضن العصير بدرجة 28.5ºم مدة أربعة أيام وذلك لأجل تنشيط وزيادة حمولة الخميرة. استخدم العصير المذكور لترطيب مجروش فول الصويا الكامل المبستر (٦). ثم حضنت المكونات بدرجة حرارة 28.5ºم لمدة أسبوع، وذلك لمحاولة تكسير فايتات فول الصويا إنزيميا" بالتخمير، التي تعتبر من المواد الماسكة لايونات الحديد الغذائيIron chelating agent والمانعة لامتصاصه من الأمعاء، ثم جفف مجروش بذور فول الصويا المخمر بدرجة حرارة 50ºم لمدة يومين وحفظ في أكياس بلاستيكية لحين الاستعمال.

الإضافات الغذائية لمخاليط الأغذية المحضرة

استخدمت مجموعة من الإضافات المعدنية والفيتامينات المضافة لمخاليط الأغذية المحضرة كما أضيف الكازائين 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 اجل توازن مكونات الأغذية المحضرة (4)، جدول (١).

الحيوانات المختبرية

استخدمت ذكور الجرذان البيضاء Albino male rats بعمر 28-35يوم ووزن جسم60-78غرام وضعت الحيوانات منفردة في أقفاص بلاستيكية وأخضعت لظروف مختبرية من دورة ضوء/ظلام وهي 12/12 ساعة ودرجة حرارة 25°م. تم تغذيتها بالأغذية المحضرة وزودت بماء الشرب الخالي من الأيونات المعدنية وبصورة حرة *ad libidum*.

استحداث فقر الدم بالنزف

تم بإجراء نزف من وريد زاوية العين الداخلية Retro-ocular vein وذلك بعمل جرح بسيط باستخدام الأنبوبة الشعرية المحتوية على الهيبارين Heparinized capillary tube وفقا" لـ (7) لـ 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.

جدول (١): النسب المئوية للخلطات الغذائية المستخدمة في تغذية الجرذان على أساس الوزن الجاف.

المكونات%	الخلطـــات الغذائيـــة المحضرة من طحين الحنطة الحاوي على						
	طحين الحنطة لوحده %	فول الصويا غير المعامل		فول الصويا المنبت		فول الصويا المخمر	
		% 7.5	% 15	% 7.5	% 15	% 7.5	% 15
طحين الحنطة الكامل	77.11	73.33	71.45	73.27	71.37	73.31	71.43
مجروش فول الصويا	0.00	7.48	14.94	7.54	15.02	7.50	14.96
زيت الذرة	9.30	9.17	6.66	9.17	6.66	9.17	6.66
كازائين	6.64	3.07	0.00	3.07	0.00	3.07	0.00
فوسفات أحادية الصوديوم	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85
حجر الكلس	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39
مخلوط الفيتامينات*	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85
مخلوط المعادن**	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
ملح الطعام	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74

* مخلوط الفيتامينات: 550غم مخلوط الفيتامينات Biov (ان كل عبوة 100 غم تحتوي على ملغرام من المكونات الآتية: Vit B_1 400, Vit B_2 600, Vit B_6 400, Vit B_{12} 2.5, Nicotinamide 2500, Folic acid 25, Biotin 10, Calcium-D-pantothnate 1500, L-Lysin 2000, DL-Methionine (1000، وإضافة200غم 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، 45غم من حامض الاسكوربيك (Vit C)، 50غم من مستخلص الخميرة Yeast extract (استخدم مستخلص الخميرة مصدراً للكولين والاينوسيتول الضروريان للنمو). ثم إضافة 50 غم من Vit E&Selenium المجهز من شركة فابكو (المحتوي على 1000 وحدة دولية من فيتامين E و 100 ملغم سيلينات الصوديوم). ثم أكمل الوزن لغاية واحد كيلوغرام بإضافة نشا الذرة وخلط جيداً بالخلاط الكهربائي وحفظ بأكياس بلاستيكية في مكان جاف وبارد ولحين الاستخدام.

** مخلوط المعادن غم/كغم: 296.7غم كلوريد البوتاسيوم KCL و 121.0غم كاربونات المغنسيوم $MgCO_3$ و 12.7 غم كبريتات المنغنيز المائية$MnSO_4.H_2O$ و 0.7 غم كاربونات الكوبلت المائية $CoCO_3.6H_2O$ و1.6غم كبريتات النحاس المائية $CuSO_4.7H_2O$ و0.8غم يوديد البوتاسيوم KI و1.6غم مولبيدات ثنائية الصوديوم المائية $Na_2Mo_4.2H_2O$ و28غم كبريتات الزنك المائية $ZnSO_4.7H_2O$ ثم أكمل الوزن لكيلوغرام واحد بإضافة نشأ الذرة وخلط جيداً باستخدام الطاحونة الكهربائية والحفظ في أكياس نماذج بلاستيكية لحين استعمالها.

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

المغذيات	الخلطـــات الغذائيـــة المحضرة من طحين الحنطة الحاوي على					
	طحين الحنطة	فول الصويا غير المعامل		فول الصويا المنبت		فول الصويا المخمر	
		% 7.5	% 15	% 7.5	% 15	% 7.5	% 15

	لوحده %						
الطاقة المتأيضةالبديلة* كيلوكالوري/١٠٠ غم	400.86	403.51	407.58	400.94	406.21	400.48	404.54
البروتين الخام %	14.11	14.05	14.14	13.91	14.04	14.15	14.27
الدهن الخام %	11.02	10.75	11.10	10.34	10.93	10.20	10.42
الألياف الخام %	8.92	9.25	9.56	9.28	9.63	9.27	9.58
الرماد %	4.64	3.31	2.42	3.41	2.48	3.36	2.31
الكاربوهيدرات الذائبة%	61.31	62.64	62.78	63.06	62.92	63.02	63.42
Ca غم/كغم	45.65	35.92	38.37	40.38	41.33	46.87	37.5
P غم/كغم	13.00	15.21	17.32	14.33	16.42	14.63	15.37
Fe غم/كغم	33.40	51.37	54.34	50.14	54.01	52.08	55.16
الفايتات غم/١٠٠غم	2.83	3.00	3.26	2.50	2.55	2.72	2.86

* قدرت حسابياً من محتوى الغذاء للكاربوهيدرات والبروتينات=4 كيلو كالوري/غم الدهون= 9 كيلوكالوري/غم وفقا" لـ (٣).

التحليل الكيميائي

قدرت الرطوبة في الأغذية المحضرة ومكوناتها الأولية والبراز المطروح وقدر الرماد وفقاً لـ(8)، وقدرالبروتين والدهن والألياف الخام في الأغذية المحضرة ومكوناتها الأولية وفقا لـ(9). وقدرت الفايتات وفقاً لـ (10). وقدر الحديد والكالسيوم والفسفور في الأغذية المحضرة ومكوناتها الأولية كما قدر الحديد في الكبد والطحال والبراز أيضاً وفقاً لـ(٢،٨).

تحليلات الدم

قدر مستوى الهيموكلوبين غم/ديسليتر بأستعمال عدة التقدير الجاهزة Hemoglobin kit المعتمدة على طريقة Cyanomethemoglobin وقدر حجم خلايا الدم المرصوصة (PCV%) وفقاً لـ(١١و١٢). وكمية حديد مصل الدم (SI) مايكروغرام/ديسليتر قدرت باستخدام عدة القياسSerum iron kit. وسعة ارتباط الحديد الكلية (TIBC) مايكروغرام/ديسليتر في مصل الدم باستخدام عدة القياس Total iron binding capacity kit. قدرالبروتين الكلي بمصل الدم غم/ليتر باستخدام طريقة (13).

القيم المقدرة حسابياً

كفاءة تخليق الهيموكلوبين Hemoglobin regeneration efficiency وفقاً لـ(٢و١٤).

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

وكمية حديد الهيموكلوبين (ملغم) Hemoglobin iron:

$$\text{Hb Fe} = \text{B.W غم} \times \frac{6.7\ \text{سم}^3}{\text{B.W غم } 100} \times \frac{\text{Hb غم } 3.35}{100\ \text{سم}^3} \times \frac{\text{Hb غم}}{\text{Hb غم}}$$

حيث أن 6.7 سم٣هو حجم الدم الكلي لكل 100غم من وزن الجسم (B.W.) وان تركيز الهيموكلوبين بالغرام هو لكل 100 مل حجم دم و 3.35 ملغم هي كمية الحديد لكل 1غم من الهيموكلوبين وفقاً لـ(١٥).

ومعدل تركيز هيموكلوبين كرية الدم الحمراء MCHC لـ(١٦).

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

وكمية الحديدالغذائي الممتصة ظاهرياً Apparent iron absorption (A Fe A%) وفقاً لـ (٢).

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

ونسبة امتصاص المادة الغذائية الجافة (الهضم الظاهري Dry matter absorption (DMA وفقاً لـ (٢ و١٤).

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

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

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

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

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

ومعدل النموGrowth rate: تم حسابه وفقاً لـ (17).

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

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 المخمر15% أعلى مستوى" لتركيز الهيموكلوبين إلا أنها لم تختلف معنويا عن مجموعة الجرذان المغذاة على فول الصويا المنبت15% وان المجموعة الأخيرة لم تختلف عن مجاميع الجرذان المغذاة على فول الصويا غير المعامل7.5% و15% والمنبت 7.5%. وجد أن اقل مستوى" هيموكلوبين كان في المجموعة المغذاة على طحين الحنطة (السيطرة)، الجدول (3). وعدم وجود فروقات معنوية في مستوى هيموكلوبين دم الجرذان السليمة مابين مجموعة السيطرة والمجاميع الأخرى باستثناء المجموعتان اللتان تم تغذيتهما على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت15% والمخمر7.5% 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 المنبت15% 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) وغيرالمعامل وبنسبة 7.5% والتي كانت بدورها اقل من الزيادات المكتسبة في مستوى الهيموكلوبين للمجاميع المغذاة على فول الصويا بنسبة15% وأعلى من المجاميع المغذاة على طحين الحنطة(مجموعة السيطرة). ومن الجدولين (٣ و٤) وجد أن المعدل العام لمستوى الهيموكلوبين في الجرذان التي تعاني من فقر الدم هو اقل من مثيلاتها السليمة المغذاة على الغذاء ذاته.

حجم خلايا الدم المرصوصة Packed cell volume (PCV)

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 المخمر15%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% و15% 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 المخمر7.5%، 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 المنبت7.5% 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، وان أعلى الزيادات كانت لمجموعة الجرذان التي تم تغذيتها على الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر15% وتليها المجموعتان اللتان تم تغذيتهما على فول الصويا غير المعامل15% والمنبت15%. ولقد تقاربت الزيادات المكتسبة في حجم خلايا الدم المرصوصة بين المجاميع المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا وبالنسبة 7.5% والتي كانت بدورها أعلى من الزيادة المكتسبة في حجم خلايا الدم المرصوصة في مجموعة السيطرة. وقد وجد من الجدولين (٣ و٤) أن المعدل العام لحجم خلايا الدم المرصوصة للجرذان التي تعاني من فقر الدم هو اقل 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 والمخمر15% 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% و15%، 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 وان أكثر

انخفاض أظهرته مجموعة الجرذان السليمة المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل7.5%. ووجد أن المعدل العام لتركيز هيموكلوبين كريات الدم الحمراء في الجرذان التي تعاني من فقر الدم كان متقارباً مع ما هو عليه في الجرذان السليمة الجدولين (٣ و٤).

محتوى حديد الهيموكلوبين (ملغم)Hemoglobin iron contents

تبين من الجدول (3) عدم وجود فروقات معنوية في محتوى حديد هيموكلوبين الدم بنهاية التجربة بين مجاميع الجرذان التي تعاني من فقر الدم المغذاة على الأغذية التجريبية لفول الصويا غير المعامل والمعامل بالإنبات والتخمير ولكلا النسبتين 7.5% و15% باستثناء مجموعة الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل7.5% والتي تعد الأعلى محتوىً لحديد الهيموكلوبين بهذه التجربة. ومن الجدول (4) تبين عدم وجود فروقات معنوية في محتوى حديد هيموكلوبين الدم في الجرذان السليمة في نهاية التجربة بين كافة مجاميع الجرذان باستثناء مجموعتي الجرذان 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 الجرذان التي تعاني من فقر الدم مع نظيراتها السليمة وكذلك بين مجاميع الجرذان 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 (٣ و٤) و وجد أن المعدل العام لمحتوى حديد الهيموكلوبين في الجرذان التي تعاني من فقر الدم كان مقارباً لما هو عليه في الجرذان السليمة.

كفاءة تخليق الهيموكلوبين: Hemoglobin regeneration efficiency (HRE%)

تبين من الجدولين (٣ و٤) وجود فروق معنوية ($p\leq0.05$) في صفة كفاءة تخليق الهيموكلوبين في نهاية التجربة في مجاميع الجرذان 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 جرذان السيطرة المغذاة على طحين الحنطة. وقد أظهرت مجموعتا الجرذان التي تعاني من فقر الدم والسليمة والمغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت15% أعلى كفاءة تخليق هيموكلوبين وقد اختلفتا معنوياً ($p\leq0.05$) عن باقي مجاميع الجرذان الأخرى وبضمنها مجموعة السيطرة وتلتهما المجموعتان التي تعاني من فقر الدم والسليمة واللتان تم تغذيتهما على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 7.5% وفول الصويا المخمر15% مع عدم وجود فرق معنوي بينهما، بينما اختلفتا معنوياً ($p\leq0.05$) عن باقي مجاميع الجرذان الأخرى ومجموعة السيطرة. هذا وقد اختلفت المجاميع المتبقية معنوياً فيما بينها كما اختلفت كذلك عن المجموعات التي ذكرت أنفاً وقد أظهرت مجموعة جرذان السيطرة المغذاة على طحين الحنطة أدنى كفاءة لتخليق هيموكلوبين الدم في الجرذان التي تعاني من فقر الدم والسليمة. وجد أن المعدل العام لكفاءة تخليق الهيموكلوبين في الجرذان التي تعاني من فقر الدم كان أعلى من الجرذان السليمة الجدولين (٣ و٤).

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

تبين من الجدول (5) وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في مستوى حديد مصل الدم في مجاميع الجرذان التي تعاني من فقر الدم وتميزت مجموعة الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 15% بأعلى مستوىً لحديد مصل الدم مقارنة مع مجاميع الجرذان الأخرى ومجموعة جرذان السيطرة. هذا وقد اختلفت معنوياً ($P\leq0.05$) مجاميع الجرذان الأخرى فيما بينها ومقارنة مع مجموعة السيطرة باستثناء مجاميع الجرذان 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 الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 15% وفول الصويا المخمر 15%. أما في الجرذان السليمة فان الجدول (6) يبين وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) بمستوى تركيز حديد مصل الدم في الجرذان المغذاة على الأغذية التجريبية. هذا وقد أظهرت مجموعة الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت15% اختلافاً معنوياً عن مجموعة جرذان السيطرة المغذاة على طحين الحنطة وكانت الأعلى معنوياً وتليها مجاميع الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 15% وفول الصويا المنبت7.5% وفول الصويا المخمر 7.5% و15% بدون فرق معنوي، وقد أظهرت المجموعة التي تم تغذيتهما على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 7.5% انخفاضاً في تركيز حديد المصل عن باقي المجاميع، وان اقل مستوىً لتركيز حديد المصل هو بمجموعة جرذان السيطرة المغذاة على طحين الحنطة. وقد وجد أن المعدل العام لتركيزالدم في الجرذان التي تعاني من فقر الدم هو اقل من الجرذان السليمة.

جدول (٣): تأثير تداخل نوع الغذاء والحالة الفسيولوجية للحيوان في بعض الصفات الدموية في الجرذان النامية التي تعاني من فقر دم نقص الحديد (Mean ± S.E.).

نوع الغذاء	مستوى الهيموكلوبين غم/ديسليتر		حجم خلايا الدم المرصوصة %		معدل تركيز هيموكلوبين كريات الدم الحمراء غم/ديسليتر		محتوى حديد الهيموكلوبين ملغم		كفاءة تخليق الهيموكلوبين %
	الابتدائي	النهائي	الابتدائي	النهائي	الابتدائي	النهائي	الابتدائي	النهائي	
طحين الحنطة (غذاء لسيطرة)	9.08± 0.14a	11.53± 0.26d	32± 0.70a	37± 0.37c	28.37± 0.33c	31.16± 0.39c	1.53± 0.04a	3.21± 0.13b	20.41±0.24f
الطحين الحاوي على فول الصويا غيرالمعامل 7.5%	9.16± 0.11a	12.36± 0.19bc	29± 0.31b	39± 0.70b	31.58± 0.36b	31.69± 0.36bc	1..36± 0.01b	3.90± 0.14a	23.22±0.21e
الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل15%	8.80± 0.18a	12.58± 0.24bc	27± 0.31cd	39± 0.70b	32.58± 0.19ab	32.25± 0.20abc	1.41± 0.01b	2.92± 0.09bc	27.55±0.21d
الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 7.5%	9.12± 0.16a	12.50± 0.27bc	28± 0.31bc	39± 0.54b	32.57± 0.48ab	32.05± 0.59bc	1.22± 0.01c	2.83± 0.02c	36.17±0.53b
الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 15%	8.91± 0.14a	13.05± 0.24ab	28± 0.31bc	39± 0.70b	31.82± 0.23b	33.46± 0.52a	1.41± 0.00b	2.96± 0.14bc	39.14±0.30a
الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر 7.5%	8.62± 0.19a	11.94± 0.13cd	27± 0.44cd	37± 0.13c	31.92± 0.21b	32.27± 0.19abc	1.49± 0.02a	2.82± 0.01c	33.00±0.11c
الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر 15%	8.60± 0.28a	13.48± 0.22a	26± 0.70d	41± 0.70a	33.07± 0.33a	32.87± 0.55ab	1.37± 0.00b	2.81± 0.05c	36.36±0.34b
المعدل العام	8.89± 0.07	12.49± 0.13	28.14± 0.35	38.7± 0.30	31.70± 0.27	32.25± 0.19	1.39± 0.01	3.06± 0.07	30.38±1.14

الحروف المختلفة في العمود الواحد تعني وجود اختلاف معنوي عند مستوى إحتمال ($P\leq0.05$).
القيم هي المعدل لستة حيوانات في المعاملة الواحدة.

سعة ارتباط الحديد الكلية لمصل الدم Total iron binding capacity

اظهر الجدول (5) وجود فروق معنوية في سعة ارتباط الحديد الكلية بمصل الدم ($P\leq0.05$) 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 ($P\leq0.05$) 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 المخمر15% إذ وجدت فروقات معنوية ($P\leq0.05$) بينها وبين المجاميع الأخرى ومجموعة 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% و15% ولكن توجد فروقات معنوية ($P\leq0.05$) 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 (٥ و٦) لوحظ أن المعدل العام لسعة ارتباط الحديد الكلية في الجرذان التي تعاني من فقر الدم هو أعلى من مثيلاتها السليمة.

جدول (٤): 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 المرصوصة %	معدل تركيز هيموكلوبين كريات الدم الحمراء	محتوى حديد الهيموكلوبين ملغم	كفاءة تخليق الهيموكلوبين %

	غم/ديسليتر								
	الابتدائي	النهائي	الابتدائي	النهائي	الابتدائي	النهائي	الابتدائي	النهائي	
طحين الحنطة غذاء (السيطرة)	11.74± 0.16bc	13.21± 0.18b	37± 0.44c	41± 0.31b	31.72± 0.47a	32.21± 0.15a	1.76± 0.18a	3.38± 0.26ab	18.04±0.09f
الطحين االحاوي على فول الصويا غيرالمعامل7.5%	12.77± 0.25a	14.12± 0.37ab	40± 0.54a	44± 0.31a	32.21± 1.55a	32.09± 0.29a	1.96± 0.13a	3.78± 0.10a	21.16±0.18e
الطحين الحاوي على فول الصويا غيرالمعامل15%	12.02± 0.09ab	14.25± 0.32ab	37± 0.31c	44± 0.70a	32.48± 0.47a	32.38± 0.39a	1.79± 0.00a	3.40± 0.03ab	25.63±0.62d
الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 7.5%	12.70± 0.39a	14.02± 0.50ab	39± 0.54ab	42± 0.31b	32.56± 0.38a	33.38± 0.50a	1.75± 0.08a	3.40± 0.15ab	33.33±0.25b
الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 15%	12.49± 0.37ab	14.89± 0.22a	38± 0.54bc	45± 0.44a	32.86± 0.33a	33.08± 0.48a	1.80± 0.01a	3.34± 0.24ab	36.93±0.23a
الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر 7.5%	12.37± 0.24ab	14.62± 0.44a	38± 0.44bc	45± 0.31a	32.55± 0.36a	32.48± 0.45a	1.98± 0.22a	3.36± 0.21ab	30.26±0.28c
الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر 15%	11.01± 0.35c	14.23± 0.15ab	34± 0.70d	44± 0.70a	32.38± 0.44a	32.34± 0.53a	1.68± 0.21a	3.04± 0.18b	32.92±0.46b
المعدل العام	12.15± 0.14	14.19± 0.14	37.57± 0.35	43.57 ±0.29	32.63±0 .26	32.56± 0.16	1.81± 0.05	3.38± 0.07	28.32±1.10

الحروف المختلفة في العمود الواحد تعني وجود اختلاف معنوي عند مستوى إحتمال ($P\leq0.05$).
القيم هي المعدل لستة حيوانات في المعاملة الواحدة.

نسبة تشبع الترانسفرين Transferrin saturation (TS)

وجدت فروق معنوية ($P\leq0.05$) في قيم نسبة تشبع ترانسفرين الدم لمجاميع الجرذان التي تعاني من فقر الدم المغذاة على الأغذية التجريبية وان أعلى قيمة لنسبة تشبع الترانسفرين 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 الترانسفرين كانت اقل في المجاميع المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المعامل وغير المعامل وبنسبة 7.5%. وان أدنى قيمة نسبة تشبع الترانسفرين هي للمجموعة المغذاة على طحين الحنطة (السيطرة)، الجدول (5). ووجدت فروق معنوية ($P\leq0.05$) في قيم نسبة تشبع الترانسفرين لمجاميع الجرذان السليمة المغذاة على الأغذية التجريبية وكانت أعلى قيمة هي لمجموعة الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 15% والتي بدورها اختلفت معنوياً عن باقي قيم نسبة تشبع الترانسفرين لمجاميع الجرذان الأخرى وبضمنها مجموعة السيطرة المغذاة على طحين الحنطة وتليها مجاميع الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل15% وفول الصويا المنبت 7.5% وفول الصويا المخمر 7.5% و15% 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 الترانسفرين، الجدول (6). وأن المعدل العام لدرجة تشبع الترانسفريين في الجرذان التي تعاني من فقر الدم هو اقل من السليمة، الجدولين (٥ و٦).

جدول (٥): 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.).

نوع الغذاء	محتوى حديد المصل مايكروغرام/ ديسليتر	سعة ارتباط الحديدالكلية مايكروغرام/ ديسليتر	نسبة تشبع الترانسفيرين %	سعة ارتباط الحديد غير المشبع مايكروغرام/ ديسليتر	االبروتين الكلي لمصل الدم غم/ليتر	
					الإبتدائي	النهائي
طحين الحنطة (غذاء السيطرة)	52.13±0.39e	327.12±0.82a	15.93±0.29d	274.99±0.91a	74.10±2.20a	66.50±2.60a

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

الحروف المختلفة في العمود الواحد تعني وجود اختلاف معنوي عند مستوى إحتمال ($P\leq0.05$).
القيم هي المعدل لستة حيوانات في المعاملة الواحدة.

سعة ارتباط الحديد غير المشبع Unsaturated iron binding capacity

يتبين من الجدول (5) وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) 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 ($P\leq0.05$) 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 مجموعات الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر7.5% ثم فول الصويا غير المعامل 15% وفول الصويا المنبت7.5% ومن دون ظهور فرق معنوي بينهما تليها مجموعة الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر15% 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 (٥ و٦) 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 ($P\leq0.05$) في نهاية التجربة في الجرذان التي تعاني من فقر الدم والمغذاة على الأغذية التجريبية مقارنة مع مجموعة جرذان

جدول (٦): تأثير تداخل نوع الغذاء والحالة الفسيولوجية للحيوان في بعض قيم حديد المصل والبروتين الكلي في مصل الجرذان النامية السليمة (Mean ± S.E.).

نوع الغذاء	محتوى حديد المصل مايكروغرام/ ديسليتر	سعة ارتباط الحديدالكلية مايكروغرام/ ديسليتر	نسبة تشبع الترانسفيرين %	سعة ارتباط الحديد غير المشبع مايكروغرام/ ديسليتر	االبروتين الكلي لمصل الدم غم/ليتر	
					الإبتدائي	النهائي
طحين الحنطة(غذاء السيطرة)	60.12±0.75d	293.33±0.60a	20.49±0.27d	233.21±0.51a	75.7±1.70a	62.00±1.10bc
الطحين الحاوي على فول	70.17±0.34c	291.12±0.79ab	24.10±0.26c	220.95±0.79b	7800±3.50a	59.20±.3.3bc

الصويا غير المعامل 7.5%						
الطحين الحاوي على فول الصويا غير المعامل 15%	72.66±0.18b	288.23±2.07bc	25.20±0.28bc	215.57±0.81cd	72.80±1.90a	61.60±2.40bc
الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 7.5%	72.05±0.99b	288.15±1.61bc	25.00±0.34bc	216.10±1.25cd	63.50±2.00b	55.50±2. 00c
الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت 15%	77.16±0.29a	285.37±0.87c	27.03±0.51a	208.21±0.73e	77.60±4.10a	66.80±3.20ab
الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر 7.5%	71.96±0.43b	289.57±1.39b	24.85±0.24bc	217.61±0.74c	58.20±2.80b	73.80±3.30a
الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر 15%	73.12±0.34b	287.76±0.92bc	25.41±0.43b	214.64±0.61d	73.40±2.10a	54.80±20c
المعدل العام	71.03±0.85	289.07±0.54	24.58±0.34	218.04±1.25	71.30±1.50	61.90±1.30

الحروف المختلفة في العمود الواحد تعني وجود اختلاف معنوي عند مستوى إحتمال ($P\leq0.05$).
القيم هي المعدل لستة حيوانات في المعاملة الواحدة.

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% و15%. 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. ويتبين من الجدول (6) وجود فروق معنوية في قيم البروتين الكلي لمصل الدم ($P\leq0.05$) 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% واللتين 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 (٥ و٦).

المناقشة

تأثير تداخل نوع الغذاء والحالة الفسيولوجية للجرذان في الصفات الدموية

مستوى الهيموكلوبين (غم/ديسليتر) 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 (١٩) في الجرذان ايضاً وكذلك (٢٠) في الأطفال. فكان أعلى مستوى هيموكلوبين هو لمجاميع الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت والمخمر15% 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 اكبر قدر ممكن من الهيموكلوبين من أجل الوصول إلى القيمة الطبيعية وهذا يتفق مع النتائج التي توصل إليها (٢١ و٢٢) 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 وبالنسبة15% 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 (٢٣ و٢٤ و٢٥) 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 اقل من أغذية طحين الحنطة (الحاوي على فول الصويا المعامل وغير المعامل) بالنسبة 15% كما أظهرت المجموعة المغذاة على طحين الحنطة اقل زيادة مكتسبة في تركيز الهيموكلوبين في الجرذان التي تعاني من فقر الدم والسليمة وقد يكون السبب عدم كفاية الحديد المتاح للامتصاص وهذا يتفق مع

ماذكره (٢٢). وعند مقارنة المعدل العام لتركيز الهيموكلوبين في الجرذان التي تعاني من فقر الدم مع السليمة، الجدولان (٣ و٤). وجدأن القيم كانت 12.49غم/ديسيليتر في الجرذان التي تعاني من فقر الدم، وهي اقل من مثيلاتها في الجرذان السليمة والتي بلغت 14.19غم/ديسيليتر.

حجم خلايا الدم المرصوصة(%Packed cell volume (PCV

اختلفت النسبة المئوية لحجم خلايا الدم المرصوصة في نهاية التجربة وكانت القيم في الجرذان التي تعاني من فقر دم نقص الحديد اقل مما هي عليه في الجرذان السليمة والمغذاة على الأغذية ذاتها وهذا يتفق مع ماحصل عليه (٢٢) الذي أكد على أن نسبة حجم خلايا الدم المرصوصة في الجرذان النامية التي تعاني من فقر الدم هو اقل مما هو عليه في الجرذان السليمة وكذلك يتفق مع النتائج التي حصل عليها (١٩) في الجرذان أيضاً و(٢٦) 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 وان هذه الزيادة في حجم خلايا الدم المرصوصة تزداد بزيادة شدة فقر الدم وذلك من اجل الوصول بالحيوان إلى الحالة الفسلجية الطبيعية أي تتناسب طردياً مع الزيادة في تركيز الهيموكلوبين وهذا يتفق مع ماذكره كل من (١٤ و٢٢ و٢٧). 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 الحاوي على فول الصويا المخمر15% بينما كانت أقل زيادة مكتسبة للـ PCV هي في المجموعة المغذاة على طحين الحنطة (السيطرة) وقد يعود السبب إلى إنخفاض مستوى الحديد نسبياً في طحين الحنطة الجدول (2) مع ملاحظة أن زيادة الـPCV 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 (٢٤) والذين أشاروا إلى أن الزيادة المكتسبة في نسبة الـPCV تتناسب طردياً مع زيادة الحديد الغذائي في تغذية الخنازير الرضيعة ويتبين من الجدولان (٣ و٤) 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/ديسليتر)
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 الـMCHC لم تتأثر بنوع الغذاء، ونسبة فول الصويا والمعاملات المختلفة ولا بالحالة الفسيولوجية (فقر الدم أو سليمة)، وهذا يتفق مع النتائج التي توصلت إليها (٢٧) والتي أشارت إلى أنMCHC 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 الدم32.25 غم/ديسيليتر متقارباً مع ما هو عليه في الجرذان السليمة بلغ 32.56 غم/دسيليتر.

محتوى حديد الهيموكلوبين (ملغم) Hemoglobin iron contents

أظهرت مجموعة الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي 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 أستنتجهما من قبل (١٤) أما في الجرذان المغذاة على طحين الحنطة فقد تقاربت قيم محتوى حديد الهيموكلوبين فيها مع المجاميع المغذاة على الطحين الحاوي 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 الحاوي 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 الحاوي على فول الصويا غير المعامل 7.5% قيماً" أعلى وبهذا فقد أظهرت توزيعاً في محتوى الهيموكلوبين مشابهاً لما هو عليه في مجاميع فقر الدم. كما وجد 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 (٢ و٢٧)، وإن أعلى زيادة مكتسبة في محتوى حديد الهيموكلوبين كانت في مجموعتي الجرذان التي تعاني من فقر الدم والسليمة المغذاة على الطحين الحاوي 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 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 اقل 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 (٢) وبما ان الجرذان التي تعاني من فقر الدم تمتص الحديد الغذائي بكفاءة أعلى من نظيراتها السليمة فعليه كانت كفاءة تخليق الهيموكلوبين فيها أعلى وهذا ما ذكره (١٤). ومن الجدولين (٣ و٤) تبين أن أعلى كفاءة تخليق هيموكلوبين كانت المجاميع المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت والمخمر15% تليهما المجاميع المغذاة علي الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت والمخمر 7.5% ثم فول الصويا غير المعامل وبنسبة 15% و7.5%. إن اقل 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 او تأثير الفايتات فيه وهذا يتفق مع النتائج التي توصل إليها (٢٣) 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 فايتات أعلى من الحنطة والتي قللت بدورها من امتصاص الحديد. فضلاً عن تأثير المعاملة على بروتينات فول الصويا والتي زادت من قابلية الهضم وامتصاص الحديد من الأمعاء والاثني عشري. وجد أن كفاءة تخليق الهيموكلوبين ازدادت بزيادة نسبة إضافة فول الصويا المعامل وغير المعامل من 7.5% إلى15%. وبهذا تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه (٢٨) والذين أشاروا إلى أن حديد فول الصويا يمتص بشكل جيد عند إضافته مع الغذاء بالإنسان، وان 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 (٢٧). 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 فقرالدم امتصت الحديد الغذائي بكفاءة أعلى مما هو عليه في السليمة.

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 اقل مما هي عليه في الجرذان السليمة وهذا يتفق مع ما ذكره (١٩ و٢٢) في تجاربهما على الجرذان و(٢٦) في تجاربهم على الإنسان (المتبرعين بالدم) و(٢٩) في تجاربهم على القرود وقد يرجع السبب في ذلك فقدان الحديد من الجسم في الجرذان المصابة بفقر الدم مما يؤدي إلى انخفاض محتوى حديد المصل أيضاً. وقد وجد ايضاً 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 (١٩). وان المعدل العام لحديد مصل الدم في هذه التجربة الجدولين (٥ و٦) 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 (١٩ و٢٢ و٣٠ و٣١ و٣٢) 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 الكلية 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 310.12مايكروغرام/ ديسليتر وهو أعلى من السليمة 289.07 مايكروغرام/ ديسليتر، الجدولين (٥ و٦).

نسبة تشبع الترانسفيرين Transferrin saturation (TS%)

وجد أن نسبة تشبع الترانسفيرين إختلفت 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 الدم مؤدياً بذلك إلى انخفاض تشبع الترانسفيرين بالحديد في المصل وهذا يتفق مع النتائج التي حصل عليها (٢٩ و٣٣) في

الجرذان والقرود على التوالي. وان أعلى نسبة تشبع الترانسفيرين هي لمجموعة الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت15% وان 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 هو18.70% اقل مما هو عليه في الجرذان السليمة 24.58%، الجدولين (٥ و٦).

سعة إرتباط 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 أوطأ قيمة لسعة ارتباط الحديد غير المشبع هي للمجاميع المغذاة على الغذاء الطحين الحاوي على فول الصويا المنبت15% مقارنة مع طحين الحنطة (السيطرة). كما أن قيم UIBC لمجموعات الجرذان المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المعامل اقل 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 (٢٢). وأن المعدل العام لسعة إرتباط الحديد غير المشبع في الجرذان التي تعاني من فقرالدم 51.95 مايكروغرام/ديسليتر وهوأعلى مما هو عليه في الجرذان السليمة 218.04 مايكروغرام /ديسليتر، الجدولين (٥ و٦).

تركيز البروتين الكلي لمصل الدم غم/ليتر Total Serum Protein

كانت قيم البروتين الكلي لمصل الدم في الجرذان التي تعاني من فقر الدم اقل مما هي عليه في الجرذان السليمة عند بدء التجربة وهذا يتفق مع النتائج التي حصل عليها (٣٠) في تجاربهم على الجرذان والذين أشاروا لتأثير فقر الدم على الجهاز المناعي وكذلك على الغشاء المخاطي للأمعاء مؤدياً إلى فقدان البروتين من الامعاء. كما تتفق نتائج هذه التجربة مع ما حصل عليه (٣٤) في تجاربهم على الجرذان أيضاً والذي أكد ان 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 ترقق وسيولة الدم Hemodilution. وأن أعلى زيادة بروتين كلي لمصل الدم هي بالجرذان السليمة المغذاة على الطحين الحاوي على فول الصويا المخمر7.5%، 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 الاصغر عمراً تكون أعلى من البالغة مما يتفق مع النتائج التي حصل عليها (٣٥) والذين ذكروا أن قيم البروتين الكلي لمصل الدم في الغزلان الصغيرة تكون أعلى من البالغة. وان المعدل العام لقيم البروتين الكلي لمصل الدم بين مجاميع الجرذان التي تعاني من فقر الدم(61.40)غرام/لتروالسليمة (61.90) غرام/لتر هي متقاربة، الجدولين (٥ و٦).

المصادر

١. الخليفة،كمال فضل السيد. الدور الحيوي للحديد، مجلة الدواء العربي،(1999)(1):18 116- 133.
٢. شرف، خالد حمادي حميد. التوافر الحيوي لحديد اللحوم والبقوليات والخضراوات الورقية للجرذان التي تعاني من الأنيميا والسليمة.(أطروحة 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.
٦. الجندي، محمد ممتاز. الصناعات الغذائية حفظ وتصنيع الأطعمة. صناعة التخليل، الجزء الثالث – دار المعارف بمصر، القاهرة 1975ص٣٨٥-٤٠٨.
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. Pheladelphia, 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.
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 Agric1999;31(4):99-410.
٢٢. 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.
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.
٢٧. السليفاني، ماندة 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.