الفعل الجيني والتوريث ومعدل درجة السيادة لحاصل الحبوب ومكوناته في الحنطة الخشنة

نجيب قاقوس يوسف
قسم علوم الحياة
كلية العلوم
جامعة الموصل

وليد سعدا حمدون
قسم علوم الحياة
كلية التربية
جامعة الموصل

(تاريخ الاستلام 26/ 3 /2012 ؛ تاريخ القبول 27 /5/ 2012)

الملخص

استعملت أربعة أصناف من الحنطة الخشنة *Triticum durum* Desf. في تهجينين الأول بين ليدز وواحة والثاني بين ازيكار وام ربيع -3. استخدم من كل تهجين الأجيال الأبوية والجيلين الهجينين الأول والثاني والجيلين الرجعيين الأول والثاني لدراسة الفعل الجيني والتوريث ومعدل درجة السيادة والتحسين الوراثي المتوقع من الانتخاب في الجيل الثاني لكل من ارتفاع النبات وعدد السنابل بالنبات وحاصل الحبوب بالنبات ووزن 100 حبة وعدد الحبوب بالسنبلة. أوضحت النتائج ملائمة الأنموذج الإضافي – السيادي في وراثة وزن 100 حبة في التهجينين، في حين سيطر الفعل الجيني الإضافي والسيادي والتفوقي على وراثة الصفات الأخرى. أظهرت معظم الصفات المدروسة سيادة فوقية وقيم عالية او متوسطة للتوريث بالمعنى الضيق. دلت قيم التحسين الوراثي المتوقع كنسبة من المتوسط العالية في التهجينين لصفات عدد السنابل بالنبات وحاصل الحبوب ووزن 100 حبة على إمكانية تحسين هذه الصفات بالانتخاب في الجيل الثاني.

الكلمات الدالة: الفعل الجيني، التوريث، معدل درجة السيادة، حاصل الحبوب، الحنطة الخشنة.

Gene Action, Heritability and Average Degree of Dominanc for Grain Yield and its Components in Durum Wheat

Najeeb K. Yousif
Department of Biology
College of Science
University of Mosul

Waleed S. Hamdoon
Department of Biology
College of Education
University of Mosul

ABSTRACT

Four cultivars of durum wheat (*Triticum durum* Desf) were used in two crosses, the first, Leeds x Waha and the second Azeghar x Om rabi-3. The parent generations, first and second filial generations and first and second back crosses from each cross were used to study gene action, heritability, average degree of dominance and expected genetic advance for plant height, number of spikes, grain yield, weight of 100 grains and number of grains per spike. The results revealed that additive dominance model was adequate for weight of 100 grains in the two crosses, while additive, dominance and epistatic gene action played a significant role in the inheritance of other traits. Most of the studied traits revealed over dominance and high to medium narrow sense heritability. The values of expected genetic advance as percentage of the mean indicated that selection in the second filial generation will be effective to improve most of the studied traits.

Keywords: Gene action, Heritability, Average degree of dominance, grain yield, durum wheat.

المقدمة

تعد الحنطة من أهم محاصيل الحبوب في العراق من حيث المساحة المزروعة و الإنتاج، ويعاني محصول الحنطة في العراق من انخفاض في كمية الحاصل لأسباب عدة منها زراعة أصناف منخفضة الحاصل وغير متكيفة لظروف الزراعة الديمية. لذا أصبح من الضروري استحداث توافقات وراثية جديدة من إجراء التهجينات بين الأصناف المحلية المعتمدة من قبل وزارة الزراعة العراقية وأصناف مدخلة أخرى للحصول على أصناف ذات حاصل عالٍ ومكونات مرغوبة من الانتخاب في الأجيال الانعزالية لتلك التهجينات إذ يحدد التركيب الوراثي نمطا معينا من التطور بينما تحدد الظروف البيئية مسار هذا التطور (العبيدي وآخرون، 2004). وإتباع برنامج التهجين والانتخاب يعتمد على المعلومات الوراثية الأساسية التي تشمل طبيعة الفعل الجيني ومعدل درجة السيادة والتوريث بمعنييه الواسع والضيق والتحسين الوراثي المتوقع من الانتخاب في الجيل الثاني، ونظرا لأهمية تلك المعلومات من الناحيتين الأكاديمية والتطبيقية وضعت عدة انموذجات وراثية لتقدير أنواع الفعل الجيني من قبل Hayman, 1958 و Gamble, 1962 و Mather and Jinks,1982 و يوسف و قاسم، 2002 و يوسف و عبد ا ، 2006، ويوسف، 2009. كذلك وضع الباحثون عدة طرائق لتقدير التوريث بالمعنيين الواسع والضيق منهم Robinson *et al.*, 1949، و Burton, 1951

و Warner, 1952 وMather and Jinks, 1982 و Khalifa *et al.*, 1982 و Kasim and Yousif, 1990 و يوسف وآخرون 2002، و يوسف والصفار، 2005 و يوسف والحيالي، 2006.

تهدف الدراسة إلى تقدير أنواع الفعل الجيني ومكونات التباين الظاهري ومعدل درجة السيادة والتوريث والتحسين الوراثي المتوقع من الانتخاب في الجيل الثاني لحاصل الحبوب ومكوناته في تهجينين من الحنطة الخشنة.

المواد وطرائق البحث

أدخلت في الدراسة أربعة أصناف من الحنطة الخشنة *Triticum durum* Desf تم الحصول عليها من مركز إباء للأبحاث الزراعية في نينوى وقسم المحاصيل الحقلية بكلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل وهي : ليدز وواحة وازيكار -1 وام ربيع -3. زرعت الأصناف الأربعة في البيت الزجاجي لقسم علوم الحياة، كلية العلوم، جامعة الموصل ومحطة التجارب النباتية لكلية التربية، جامعة الموصل، في خريف عام 2003 و أجريت التهجينات بين نباتات الصنف ليدز والصنف واحة (التهجين الأول)، وبين نبات الصنف ازيكار والصنف ام ربيع 3- (التهجين الثاني)، وتم الحصول على حبوب الجيل الأول (F_1) للتهجينين. في خريف عام 2004 زرعت حبوب الإباء والجيل الأول للتهجينين في البيت الزجاجي نفسه وتم الحصول على حبوب الجيل الرجعي الأول B_1 والجيل الرجعي الثاني B_2 بتهجين نباتات F_1 مع كل من أبويه في كل تهجين، في حين تم الحصول على حبوب الجيل الثاني F_2 من الإخصاب الذاتي لنباتات F_1. زرعت حبوب الأجيال الوراثية الستة للتهجينين والتي تشمل على الأبوين P_1 و P_2 والجيل الأول F_1 والجيل الثاني F_2 والجيلين الرجعيين B_1 و B_2 في حقل التجارب الزراعية لكلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل في خريف عام 2007. استخدم تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وبأربعة مكررات لكل تهجين. زرع في كل مكرر خطان لكل من P_1 و P_2 وخط واحد لـ F_1 وتسعة خطوط لـ F_2 وثلاثة خطوط لكل من B_1 و B_2. احتوى كل خط على خمس حبات وبمسافة 15سم بين الحبات و 30 سم بين الخطوط وزرعت الأجيال على الخطوط في كل مكرر بصورة عشوائية. زرعت حبتان من الشعير في بداية ونهاية كل خط. سيج الحقل وغطي بشبكة لحماية النباتات من أضرار الطيور. سجلت البيانات على النباتات الفردية وللصفات: موعد النضج (يوم) وارتفاع النبات (سم) وعدد السنابل وحاصل الحبوب (غم) ووزن 100 حبة (غم) وعدد الحبوب بالسنبلة. اختبرت ملائمة الأنموذج الإضافي – السيادي لـ Mather and Jinks, 1982 باختبار المقياس المنفرد وعند عدم ملائمة الأنموذج طبقت معادلات Mather and Jinks, 1982 لتقدير المعالم الوراثية الستة بموجب أنموذج التفوق ثنائي الجين. تم تقدير التباين البيئي ومكونات التباين الوراثي باستخدام معادلات Mather and Jinks,1982 وقدر معدل درجة السيادة ā والتوريث بالمعنى الواسع $h^2_{b.s}$ والتوريث بالمعنى الضيق $h^2_{n.s}$ والتحسين الوراثي المتوقع من الانتخاب في الجيل الثاني EGA والتحسين الوراثي كنسبة من المتوسط الحسابي (Singh and Chandhary, 2007).

النتائج و المناقشة

أعطيت قيم المتوسط الحسابي والخطأ القياسي للصفات المدروسة في الأجيال المستخدمة للتهجينين في الجدول (1). أشار اختبار المقياس المنفرد إلى عدم ملائمة الأنموذج الإضافي – السيادي لوراثة الصفات المدروسة عدا كونه ملائم لوزن 100 حبة في التهجينين لكون العلاقات الثلاث غير معنوية لهذه الصفة في حين كانت واحدة منها او أكثر معنوية للصفات الأخرى (الجدول 2). وان الانحراف المعنوي عن الصفر لأي من العلاقات الثلاث يعني أن الجينات التي تعين تلك الصفات ليست مستقلة في تأثيراتها ويرجع إلى وجود التفوق ثنائي الجين والذي يتحكم في وراثتها. حسبت قيم المعالم الوراثية لأنموذج التفوق الثنائي الجين بطريقة Mather and Jinks, 1982 (الجدول 3) ومنه يلاحظ أن الإشارات الموجبة أو السالبة لقيم [d] و [j] تعتمد على اعتبار أي من الابوين P_1 ولا تتأثر بهذا الاعتبار إشارات قيم المعالم الوراثية الأخرى. في حين تعتمد الإشارات الموجبة او السالبة لقيم التأثيرات التفوقية (السيادية × السيادية) [l] على تأثيرات الزيادة أو النقصان لهذا النوع من الفعل الجيني (Singh and Singh, 2007). تعود القيم غير المعنوية للتأثيرات الإضافية للجينات المتعددة [d] لعدد السنابل بالنبات في التهجينين ولوزن 100 حبة في التهجين الأول إلى التوازن بين القيم الموجبة والسالبة للتأثيرات الإضافية في المواقع المختلفة.

الجدول 1: المتوسطات الحسابية وأخطاؤها القياسية للصفات المدروسة.

الأجيال	التهجين	موعد النضج (يوم)	ارتفاع النبات (سم)	عدد السنابل بالنبات	حاصل الحبوب (غم)	وزن 100 حبة (غم)	عدد الحبوب بالسنبلة
P_1	الاول	0.75 ±172.17	0.87±75.27	0.37±6.60	0.42±12.85	0.13±4.23	0.50±46.06
	الثاني	0.64 ±167.57	0.78±84.75	0.40±8.38	0.54±14.96	0.13±4.55	0.45±39.23
P_2	الاول	0.67 ±165.86	0.96±81.58	0.32±8.24	0.48±11.92	0.17±3.81	0.42±73.97
	الثاني	0.72 ±170.27	0.83±89.40	0.37±9.71	0.48±15.73	0.20±3.77	0.40±42.97
F_1	الاول	0.91 ±173.05	1.13±73.47	0.57±8.05	0.64±14.82	0.21±4.17	0.75±44.15
	الثاني	0.88 ±162.33	1.25±86.92	0.54±10.84	0.66±19.17	0.22±4.04	0.71±43.78
F_2	الاول	0.60±175.31	0.80±97.35	0.43±7.49	0.46±13.64	0.14±4.19	0.46±43.47
	الثاني	0.55±165.69	0.77±91.63	0.35±11.97	0.48±22.28	0.16±4.19	0.52±44.43
B_1	الاول	0.92±171.46	1.10±77.06	0.63±9.96	0.65±17.86	0.22±4.39	0.70±40.85
	الثاني	0.79±169.14	1.17±87.28	0.51±10.02	0.70±18.4	0.21±4.48	0.81±40.19
B_2	الاول	0.85±169.92	1.17±83.72	0.65±8.54	0.71±15.39	0.20±4.31	0.73±41.81
	الثاني	0.86±163.04	1.19±90.07	0.56±11.45	0.76±21.59	0.24±4.33	0.78±43.55

الجدول 2: اختبارات المقياس المنفرد لوراثة الصفات المدروسة.

العلاقات	التهجين	موعد النضج (يوم)	ارتفاع الثبات (سم)	عدد السنابل بالنبات	حاصل الحبوب (غم)	وزن 100 حبة (غم)	عدد الحبوب بالسنبلة
A	الاول	2.18±2.30 -	2.62±5.38	1.42±**5.27	1.19±**8.05	0.51±0.38	1.66±**8.51 -
	الثاني	1.92±**8.38	2.74±2.89	1.22±0.82	1.64±1.95	0.52±0.37	1.83±2.63 -
B	الاول	2.04±0.93	2.76±**12.39	1.45±0.79	1.63±*4.04	0.49±0.74	1.69±1.50
	الثاني	2.05±3.82 -	2.82±3.82	1.31±2.35	1.73±**8.28	0.57±0.85	1.76±0.35
C	الاول	3.83±**17.11	4.12±**13.61	2.11±0.98 -	2.32±0.15	0.75±0.38	2.45±1.55
	الثاني	2.99±0.25	4.62±**18.53	1.85±**8.11	2.44±**20.09	0.76±0.36	2.85±**7.96

* و ** معنوية عند مستوى 5% و 1% على التوالي.

كما تعتمد قيم التأثيرات السيادية [h] ذات المعنوية عند مستوى احتمال 1% الموجبة او السالبة لموعد النضج وعدد السنابل بالنبات وحاصل الحبوب في التهجين الاول ولعدد الحبوب بالسنبلة في التهجينين على زيادة القيم الموجبة للتأثيرات السيادية على السالبة في المواقع المختلفة او بالعكس (Ali, 1978). تعود القيم غير المعنوية للتأثيرات التفوقية ([i] لارتفاع النبات في التهجين الأول وموعد النضج في التهجين الثاني و [j] لموعد النضج في التهجين الأول وحاصل الحبوب في التهجين الثاني و [l] لموعد النضج وعدد السنابل بالنبات وحاصل الحبوب في التهجين الثاني) إلى إلغاء التأثيرات الموجبة للسالبة للجينات المتعددة في المواقع المختلفة (Ketata *et al*., 1979).

الجدول 3: تقديرات المعالم الوراثية لأنموذج التفوق ثنائي الجين للصفات الكمية التي لم يلائمها الأنموذج الإضافي – السيادي.

المعالم	التهجين	موعد النضج (يوم)	ارتفاع الثبات (سم)	عدد السنابل بالنبات	حاصل الحبوب (غم)	وزن 100 حبة (غم)	عدد الحبوب بالسنبلة
m	الاول	3.50±**187.49	4.58±**74.27	2.68±0.54	2.48±0.38	0.83±**3.38	2.75±**50.57
	الثاني	3.26±**167.33	5.01±**98.90	2.84±**25.20	2.08±**13.99	0.88±**5.08 -	3.08±**51.34
[d]	الاول	0.50±**3.16	0.65±**3.15 -	0.32±0.47	0.24±**0.82 -	0.11±0.21	0.32±**4.05
	الثاني	0.48±**1.36 -	0.57±**2.33 -	0.37±0.39 -	0.27±**0.66 -	0.12±**0.39	0.30±**1.87 -
[h]	الاول	9.07±**34.30 -	11.78±21.17	6.95±**38.40	6.44±**20.77	2.16±2.45	7.19±**22.00 -
	الثاني	8.46±1.55	12.60±17.08 -	7.14±5.67	5.43±6.78	2.33±2.88	8.02±**20.08 -
[i]	الاول	3.46±**18.48 -	4.53±4.16	2.66±**11.94	2.37±**7.04	0.82±0.64	2.73±**8.56 -
	الثاني	3.22±1.60	4.98±**11.82 -	2.82±**9.86 -	2.06±*4.94 -	0.87±0.86	3.06±**10.24 -
[j]	الاول	2.69±3.23 -	3.46±*7.01 -	2.03±*4.01	1.86±4.48	0.64±0.26 -	2.12±10.01 -
	الثاني	2.52±**14.91	3.15±0.93 -	2.19±**6.33 -	1.62±1.53 -	0.71±0.48 -	2.33±2.98 -
[l]	الاول	5.92±**19.85	7.63±**21.93 -	4.50±**24.03 -	4.17±**13.10 -	1.42±1.66 -	4.73±**15.57
	الثاني	5.54±3.45 -	8.09±*16.11	4.80±0.37 -	3.56±1.77	1.53±2.08 -	5.20±**12.52

- و ** معنوية عند مستوى 5% و 1% على التوالي.

يستنتج من الجدول (3) وجود التفوق المضاعف duplicate epitasis فـي وراثـة جميـع الـصفات المدروسة في التهجينين ماعدا حاصل الحبوب في التهجين الثاني اذ يوجد التفوق التكميلي Complementary epitasis. اتفقت نتائج الدراسة مع تلك التي حصل عليها في الحنطة كل من Nanda *et al.*, 1981 لعـدد الحبوب بالسنبلة و Uddin and Joarder, 1986 و Joshi, 1987 و بحو 1992 لحاصل الحبوب ويوسف وقاسم، 2002 لعدد السنابل بالنبات. أدرجت قيم تباينات المعالم الوراثية في الجدول (4) ومنه يلاحـظ ان السيادة فوقية لعدد السنابل بالنبات وعدد الحبوب بالسنبلة في التهجين الأول ولارتفاع النبات وعـدد الـسنابل بالنبات وحاصل الحبوب وعدد الحبوب بالسنبلة في التهجين الثاني لكون قيم معدل درجة السيادة (ā) اكبر من الواحد الصحيح بينما السيادة جزئية للصفات الأخرى من التهجين لكون القيم اقل من الواحد الصحيح .كانـت قيم التوريث بالمعنى الواسع $h^2_{b.s}$ عالية لجميع الصفات المدروسة في التهجينين، في حين كانت قيم التوريث بالمعنى الضيق $h^2_{n.s}$ عالية للصفات المدروسة في التهجينين ماعدا لعدد الحبوب بالـسنبلة فـي التهجينـين ولارتفاع النبات وعدد السنابل بالنبات وحاصل الحبوب في التهجين الثاني اذ كانت متوسـطة وذلـك وفـق مديات العذاري (1987). كانت قيم التحسين الوراثي المتوقع كنسبة من المتوسط الحسابي واطئـة لموعـد النضج في التهجينين ولارتفاع النبات في التهجين الثاني ومتوسطة لعدد الـسنابل بالنبـات فـي التهجينـين ولارتفاع النبات في التهجين الأول وعالية للصفات الأخرى.

الجدول 4: تقديرات المعالم الوراثية للصفات الكمية المدروسة.

مكونات التباين الظاهري	التهجين	موعد النضج (يوم)	ارتفاع النبات (سم)	عدد السنابل بالنبات	حاصل الحبوب (غم)	وزن 100 حبة (غم)	عدد الحبوب بالسنبلة
1/2D	الاول	34.59	75.02	16.71	20.45	1.94	13.65
	الثاني	28.47	41.05	9.09	20.36	2.36	19.82
1/4H	الاول	11.22	10.32	10.35	9.67	0.71	13.99
	الثاني	9.72	34.66	6.91	12.22	0.89	19.73
F	الاول	-6.970	8.72	1.43	5.23	0.72-	2.07
	الثاني	6.39	2.39	3.43	5.52	0.46	3.04-
E	الاول	18.37	29.43	5.69	8.14	0.90	9.79
	الثاني	16.86	28.64	5.98	9.61	1.15	8.67
ā	الاول	0.81	0.52	1.11	0.97	0.86	1.43
	الثاني	0.83	1.30	1.23	1.10	0.87	1.41
$h^2_{b.s}$ %	الاول	71	74	83	78	75	74
	الثاني	69	73	73	77	74	82
% $h^2_{n.s}$	الاول	54	65	51	53	55	36
	الثاني	52	39	41	48	53	41
EGA	الاول	8.91	14.34	6.01	6.75	2.13	4.54
	الثاني	7.42	8.79	3.96	6.22	2.29	5.86
%EGA	الاول	5.08	18.07	80.24	49.49	20.84	10.44
	الثاني	4.48	9.59	33.08	27.92	54.65	13.19

المصادر العربية

بحو، مناهل نجيب (1992). طبيعة التأثيرات الجينية لمكونات حاصل الحبوب في حنطة الخبز. مجلة زراعة الرافدين، **24** (2)، 113-118.

العبيدي، محمد عويد ؛ جدوع، هيثم عبد الوهاب ؛ الكبيسي، نزار ممدوح ؛ سلبي، محمد اسماعيل (2004). دراسة تداخل الوراثة والبيئة لطفرات من الحنطة الخشنة تحت ظروف المنطقة الوسطى من العراق. مجلة الزراعة العراقية، **9**(2)،11-21.

العذاري، عدنان حسن محمد (1987). "اساسيات في الوراثة". الطبعة الثانية، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، العراق.

يوسف، نجيب قاقوس (2009). التحليل الوراثي للمتوسطات والتباينات الظاهرية لحاصل الحبوب وبعض الصفات في عدة أجيال لتهجين من الشعير. مجلة زراعة الرافدين، **37** (2)، 204-218.

يوسف، نجيب قاقوس ؛ الصفار، رائد سالم (2005). التحليل الوراثي للجيل الثالث في الشعير سداسي الصفوف. مجلة زراعة الرافدين، **33** (2)، 72-78.

يوسف، نجيب قاقوس ؛ الحيالي، منال عبد المطلب (2006). التحليل الوراثي لمتوسطات الأجيال المبكرة في حنطة الخبز (*Triticum aestivum* L.). مجلة علوم الرافدين، **17**(1)، 139-148.

يوسف، نجيب قاقوس ؛ عبدا ، شيماء خليل (2006). التحليل الوراثي لمتوسطات الأجيال ذاتية الإخصاب في الشعير (*Hordeum valgare* L.). مجلة علوم الرافدين، **17**(1)، 9-18.

يوسف، نجيب قاقوس ؛ قاسم، محمود الحاج (2002). علاقات جديدة لاختبار الأنموذج الإضافي– السيادي. المجلة العراقية للعلوم الزراعية، **3**(2)، 72-78.

يوسف، نجيب قاقوس ؛ قاسم، محمود الحاج ؛ عبد ا ، شيماء خليل (2002). التوريث والتحسين الوراثي المتوقع باستخدام تحليل تباينات الأجيال في الشعير. المجلة العراقية للعلوم الزراعية، **3**(3)، 91-95.

المصادر الأجنبية

Ali, M. I. (1978). Estimates of genetic effects of eight agronomic characters and their interrelationships in a spring wheat cross. *Alex. J. Agric. Res.*, **26**(3), 599-607.

Burton, C.W., (1951). Quantitative inheritance in pearl millet (*Pennisetum glaucum*). *Agron. J.*, **43** , 409-413.

Gamble, E. E. (1962). Gene effects in corn, *Zea mays* L.I. Separation and relative importance of gene effects. *Can. J. Plant Sci.*, **42**, 348-399.

Hayman, B.I. (1958). The separation of epistatic from additive and dominance variations in generation means. *Heredity*. **12**, 371-390.

Joshi, P. (1987). Gene effects in wheat, *Triticum aestivum* L. *Indian J. Hered* .,**18**, 11-18.

Kassim, M.H. ; Yousif, N.K. (1990). Genetic advance for grain yield and its components in segregating generations of barley (*Hordeum disticum* L.). *Mesopotamia J. Agric.*, **22**(3), 15-22.

Ketata, H. ; Edwards, L.H. ; Smith, E.L. (1976). Inheritance of eight agronomic characters in a winter wheat cross. *Crop Sci.,* **16**,19-22.

Khalifa, M.A. ; Hassaballah, E.A. ; El-Morshidy, M.A. ; Gad , A.M. ; Al-Banna , M.N. (1982). Inheritance of yield and some of its components in some cotton crosses. *Annals of Agric. Sci*., **17**, 67-76.

Mather, K. ; Jinks, J.L. (1982). “Introduction to Biometrical Genetics”. Chapman and Hall Ltd., 3rd ed., London.231p.

Nanda, G.S. ; Hazarika, G.N. ; Gill, K.S. (1981). Inheritance of heading date, plant height, ear length and spiklets per spike in an intervarietal cross of wheat. *Theor. Appl. Genet.*, **60**, 167-171.

Robinson, H.F. ; Comstock, R.E. ; Harvey, P.H. (1949). Estimates of heritability and the degree of dominance in corn. *Agron. J*., **44**, 427-430.

Singh, A. ; Singh, H.N. (2007). Inheritance of quantitative characters in chilli. *Indian J. Genet. Pl. Breed*., **36**(3), 420-424.

Singh, R.F. ; Chandhary, B.O. (2007). “Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis”. Atrik printers, India.268 p.

Uddin, M.M. ; Joarder, O.I. (1986). Genetic architecture of heading date, fertile ear number and yield of wheat. *Pakistan J. Agric. Res.*, **7**, 1-9.

Warner, J.N. (1952). A method for estimating heritability. *Agron. J*., **44**, 427-430.