



مجلة المثنى للعلوم الزراعية
muthjas.mu.edu.iq



Study of genetic and phenotype correlations and heritability for twelve varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.) planting under different environmental of Basrah

M. A. K. AL-Abody, College of Agriculture, University of Basrah*

W.A.J. Al-Sebahi, College of Education ,Qurna, University of Basrah**

S.A.M. AL- Abdullah, College of Agriculture, University of Basrah***

Article Info.

Received Date

27/04/2019

Accepted Date

27/05/2019

Keywords

Wheat,
genetic and
phenotypic
correlation,
broad
Sense
heritability

Abstract

A field experiment was carried out during the winter seasons (2016-2017& 2017-2018) in three locations in Basrah Governorate: AL-Daire, the Qurna site and the location of the AL-Madina (Marsh areas), to analysis of genetic stability of wheat cultivars and identify the high stability of grain yield. The experiment included twelve cultivars of wheat (Abu Graib-3, Fatih, Rasheed, Furat, Latifih, Tammoz-2, Baraka, IPA -95 and IBA -99, Bhooth-10, Bhooth-22 and Bhooth-158). Grain yield showed a positive and highly significant genetic correlation with the characteristics of flag leaf area, the spike length, the tillernumber, the spike efficiency, the number of spike, and number of seed per spike of 0.498, 0.523, 0.698, 0.598, 0.702 and 0.693 respectively. The grain yield showed a positive and highly significant phenotypic correlation with the characteristics flag leaf area, the length of the spike, the number of tillers, spike efficiency, the number of spike and the number of spike grains of 0.506, 0.579, 0.786, 0.671, 0.801 and 0.763 respectively. The genetic environmental and phenotypic variations of cereal yield varied from 0.295, 0.064 and 0.359 respectively. The highest percentage of the heritability in the broad sense reached 94.572% in the number of days from planting up to 50% of spikes, while the harvest index registered the lowest the percentage reached 39.401%, and the grain yield gavin percentage of 82.172%.

Corresponding author: E-mail(Moh.1975@gmail.com) Al- Muthanna University All rights reserved

دراسة الارتباطات الوراثية والمظهرية والتباينات ودرجة التوريث لأثنى عشر صنفاً من الحنطة *Triticum aestivum* L. مزروعة تحت بيئات مختلفة من محافظة البصرة

* محمد عودة خلف العبودي، كلية الزراعة- جامعة البصرة
**وليد عبد الرضا جبيل السباهي، كلية التربية-القرنة جامعة البصرة
سندس عبد الكريم محمد العبد الله

نفذت تجربة حقلية خلال الموسمين الشتويين (2016-2017 و 2017-2018) في ثلاث مواقع من محافظة البصرة هي موقع الديار، وموقع القرنة (مناطق كتوف أنهار) الذي يبعد 75 كم شمال مركز المحافظة ويروى من مياه نهر الغميح، وموقع المدينة (مناطق أهوار) الذي يبعد 105 كم شمال غرب المحافظة ويروى من مياه نهر الفرات، وذلك بهدف دراسة الارتباطات الوراثية والمظهرية والتباينات ودرجة التوريث لأثنى عشر صنفاً من الحنطة (أبو غريب-3 والفتح والرشد والفرات واللطفية وتموز-2 والبركة وإباء-95 وإباء-99 وبحوث-10 وبحوث-22 وبحوث-158) زرعت في بيئات مختلفة من محافظة البصرة، طبقت التجربة وفقاً لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D) وبثلاثة مكررات في كل موقع. أظهرت نتائج التحليل أن حاصل الحبوب قد ارتبط ارتباطاً وراثياً موجباً وعالي المعنوية مع صفات مساحة ورقة العلم وطول السنبلة وعدد الأشطاء في المتر المربع وكفاءة التسنبل وعدد السنايل في المتر المربع وعدد الحبوب في السنبلة والحاصل الحيوي ودليل الحصاد بلغ 0.498 و 0.523 و 0.698 و 0.598 و 0.702 و 0.693 و 0.512 و 0.398 على التتابع. ارتبط حاصل الحبوب ارتباطاً مظهرياً موجباً وعالي المعنوية مع صفات مساحة ورقة العلم وطول السنبلة وعدد الأشطاء في المتر المربع وكفاءة التسنبل وعدد السنايل في المتر المربع وعدد الحبوب في السنبلة ودليل الحصاد والحاصل الحيوي إذ بلغت 0.506 و 0.579 و 0.786 و 0.671 و 0.801 و 0.763 و 0.475 و 0.569 على التتابع. في حين كانت التباينات الوراثية والبيئية والمظهرية لحاصل الحبوب 0.295 و 0.064 و 0.359 على التتابع، وبلغت أعلى درجة التوريث بالمعنى الواسع لصفة عدد الايام من الزراعة حتى 50% تسنبل 94.572% و 82.172% لصفة حاصل الحبوب.

*البحث مستل من أطروحة الباحث الأول.

المقدمة:

إن نجاح أي برنامج للتربية يعتمد على مدى التباين في المجتمع النباتي لذا فإن التباين يعد المادة الأساسية التي يعتمد عليها مربو النبات في برامجهم، أن مظهر أي صفة هو المحصلة النهائية لتداخل التركيب الوراثي والبيئي وهو ما يطلق عليه بالتباين المظهري Phenotypic variance أما التباين الوراثي Genotypic variance فهو اختلاف صفات النباتات الناتج من اختلافها في التركيب الوراثي عند زراعتها في البيئة نفسها بينما الاختلاف في صفات النباتات المتماثلة بالتركيب الوراثي عند زراعتها في بيئتين مختلفتين فيعبر عنه بالتباين البيئي Environmental variance، تتطلب تربية المحاصيل للحصول العالي معرفة التباين وطبيعته في الأصول الوراثية تحت الدراسة (الساهاوكي وآخرون، 1983)، أن التغيرات الوراثية تعد أساساً لانتخاب النباتات المتفوقة في صفاتها الإنتاجية. ومن الضرورة تقدير هذه المكونات لكل صفة كمية لمعرفة دور كل من الوراثة والبيئة في تحديد التأثير في مظهر الصفة الكمية، ولتقدير درجة التوريث لها وعندها يتم اتباع الطريقة المناسبة والفعالة لتحسين الصفة الكمية، والتباينات تقسم إلى التباين المظهري الذي يكون المحصلة للتباين الوراثي والتباين البيئي، ولكن من أحد مشاكل مربو النبات هي مدى توريث الصفة واستقراريتها في النباتات المختلفة، وعلى هذا الأساس ظهرت أهمية دراسة الاستقرار الوراثي-البيئي. وتتحصر مهمة مربو النبات في إيجاد تراكيب وراثية ملائمة ومثابة تماماً لمظهرها الخارجي (العداري، 1992). وهو التحدي الذي يواجه الباحثين، إذ لاحظ عدد من الباحثين (حميد وحמיד، 2006)، (Hulmel، 2008)، (Chiari and Comstok، 2009)، (ALTin، 2010)، (Cleveland، 2010)، (العامري، 2010) و(أحمد والطويل، 2010) إن تقدير التباينات المظهرية والوراثية والبيئية كانت عالية المعنوية للصفات المدروسة. إن تقدير الارتباطات الوراثية والمظهرية بين الصفات مفيد في تخطيط وتقويم برامج التربية، حيث يسهل معرفة الارتباط بين الصفات المهمة ووضع أساس لبرنامج تربية

أكثر كفاءة (الجبوري والقطب، 2002)، ويعد الارتباط المظهري ارتباطاً يجمع التأثيرات الوراثية والبيئية التي تؤثر على أي الصفتين. يعبر الارتباط الوراثي عن درجة التلازم لعدة جينات مورثة لصفة كمية معينة والتي تسيطر بدورها على صفة كمية أخرى، وتأتي الأهمية الاقتصادية للصنف المنتخب من خلال الصفة أو الصفات المرغوبة التي يتميز بها عن غيره، و ينشأ الارتباط الوراثي من التلازم الوراثي والفعل المتعدد للجين أو من العلاقات ذات المنشأ التطوري بين مكونات الحاصل بسبب التأثير غير المباشر للفعل الجيني، وعليه فإن الارتباط الوراثي بين أية صفتين يمكن أن يعرف بأنه الارتباط بين القيم التربوية للصفتين (Adams، 1967)، أما الارتباط المظهري بين صفتين يشير إلى الارتباط بين التأثيرات التجميعية وغير التجميعية للجينات المسؤولة عن هاتين الصفتين وبين تأثيرات البيئة. وقد درس كثير من الباحثين الارتباطات المظهرية والوراثية بين حاصل الحبوب وصفات كمية أخرى، منهم الهزاع (2001) والطويل (2003) و الموسوي (2005) الذين ذكروا أن قيم الارتباط المظهري والوراثي كانت عالية في صفة عدد الأيام حتى التزهير في الحنطة.

يعرّف التوريث Heritability بأنه عبارة عن نسبة التباين الوراثي لتلك الصفة إلى التباين الكلي (Allard، 1960)، وأوضح (Lush، 1943) أنه بتقدير التوريث بالمعنى الواسع يمكن تحديد مساهمة كل من التأثيرات الوراثية والبيئية في مظهر الصفة وبالتالي يمكن أن تكون قيمة التوريث مقياساً لتحديد الصلة بين الآباء والأبناء، ويعد التوريث من المعالم الوراثية الهامة الواجب معرفتها لأي صفة كمية، إذ يتوقف على تقديرها تحديد أحسن طريقة لتربية صفة ما لتحسينها، كما أن تقديرها مهم لتحديد مقدار التحسين الوراثي المتوقع، وأن القيمة المرتفعة للتوريث لصفة ما تشير إلى أهمية الاختلافات الوراثية في وراثتها كل صفة وبالتالي إمكانية تحسين تلك الصفة وراثياً، في حين أن القيمة المنخفضة للتوريث تكون أما بسبب التأثيرات الجينية غير الإضافية لتلك الصفة أو التأثيرات البيئية الكبيرة أو

السنبله ووزن 1000 حبة) وحاصل الحبوب والحاصل الحيوي ودليل الحصاد ونسبة البروتين في الحبوب).

تم حساب كل من الارتباط الوراثي والمظهري وحساب التباينات الوراثية والبيئية والمظهرية وبالتالي حساب درجة التوريث بالمعنى الواسع، أجري تحليل بيانات الصفات المدروسة للتركيب الوراثية عن طريق التحليل الإحصائي باستخدام برنامج SPSS وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة الصفات المدروسة كافة ولكل موقع على حدة ثم قورنت المتوسطات الحسابية باستعمال أقل فرق معنوي L.S.D (الراوي وخلف الله، 1980).

تم حساب معامل الارتباط الوراثي والمظهري حسب المعادلات الآتية:

$$r_{pij} = \frac{\delta p_{ij}}{\sqrt{\delta^2 p_i \delta^2 p_j}}$$

$$r_{gij} = \frac{\delta g_{ij}}{\sqrt{\delta^2 g_i \delta^2 g_j}}$$

إذ أن:

$$\delta g_{ij} = \text{التغاير الوراثي المشترك بين الصفتين}$$

$$\delta^2 g_i = \text{التباين الوراثي للصفة الأولى}$$

$$\delta^2 g_j = \text{التباين الوراثي للصفة الثانية}$$

$$\delta p_{ij} = \text{التغاير المظهري المشترك بين الصفتين}$$

$$\delta^2 p_i = \text{التباين المظهري للصفة الأولى}$$

$$\delta^2 p_j = \text{التباين المظهري للصفة الثانية}$$

حساب التباينات الوراثية والبيئية والمظهرية:

تم تقدير التباينات الوراثية والبيئية والمظهرية بحسب الطريقة التي أوضحها Walter (1975) من خلال حساب كل من:

$$\sigma^2 G = \frac{Msv - Mse}{r}$$

$$\sigma^2 E = Mse$$

$$\sigma^2 P = \sigma^2 G + \sigma^2 E$$

إذ أن:

$$\sigma^2 G = \text{Genetic Variance} = \text{التباين الوراثي}$$

$$\sigma^2 E = \text{Environmental Variance} = \text{التباين البيئي}$$

لكليهما، ومن الطبيعي ان تؤدي القيمة المنخفضة لتوريث صفة ما الى تقليل كفاءة الانتخاب بسبب صعوبة التنبؤ أو الاستدلال من الشكل المظهري للصفة على تركيبها الوراثي. ونظراً لعدم وجود دراسات متعلقة بدراسة الارتباطات الوراثية والمظهرية والتباينات ودرجة التوريث في محصول الحنطة تحت ظروف محافظة البصرة لذا نفذت هذه الدراسة بهدف تقدير الارتباطات الوراثية والمظهرية وتقدير درجة التوريث لأصناف من الحنطة تحت ظروف محافظة البصرة.

المواد وطرائق العمل:

حُدِدَت المساحة المطلوبة لتنفيذ البحث في كل موقع واخذت نماذج تحليل التربة على عمق 30 سم وحللت والناتج موضحة في جدول (1) وتم تهيئة التربة للزراعة وذلك بحراستها وتنعيمها وتسويتها ثم قسمت الأرض الى 36 وحده تجريبية في كل موقع مساحتها 12 م² بأبعاد 3 م × 4 م اشتملت على 20 خط بطول 3 م للخط المزروع وبمسافة 15 سم بين خط وآخر وتركزت مسافة 1 م بين الوحدات التجريبية و2 م بين مكرر وآخر وباستعمال تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D) و بثلاثة مكررات، زُرِعَت بذور الأصناف (أبو غريب-3 والفتح والرشد والفرات واللطيفية وتموز-2 والبركة وإباء-95 وإباء-99 وبحوث-10 وبحوث-22 وبحوث-158) بتاريخ 2016/11/15 ولكلا الموسمين وبمعدل بذار 120 كغم هـ⁻¹ (أبو العيس، 2004)، أضيف سماد اليوريا (46%N) وبكمية 120 كغم N هـ⁻¹ (العبد الله، 2015) على دفتين مناصفة الأولى بعد بزوغ البادرات والثانية في مرحلة الاستطالة (Davis وآخرون، 2002)، وأجريت عملية التسميد الفوسفاتي بكمية 100 كغم P₂O₅ هكتار⁻¹ بهيئة سماد السوبر فوسفات الثلاثي (20%P) وبواقع دفعة واحدة عند الزراعة (جدوع، 1995)، كما أجريت عمليات الري والتعشيب خلال الموسمين وحسب حاجة المحصول لذلك، وحصدت النباتات بتاريخ 2017/4/15 و 2018/4/5 للموسمين الأول والثاني بالتتابع. وتمت دراسة الصفات التالية (عدد الأيام من الزراعة الى مرحلة 50% تسنبل وعدد الأيام من 50% تسنبل الى النضج وارتفاع النبات ومساحة ورقة العلم وطول السنبله وعدد الأشطاء في المتر المربع وكفاءة التسنبل) ومكونات الحاصل (عدد السنابل في المتر المربع وعدد حبوب

Mse = متوسط مربعات الخطأ التجريبي

σ^2P = التباين المظهري Phenotypic Variance

Msv = متوسط مربعات التراكيب الوراثية

$h^2_{b.s.}$ يمثل التوريث بالمعنى الواسع

r = عدد المكررات

δ^2G التباين الوراثي للصفة

درجة التوريث بالمعنى الواسع ($h^2_{b.s.}$) إذ قدرت بالطريقة

δ^2P التباين المظهري للصفة

التي أوضحها Hanson وآخرون (1956)

$$h^2_{b.s.} = \frac{\delta^2G}{\delta^2P} \times 100$$

جدول (1) بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الدراسة قبل الزراعة.

الموسم الثاني 2017-2018				الموسم الأول 2016-2017			
الموقع	المدينة	القرنة	دير	الموقع	المدينة	القرنة	دير
نسجة التربة	طينية	طينية	طينية	نسجة التربة	طينية	طينية	طينية
pH	غرينية	غرينية	غرينية	pH	غرينية	غرينية	غرينية
تربة	7.6	7.7	7.8	تربة	7.6	7.6	7.9
ماء	7.3	7.6	7.3	ماء	7.3	7.4	7.7
تربة	5.50	5.30	6.40	تربة	5.50	5.80	6.90
ماء	3.10	2.90	2.10	ماء	3.10	1.90	2.60
المادة العضوية	4.06	3.90	3.20	المادة العضوية	4.06	3.24	1.02
(غم.كغم ⁻¹)				(غم.كغم ⁻¹)			
N	66.1	60.0	44.3	N	66.1	56.0	40.0
P	14.12	10.20	9.20	P	14.12	11.30	9.91
K	200.10	196.71	187.30	K	200.10	190.50	180.17
الجاهزة (ملغم.كغم ⁻¹)				الجاهزة (ملغم.كغم ⁻¹)			
EC. Dsm ⁻¹				EC. Dsm ⁻¹			

النتائج والمناقشة:

الارتباط الوراثي بين الصفات :

0.1693 ، واتفقت النتائج مع ما توصل له الحمداني والجبوري

(2015) اللذان أشارا الى أن صفة موعد طرد السنابل وارتفاع

النبات أظهرت ارتباطاً وراثياً موجباً وعالي المعنوية مع حاصل

الحبوب بالنبات .

وأرتبط مساحة ورقة العلم بعلاقة ارتباط وراثي موجبة وعالية

المعنوية مع الحاصل الحيوي وعدد الحبوب سنبل¹ وعدد السنابل

م² وكفاءة التسنبل وعدد الأشطاء م² وطول السنبل بلغ 0.497 و

0.49831 و 0.531 و 0.349 و 0.528 و 0.5940.

أرتبط طول السنبل بعلاقة ارتباط وراثي موجبة وعالية المعنوية

مع الحاصل الحيوي و حاصل الحبوب وعدد الحبوب سنبل¹

وعدد السنابل م² وكفاءة التسنبل و عدد الأشطاء م² بلغ 0.586 و

0.523 و 0.4596 و 0.576 و 0.409 و 0.5765 على التتابع

واتفقت هذه النتائج مع ما توصل اليه عباس وآخرون (2011)

الذين وجود ارتباط وراثي موجب ومعنوي قوي جداً لصفة طول

السنبل مع حاصل الحبوب.

ارتبطت عدد الأشطاء م² بعلاقة ارتباط وراثي موجبة وعالية

المعنوية مع الحاصل الحيوي و حاصل الحبوب وعدد الحبوب

تشير نتائج تحليل الارتباط الوراثي (جدول2) الى ارتباط عدد

الأيام من الزراعة حتى 50% تسنبل بعلاقة ارتباط موجبة وعالية

المعنوية مع الحاصل الحيوي و وزن 1000 حبة وعدد الحبوب

سنبل¹ وعدد السنابل م² وعدد الأشطاء م² وطول السنبل

وارتفاع النبات بلغ 0.312 و 0.245 و 0.292 و 0.200 و 0.187 و

0.190 و 0.442 على التتابع، وبعلاقة موجبة معنوية مع حاصل

الحبوب بلغ 0.1393 وأرتبط عدد الأيام من 50% تسنبل الى

النضج بعلاقة ارتباط وراثي موجبة وعالية المعنوية مع دليل

الحصاد بلغ 0.399 وبالعلاقة موجبة معنوية مع وزن 1000 حبة

وارتفاع النبات بلغ 0.1278 و 0.166 على التتابع . كما ارتبط

ارتفاع النبات بعلاقة ارتباط وراثي موجبة وعالية المعنوية مع

الحاصل الحيوي ووزن 1000 حبة وعدد الحبوب سنبل¹ وعدد

السنابل م² وعدد الأشطاء م² وطول السنبل ومساحة ورقة العلم

بلغ 0.223 و 0.1992 و 0.262 و 0.240 و 0.246 و 0.313 و

0.2734 على التتابع، وبالعلاقة موجبة معنوية مع حاصل الحبوب

سنبلة¹⁻ وعدد السنابل م²⁻ وكفاءة التسنبل بلغ 0.698 و 0.656 و 0.7602 و 0.892 و 0.643 على التتابع.

ارتبطت كفاءة التسنبل بعلاقة ارتباط وراثي موجبة وعالية المعنوية مع دليل الحصاد والحاصل الحيوي وحاصل الحبوب وعدد الحبوب سنبلة¹⁻ وعدد السنابل م²⁻ بلغ 0.175 و 0.458 و 0.598 و 0.7010 و 0.639 على التتابع.

ارتبطت عدد السنابل م²⁻ بعلاقة ارتباط وراثي موجبة وعالية المعنوية مع الحاصل الحيوي و حاصل الحبوب وعدد الحبوب سنبلة¹⁻ بلغ 0.687 و 0.702 و 0.7719 على التتابع، وأن صفة عدد السنابل م²⁻ من الصفات ذات الارتباط الوراثي العالي مع حاصل الحبوب . وهذا يتفق مع ما توصله اليه الموسوي (2005) الى ارتباط عدد السنابل م²⁻ بعلاقة ارتباط وراثي موجبة وعالية المعنوية مع حاصل الحبوب . ومع الحمداني والجبوري (2015) الذي وجد أن صفة عدد السنابل بالنبات وعدد الحبوب بالسنبلة أظهرت ارتباطاً وراثياً موجباً وعالي المعنوية مع حاصل الحبوب بالنبات .

ارتبطت عدد الحبوب سنبلة¹⁻ بعلاقة ارتباط وراثي موجبة وعالية المعنوية مع الحاصل الحيوي و حاصل الحبوب بلغ 0.622 و 0.693 على التتابع وأن صفة عدد الحبوب سنبلة¹⁻ من الصفات ذات الارتباط الوراثي العالي مع حاصل الحبوب.

ارتبطت وزن 1000 بعلاقة ارتباط وراثي موجبة ومعنوية مع دليل الحصاد بلغ 0.129.

ارتبط حاصل الحبوب ارتباطاً وراثياً موجباً وعالي المعنوية مع صفات مساحة ورقة العلم وطول السنبلة و عدد الأشطاء م²⁻ و كفاءة التسنبل وعدد السنابل م²⁻ وعدد الحبوب سنبلة¹⁻ والحاصل الحيوي ودليل الحصاد بلغ 0.498 و 0.523 و 0.698 و 0.598 و 0.702 و 0.693 و 0.512 و 0.398 على التتابع، إذ يلاحظ أن الارتباط الوراثي كان عالياً بين حاصل الحبوب وأثنين من المكونات الرئيسة هما عدد الحبوب سنبلة¹⁻ وعدد السنابل م²⁻ مما يدل على أهمية الانتخاب لأحد هذين المكونين أو كلاهما في تحسين حاصل الحبوب ، فيما ارتبط حاصل الحبوب بعلاقة ارتباط وراثي سالبة وغير معنوية مع وزن 1000 حبة بلغ (-0.073)، وهذا يتفق مع ما توصل اليه الطائي (2006) الذي بين أن حاصل الحبوب ارتبط وراثياً بصورة موجبة وعالي المعنوية مع الصفات مساحة ورقة العلم ، الحاصل البايولوجي ، عدد الحبوب سنبلة¹⁻

وعدد التفريعات الفعالة (عدد السنابل) م²⁻ ، باستثناء وزن 1000 حبة ، إذ كان الارتباط الوراثي ذو قيمة سالبة وغير معنوية. ومع AL-Fraihat و AL-Tabbal (2012) الذي ذكر أن حاصل الحبوب ارتبط بعلاقة ارتباط وراثية عالية المعنوية وموجبة مع عدد الحبوب في السنبلة الرئيسية. بالمقابل ظهرت علاقة ارتباط وراثي سالبة بين الحاصل ووزن 1000 حبة وكما أتفق مع ما توصل له عبد الله و زكي (2017) الى وجود ارتباطات وراثية موجبة ومعنوية لصفات حاصل الحبوب مع مساحة ورقة العلم وعدد الحبوب سنبلة¹⁻ والحاصل البايولوجي ودليل الحصاد.

الارتباط المظهري بين الصفات :

كما تشير نتائج تحليل الارتباط المظهري (جدول 3) الى ارتباط عدد الأيام من الزراعة حتى 50% تسنبل بعلاقة ارتباط موجبة وعالية المعنوية مع الحاصل الحيوي ووزن 1000 حبة و عدد الحبوب سنبلة¹⁻ وعدد السنابل م²⁻ وعدد الأشطاء م²⁻ وطول السنبلة وارتفاع النبات بلغ 0.385 و 0.264 و 0.194 و 0.182 و 0.192 و 0.180 و 0.542 على التتابع، وبالعلاقة موجبة معنوية مع حاصل الحبوب بلغ 0.143 .

ارتبط عدد الأيام من 50% تسنبل الى النضج بعلاقة ارتباط مظهري موجبة وعالية المعنوية مع دليل الحصاد بلغ 0.439 وبالعلاقة موجبة معنوية مع وزن 1000 حبة وارتفاع النبات بلغ 0.148 و 0.158 على التتابع .

ارتبط ارتفاع النبات بعلاقة ارتباط مظهري موجبة وعالية المعنوية مع الحاصل الحيوي ووزن 1000 حبة و عدد الحبوب سنبلة¹⁻ وعدد السنابل م²⁻ وعدد الأشطاء م²⁻ و طول السنبلة ومساحة ورقة العلم بلغ 0.297 و 0.202 و 0.282 و 0.235 و 0.251 و 0.203 و 0.284 على التتابع ، وبالعلاقة موجبة معنوية مع حاصل الحبوب 0.173.

وارتبط مساحة ورقة العلم بعلاقة ارتباط مظهري موجبة وعالية المعنوية مع الحاصل الحيوي و عدد الحبوب سنبلة¹⁻ وعدد السنابل م²⁻ وكفاءة التسنبل وعدد الأشطاء م²⁻ وطول السنبلة بلغ 0.586 و 0.506 و 0.531 و 0.527 و 0.351 و 0.531 و 0.640 .

ارتبط طول السنبلة بعلاقة ارتباط مظهري موجبة وعالية المعنوية مع الحاصل الحيوي و حاصل الحبوب وعدد الحبوب سنبلة¹⁻

وعدد السنابل م² وكفاءة التسنبل وعدد الأشطاء م² بلغ 0.610 و0.579 و0.596 و0.589 و0.414 و0.585 على التتابع. واتفقت هذه النتائج مع ما توصل إليه عباس وآخرون (2011) الذين أشاروا إلى وجود ارتباط مظهري موجب ومعنوي قوي جداً لصفة طول السنبل مع حاصل الحبوب.

ارتبطت عدد الأشطاء م² بعلاقة ارتباط مظهري موجبة وعالية المعنوية مع الحاصل الحيوي وحاصل الحبوب وعدد الحبوب سنبل¹ وعدد السنابل م² وكفاءة التسنبل بلغ 0.786 و0.772 و0.802 و0.994 و0.673 على التتابع.

ارتبطت كفاءة التسنبل بعلاقة ارتباط مظهري موجبة وعالية المعنوية مع دليل الحصاد والحاصل الحيوي وحاصل الحبوب وعدد الحبوب سنبل¹ وعدد السنابل م² بلغ 0.507 و0.671 و0.690 و0.7460 على التتابع.

ارتبطت عدد السنابل م² بعلاقة ارتباط مظهري موجبة وعالية المعنوية مع الحاصل الحيوي وحاصل الحبوب وعدد الحبوب سنبل¹ الذي بلغ 0.769 و0.801 و0.819 على التتابع.

ارتبطت عدد الحبوب سنبل¹ بعلاقة ارتباط مظهري موجبة وعالية المعنوية مع الحاصل الحيوي وحاصل الحبوب بلغ 0.642 و0.763 على التتابع.

ارتبطت وزن 1000 بعلاقة ارتباط مظهري موجبة ومعنوية مع دليل الحصاد بلغ 0.136.

ارتبط حاصل الحبوب ارتباطاً مظهرياً موجباً وعالي المعنوية مع صفات مساحة ورقة العلم وطول السنبل وعدد الأشطاء م² وكفاءة التسنبل وعدد السنابل م² وعدد الحبوب سنبل¹ ودليل الحصاد والحاصل الحيوي وبلغ 0.506 و0.579 و0.786 و0.671 و0.801 و0.763 و0.475 و0.569 على التتابع. وهذا يتفق مع ما توصل إليه الطائي (2006) الذي أستنتج أن حاصل الحبوب ارتباطاً مظهرياً موجباً وعالي المعنوية مع صفات عدد التفرعات الفعالة (عدد السنابل) م² ، الحاصل البايولوجي ، دليل الحصاد وعدد الحبوب سنبل¹ ، والعامري (2010) الذي وجد علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين حاصل الحبوب وكل من عدد السنابل م² وعدد الحبوب سنبل¹ والحاصل الحيوي ومع-AL وTabbal وAL-Fraihat (2012) الذي ذكر أن حاصل الحبوب ارتبط بعلاقة ارتباط مظهرية عالية المعنوية وموجبة مع عدد الحبوب في السنبل الرئيسية . ومع ما توصل له أسماعيل

وآخرون (2015) إلى وجود علاقة ارتباط وراثي موجبة ومعنوية بين حاصل الحبوب وعدد السنابل وعدد حبوب السنبل . ومع عبد الله و زكي (2017) إلى وجود ارتباطات مظهرية موجبة ومعنوية لصفات حاصل الحبوب مع مساحة ورقة العلم وعدد الحبوب سنبل¹ والحاصل البايولوجي ودليل الحصاد.

التباينات الوراثية والبيئية والمظهرية :

تشير نتائج جدول (4) أن التباينات الوراثية والبيئية والمظهرية لعدد الأيام من الزراعة حتى 50 % تسنبل بلغ 65.739 و3.773 و69.512 على التتابع، وهذه القيم تشير إلى أن التباين الوراثي سجل أعلى قيمة من التباين البيئي مما يدل على ثبات العامل الوراثي على الرغم من تباين البيئات الداخلة بالدراسة، مما أدى إلى زيادة قيمة التباين المظهري الذي ينتج من تداخل تأثير التباين الوراثي والبيئي. كانت درجة التوريث بالمعنى الواسع لعدد الأيام من الزراعة حتى 50 % تسنبل قد بلغت 94.572%، وهذا ناتج عن ارتفاع قيمة التباين الوراثي الذي بلغ 65.739 .

وبلغت التباينات الوراثية والبيئية والمظهرية لعدد الأيام من 50 % تسنبل حتى النضج التام 4.707 و8.343 و13.050 على التتابع ، مما يشير على إعطاء التباين البيئي أعلى قيمة، وهذا يدل على أن التأثير البيئي كان أكبر في عدد الأيام من 50% تسنبل حتى النضج التام مما أثر بشكل مباشر على التباين المظهري. بلغت درجة التوريث بالمعنى الواسع لصفة عدد الأيام من 50 % تسنبل إلى النضج التام 36.068 % وهذا يدل على ارتفاع قيمة التباين البيئي الذي بلغ 8.343.

كانت التباينات الوراثية والبيئية والمظهرية لارتفاع النبات بلغت 65.399 و34.856 و100.255 على التتابع ، وبلغت درجة التوريث بالمعنى الواسع 65.232 % نتيجة لارتفاع التباين الوراثي.

أن التباينات الوراثية والبيئية والمظهرية لمساحة ورقة العلم بلغت 29.039 و4.114 و33.153 على التتابع . كانت درجة التوريث بالمعنى الواسع لمساحة ورقة العلم قد بلغت 87.590 % نتيجة لارتفاع قيمة التباين الوراثي والذي بلغ 29.039 مقارنة بالتباين البيئي الذي بلغت قيمته 4.114 .

وأن التباينات الوراثية والبيئية والمظهرية لطول السنبل بلغت 2.400 و0.589 و2.989 على الترتيب . كانت درجة التوريث

الصفات وأن الانتخاب فيها يكون فعالاً (Singh و Narayanm, 2000). اتفقت هذه النتيجة مع ما ذكره الأصيل (1998) والجوري وآخرون (2011) والجميلي وآخرون (2002) وحسان (2013) Carr وآخرون (2003) و Hefny (2011)، أن الزيادة في قيم التباين الوراثي بالنسبة للتباين البيئي قد انعكس على نسبة التوريث بالمعنى الواسع، إذ يظهر من جدول (4) أن درجة التوريث لصفة حاصل الحبوب قد بلغت 82.172 %. فيما بلغت التباينات الوراثية والبيئية والمظهرية للحاصل الحيوي 1.336 و 0.438 و 1.774 على التتابع. كانت درجة التوريث بالمعنى الواسع للحاصل الحيوي قد بلغت 75.310 % وهذا راجع إلى ارتفاع قيمة التباين الوراثي والذي بلغ 1.336، وكانت التباينات الوراثية والبيئية والمظهرية لدليل الحصاد بلغت 3.253 و 5.003 و 8.256 على الترتيب. كانت درجة التوريث بالمعنى الواسع لدليل الحصاد قد بلغت 39.401 % وهذا يعني ارتفاع قيمة التباين البيئي والذي بلغ 5.003 والذي له الدور الكبير في التأثير على هذه الصفة. وبلغت التباينات الوراثية والبيئية والمظهرية لنسبة البروتين في الحبوب 0.3812 و 0.492 و 0.8732 على التتابع، كانت درجة التوريث بالمعنى الواسع لنسبة البروتين في الحبوب قد بلغت 43.655 % وهذا يعني ارتفاع قيمة التباين البيئي والذي بلغ 0.492.

نستنتج من ذلك أن حاصل الحبوب قد ارتبط ارتباطاً وراثياً ومظهرياً موجباً وعالي المعنوية مع صفات مساحة ورقة العلم وطول السنبل وعدد الأشرطة في المتر المربع وكفاءة التسنبل وعدد السنابل في المتر المربع وعدد الحبوب في السنبل والحاصل الحيوي ودليل الحصاد، في حين كانت التباينات الوراثية والبيئية والمظهرية لحاصل الحبوب 0.295 و 0.064 و 0.359 على التتابع، وبلغت درجة التوريث بالمعنى الواسع لحاصل الحبوب 82.172 %.

بالمعنى الواسع لطول السنبل قد بلغت 80.294 % بسبب ارتفاع قيمة التباين الوراثي.

في حين كانت التباينات الوراثية والبيئية والمظهرية لعدد الأشرطة في المتر المربع قد بلغت 3027.741 و 401.449 و 3429.19 على الترتيب وبلغت درجة التوريث بالمعنى الواسع لعدد الأشرطة م² 88.293 % بسبب ارتفاع قيمة التباين الوراثي وانخفاض التباين البيئي.

والتباينات الوراثية والبيئية والمظهرية لعدد السنابل في المتر المربع 3330.689 و 408.750 و 3739.439 على التتابع، وكانت درجة التوريث بالمعنى الواسع لعدد السنابل 89.069 % وهذا يعني ارتفاع قيمة التباين الوراثي مقارنة بالتباين البيئي، وهي من الصفات ذات الارتباط الوراثي العالي مع حاصل الحبوب الذي بلغ 0.702.

أما التباينات الوراثية والبيئية والمظهرية لكفاءة التسنبل 2.212 و 1.732 و 3.944 على التتابع وكانت درجة التوريث بالمعنى الواسع لكفاءة التسنبل 56.085 % بسبب ارتفاع قيمة التباين الوراثي على التباين البيئي.

فيما سجلت التباينات الوراثية والبيئية والمظهرية لعدد الحبوب في السنبل 33.429 و 25.146 و 58.575 على التتابع، وبلغت درجة التوريث بالمعنى الواسع لعدد الحبوب بالسنبل 57.070 % وهي من الصفات ذات الارتباط الوراثي العالي مع حاصل الحبوب 0.693.

وبلغت التباينات الوراثية والبيئية والمظهرية لوزن 1000 حبة 23.235 و 3.430 و 26.665 على التتابع، وكانت درجة التوريث بالمعنى الواسع لوزن 1000 حبة 87.136 %.

كانت التباينات الوراثية والبيئية والمظهرية لحاصل الحبوب 0.295 و 0.064 و 0.359 على التتابع. أن قيم التباين الوراثي المرتفعة دليلاً على أن المورثات تلعب دوراً معنوياً في أظهار

جدول (2) قيم معاملات الارتباط الوراثي بين الصفات المدروسة للموسمين.

عدد الأليم من الزراعة حتى %50 تسنيل	عدد الأليم من 50% تسنيل إلى النضج	ارتفاع التبات (سم)	مساحة ورقة العا(سم ²)	طول السنبلة (سم)	عدد الأشطاءم ²	كفاءة التسنيل (%)	عدد السنبل م ²	عدد السنبل م ²	وزن حبة(غم) 1000	حاصل الحبوب (طن هـ -1)	حاصل الحبوب (طن هـ -1)	نسبة البروتين (%)	الصفات المدروسة
I	-0.020	0.442**	0.130	0.190**	0.187**	0.033	0.200**	0.292**	0.245**	0.1393*	0.312**	-0.221**	نسبة البروتين (%)
	I	0.166*	0.110	0.003	-0.142	-0.034	-0.122	0.012	0.1278*	0.07	-0.299**	0.399**	عدد الأليم من 50% تسنيل وحتى 50%
		I	0.2734**	0.313**	0.246**	0.032	0.240**	0.262**	0.1992**	0.1693*	0.223**	-0.129*	ارتفاع التبات(سم)
			I	0.5940**	0.528**	0.349**	0.531**	0.49831**	-0.100	0.498**	0.497**	-0.022	مساحة ورقة العا(سم ²)
				I	0.5765**	0.409**	0.576**	0.4596**	-0.157*	0.523**	0.586**	-0.011	طول السنبلة(سم)
					I	0.643**	0.892**	0.7602**	-0.329**	0.698**	0.656**	0.014	عدد الأشطاءم م ²
						I	0.639**	0.7010**	-0.216**	0.598**	0.458**	0.175**	كفاءة التسنيل(%)
							I	0.7719**	-0.308	0.702**	0.687**	0.012	عدد السنبل م ²
								I	-0.21	0.693**	0.622**	0.139*	عدد الحبوب سنبلية ²
									I	-0.073	-0.249**	0.129*	وزن حبة(غم) 1000
										I	0.512**	0.398**	حاصل الحبوب (طن هـ -1)
											I	-0.346**	حاصل الحبوب (طن هـ -1)
												-0.011	دليل الحصاد(%)
												I	نسبة البروتين(%)
												1	نسبة البروتين(%)

جدول (3) قيم معاملات الارتباط المظهري بين الصفات المدروسة للموسمين.

عدد الأيام من الزراعة حتى 50% تسجيل	عدد الأيام من 50% تسجيل إلى النضج	ارتفاع النبات (سم)	مساحة ورقة العلم (سم ²)	طول السنبلة (سم)	عدد الأشطاء م ²	كفاءة التسجيل (%)	عدد المتليل م ²	عدد الحبوب سنبلة م ²	1000 وزن حب (غم)	حاصل الحبوب (طن هـ م ²)	حاصل الحبوب (طن هـ م ²)	نسبة البزوتين (%)	الصفات المدروسة
1	-0.019	0.542**	0.127	0.180**	0.192**	0.047	0.182**	0.194**	0.264**	0.143*	0.385**	-0.247**	عدد الأيام من الزراعة وحتى 50% تسجيل
	1	0.158*	0.105	0.008	-0.138*	-0.036	-0.130	0.017	0.148*	0.097	-0.328**	-0.274**	عدد الأيام من 50% تسجيل وحتى النضج
		1	0.284**	0.203**	0.251**	0.063	0.235**	0.282**	0.202**	0.173*	0.297**	-0.138*	ارتفاع النبات (سم)
			1	0.640**	0.531**	0.351**	0.527**	0.531**	-0.107	0.506**	0.586**	-0.072	مساحة ورقة العلم (سم ²)
				1	0.585**	0.414**	0.589**	0.596**	-0.157*	0.579**	0.610**	-0.024	طول السنبلة (سم)
					1	0.673**	0.994**	0.802**	-0.329**	0.786**	0.772**	-0.332**	عدد الأشطاء م ²
						1	0.746**	0.690**	-0.216**	0.671**	0.507**	-0.214**	كفاءة التسجيل (%)
							1	0.819**	-0.327**	0.801**	0.769**	-0.331**	عدد المتليل م ²
								1	-0.229**	0.763**	0.642**	-0.354**	عدد الحبوب سنبلة م ²
									1	-0.113	-0.254**	-0.212**	1000 وزن حب (غم)
										1	0.569**	-0.362**	حاصل الحبوب (طن هـ م ²)
											1	-0.324**	حاصل الحبوب (طن هـ م ²)
												-0.446**	نسبة البزوتين (%)
												-0.031	نسبة البزوتين (%)
												1	

**Correlation is significant at the 0.01 level.

*Correlation is significant at the 0.05 level.

جدول (4) تقديرات التباينات الوراثية والبيئية والمظهرية ونسبة التوريث بالمعنى الواسع للصفات المدروسة لمحصول الحنطة للموسمين .

الصفات المدروسة	δ^2G التباين الوراثي	δ^2E التباين البيئي	δ^2P التباين المظهري	$h^2_{b.s}$ نسبة التوريث بالمعنى الواسع
عدد الأيام من الزراعة حتى 50% تسنبل	65.739	3.773	69.512	94.572%
عدد الأيام من 50% تسنبل حتى النضج	4.707	8.343	13.050	36.068%
ارتفاع النبات (سم)	65.399	34.856	100.255	65.232%
مساحة ورقة العلم (سم ²)	29.039	4.114	33.153	87.590%
طول السنبل (سم)	2.400	0.589	2.989	80.294%
عدد الأشرطة م ²	3027.741	401.449	3429.19	88.293%
كفاءة التسنبل (%)	2.212	1.732	3.944	56.085%
عدد السنابل م ²	3330.689	408.750	3739.439	89.069%
عدد الحبوب سنبل ¹	33.429	25.146	58.575	57.070%
وزن 1000 حبة (غم)	23.235	3.430	26.665	87.136%
حاصل الحبوب (طن هـ ¹)	0.295	0.064	0.359	82.172%
حاصل الحيوي (طن هـ ¹)	1.336	0.438	1.774	75.310%
دليل الحصاد (%)	3.253	5.003	8.256	39.401%
البروتين في الحبوب (%)	0.3812	0.492	0.8732	43.655%

المصادر:

في الشعير (*Hordeum vulgare* L.) المؤتمر العلمي الخامس لكلية الزراعة جامعة تكريت.
الجبوري، جاسم محمد عزيز ومردان حميد مردان القطب. 2002. مكونات التباين والارتباط بين الحاصل ومكوناته في السلجم. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 7 (8): 40-47.
جدوع، خضير عباس. 1995. الحنطة - حقائق وإرشادات. منشورات وزارة الزراعة. الهيئة العامة للإرشاد والتعاون الزراعي .
الجميل، عبد مسرير ورعد هاشم بكر وهناء حسن محمد. 2002 . المعالم الوراثية لحنطة الخبز بتأثير موعد الزراعة. مجلة العلوم الزراعية العراقية، 31 (2): 259-271.
حسان، ليث خضير. 2013. انتخاب خطوط نقية من حنطة الخبز. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة-جامعة بغداد.
الحمداني، غادة عبد الله طه وخوله الياس سعيد الجبوري. 2015. الارتباط وتحليل المسار لصفات الحاصل وبعض مكوناته في الصنف Acsad-65 باستخدام

أبو العيس، رجاء محي الدين. 2004. تكنولوجيا زراعة الحنطة، الهيئة العامة للإرشاد والتعاون الزراعي، نشرة إرشادية.
أحمد، أحمد عبد الجواد ومحمد صبحي مصطفى الطويل. 2010. تقدير معاملي التباين المظهري والوراثي والتحسين الوراثي المتوقع وقوة الهجين في الخشنة (*Triticum durum* Desf.) . مجلة زراعة الرافين ، 38 (1): 143-149 .
أسماعيل، عمر حازم و هديل صبار و محمد حمدان عيدان. 2015. تباينات معالم وراثية وتحليل معامل المسار لبعض صفات الحنطة تحت ثلاث كثافات نباتية. مجلة الانبساط للعلوم الزراعية. 13 (1): 254-264
الأصيل، علي سليم مهدي. 1998. الارتباطات الوراثية والمظهرية ومعاملات المسار للصفات الحقلية في حنطة الخبز (*Triticum aestivum* L.). أطروحة دكتوراه- كلية الزراعة - جامعة بغداد.
الجبوري، جاسم محمد عزيز وأحمد هواس الجبوري وعماد خلف القيسي. 2011. الارتباطات وتحليل المسار لصفات كمية

المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل.

عبد الله، أحمد هواس وقاسم عبد المجيد زكي. 2017. تأثير التسميد البوتاسي على صفات النمو والحاصل ومكوناته لخمس عشرة تركيب وراثي من حنطة الخبز. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية. 17 (2): 1-19.

العبد الله، سندس عبد الكريم محمد. 2015. تأثير إضافة النتروجين في امتصاص N و P و K وتوزيعها في أجزاء النبات ونمو وحاصل ثلاثة أصناف من الحنطة *Triticum aestivum* L. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة- جامعة البصرة .

العذاري، عدنان حسن. 1992. تربية المحاصيل الحقلية. دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل.

الموسوي، صدام حسين عباس خضر. 2005. تقدير بعض المعالم الوراثية في الحنطة الخشنة (*Triticum durum* Desf.). رسالة ماجستير - كلية الزراعة-جامعة الموصل. الهزاع، جمال عبد الفتاح (2001) التباينات الوراثية والاستقرار الوراثي في عدة تراكيب وراثية من الحنطة الناعمة (*T. aestivum* L.) رسالة ماجستير، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل.

Adams, M.W. 1967. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean (*Phaseolus vulgaris*). *Crop Sci.* 7: 505 – 510 .

Allard, R.W. 1960. Principles of Plant Breeding. John Wiley and Sons, Inc. New York. London.

AL-Tabbal, J.A. and AL-Fraihat, A.H.. 2012. Heritability Studies of Yield and Yield Associated Traits in Wheat Genotypes. *J. of Agric. Sci.* (4) 4: 11-22.

Al-Tin, S.K. 2010. Heritabilities, gains from selection and genetic correlations for grain yield of barley grown in two contrasting environments Barley Genetic Newsletter. 22: 6-13.

Carr, R.M.; Horsley, R.D. and Poland W.W. 2003. Tillage and seeding rate effects on wheat cultivars: II. Yield components. *Crop Sci.* 43: 210- 218.

Chiari, H.F and Comstock, R.E. 2009. Estimates of genetic environmental variability in barley (*Hordeum vulgare* L.) *Crops Science Journal*, 23: 333-343.

Cleveland, M. 2010. Role of epistasis in the analysis of genetic component of variance in

السماح الحيوي EM1. المجلة الاردنية في العلوم الزراعية ، 11 (1): 319 – 326 .

الراوي، خاشع محمود وعبد العزيز خلف الله. 1980. تصميم وتحليل التجارب الزراعية. مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر. جامعة الموصل. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. العراق .

الساهوكي، مدحت مجيد وحמיד جلوب علي ومحمد غفار احمد. 1983. تربية وتحسين النبات . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد. كلية الزراعة.

الطائي، عباس موسى كشمير. 2006. تقدير بعض المعالم الوراثية وتحليل معامل المسار في حنطة الخبز (*Triticum aestivum* L.). الكلية التقنية/المسيب – رسالة ماجستير.

الطويل، محمد صبحي مصطفى مجيد. 2003. تقييم الاداء وقابلية الاتحاد والتوريث لعدة تراكيب وراثية من الحنطة الخشنة (*T.durum*. Desf) رسالة ماجستير، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل .

العامري، مثنى عبدالباسط. 2010. تقويم الاداء وتقدير المعالم الوراثية وأدلة الانتخاب لمدخلات جديدة من الشعير (*Hordeum vulgare* L.) رسالة ماجستير، قسم

barley (*Hordeum vulgare* L.) *Indian J. Agric. Sci.* 24: 445-449.

Davis, J.G., Westfall, D.G., Martvedt, J. and Shanahan, J.F. 2002. Fertilizing winter wheat. Colorado State University, Cooperative. *Ext.Agric.No.* 544.

Hanson, C.H., Robinson, H.F. and Comstock, R.E. 1956. Biometrical studies of yield in segregating population of Korean Lespedeza. *Agron.J.* 48: 268-272.

Hefny, M. 2011. Genetic parameters and path analysis of yield and its components in corn inbred lines (*Zea mays* L.) at different sowing dates . *Asian J. of Crop. Sci.* 3(3): 106-117.

Hulmel, J.L. 2008. Controlling variation in barley grain protein concentration. *Crops Science Journal*, 24: 124-127.

Lush, J.L. 1943. Animals breeding plants Iwa state College press, Ames Iowa, Sited by Al-Taweal (2002).

Singh, P. and Narayanm, S. 2000. Biometrical techniques in plant breeding. Kalyani Publishers. New Delhi.

Walter, A.B. 1975. Manual of quantitative genetics (3rd edition) Washington state Univ. Press. U.S.A, Sited by Al-Haza'a (2001).

