مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (33) العدد (1) 2011
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (33) No. (1) 2011

وراثة بعض الصفات الهامة في البازلاء الخضراء (*Pisum sativum* L.)

الدكتور بسام أبو ترابي *
الدكتور سهيل مخوّل **
فراس العايش ***

(تاريخ الإيداع 8 / 12 / 2010. قبل للنشر في 21 / 2 / 2011)

□ ملخّص □

تم تقدير قوة الهجين الوراثية في الجيل الأول، التقهقر الراجع للتربية الذاتية في الجيل الثاني، ومعاملي الارتباط الوراثي والمظهري لصفات عدد الفروع المثمرة/نبات، عدد البذور/قرن، ارتفاع النبات، نسبة التصافي، والغلّة من القرون الخضراء في ستة (6) هجن من البازلاء الخضراء ناتجة عن إدخال أربعة (4) طرز وراثية أبوية في برنامج تهجين نصف متبادل. أظهرت النتائج وجود تباين في أداء الطرز الأبوية المتصالبة ساهم بدوره في إظهار قوة الهجين في الجيل الأول في اتجاهات ومقادير مختلفة وانحدار تلك القوة في الجيل الثاني باتجاه ومقادير مختلفة أيضاً. لوحظت قوة هجين ذات اتجاه مرغوب في الجيل الأول لصفة غلّة النبات من القرون الخضراء لكنها لم تصل مستوى الدلالة، عدا الهجين Oterlo × Mutant-3 (24.71) %، والذي أبدى بذات الوقت القيمة الأعلى للتقهقر في الجيل الثاني (37.16) %؛ ما يشير إلى سيطرة تأثيرات فعل المورثات غير التراكمي لهذه الصفة. تبدو هنالك إمكانية التحسين لصفات عدد البذور/قرن ونسبة التصافي، نسبة التصافي وغلّة النبات من القرون الخضراء عند ممارسة الانتخاب في الأجيال الانعزالية للهجين Oterlo × Dasargelo؛ نظراً لوجود ارتباط موجب عالي الدلالة بينها على كلا المستويين الوراثي والمظهري.

الكلمات المفتاحية: بازلاء خضراء، التقهقر الراجع للتربية الذاتية، قوة الهجين، الارتباط الوراثي.

* أستاذ مساعد في قسم البساتين – كلية الزراعة – جامعة دمشق – دمشق – سورية.
** دكتور باحث – إدارة بحوث البستنة – الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية – دمشق – سورية.
*** طالب دراسات عليا (دكتوراه) في قسم البساتين – كلية الزراعة – جامعة دمشق – دمشق – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (33) العدد (1) 2011
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (33) No. (1) 2011

The Inheritance of Some Important Traits in Garden Peas (*Pisum sativum* L.)

Dr. Bassam Abo-Trabi [*]
Dr. Souhaeel Makhool [**]
Firas Al-Aysh [***]

(Received 8 / 12 / 2010. Accepted 21 / 2 /2011)

□ ABSTRACT □

Heterosis versus mid-parent in F_1, inbreeding depression in F_2, genotypic and phenotypic coefficients of correlation for some traits namely; podded branches/plant, seeds/pod, plant height, net ratio of green pods, and green pod yield/plant in six (6) crosses of garden peas produced by 4 x 4 half-diallel crossing scheme had been estimated. Results showed different performance of crossed parental genotypes which involved in heterosis expression of F_1 crosses in different directions and magnitudes and also in inbreeding depression of F_2. Desirable heterosis in F_1 of green pod yield/plant had been observed in all hybrids, but it was not significant, except in Mutant-3 x Oterlo (24.71) % which had also the highest magnitude of inbreeding depression (37.16) %; indicating the predominance of non-additive gene effects. It seems that there is a possibility for improvement of seeds/pod and net ratio of green pods, net ratio of green pods and green pod yield/plant when selection procedures are practiced in segregating generations of Dasargelo x Oterlo; due to positive and highly significant genotypic and phenotypic correlations between them on two both levels.

Key words: Garden peas, Inbreeding depression, Heterosis, Genotypic correlation.

[*] **Associate Professor, Dept. of Hort., Faculty of Agric., Damascus Univ., Damascus, Syria.**
[**] **Researcher Dr., Administration of Hort. Research, General Commission for Scientific Agric. Res., Damascus, Syria.**
[***] **Postgraduate Student (Ph. D.), Dept. of Hort., Faculty of Agric., Damascus Univ., Damascus, Syria.**

مقدمة:

إنَّ الطلب المتزايد على المواد الغذائية الغنية بالبروتين لاستخدامها كبديل للبروتين الحيواني المرتفع الثمن في تغذية الإنسان وكعلف للحيوانات، أدى إلى اهتمام أكبر بمحصول البازلاء كمصدر رئيس للبروتين النباتي (Santalla *et al.*, 2001)، والذي يتسم بمحتواه المرتفع من الأحماض الآمينية الأساسية وبخاصّة اللايسين (Nawab *et al.*, 2008). تعدُّ البازلاء أحد محاصيل البقول المتكيفة بشكل واسع في الزراعة وهي أيضاً ذات فائدة كبيرة كمادة تربية لعلماء الوراثة وتربية النبات، وكسائر المحاصيل الأخرى، تخضع غالبية الصفات الاقتصادية الهامة فيها لسيطرة التوريث الكمي المعقد، وظهر خلاف مثير للجدل بين النظرية الماندلية وطبيعة الصفات المبدية لتباينات مستمرة في مظهرها حُلَّ في نهاية الأمر بظهور مفهوم الوراثة الكمية (Lander & Botestein, 1989).

تعرّف قوة الهجين بأنها تفوّق النسل الهجين على أبويه (Pourdad & Sachan, 2003)، أو هي التفوّق في متوسط أداء الأفراد الناتجة عن تصالب السلالات المتباعدة مقارنةً بمتوسط الأفراد الناتجة عن التربية الداخلية ضمن السلالات (Sylvain *et al.*, 2003). ويعرّف التقهقر الراجع للتربية الذاتية بأنه الانخفاض في أداء الأفراد الذاتية التلقيح ويلعب دوراً أساسياً في أنظمة التزاوج (Charlesworth & Charlesworth, 1999)، وأشار Kheradnam *et al.* (1975) إلى أن قوة الهجين والتقهقر الراجع للتربية الذاتية هما وجهان لظاهرة واحدة. تعدُّ الغلّة صفة معقدة وهي محصلة لعلاقات التداخل بين عددٍ من المكوّنات لذا ... تحدد المعلومات الخاصة بمعاملات الارتباط الوراثي والمظهري قوة واتجاه العلاقة بين الغلّة وهذه الصفات المكوّنة لها (Kelly & Bliss, 1975).

سجّل Gritton (1975) قيماً موجبة ذات دلالة إحصائية لقوة الهجين الوراثية (قياساً للمتوسط الأبوي) والتقهقر الراجع للتربية الذاتية عبر تصالب ثمانية طرز أبوية في تصميم Griffing'1956 الطريقة الثالثة – الموديل الأول، وبلغت (36.37 ، 2.72) % لصفة ارتفاع النبات، (7.99 ، 4.06) % لصفة عدد البذور في القرن على الترتيب. ولاحظ Manish (1993) أنَّ مقدار التقهقر لقوة الهجين في الجيل الثاني لهجن البازلاء كان منخفضاً لصفات الغلّة، ارتفاع النبات، ونسبة تصافي القرون الخضراء. وخلصت الدراسة التي قام بها (Prakash *et al.*, 1993) إلى أنَّ الأداء المتفوّق لهجن الجيل الأول ترافق بالوقت ذاته مع تقهقر عالي لقوة الهجين في الأجيال اللاحقة. ووجد Ceyhan *et al.* (2008) قيماً منخفضة لقوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين لصفتي طول الساق الرئيسة وعدد البذور في القرن.

كشفت دراسة الارتباط عبر أجيال F_1 ، F_2 ، F_3 الآتية من تصالب (8) طرز أبوية من البازلاء الخضراء أنَّ غلّة النبات من القرون الخضراء ارتبطت إيجاباً ومعنوياً مع مؤشر عدد البذور في القرن، وسلباً ومعنوياً مع مؤشر ارتفاع النبات على المستويين الوراثي والمظهري (Choudhary *et al.*, 2004). ووظفت (39) سلالة هندية متفوّقة من البازلاء الخضراء لدراسة الارتباط وتحليل معامل المسار على المستويين الوراثي والمظهري لصفات الغلّة والباكورية ونسبة التصافي، فأظهرت النتائج ارتباط الغلّة من القرون الخضراء إيجاباً بكلٍّ من مؤشري عدد البذور/قرن ونسبة تصافي القرون الخضراء (Singh *et al.*, 2005).

أهمية البحث وأهدافه:

يعدّ القطاع الخاص ووكلاء الشركات الأجنبية المصدر الوحيد لحصول المزارع على بذار البازلاء؛ فهو يضطر لشرائه مرة كل سنتين أو ثلاث سنوات بأثمان باهظة نسبياً، وبعد زراعته لهذه البذور يعمد إلى انتخاب بعض النباتات

التي تعتبر بنظره جيدة أو يبقي مساحةً صغيرة لاستخدامها كبذار للموسم القادم، وفي معظم الأحيان لا يحصل على نفس المردود الذي حصل عليه في الموسم السابق؛ مما يضطره في العام الآتي إلى أن يعود إلى المصدر الأساس للبذار. وبذلك لا تتحكم الشركات المنتجة للبذار بأسعارها فقط وإنما بماهية الأصناف نفسها، فالمزارع ملزم بشراء الصنف المتوافر لدى القطاع الخاص دون معرفة مدى ملاءمة هذا الصنف للزراعة في منطقته أو مدى مقاومته لآفات المنطقة، وقد يصادف أحياناً ألا تكون قابلية هذه الأصناف للتأقلم مع الظروف البيئية جيدة كما حدث في موسم 1984–1985 إذ لم تستطع الأصناف المزروعة مقاومة البرد الشديد فكان المردود قليلاً، وبهذه الحال يظل المزارع يعاني من عدم استقرار الإنتاج. لذا تعد هذه الدراسة مساهمة في تحديد آليات توريث مجموعة من الصفات الهامة في محصول البازلاء الخضراء، بهدف خلق المادة الوراثية الأولية اللازمة لاستنباط أصناف محلية جديدة تتسم بمواصفات زراعية وتصنيعية وتسويقية جيدة تماثل الأصناف المستوردة وتتفوق عليها، مما يُسهم في تأمين متطلبات الزراعة الحديثة، تحسين دخل المزارع، توفير القطع الأجنبي وزيادة الدخل القومي وذلك وفق الوسائل الآتية:

1. دراسة خصائص التوزيع التكراري النسبي لصفات الغلّة وبعض مكوّناتها للطرز الأبوية وأجيالها الهجينة.
2. قياس قوة الهجين قياساً لمتوسط وأفضل الأبوين في الجيل الأول والتقهقر الراجع للتربية الذاتية في الجيل الثاني.
3. تقدير قيم معامل الارتباط الوراثي والمظهري بين أزواج الصفات المدروسة في الجيل الانعزالي الأول لهجن البازلاء المختبرة.

طرائق البحث ومواده:

جرى التقييم الوراثي في ربيع موسم 2010/2009 في مقر مركز بحوث درعا في جلين والعائد للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، حيث تم دراسة أداء ستة (6) هجن نصف تبادلية F_1 من البازلاء الخضراء نتجت من تصالب أربعة (4) طرز أبوية هي: Mutant-3، Dasargelo، Oterlo، Nassra بالإضافة إلى ستة (6) هجن جيل ثاني F_2 ناتجة من التلقيح الذاتي لنباتات الجيل الأول F_1. زرعت العشائر الانعزالية (F_2) وغير الانعزالية (P_1، P_2، F_1) لكل هجين نصف تبادلي في قطع تجريبية مكوّنة من خطوط مفردة بطول (4.8) متر بأبعاد (70) سم بين الخطوط و(20) سم بين نباتات الخط الواحد وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بأربعة مكررات. أجريت عمليات تجهيز أرض التجربة وخدمة المحصول أصولاً، وسجّلت القراءات والمشاهدات الحقلية وفقاً لأسس توصيف محصول البازلاء والمعتمد من قِبل المعهد الدولي للمصادر الوراثية النباتية (IBPGR, 1984) للصفات الآتية:

1. عدد الفروع المثمرة/نبات: تم إحصاء شامل للفروع المثمرة على جميع النباتات الممثلة للطراز الوراثي في نهاية فترة النمو الخضري.
2. عدد البذور/قرن: تم عدّ البذور المتكوّنة في قرون جميع نباتات الطراز الوراثي الواحد.
3. ارتفاع النبات (طول الساق الرئيسة): قيست بدءاً من الورقة السفلى المتوضعة فوق العنق الجذري وحتى نقطة النمو المغطاة بأذينات كثيفة مقدرة بـ (سم) وذلك في نهاية فترة النمو الخضري.
4. نسبة تصافي القرون الخضراء: تمثّل وزن البذور الخضراء الطازجة الناتجة عن العينة إلى وزن العينة من القرون الخضراء مضروباً بمائة.
5. غلّة النبات من القرون الخضراء: وتساوي وزن جميع القرون الخضراء مقدرة بـ (غ) والناتجة من كل نبات من نباتات الطراز الوراثي الواحد.

أخضعت المعطيات الرقمية للتحليل الإحصائي باستخدام برنامج (SPSS, 1999) وجرى تقدير المؤشرات الإحصائية الآتية:

1- المتوسط الحسابي Mean:

$$\overline{X} = \frac{\sum x}{N}$$

حيث:

$\overline{X}$: المتوسط الحسابي للعشيرة، $\sum x$: مجموع قيم أفراد العشيرة، N : عدد أفراد العشيرة المعنية.

2- المدى Range:

$$R = x_b - x_s$$

حيث:

R : المدى، x_b : القيمة العليا لأفراد العشيرة، x_s : القيمة الدنيا لأفراد العشيرة.

3- معامل التباين (الانحراف النسبي) Coefficient of Variance:

$$C.V. = \frac{\sigma}{\overline{X}} \times 100$$

حيث:

C.V. : معامل التباين، σ : الانحراف القياسي، $\overline{X}$: متوسط العشيرة.

4- معامل الالتواء Coefficient of skewness:

$$Skewness = \frac{3\ (Mode - Mean)}{\sigma}$$

حيث:

Mode : قيمة المنوال وهي القيمة الأكثر تكراراً بين أفراد العشيرة المعنية، Mean : قيمة المتوسط الحسابي، σ : الانحراف القياسي.

كما حسبت التباينات الوراثية والمظهرية المشتركة والتي وظفت في تقدير المعايير الوراثية الآتية:

1- قوة الهجين قياساً لمتوسط وأفضل الأبوين في الجيل الأول F_1 وفقاً لـ (Panhwar *et al.*, 2002):

$$H_{(MP)} = \frac{(\overline{F_1} - \overline{MP})}{\overline{MP}} \times 100$$

$$H_{(BP)} = \frac{(\overline{F_1} - \overline{BP})}{\overline{BP}} \times 100$$

حيث:

$H_{(MP)}$: قوة الهجين الوراثية أو قياساً لمتوسط الأبوين، $\mathbf{H_{(BP)}}$: قوة الهجين العملية أو قياساً لأفضل الأبوين.

F_1 : متوسط الصفة المعنية في أفراد الجيل الأول.

MP : متوسط الصفة المعنية في كلا الأبوين الداخلين في تكوين الهجين، BP : قيمة الصفة المعنية في الأب الأفضل.

2- التقهقر الراجع للتربية الذاتية في الجيل الثاني F_2 وفقاً لـ (Ghizan & Gritton, 1994):

$$ID = \frac{(\overline{F_1} - \overline{F_2})}{\overline{F_1}} \times 100$$

حيث:

F_1 : متوسط الصفة المعنية في أفراد الجيل الأول.

F_2 : متوسط الصفة المعنية في أفراد الجيل الثاني.

أُختبرت معنوية القيم العائدة لقوة الهجين والتقهقر الراجع للتربية الذاتية باختبار L.S.D على مستوى احتمالية 0.05 وفقاً لـ (Wyne *et al*., 1970).

3- معاملي الارتباط الوراثي (r_g) والمظهري (r_{ph}) في الجيل الانعزالي الأول (F_2) وفقاً لـ (Mode & Robinson, 1959):

$$r_g = \frac{Cov\,g_{xy}}{\sqrt{Vg_x . Vg_y}}$$

$$r_{ph} = \frac{Cov\,ph_{xy}}{\sqrt{Vph_x . Vph_y}}$$

حيث:

$Cov\,g_{xy}$: التباين الوراثي المشترك للصفتين x ، y. Vg_x : التباين الوراثي للصفة x. Vg_y : التباين الوراثي للصفة y.

$Cov\,ph_{xy}$: التباين المظهري المشترك للصفتين x ، y. Vph_x : التباين المظهري للصفة x. Vph_y : التباين المظهري للصفة y.

أُختبرت معنوية القيم العائدة لمعامل الارتباط المظهري وفق اختبار t (Steel & Torrie, 1984)، أما القيم العائدة لمعامل الارتباط الوراثي فباستخدام القيم الخاصّة بالخطأ القياسي وفقاً لـ (Kwon & Torrie, 1964).

النتائج والمناقشة:

1- المؤشرات الإحصائية للطرز الأبوية المدروسة وأجيالها الهجينة:

- تظهر معطيات التوزيع التكراري النسبي لصفة عدد الفروع المثمرة/نبات امتلاك الأب Dasargelo المتوسط الأدنى (3.6) وتمتع الأب Oterlo بالمتوسط الأعلى (4.6) واتسمت هجن الـ F_1 للتصالبين Dasargelo × Nassra ، Dasargelo × Oterlo بالقيم الأعلى لهذه الصفة (5.6 ، 5.25) على التوالي؛ ما يشير إلى اختلاف الآباء المتصالبة بمقدرتها الاتحادية وفي مقدار العوامل الوراثية التي تمتلكها والمسيطرة على التباين الهجيني، مع الإشارة إلى حصول انخفاض في مستوى أداء الجيل الثاني في الغالبية العظمى من الهجن المدروسة، وأظهر الجيل الانعزالي الأول (F_2) مدى أوسع للصفة المذكورة مقارنة مع الأجيال غير الانعزالية (P_1، P_2، F_1) مؤكدة أيضاً بالقيم العالية لمعامل التباين النسبي، وتدلّ قيم معامل الالتواء على امتلاك معظم الآباء وهجن الـ F_1 قيم موجبة للالتواء؛ ما يدل على سيادة النباتات التي تحمل العدد الأقل من الفروع المثمرة في التوزيع، في حين كانت النباتات المتمتعة بالعدد الأكبر من

الفروع المثمرة أكثر شيوعاً في توزيع كلٍّ من الجيل الأول للتصالب الأول، والجيل الثاني للتصالبات الأول، الثاني، الرابع، والخامس (الجدول 1).

– تبين نتائج الجدول (2) امتلاك الأب Oterlo العدد الأكبر من البذور في القرن (8.45) تلاه الأب Nassra (7.6) وحقق الجيل الأول لتصالب هذين الأبوين القيمة الأعلى للصفة نفسها (9.6)، وأظهر المدى ومعامل التباين النسبي وكما هو متوقع قيماً أعلى في الجيل الثاني عما هي في كلٍّ من الجيل الأول والآباء ولجميع التصالبات.

– وفيما يخص صفة ارتفاع النبات أبدى الأبوان Dasargelo و Mutant-3 الطول الأقصر للساق الرئيسة (67.00 ، 78.10) سم على التوالي وهي الصفة المرغوبة لأصناف البازلاء الخضراء وامتلك الجيل الأول للهجين Oterlo × Mutant-3 الطول الأقصر للساق الرئيسة (53.25) سم، وسجّل الجيل الثاني، وكما هو متوقع، أكبر قيم للمدى ومعامل التباين النسبي، وأظهرت الآباء المدروسة قيماً موجبة للالتواء، خلاف الأب Oterlo حيث سادت النباتات الأطول في التوزيع (الجدول 3).

– أوضحت نتائج الجدول (4) امتلاك الأبوان Mutant-3 و Oterlo القيم الأقل لنسبة تصافي القرون الخضراء (50.60 ، 46.10) % والأبوان Dasargelo و Nassra القيم الأعلى لهذه الصفة (53.60 ، 58.75)% وأعطى الجيل الأول للتصالب Dasargelo × Nassra أعلى نسبة تصافي (64.05) % ؛ مؤكداً امتلاك أبوي هذا التصالب مقدار من عوامل السيادة التي أسهمت في إظهار التباين الهجيني مع تباينها في مقدرتها الاتحادية مع حصول التدهور الواضح لهذه القوة في الجيل الثاني للتصالب ذاته (49.18) %، واتسم الأبوان Dasargelo وNassra بسيادة النباتات المتمتعة بالقيم الأكبر لتصافي القرون الخضراء في توزيعها.

– بالنسبة لمؤشر غلّة النبات من القرون الخضراء أظهر الأب Oterlo الغلّة الأعلى (253.35) غ تلاه الأب Mutant-3 (248.55) غ وامتلك الجيل الأول لتصالب هذين الأبوين القيمة الأعلى لهذا المؤشر (312.95) غ، وأظهر الجيل الثاني لجميع التصالبات القيم الأكبر للمدى ومعامل التباين؛ والذي يرجع أساساً إلى حصول الانعزالات الوراثية ابتداءً من هذا الجيل مع تأثير واضح لفعل العوامل البيئية المؤثرة في سلوكية هذه الانعزالات، كما اتسم توزيع الـ F_2 ولجميع التصالبات بالالتواء السالب؛ ما يشير إلى سيادة النباتات التي أعطت الغلّة الأعلى في توزيعها (الجدول 5)، الاختلاف والتباين في أداء وسلوكية طرز البازلاء الخضراء وتفاعلها مع الظروف البيئية كان قد ذكر سابقاً من قِبل (مطلوب وعداي، 2002 ؛ العايش وزملاؤه، 2007).

الجدول (1): خصائص التوزيع التكراري للنباتات الفردية في الطرز الأبوية وأجيالها الهجينة لصفة عدد الفروع المثمرة/نبات.

الطراز الوراثي	P_1				P_2				F_1				F_2			
التصالب	Mean	Range	C.V.	Skewn	Mean	Range	C.V.	Skewn	Mean	Range	C.V.	Skewn	Mean	Range	C.V.	Skewn
Mutant-3 x Dasargelo	3.65	3-4	13.7	0.71	3.60	3-4	14.57	0.80	3.5	3-5	17.5	-8.82	3.44	2-5	24.01	-0.54
Mutant-3 x Oterlo	3.65	3-4	13.7	0.71	4.60	4-5	11.91	0.80	3.7	3-4	13.51	0.64	3.44	2-6	31.06	-0.42
Mutant-3 x Nassra	3.65	3-4	13.7	0.71	4.50	4-5	12.17	0.00	4.5	4-5	11.11	0.00	4.7	2-8	36.00	0.17
Dasargelo x Oterlo	3.60	3-4	14.57	0.80	4.60	4-5	11.91	0.80	5.25	4-6	16.22	0.95	4.03	2-6	24.66	-0.03
Dasargelo x Nassra	3.60	3-4	14.57	0.80	4.50	4-5	12.17	0.00	5.6	5-6	9.36	0.80	4.63	3-7	30.07	-1.16
Oterlo x Nassra	4.60	4-5	11.91	0.80	4.50	4-5	12.17	0.00	4.8	4-5	8.72	0.49	4.48	2-6	28.61	0.41

حيث:

Mean : المتوسط الحسابي لأفراد العشيرة المدروسة، Range : المدى بين أفراد العشيرة المدروسة، C.V. : معامل الاختلاف أو التباين، Skewn : معامل الالتواء لأفراد العشيرة المعنية.

الجدول (2): خصائص التوزيع التكراري للنباتات الفردية في الطرز الأبوية وأجيالها الهجينة لصفة عدد البذور في القرن.

الطراز الوراثي	P_1				P_2				F_1				F_2			
التصالب	Mean	Range	C.V.	Skewn	Mean	Range	C.V.	Skewn	Mean	Range	C.V.	Skewn	Mean	Range	C.V.	Skewn
Mutant-3 x Dasargelo	7.45	7-8	7.04	-0.88	5.95	5-7	14.31	-0.54	6.40	6-7	8.19	-0.80	6.21	4-8	22.59	0.57
Mutant-3 x Oterlo	7.45	7-8	7.04	-0.88	8.45	8-9	5.92	-0.88	8.60	8-10	8.62	-0.80	6.35	3-9	28.96	0.35
Mutant-3 x Nassra	7.45	7-8	7.04	-0.88	7.60	7-8	6.90	0.80	7.50	7-9	9.43	-0.73	6.44	4-10	21.26	-0.33
Dasargelo x Oterlo	5.95	5-7	14.31	-0.54	8.45	8-9	5.92	-0.88	7.55	7-8	6.95	0.88	7.03	4-11	24.36	0.56
Dasargelo x Nassra	5.95	5-7	14.31	-0.54	7.60	7-8	6.90	0.80	8.40	8-9	6.24	-0.80	6.26	4-9	27.48	1.02
Oterlo x Nassra	8.45	8-9	5.92	-0.88	7.60	7-8	6.90	0.80	9.60	9-10	5.46	0.80	6.99	4-11	27.12	0.01

الجدول (3): خصائص التوزيع التكراري للنباتات الفردية في الطرز الأبوية وأجيالها الهجينة لصفة ارتفاع النبات.

الطراز الوراثي	P_1				P_2				F_1				F_2			
التصالب	Mean	Range	C.V.	Skewn	Mean	Range	C.V.	Skewn	Mean	Range	C.V.	Skewn	Mean	Range	C.V.	Skewn
Mutant-3 x Dasargelo	78.10	70-80	3.23	0.73	67.00	60-75	5.57	0.26	62.35	54-69	7.46	0.36	69.95	50-93	15.04	-0.09
Mutant-3 x Oterlo	78.10	70-80	3.23	0.73	82.65	73-94	9.03	-0.62	53.25	43-63	11.73	-0.86	62.11	41-105	20.19	0.63
Mutant-3 x Nassra	78.10	70-80	3.23	0.73	85.15	70-96	7.87	1.18	70.95	61-81	9.34	-0.27	65.23	42-88	16.45	0.44
Dasargelo x Oterlo	67.00	60-75	5.57	0.26	82.65	73-94	9.03	-0.62	71.05	60-85	11.22	-0.14	75.73	43-115	19.15	-0.38
Dasargelo x Nassra	67.00	60-75	5.57	0.26	85.15	70-96	7.87	1.18	66.35	57-75	7.79	0.53	71.61	50-115	17.61	-0.13
Oterlo x Nassra	82.65	73-94	9.03	-0.62	85.15	70-96	7.87	1.18	69.10	62-89	10.40	0.13	63.01	42-100	19.86	-0.24

الجدول (4): خصائص التوزيع التكراري للنباتات القريبة في الطرز الأبوية وأجيالها الهجينة لصفة نسبة تصافي القرون الخضراء.

الطراز الوراثي	P1				P2				F1				F2			
التصالب	Mean	Range	C.V.	Skewn	Mean	Range	C.V.	Skewn	Mean	Range	C.V.	Skewn	Mean	Range	C.V.	Skewn
Mutant-3 x Dasargelo	50.60	46-55	6.59	1.34	53.60	47-68	12.25	-0.86	54.28	44-63	9.35	0.66	52.71	34-72	15.85	0.84
Mutant-3 x Oterlo	50.60	46-55	6.59	1.34	46.10	40-51	6.64	0.53	59.15	54-68	5.37	-0.04	50.35	38-79	18.38	-0.25
Mutant-3 x Nassra	50.60	46-55	6.59	1.34	58.75	51-67	7.79	-0.66	57.30	53-65	6.00	-0.23	57.10	40-75	13.54	0.57
Dasargelo x Oterlo	53.60	47-68	12.25	-0.86	46.10	40-51	6.64	0.53	57.40	48-65	9.13	0.45	48.03	31-72	18.09	-0.77
Dasargelo x Nassra	53.60	47-68	12.25	-0.86	58.75	51-67	7.79	-0.66	64.05	57-78	8.57	-0.78	49.18	32-71	18.14	-0.14
Oterlo x Nassra	46.10	40-51	6.64	0.53	58.75	51-67	7.79	-0.66	55.35	49-63	7.01	-0.63	56.61	41-76	15.13	-0.55

الجدول (5): خصائص التوزيع التكراري للنباتات القريبة في الطرز الأبوية وأجيالها المهجنة لصفة الثقة من القرون الخضراء.

الطراز الوراثي	P_1				P_2				F_1				F_2			
التصالب	Mean	Range	C.V.	Skewn	Mean	Range	C.V.	Skewn	Mean	Range	C.V.	Skewn	Mean	Range	C.V.	Skewn
Mutant-3 x Dasargelo	248.55	225-278	7.36	-0.54	213.7	185-239	9.15	-0.05	246.45	210-295	10.18	-0.55	228.45	146-383	23.67	-0.34
Mutant-3 x Oterlo	248.55	225-278	7.36	-0.54	253.35	224-280	6.91	-1.34	312.95	290-380	6.03	0.41	196.65	111-370	28.41	-0.47
Mutant-3 x Nassra	248.55	225-278	7.36	-0.54	246.75	211-287	8.17	0.52	264.70	233-293	6.97	0.39	192.16	83-397	38.55	-0.30
Dasargelo x Oterlo	213.7	185-239	9.15	-0.05	253.35	224-280	6.91	-1.34	235.65	208-253	4.83	0.42	185.53	98-316	23.77	-0.41
Dasargelo x Nassra	213.7	185-239	9.15	-0.05	246.75	211-287	8.17	0.52	249.65	218-270	6.05	0.68	210.68	119-370	23.67	-0.82
Oterlo x Nassra	253.35	224-280	6.91	-1.34	246.75	211-287	8.17	0.52	263.75	238-295	7.04	-1.37	189.19	104-322	28.33	-0.87

2- قوة الهجين والتقهقر الراجع للتربية الذاتية:

تسهم تقديرات قوة الهجين والتقهقر الراجع للتربية الذاتية في تأمين المعلومات حول طبيعة الفعل الوراثي المسيطر على الصفات المترية (الكمية) المختلفة (Nadarajan & Gunasekaran, 2005). تراوحت قوة الهجين الوراثية في الجيل الأول لصفة عدد الفروع المثمرة/نبات بين (3.58- ~ 38.27) % جميعها بدلالة إحصائية ظهر أعلاها في التصالب Nassra × Dasargelo، كما تراوحت القيم العائدة لقوة الهجين العملية (قياساً لأفضل الأبوين) بين (19.57-) % في التصالب Mutant-3 × Oterlo و (24.44) % في التصالب Dasargelo × Nassra جميعها بدلالة إحصائية خلاف الهجين Mutant-3 × Nassra الذي اتسم بتساوي متوسط جيله الأول مع الأب الأفضل، وسجّل الجيل الثاني لجميع التصالبات انحداراً ملحوظاً ذا دلالة لقوة الهجين تراوح بين (4.44- ~ 23.24) % امتلك أعلاها التصالب Dasargelo × Oterlo. تراوحت قوة الهجين الوراثية لمؤشر عدد البذور في القرن بين (0.40- ~ 23.89) % أكبرها في التصالب Dasargelo × Nassra، كما اتسمت ثلاثة هجن بإظهارها قيماً موجبة ذات دلالة إحصائية وبالاتجاه المرغوب لانحراف الجيل الأول عن أفضل الأبوين سجّل الهجين Oterlo × Nassra أعلاها وبلغت (13.61) %، ولوحظ انحدار ذو دلالة لقوة الهجين في الجيل الثاني لجميع التصالبات تراوح بين (2.97 ~ 27.19) % أعلاها في الهجين Oterlo × Nassra.

أظهر التصالب Oterlo × Mutant-3 القيمة الأعلى لقوة الهجين الوراثية السالبة ذات الاتجاه المرغوب لصفة طول الساق الرئيسة بلغت (33.75-) % ترافقت بذات الوقت مع القيمة الأعلى للتقهقر في الـ F_2 (16.64)%، بالمقابل وُجدت القيمة الأدنى لقوة الهجين الوراثية المرغوبة للصفة نفسها في التصالب Dasargelo × Oterlo جنباً إلى جنب مع القيمة الأدنى للتقهقر في F_2 (5.05- ، 6.59-) % على الترتيب وجميعها بدلالة إحصائية، في حين أبدت خمسة هجن سيادة فائقة باتجاه مرغوب (الأب الأقصر) جميعها ذات معنوية واتسم الهجين Oterlo × Mutant-3 بالقيمة الأعلى (31.82-) %.

كما سجّل الهجين Oterlo × Mutant-3 أعلى قوة هجين قياساً لمتوسط الأبوين لنسبة تصافي القرون الخضراء بلغت (22.34) % تلاه الهجين Oterlo × Dasargelo (15.50) %، وأظهرت ثلاثة هجن سيادة فائقة معنوية ذات اتجاه مرغوب وُجدت القيمة الأعلى في الهجين Oterlo × Mutant-3 ووصلت (16.90) %، وظهر الانحدار الأكبر لهذه القوة للصفة ذاتها في الجيل الثاني للتصالب Dasargelo × Nassra (23.22) %. وامتلكت جميع التصالبات المختبرة قوة هجين قياساً للمتوسط الأبوي ذي اتجاه مرغوب في الجيل الأول لمؤشر غلّة النبات من القرون الخضراء لكنها لم تصل حدود المعنوية، باستثناء التصالب Oterlo × Mutant-3 (24.71) % والذي أظهر بالوقت ذاته القيمة الأعلى للتقهقر في جيله الثاني (37.16) %، بالمقابل أعطت أربعة هجن قيماً موجبة لانحراف الجيل الأول عن أفضل الأبوين تراوحت بين (1.18 ~ 23.53) % منها واحدة فقط بدلالة إحصائية ظهرت في التصالب Oterlo × Mutant-3 (الجدول 6)، تتفق هذه النتائج كلياً مع ما وجده (Ercan ; Gupta *et al*., 2003 & Avci, 2005).

الجدول (6): قوة الهجين قياساً لمتوسط وأفضل الأبوين في الجيل الأول والتقهقر الراجع للتربية الذاتية في الجيل الثاني للصفات المدروسة في هجن البازلاء المختبرة.

الصفة	عدد الفروع المثمرة/نبات			عدد البذور/قرن			ارتفاع النبات			نسبة التصافي			الغلة من القرون الخضراء		
التصالب	$H_{(MP)}$	$H_{(BP)}$	I.D.	$H_{(MP)}$	$H_{(BP)}$	I.D.	$H_{(MP)}$	$H_{(BP)}$	I.D.	$H_{(MP)}$	$H_{(BP)}$	I.D.	$H_{(MP)}$	$H_{(BP)}$	I.D.
Mutant-3 x Dasargelo	-3.58*	-4.11*	1.71*	-4.48*	-14.09*	2.97*	-14.06*	-6.94*	-12.19*	4.03*	1.12	2.75	6.63	-0.85	7.30
Mutant-3 x Oterlo	-10.41*	-19.57*	7.03*	8.18*	1.78*	26.16*	-33.75*	-31.82*	-16.64*	22.34*	16.90*	14.88*	24.71*	23.53*	37.16*
Mutant-3 x Nassra	10.29*	00.00	-4.44*	-0.40*	-1.32*	14.13*	-13.08*	-9.16*	8.06*	4.79*	-2.47	0.35	6.89	6.50	27.41*
Dasargelo x Oterlo	28.05*	14.13*	23.24*	4.86*	-10.65*	6.89*	-5.05*	6.05*	-6.59*	15.15*	7.09*	16.32*	0.91	-6.99	21.27*
Dasargelo x Nassra	38.27*	24.44*	17.32*	23.89*	10.53*	25.48*	-12.79*	-0.97	-7.93*	14.01*	9.02*	23.22*	8.44	1.18	15.61*
Oterlo x Nassra	5.50*	4.35*	6.67*	19.55*	13.61*	27.19*	-17.64*	-16.39*	8.81*	5.57*	-5.79*	-2.28*	5.48	4.11	28.27*
L.S.D. ≤ 0.05	0.21	0.23	0.35	0.31	0.35	0.49	4.27	4.93	4.04	3.30	3.82	4.13	11.98	13.85	14.91

حيث:

$H_{(MP)}$: قوة الهجين قياساً للمتوسط الأبوين، $H_{(BP)}$: قوة الهجين قياساً لأفضل الأبوين، I.D. : التقهقر الراجع للتربية الذاتية، * : معنوي على مستوى دلالة 5 %.

3- العلاقة الارتباطية بين المؤشرات المدروسة:

أوضح Tandon *et al.* (1969) بأن الأجيال الانعزالية تكوّن المادة النباتية الأمثل لدراسات العلاقات الارتباطية بين الصفات؛ كونها توضّح تأثير كلٍ من الارتباط والتفاعل بين المورثات.

تبيّن نتائج الجداول (7، 8، 9) وجود علاقة وراثية ومظهرية موجبة بين صفتي عدد الفروع المثمرة/نبات وعدد البذور/قرن فقط في التصالبين Mutant-3 × Dasargelo (0.19 ، 0.11) ، Oterlo × Nassra (0.88 ، 0.20) على الترتيب، في حين كانت سالبة وذات دلالة في بقيّة التصالبات. ارتبطت صفة عدد الفروع المثمرة/نبات مع صفة ارتفاع النبات سلباً على المستويين الوراثي والمظهري في التصالبات Mutant-3 × Dasargelo (−0.23 ، −0.03)، Mutant-3 × Oterlo (−0.04 ، −0.04)، Dasargelo × Nassra (−1.00 ، −0.30)؛ وهو الاتجاه المرغوب لمثل تلك العلاقة حيث أن الانتخاب – في الأجيال الانعزالية لتلك التصالبات – للعدد المرتفع من الفروع المثمرة على النبات سيقود للحصول على طرز وراثية تملك ساق رئيسية قصيرة مقاومة للرقاد، في حين اتسمت تلك العلاقة بالإيجابية في بقية الهجن.

امتلكت صفة عدد الفروع المثمرة/نبات ارتباطاً موجباً وراثياً ومظهرياً مع صفة نسبة تصافي القرون الخضراء بلغ (0.30 ، 0.17) في الهجين Mutant-3 × Oterlo و بلغ (0.05 ، 0.01) في الهجين Mutant-3 × Nassra وكان سالباً بمستوييه في بعضها وعلى أحد المستويين فقط في بعضها الآخر. ارتبط مؤشر عدد الفروع المثمرة/نبات إيجاباً مع الغلّة على المستويين الوراثي والمظهري فقط في التصالب Mutant-3 × Oterlo (0.89 ، 0.35) وعلى المستوى الوراثي فقط في التصالب Dasargelo × Nassra (0.99 ، 0.01−) ، في حين كان سالباً على كلا المستويين في الهجن المتبقية. أظهرت صفة عدد بذور القرن الواحد ارتباطاً موجباً على كلا المستويين مع صفة ارتفاع النبات فقط في التصالبين Mutant-3 × Nassra (1.00 ، 0.20) و Oterlo × Nassra (0.56 ، 0.18) وسالباً في بقيّة التصالبات.

سُجّل ارتباط وراثي ومظهري ذو اتجاه موجب (مرغوب) بين صفتي عدد البذور في القرن ونسبة تصافي القرون الخضراء في التصالبين Mutant-3 × Nassra (1.00 ، 0.01) و Dasargelo × Oterlo (1.00 ، 0.49)، في حين اتسمت تلك العلاقة بالسلبية في التصالبات المتبقية. اتسم مؤشر غلّة النبات من القرون الخضراء بعلاقة ارتباط سالبة وراثياً ومظهرياً مع مؤشر نسبة التصافي في أربعة تصالبات، بالمقابل اتسمت بالإيجاب على كلا المستويين في التصالبين Mutant-3 × Dasargelo (1.00 ، 0.05) و Dasargelo × Oterlo (1.00 ، 0.30).

الجدول (7): قيم معاملات الارتباط الوراثي (r_g) والمظهري (r_{ph}) بين أزواج الصفات المدروسة في الجيل الانعزالي الأول (F_2) للتصالبين الأول والثاني.

التصالب		Mutant-3 x Dasargelo				Mutant-3x Oterlo			
الصفة	معامل الارتباط	عدد البذور/قرن	ارتفاع النبات	تصافي القرون	الغلّة من القرون الخضراء	عدد البذور/قرن	ارتفاع النبات	تصافي القرون	الغلّة من القرون الخضراء
عدد الفروع المثمرة/نبات	r_g	0.19	-0.23^{*}	−0.04	-0.97^{**}	-1.00^{**}	−0.04	0.30^{*}	0.89^{**}
	r_{ph}	0.11	−0.03	0.015	-0.28^{*}	-0.42^{**}	−0.04	0.17	0.35^{**}
عدد البذور/قرن	r_g		−0.21	-0.44^{**}	1.00^{**}		-0.82^{**}	-1.00^{**}	-0.44^{**}
	r_{ph}		−0.12	0.03	0.14		0.06	0.07	-0.26^{*}
ارتفاع النبات	r_g			-0.23^{*}	0.50^{**}			-1.00^{**}	1.00^{**}

	r_{ph}			0.01	0.15			-0.22^{**}	0.31^{**}
تصافي القرون	r_g				1.00^{**}				-0.32^{*}
	r_{ph}				0.05				−0.14

حيث :

r_g : معامل الارتباط الوراثي، r_{ph} : معامل الارتباط المظهري، * : معنوي على مستوى 5 % ،

** : معنوي على مستوى 1 %.

الجدول (8): قيم معاملات الارتباط الوراثي (r_g) والمظهري (r_{ph}) بين أزواج الصفات المدروسة في الجيل الانعزالي الأول (F_2) للتصالبين الثالث والرابع.

التصالب	معامل الارتباط	Mutant-3 x Nassra				Dasargelo x Oterlo			
الصفة		عدد البذور/قرن	ارتفاع النبات	تصافي القرون	الغلّة من القرون الخضراء	عدد البذور/قرن	ارتفاع النبات	تصافي القرون	الغلّة من القرون الخضراء
عدد الفروع المثمرة/نبات	r_g	-1.00^{**}	1.00^{**}	0.05	-1.00^{**}	-1.00^{**}	0.86^{**}	-0.52^{**}	-1.00^{**}
	r_{ph}	-0.47^{**}	0.22^{*}	0.01	−0.19	0.20	0.14	0.18	-0.34^{**}
عدد البذور/قرن	r_g		1.00^{**}	1.00^{**}	1.00^{**}		−0.01	1.00^{**}	-1.00^{**}
	r_{ph}		0.20	0.01	0.45^{**}		−0.12	0.49^{**}	0.02
ارتفاع النبات	r_g			-1.00^{**}	1.00^{**}			-1.03^{**}	-1.00^{**}
	r_{ph}			−0.14	0.17			-0.24^{*}	−0.17
تصافي القرون	r_g				-1.00^{**}				1.00^{**}
	r_{ph}				−0.21				0.30^{*}

الجدول (9): قيم معاملات الارتباط الوراثي (r_g) والمظهري (r_{ph}) بين أزواج الصفات المدروسة في الجيل الانعزالي الأول (F_2) للتصالبين الخامس والسادس.

التصالب	معامل الارتباط	Dasargelo x Nassra				Oterlo x Nassra			
الصفة		عدد البذور/قرن	ارتفاع النبات	تصافي القرون	الغلّة من القرون الخضراء	عدد البذور/قرن	ارتفاع النبات	تصافي القرون	الغلّة من القرون الخضراء
عدد الفروع المثمرة/نبات	r_g	-1.00^{**}	-1.00^{**}	-0.94^{**}	0.99^{**}	0.88^{**}	1.00^{**}	-0.71^{**}	-1.00^{**}
	r_{ph}	−0.21	-0.30^{**}	-0.26^{*}	−0.01	0.20	0.32^{**}	0.08	-0.28^{*}
عدد البذور/قرن	r_g		-0.67^{**}	-0.22^{*}	0.56^{**}		0.56^{**}	-1.00^{**}	-0.34^{**}
	r_{ph}		−0.11	−0.19	0.10		0.18	-0.29^{**}	0.09
ارتفاع النبات	r_g			0.04	-0.64^{**}			-0.33^{**}	-0.70^{**}
	r_{ph}			0.15	−0.01			−0.02	−0.12
تصافي القرون	r_g				-0.74^{**}				-1.00^{**}
	r_{ph}				-0.23^{*}				-0.28^{*}

تشير نتائج قيم معاملات الارتباط الوراثي والمظهري – والموضّحة في الجداول السابقة للصفات المدروسة والمقدّرة في الجيل الانعزالي الأول (F_2) للهجن المختبرة – إلى ارتفاع القيم العائدة لمعامل الارتباط الوراثي مقارنةً بنظيره المظهري وكذلك الاتجاه الواحد لكلا المعاملين في الغالبية العظمى من الهجن المتحراة؛ وربما يرجع ذلك إلى

التأثير المقّنع أو المحوّر للبيئة على العلاقة الوراثية بين الصفات (Radwan *et al*., 1988)، نتائج مماثلة وجدها كلاً من (Sardana *et al*., 2007 ; Choudhary *et al*., 2004).

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

خلال استقراء النتائج السابقة يمكننا صياغة الاستنتاجات الآتية:

1. سيطرة فعل المورثات غير الإضافي (السيادة و/أو التفوّق) على صفات الهجن المظهرة لمقادير عالية لكلٍّ من قوة الهجين في F_1 والتقهقر الراجع للتربية الذاتية في F_2.
2. يدلُّ المقدار المنخفض لتقهقر قوة الهجين في الجيل الثاني لصفات بعض الهجن المختبرة على خضوعها لتأثير فعل المورثات الإضافي.
3. يمكننا الانتخاب وإنجاز التحسين المترافق لصفات عدد البذور/قرن مع كلٍّ من عدد الفروع المثمرة/نبات والغلّة من القرون الخضراء، وصفة الغلّة مع نسبة تصافي القرون الخضراء في الهجين الأول Mutant-3 x Dasargelo، دون تأثير لإحداها على الأخرى.
4. سيقود الانتخاب في الأجيال الانعزالية للهجين السادس Oterlo x Nassra لمؤشر عدد الفروع المثمرة إلى تحسين صفة عدد بذور القرن الواحد وزيادة في طول النبات، لكنه سيؤدي وبالوقت ذاته إلى انخفاض في صفتي نسبة التصافي والغلّة من القرون الخضراء.

التوصيات:

بناءً على نتائج الدراسة نوصي بما يأتي:

1. الدقة في انتخاب الطرز الأبوية مع إجراء التقييم الشامل لسلوكيتها قبل إدخالها في برنامج التهجين، بغية التوصّل – من جراء تصالبها – إلى انعزالات وراثية هامة يمكن العمل عليها والحصول على هجن مبشّرة كمادة أولية لتربية طرز وراثية متميزة بالصفات المرغوبة.
2. إتباع طرائق تربية خاصّة في مجتمعات كل هجين من الهجن المدروسة وللصفة الواحدة بهدف تحسينها؛ نظراً لاختلاف سلوك هذه الصفات من هجين لآخر، وذلك تبعاً للطبيعة الوراثية الخاصّة بكل هجين.
3. متابعة تقدير المؤشرات الوراثية المستخدمة في الدراسة الحالية في الأجيال الانعزالية المتقدمة للهجن المختبرة ولاسيّما المبشّرة منها.

المراجع:

1. العايش، فراس محمد؛ حسان خوجة وعفيف غنيم. *دراسة أولية لطرز وراثية من البازلاء (Pisum sativum L.) لتحديد أهم صفاتها الكمية والنوعية واستخدام المتفوق منها لاحقاً في برامج التحسين الوراثي*. مجلة باسل الأسد للعلوم الهندسية، 24، 2007، 181–203.

2. مطلوب، عدنان ناصر وحسين عواد عداي. *سلوك وإنتاج أربعة أصناف من البزاليا تحت ظروف المنطقة الوسطى من العراق*. مجلة الزراعة العراقية، 7 (3)، 2002، 16–20.

3. CEYHAN, E.; M.A.AVCI and S.KARADAS. *Line x tester analysis in pea (Pisum sativum L.): Identification of superior parents for seed yield and its components.* African Journal of Biotechnology 7 (16) , 2008 , 2810-2817.
4. CHARLESWORTH, B. and D. CHARLESWORTH. *The genetic basis of inbreeding depression.* Genet. Res. 74, 1999, 329-340.
5. CHOUDHARY, D.K.; R.R.SHARMA and A.K.SUREJA. *Correlation and path analysis studies across the generations in garden pea.* Indian Journal of Horticulture 61 (2) ,2004.
6. ERCAN, C. and M.A.AVCI. *Combining ability and heterosis for grain yield and some yield components in pea (Pisum sativum L.).* Pakistan Journal of Biological Sciences 8 (10) , 2005, 1447-1452.
7. GHIZAN, S. and E.GRITTON. *Heritability and gene effects for root characteristics in peas measured at flowering.* Euphytica 78 (3) , 1994, 185-191.
8. GRITTON, E.T. *Heterosis and combining ability in a diallel cross of peas.* Crop Sci. 15, 1975, 453-457.
9. GUPTA, D.; B.D.SEMWAL and J.P.SRIVASTAVA. *Heterosis in table pea (Pisum sativum L. Poir).* Progressive Agriculture 3 (1/2) , 2003 , 95-98.
10. INTTERNATIONAL BOARD for PLANT GENETIC RESOURCES. *Genetic Resources of the genus Pisum (Pea).* IBPGR Secretariat Rome, 1984.
11. KELLY, J.D. and F.A.BLISS. *Heritability estimates of percentage seed protein and available methionine and correlations with yield in dry beans* . Crop Science 15 (6) , 1975 , 753-757.
12. KHERADNAM, M.; A.BASSIRI and M.NIKNEJAD. *Heterosis, inbreeding depression, and reciprocal effects for yield and some yield components in a cowpea cross.* Crop Science 15 (5) , 1975 , 689-691.
13. KWON, S.H. and J.H.TORRIE. *Heritability and interrelationship among traits of two soybean populations.* Crop Sci. 4, 1964 ,196-198.
14. LANDER, E.S. and D.BOTSTEIN. *Mapping mendelian factors underlying quantitative traits using RFLP linkage maps*. Genetics 121, 1989, 185-199.
15. MANISH, K.S. *Inheritance of resistance to pea leaf miner and economic characters in pea (Pisum sativum L.).* Ph.D. Thesis, Department of Vegetable Crops, Dr. YS Parmar University of Horticulture & Forestry. Nauni, Solan, Pakistan, 1993.
16. MODE, J.C. and H.F.ROBINSON. *Pleiotropism and genetic variance.* Biometrics 15, 1959 , 518-537.
17. NADARAJAN, N. and L.M.GUNASEKARAN. Quantitative genetics and biometrical techniques in plant breeding. Kalyani Publishers, Ludhiana, New Delhi, 2005, 259 pp.
18. NAWAB, N.N.; G.M.SUBHANI; K.MAHMOOD; Q.SHAKIL and A.SAEED. *Genetic variability, correlation and path analysis studies in garden pea (Pisum sativum L.).* Journal of Agricultural Research 46 (4), 2008, 333-340.

19. PANHWAR, G.N.; A.D.KALHORO; A.H.SOOMRO; G.H.TUNIO; G.H.KALWAR and M.S.CHANG. *Heterosis studies in varietal crosses of (Gossypium hirsutum L.) for certain economic characters.* Asian Journal of Plant Sciences 1 (1) , 2002 , 44-47.
20. PRAKASH, O.; G.C.BAJPAI and A.K.SINGH. *Study on the hybrid vigour and inbreeding in pea*. Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika 8 (2) , 1993, 90-94.
21. POURDAD, S.S. and J.N.SACHAN. *Study on heterosis and inbreeding depression in agronomic and oil quality characters of rapeseed (Brassica napus L).* Seed and Plant 19, 2003, 29-33.
22. RADWAN, M.S.; M.M.F.ABDALLA; G.FISCHBECK; A.A.METWALLY and D.S.DARWISH. *Selection in faba bean for tolerance to broomrape (Orobanche crenata) forks.* Plant Breeding 100 , 1988 , 289-298.
23. SANTALLA, M.; J.M.AMURRIO and A.M.De RON. *Food and feed potential breeding value of green, dry and vegetable pea germplasm.* Cand. J. Plant Sci., 81, 2001, 601-610.
24. SARDANA, S.; R.K.MAHAJAN; N.K.GAUTAM and B.RAM. *Genetic variability in pea (Pisum sativum L.) germplasm for utilization.* SABRAO Journal of Breeding and Genetics 39 (10) , 2007, 31-41.
25. SINGH, M.; Y.KUMA; H.SINGH and P.S.BRAR . *Correlation and path coefficient analysis in garden pea (Pisum sativum L.).* Environment and Ecology 23 (2) , 2005.
26. SPSS. *Spss for windows*. Release 10.0 vers. (11 November 1999). University of California, 1999.
27. STEEL, R.G.D. and J.H.TORRRIE. *Principles and procedures of statistics: A biometrical approach.* McGraw Hill Book Co. Inc., New York, USA., 1984, Pp. 633.
28. SYLVAIN, G.; J.RONFORT and T.BATAILLON. *Patterns of inbreeding depression and architecture of the load in subdivided populations*. Genetics 165, 2003, 2139-2212.
29. TANDON, J.P.; A.B.JOSHI and K. B.L.JAIN. *Genetic analysis of yield in a six-row and two – row varietal cross in barley. II. Components of co-variation between yield and its primary components.* Indian J. Genet. Plant Breed. 28 (3) , 1969, 254–261.
30. WYNE, J.C.; D.A.EMERY and P.M.RICE. *Combining ability analysis over environments in spring wheat*. Wheat Infor. Serv. Japan 67, 1970 , 21-24.