

## المقدرة الانتلافية لهجن الجيل الثاني في البزاليا (*Pisum sativum* L.)

شامل يونس حسن الحمداني

قسم البستنة وهندسة الحدائق- كلية الزراعة والغابات- جامعة الموصل- العراق

E-mail: [Sham11970@yahoo.com](mailto:Sham11970@yahoo.com)

### الخلاصة

استخدمت في هذه الدراسة أربعة أصناف من البزاليا (*Pisum sativum* L.) هي: 1-Carina و 2-English و 3-Green Feast و 4-Little Marvel أدخلت في برنامج تضريريات تبادلية كاملة Full Diallel Crosses وفق طريقة Griffing (1956) الأولى الأنموذج الأول للحصول على هجن الجيل الثاني والبالغة 12 هجيناً فردياً من التلقيح الذاتي لهجن الجيل الأول خلال موسم النمو 2010/2011. زرعت التراكيب الوراثية (الأباء وهجن الجيل الثاني) في تجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاثة مكررات في حقل الخضراوات العائد لقسم البستنة وهندسة الحدائق- كلية الزراعة والغابات في جامعة الموصل خلال موسم النمو 2011/2012، بهدف تقييم أداء الهجن التبادلية الكاملة وآباءها لتحديد أفضل المتألفات الأبوية من خلال تحليل القدرتين العامة والخاصة على الانتلاف وتقدير تأثيراتها والتأثير العكسي للحاصل ومكوناته.

أظهرت نتائج تحليل التباين أن متوسط مربعات قدرة الانتلاف العامة كان معنوياً لجميع الصفات المدروسة باستثناء عدد التفرعات (فرع نبات-1) ودرجة امتلاء القرون، أما متوسط مربعات قدرة الانتلاف الخاصة فكان معنوياً لمعظم الصفات المدروسة، وأظهرت التأثيرات العكسية اختلافات معنوية لجميع الصفات المدروسة. كانت مكونات تباين القدرة العامة على الانتلاف أكبر من تلك العائدة لقدرة الخاصة لارتفاع النبات وموعد التزهير والنضج ومعدل وزن وطول القرنة وعدد البذور في القرنة وحاصل القرنت الأخضر والحاصل البايولوجي وهذا يشير إلى إن الفعل الجيني الإضافي هو المتحكم بوراثية هذه الصفات. أظهرت تقديرات تأثير قدرة الانتلاف العامة أن الأب Little Marvel هو أكثر الآباء توافقاً وبشكل معنوي لمعظم الصفات المدروسة مما يدل على امتلاكه الجينات المرغوبة لهذه الصفات، كما أن الهجن قد تباينت في تأثيراتها الخاصة على الانتلاف حيث تميز الهجين 2x4 بقدرة انتلافية خاصة معنوية مرغوبة في أكثر الصفات الجيدة وهذا دلالة على التباين الوراثي الكبير بين الأبوين وقدرتهما على توريث الصفات للهجين. كلمات دالة: البزاليا، قدرة الانتلاف، التهجين التبادلي، التأثير العكسي.

تاريخ تسلم البحث 2018/4/15 وقبوله 2018/10/4

### المقدمة

تشير الدراسات إلى أن الموطن الأصلي للبزاليا (*Pisum sativum* L.) هو البحر الأبيض المتوسط وخاصة منطقة الشرق الأوسط والتي تم زراعتها وتذجينها منذ آلاف السنين قبل الميلاد بالتزامن مع محاصيل الحبوب (Mumm و Moose، 2008)، وهي ذاتية التلقيح ثنائية المجموعة الكروموسومية  $n=7$ ،  $2n=14$  (Andrea وآخرون، 2009 و Smykal وآخرون، 2012)، وتعد من أهم محاصيل العائلة البقولية Fabaceae وتكمن أهميتها في احتواء بذورها الجافة على نسبة عالية من البروتينات والكاربوهيدرات والأحماض الأمينية والفيتامينات (Schumacher وآخرون، 2011 و Siddika وآخرون، 2013)، فضلاً عن دورها الفعال في تحسين خصوبة التربة عن طريق تثبيت الأزوت الجوي (Karpenstein و Stuelpuage، 2000) حيث تمتلك العديد من الجينات الوراثية المسؤولة عن تثبيت النتروجين الجوي (Ambrose وآخرون، 2008 و Lesignor وآخرون، 2009). يلاقي محصول البزاليا اهتمام عالمي كبير حيث تزرع في المناطق المعتدلة من العالم فقد بلغت المساحة المزروعة من البزاليا الخضراء مسجلة لعدد من الدول لعام 2016 حوالي 778 ألف هكتار وبمعدل إنتاج 6347 كغم/هكتار (FAOSTAT، 2016)، أما في العراق فقد وصلت المساحة المزروعة إلى حوالي 314 دونم لمحافظة بغداد وواسط لعام 2016 وبمتوسط إنتاجية 646 كغم/دونم وبمعدل إنتاج 203 طن (مجهول، 2016).

ينظر بعض الباحثين إلى التضرير التبادلي Diallel Cross على أنه تصميم أنظام تزاوج وبعضهم يعده طريقة للحصول على مجموعة من الهجن التي تنتج بين الآباء بجميع الاتجاهات الممكنة، وإعطاء فكرة عن طبيعة القدرة العامة والخاصة للتألف بين الآباء وتحديد المنفوق من هجنها، ولنجاح برامج التضرير لتربية هجن البزاليا يتطلب الأمر أولاً معرفة كيفية اختبار الآباء وتقييمها لتحديد صلاحيتها وقابليتها لإنتاج هجن اقتصادية متفوقة في الحاصل وفي صفات أخرى وهذا يتم حسب ما اقترحه Sprague و Tatum (1942)

باستعمال مفهوم المقدره الانتلافيه العامه، وهي تعطي مؤشراً للفعل الجيني الإضافي، ومفهوم المقدره الانتلافيه الخاصه، وهي تعطي مؤشراً للفعل الجيني السياتي (Pan، 2003). ويستعمل هذا النظام في دراسة السلوك الوراثي بعد جيل واحد من التضريب (Mather و Jinks، 1974). وإن تحديد طبيعه الفعل الجيني الذي يؤثر في الصفات الكمية وانتقالها من الآباء إلى الأبناء توفر معلومات هامة ومفيدة للباحث، حيث تساعده في استخدام الطريقة المثلى والفعالة التي تساعد في تحسين الصفات. فإذا كان الفعل الجيني الإضافي هو المكون الرئيسي للتباين الوراثي للصفة فيمكن الاستفادة من برنامج الانتخاب، أما إذا كان الفعل الجيني غير الإضافي هو المكون الرئيسي للتباين الوراثي فيستخدم برنامج التهجين.

تعد البزاليا من المحاصيل التي تناولتها دراسات عديدة في هذا المجال، فقد حصل Ceyhan و Avcı (2005) على تأثيراً انتلافيًا عامًا وخصوصًا معنويًا لصفات ارتفاع النبات وعدد القرنات وعدد البذور في القرنة وحاصل القرنات الأخضر. أشار Hazarika و Zaman (2005) إلى أن صفة عدد القرنات تخضع في توريثها للفعل الجيني السياتي. حصل خوجة وآخرون (2006a و b) و Sofi وآخرون (2006) و Ceyhan و Avcı (2006) على تأثيراً انتلافيًا عامًا وخصوصًا معنويًا لصفات موعد التزهير وعدد القرنات وطول القرنة وعدد البذور في القرنة ووزن 100 بذرة وحاصل القرنات الأخضر وحاصل البذور، وتوصلوا إلى إن مكونات تباين قدرة الانتلاف الخاصة كان أكبر من العامة لصفات عدد القرنات وعدد القرنات وحاصل البذور مما يعكس أهمية الفعل الجيني السياتي في توريثها. ذكر Kalapchieva (2007) و Ceyhan وآخرون (2008) و Borah (2009) أن متوسط مربعات قدرتي الانتلاف العامة والخاصة كان معنويًا لصفات ارتفاع النبات وموعد التزهير والنضج وعدد القرنات وطول القرنة وعدد البذور في القرنة ووزن 100 وحاصل القرنات الأخضر وحاصل البذور، وأن مكونات تباين قدرة الانتلاف العامة إلى الخاصة لصفتي عدد القرنات وحاصل البذور كان أقل من الواحد صحيح، وهذا يشير إلى إن هاتين الصفتين تخضع في توريثها للفعل الجيني السياتي. حصل Kalia و Sood (2009) على انتلافاً خاصًا معنويًا لارتفاع النبات وموعد النضج وطول القرنة. ذكر Singh وآخرون (2010) أن الفعل الجيني الإضافي هو المتحكم في وراثه صفة ارتفاع النبات. أشار Ulloa و Mera (2010) إلى وجود تأثير عكسي معنوي لصفتي عدد البذور في القرنة وحاصل البذور، وأن الفعل الجيني الإضافي هو المتحكم في وراثه صفة عدد البذور في القرنة. توصلت الشكرجي (2011) إلى وجود تأثير عكسي معنوي لصفات ارتفاع النبات وعدد القرنات وموعد النضج وعدد البذور في القرنة وحاصل القرنات الأخضر وحاصل البذور. وجد Kumar و Bihari (2012) أن صفتي موعد التزهير والنضج تخضع في توريثها للفعل الجيني الإضافي. توصل Brar وآخرون (2012) و Sharma وآخرون (2013) و El-Rawy و Dalia (2013) إلى انتلافاً عامًا وخصوصًا معنويًا لارتفاع النبات وموعد التزهير والنضج وعدد القرنات ومعدل وزن القرنة وطول القرنة وحاصل القرنات الأخضر، وإلى أهمية الفعل الجيني السياتي في توريث صفة عدد القرنات. ذكر Ahmad وآخرون (2014) و Georgieva وآخرون (2016) و Tolessa (2017) و Gudadinni وآخرون (2017) أن متوسط مربعات التراكيب الوراثية كان معنويًا لصفات ارتفاع النبات وعدد القرنات وموعد التزهير والنضج والنضج وعدد القرنات ومعدل وزن القرنة وطول القرنة وعدد البذور في القرنة ووزن 1000 بذرة وحاصل القرنات الأخضر وحاصل البذور. وجد أن انتلاف المقدره العامه والخاصه كان معنويًا لارتفاع النبات وموعد التزهير والنضج وعدد القرنات ومعدل وزن القرنة وطول القرنة وعدد البذور في القرنة ووزن 100 بذرة وحاصل البذور والحاصل البيولوجي، وأن الفعل الجيني الإضافي هو المتحكم في وراثه هذه الصفات (Galal، 2014 و Patel، 2017).

الهدف من البحث دراسة وتقويم التراكيب الوراثية (الآباء وهجن الجيل الثاني) الناتجة من التلقيح الذاتي لهجن الجيل الأول والناتجة من تضريب أربعة آباء، وتقدير تباينات وتأثيرات المقدرتين العامه والخاصه على الانتلاف لمعرفة أفضل الآباء والهجن في الجيل الثاني كخطوة مبكرة لاستغلال المرغوب منها في برامج التربية، فضلًا عن دراسة تأثير السلوك الوراثي السايوتولازمي من خلال التأثيرات العكسية وتحديد الصفات التي تشكل فيها الوراثة السايوتولازمية مصدرًا من مصادر التباين الوراثي لكي تؤخذ بنظر الاعتبار في برامج التربية المستقبلية.

#### مواد البحث وطرائقه

استعملت في هذه الدراسة أربعة أصناف كآباء من البزاليا *Pisum sativum* L. هي: (Turkey) 1- و Carina و English (England) 2- و Green Feast (Holland) 3- و Little Marvel (U.S.A.) 4-

مختلفة الأصول وهي من الأصناف الناجح زراعتها في العراق، علماً أن هذه الأصناف تختلف في مصادرها الوراثية في العديد من الصفات الكمية ذات الأهمية الاقتصادية كصفات الحاصل ومكوناته. أجريت جميع التضريبات التبادلية الكاملة لجميع الأصناف المستخدمة في التجربة وفقاً للطريقة الأولى والأنموذج الأول وتبعاً لما جاء به Griffing (1956)، وتم الحصول على بذور هجن الجيل الثاني من الإخصاب الذاتي لنباتات الجيل الأول التي زرعت خلال موسم النمو 2010/2011.

قيّم أداء 16 تركيباً وراثياً من البرازيل (4 أباء + 12 هجيناً من هجن الجيل الثاني) في حقل الخضراوات التابع لقسم البستنة وهندسة الحدائق - كلية الزراعة والغابات - جامعة الموصل خلال موسم النمو 2011/2012، زرعت بذور الأباء وهجن الجيل الثاني بتاريخ 2011/11/20 على مروز بطول 4 م وبمعدل 16 نبات لكل مرز وبمسافة 75 سم بين مرز وآخر و 25 سم بين جوره وأخرى وبمعدل 3 بذرات لكل جوره باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاثة مكررات. أجريت عمليات الخدمة الزراعية من ري وعزق وتعشيب وخف بشكل متجانس لجميع التراكيب الوراثية وحسب الحاجة (مطلوب وآخرون، 1989)، وتم إجراء برنامج مكافحة لحشرات (المن والذبابة البيضاء والديدان القارضة والعناكب) منذ بداية النمو الخضري وحتى موعد الحصاد باستعمال المبيدات الملاثيون وسيرين خلطاً وبمعدل 0.5 سم<sup>3</sup>/لتر ماء لكل منهما رشاً على المجموع الخضري وبشكل دوري كل سبعة أيام كرشة وقائية لمنع الإصابة بالأمراض الفيروسية (Anonymous، 2002). وأجريت عملية تعقيم التربة قبل الزراعة بالمبيد الفطري بنليت كإجراء وقائي لتجنب إصابة البادرات بالأمراض الفطرية. سممت النباتات بالسماذ النتروجيني اليوريا وبمعدل (25 كغم N/هكتار) والسماذ الفوسفاتي بمعدل (60 كغم P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/هكتار) وذلك عند حراثة وتحضير التربة (Anonymous، 2004).

سجلت القياسات جميعها وذلك عشرة نباتات منتخبة بصورة عشوائية من بداية ووسط ونهاية المرز لكل تركيب وراثي ومن كل مكرر لصفات: ارتفاع النبات (سم. نبات-1) وعدد التفرعات (فرع. نبات-1) وموعدى التزهير والنضج (يوم) وعدد القرون (قرنة. نبات-1) ومعدل وزن القرنة (غم) وطول القرنة (سم) وعدد البذور في القرنة ودرجة امتلاء القرون من (عدد البذور في القرنة/طول القرنة) ووزن 100 بذرة (غم) وحاصل القرون الأخضر والجاف وحاصل البذور والحاصل البيولوجي (غم. نبات-1) اعتمد الأنموذج الأول- الطريقة الأولى المقترحة من قبل Griffing (1956) لتقدير كل من قدرتي الائتلاف العامة والخاصة والتأثير العكسي. وقد جرى تقدير تأثيرات قدرة الائتلاف العامة لكل أب وقدرة الائتلاف الخاصة والتأثير العكسي لكل هجين في الجيل الثاني كما تم تقدير تباينات تأثيرات قدرتي الائتلاف العامة والخاصة للأباء الأربعة وحسب المعادلات الآتية:-  
تأثير القدرة العامة على الائتلاف لكل أب:

$$\hat{G}_i = \frac{1}{2p} (Y_{i..} + Y_{.j.}) - \frac{1}{p^2} Y_{...}$$

تأثير القدرة الخاصة على الائتلاف لكل هجين:

$$\hat{S}_{ij} = \frac{1}{2} (Y_{ij.} + Y_{ji.}) - \frac{1}{2p} (Y_{i..} + Y_{.i.} + Y_{j..} + Y_{.j.}) + \frac{1}{p^2} Y_{...}$$

التأثير العكسي لكل هجين:

$$\hat{r}_{ij} = \frac{1}{2} (Y_{ij} - Y_{ji})$$

وقدر تباين تأثير قدرة الائتلاف العامة والخاصة لكل أب كما يأتي:

$$\sigma_{g_i}^2 = (\hat{g}_i)^2 - \frac{(P-1)}{2P^2} \sigma_e^2$$

$$\sigma_{s_i}^2 = \frac{1}{P-2} \sum (\hat{S}_{ij})^2 - \frac{1}{2P^2} (P^2 - 2P + 2) \sigma_e^2$$

كما تم حساب تباين الفرق بين تأثيرات القدرة العامة والخاصة على الائتلاف كما يأتي:-

$$V(\hat{g}_i - \hat{g}_j) = \frac{1}{P} \sigma_e^2 \quad (i \neq j)$$

$$V(\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{jk}) = \frac{(P-1)}{P} \sigma_e^2 \quad (i \neq j, k, j \neq k)$$

$$V(\hat{S}_{ij} - \hat{S}_{ki}) = \frac{(P-2)}{P} \sigma_e^2 \quad (i \neq j, k \neq i)$$

$$V(\hat{r}_{ij} - \hat{r}_{ki}) = \sigma_e^2 \quad (i \neq j, k \neq i)$$

### النتائج والمناقشة

يبين الجدول (1) نتائج تحليل التباين لقابلية الائتلاف العامة والخاصة والتأثير العكسي للصفات المدروسة، وفيه يلاحظ أن متوسط مربعات التراكيب الوراثية كان معنوياً عند مستوى احتمال 1% لجميع الصفات المدروسة باستثناء صفة عدد التفرعات التي كانت معنوية عند مستوى احتمال 5%، تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من Zaman و Hazarika (2005) من وجود اختلافات معنوية بين التراكيب الوراثية لعدد القرنات وخوجة وآخرون (2005) لدرجة امتلاء القرون وخوجة وآخرون (2006 a) لعدد التفرعات في النبات و Kalapchieva (2007) لموعد التزهير والنضج و Ceyhan وآخرون (2008) لارتفاع النبات و Borah (2009) لعدد البذور في القرنة ووزن 100 بذرة و Kalia و Sood (2009) لطول القرنة و Ulloa و Mera (2010) لحاصل البذور و Sharma وآخرون (2013) لحاصل القرنات الأخضر و Dalia و El-Rawy (2013) لمعدل وزن القرنة.

كان متوسط مربعات المقدرية الائتلافية العامة معنوياً عند مستوى احتمال 5% لصفات عدد القرنات ووزن 100 بذرة وعند مستوى احتمال 1% لصفات ارتفاع النبات وموعد التزهير والنضج ومعدل وزن وطول القرنة وعدد البذور في القرنة وحاصل القرنات الأخضر والجاف وحاصل البذور والحاصل البيولوجي باستثناء صفتي عدد التفرعات ودرجة امتلاء القرون حيث لم يكن فيها معنوياً، وهذا يتفق مع ما حصل عليه Borah (2009) لوزن 100 بذرة و Brar وآخرون (2012) لارتفاع النبات وموعد التزهير والنضج وعدد القرنات وطول القرنة وحاصل القرنات الأخضر و Dalia و El-Rawy (2013) لمعدل وزن القرنة وعدد البذور في القرنة. أما متوسط مربعات المقدرية الائتلافية الخاصة كان معنوياً عند مستوى احتمال 1% لصفات ارتفاع النبات وموعد النضج وعدد القرنات وحاصل القرنات الجاف وحاصل البذور، في حين كان معنوياً عند مستوى احتمال 5% لصفات طول القرنة وعدد البذور في القرنة ووزن 100 بذرة وحاصل القرنات الأخضر والحاصل البيولوجي، ولم تصل حد المعنوية لعدد التفرعات وموعد التزهير ومعدل وزن القرنة ودرجة امتلاء القرون، اتفق هذا مع ما وجدته Sofi وآخرون (2006) لعدد البذور في القرنة و Ceyhan وآخرون (2008) لعدد القرنات وحاصل البذور و Kalia و Sood (2009) لارتفاع النبات وموعد النضج وطول القرنة و Sharma وآخرون (2013) لحاصل القرنات الأخضر و Dalia و El-Rawy (2013) لمعدل وزن القرنة.

أما التأثير العكسي فكان معنوياً عند مستوى احتمال 5% لصفات عدد التفرعات وموعد النضج وطول القرنة وعند مستوى احتمال 1% لباقي الصفات الأخرى، أشار Ulloa و Mera (2010) إلى وجود تأثير عكسي معنوي لصفتي عدد البذور في القرنة وحاصل البذور والشكرجي (2011) لصفات ارتفاع النبات وعدد التفرعات وموعد النضج وحاصل القرنات الأخضر. كانت نسبة مكونات تباين المقدرية الائتلافية العامة إلى الخاصة أكبر من الواحد الصحيح لصفات ارتفاع النبات وموعد التزهير والنضج ومعدل وزن وطول القرنة وعدد البذور في القرنة وحاصل القرنات الأخضر والحاصل البيولوجي، مما يدل على أن الفعل الجيني الإضافي يمثل الجزء الأكبر من التباين الوراثي لهذه الصفات، بخلاف الصفات الأخرى التي يحكمها الفعل الجيني غير الإضافي (السيادي)، ويتفق هذا مع ما توصل إليه Singh وآخرون (2010) من أهمية الفعل الجيني الإضافي في توريث ارتفاع النبات وطول القرنة وحاصل القرنات الأخضر وخوجة وآخرون (2006 b) لموعد التزهير و Ulloa و Mera (2010) لعدد البذور في القرنة و Bihari و Kumar (2012) لموعد النضج وما حصل عليه خوجة وآخرون (2006 a) من أن الجينات ذات الأثر السيادي تلعب دوراً هاماً في توريث عدد التفرعات في النبات و Sofi وآخرون (2006) لحاصل البذور و Ceyhan وآخرون (2008) و Borah (2009) و Brar وآخرون (2012) لعدد القرنات.

الجدول (1) تحليل تباين قدرة الانتلاف العامة والخاصة والتأثير العكسي (الآباء + هجن الجيل الثاني F2) للصفات المدروسة

Table (1) Analysis of variance of general, specific combining ability and reciprocal effect (parents + F2 hybrids) for studied characters

Mean Squares متوسط المربعات							درجات الحرية Degrees of Freedom (d.f.)	مصادر الاختلاف Sources of Variation (S.O.V.)
طول القرنة (سم) Pod length (cm)	معدل وزن القرنة (غم) Average weight of pod (gm)	عدد القرنت (قرنة.نبات-1) No. of Pods (pod. plant-1)	موعد النضج (يوم) Date maturity (days)	موعد التزهير (يوم) Date flowering (days)	عدد التفرعات (فرع.نبات-1) No. of branches (branch. plant-1)	ارتفاع النبات (سم.نبات-1) Plant height (cm. plant-1)		
0.143	0.001	65.261	51.126 *	6.669	0.168	0.628	2	المكررات Replications
1.940 **	3.046 **	353.483 **	101.128 **	36.451 **	3.131 *	447.610 **	15	التراكيب الوراثية Genotypes
1.543 **	2.939 **	42.820 *	86.500 **	20.748 **	1.094	162.384 **	3	قدرة الانتلاف العامة General combining ability
0.434 *	0.184	148.106 **	22.821 **	2.064	0.891	45.241**	6	قدرة الانتلاف الخاصة Specific combining ability
0.410 *	0.884 **	125.052 **	18.201 *	17.938 **	1.170 *	246.575 **	6	التأثير العكسي Reciprocal effect
0.34018	0.223	33.766	13.514	3.801	1.039	30.419	30	الخطأ التجريبي Error
1.112	6.509	0.057	1.119	6.118	0.341	1.084		مكونات تباين قدرة الانتلاف العامة مكونات تباين قدرة الانتلاف الخاصة General combining ability variance components Specific combining ability variance components

\*, \*\* معنوية عند مستوى احتمال 5% و 1% على التوالي

\*, \*\* Significant at P (5% and 1%) respectively

تابع الجدول (1) تحليل تباين قدرة الانتلاف العامة والخاصة والتأثير العكسي (الآباء + هجن الجيل الثاني F2) للصفات المدروسة

Accessory to (1) Analysis of variance of general, specific combining ability and reciprocal effect (parents + F2 hybrids) for studied characters

Mean Squares متوسط المربعات							درجات الحرية Degrees of Freedom (d.f.)	مصادر الاختلاف Sources of Variation (S.O.V.)
الحاصل البيولوجي (غم.نبات-1) Biological yield (gm.plant-1)	حاصل البذور (غم.نبات-1) Seeds yield (gm.plant-1)	حاصل القرنات الجاف (غم.نبات-1) Dry pods yield (gm.plant-1)	حاصل القرنات الأخضر (غم.نبات-1) Green pods yield (gm.plant-1)	وزن 100 بذرة (غم) 100 seed weight (gm)	درجة امتلاء القرون Pod - Filling	عدد البذور في القرنة No. of seeds per pod		
2454.160	10.073	416.380 *	686.871	0.271	0.061 *	2.207	2	المكررات Replications
85037.600 **	989.663 **	1475.221 **	14855.990 **	44.637 **	0.089 **	5.428 **	15	التراكيب الوراثية Genotypes
63113.000 **	660.943 **	811.802 **	11601.890 **	10.001 *	0.012	2.294 **	3	قدرة الانتلاف العامة General combining ability
3929.620 *	199.657 **	305.141 **	1559.531 *	6.490 *	0.011	0.715 *	6	قدرة الانتلاف الخاصة Specific combining ability
35378.600 **	294.589 **	518.308 **	5019.515 **	25.706 **	0.057 **	2.660 **	6	التأثير العكسي Reciprocal effect
3294.970	72.342	90.025	1191.784	6.931	0.015	0.674	30	الخطأ التجريبي Error
5.475	0.906	0.710	2.410	0.460	0.250	1.053		مكونات تباين قدرة الانتلاف العامة مكونات تباين قدرة الانتلاف الخاصة General combining ability variance components Specific combining ability variance components

\*, \*\* معنوية عند مستوى احتمال 5% و 1% على التوالي

\*, \*\* Significant at P (5% and 1%) respectively

يظهر الجدول (2) تأثير القدرة الانتلافية العامة لكل أب، وفيه يتضح أن الأب Little Marvel قد اظهر انتلافا عاما معنويا مرغوبا لمعظم الصفات المدروسة وهي ثمانية صفات متمثلة بارتفاع النبات وموعد التزهير والنضج وعدد القرنات ووزن 100 بذرة وحاصل القرنات الأخضر والجاف وحاصل البذور وبمعدل 4.184 و-1.959 و-2.006 و3.053 و0.791 و12.031 و13.806 و13.181 على التوالي ولهذا يمكن اعتبار هذا الأب أكثر الإباء توافقا وبشكل معنوي في الصفات المرغوبة بخلاف الأب English الذي اظهر انتلافا عاما معنويا غير مرغوبا فيه لأكثر عدد من الصفات متمثلة بارتفاع النبات -6.224 وعدد التفرعات -0.543 وموعد التزهير 1.724 ومعدل وزن القرنة -0.822 وطول القرنة -0.460 وعدد البذور في القرنة -0.750 ودرجة امتلاء القرون -0.054 وحاصل القرنات الأخضر والجاف -54.402 و-3.097 على التوالي والحاصل البيولوجي -118.967 في حين اظهر انتلافا عاما معنويا مرغوبا فقط لموعد النضج ووزن 100 بذرة -3.169 و1.129 على التوالي مقارنة مع الآباء الأخرى.

ولتقويم الهجن من حيث قدرتها على الانتلاف تم تقدير القدرة الانتلافية الخاصة لكل هجين الجدول (3) ويلاحظ فيه أن الهجين 2x4 قد تميز بقدرة انتلاف خاصة معنوية مرغوبة لأكثر عدد من الصفات هي موعد التزهير -1.179 وعدد القرنات 6.233 وحاصل القرنات الأخضر والجاف 16.826 و10.273 على التوالي إضافة إلى حاصل البذور 7.681 وقد يعزى ذلك إلى الاختلاف الكبير في البنية الوراثية للآباء، في حين اظهر الهجين 3x4 انتلافا خاصا معنويا غير مرغوبا فيه لأكثر عدد من الصفات متمثلة بارتفاع النبات وعدد التفرعات وموعد التزهير وعدد القرنات وطول القرنة وحاصل القرنات الأخضر والجاف وحاصل البذور وبمعدل -5.831 و-0.440 و1.519 و-5.577 و-0.270 و-25.400 و-13.951 و-4.851 على التوالي مقارنة مع الهجن الأخرى والتي تباينت فيما بينها في إعطاء قدرة انتلافية خاصة معنوية مرغوبة لبعض الصفات.

وبالاستعانة بتباين تأثير القدرة الانتلافية العامة والخاصة لكل أب والتباين البيئي والموضحة في الجدول (4) يمكن معرفة كيفية تحقيق الآباء لقيم تأثيرها التي سبق ذكرها في الجدول (2) وكذلك لتحديد أي من الآباء تحت الدراسة أكثر فائدة في تحسين الصفة، حيث أن القيمة المرتفعة لتباين تأثير قدرة الانتلاف العامة لأب معين في صفة ما يشير إلى مساهمة كبيرة لهذا الأب في توريث تلك الصفة، بينما تشير القيمة المنخفضة لتباين تأثير قدرة الانتلاف الخاصة للأب الذي يتميز بقدرة انتلاف عامة عالية في صفة ما إلى أنه قد أسهم في توريث هذه الصفة لمعظم هجنه، أما تباين التأثير للقدرة الخاصة العالي للأب فوإن تأثير عام عالي يدل على توريثه للصفة لبعض هجنه، ومنه يتضح أن الأب English كان من أكثر الآباء إسهاما في توريث هذه الصفات بخلاف الأب Little Marvel الذي كان أقل الآباء إسهاما في توريث هذه الصفات، كما أن الأب Little Marvel قد ورث هذه الصفات لعدد من هجنه أقل من ما هو عليه في الأب English الذي ورثها لأكثر عدد من هجنه الداخل فيها.

التأثير العكسي لكل هجين موضح في الجدول (5) ومنه يلاحظ أن الهجين 4x2 كان أكبر من هجينه العكسي 2x4 لصفات ارتفاع النبات وعدد القرنات ومعدل وزن القرنة وعدد البذور في القرنة ودرجة امتلاء القرون وحاصل القرنات الأخضر والجاف وحاصل البذور والحاصل البيولوجي واصغر منه لباقي الصفات الأخرى، وكان الفرق بينهما مختلفا عن الصفر تحت مستوى احتمال 5% لأكثر عدد من الصفات وهي ثلاثة عشر مقارنة مع الهجن العكسية الأخرى متمثلة بارتفاع النبات 20.215 وعدد التفرعات -0.886 وموعد التزهير والنضج -4.406 و-3.986 على التوالي وعدد القرنات 13.165 ومعدل وزن القرنة 0.381 وعدد البذور في القرنة 1.631 ودرجة امتلاء القرون 0.274 ووزن 100 بذرة -3.696 وحاصل القرنات الأخضر والجاف 70.216 و18.046 على التوالي وحاصل البذور 18.400 والحاصل البيولوجي 81.603، غير أن الهجين 3x1 وهجينه العكسي 1x3 قد اختلف الفرق بينهما عن الصفر لأقل عدد من الصفات وهي سبعة صفات متمثلة بعدد التفرعات وعدد القرنات ومعدل وزن القرنة وعدد البذور في القرنة ودرجة امتلاء القرون ووزن 100 بذرة وحاصل القرنات الجاف وبمعدل 0.625 و-6.910 و-0.451 و-0.833 و-0.112 و4.703 و7.828 على التوالي وهذا يدل على أن الأبوين 1 و3 متقاربة وراثيا بخلاف الأبوين 2 و4 المتباعدين وراثيا، هذه الفروقات العكسية تشير إلى وجود تأثير سايتوبلازمي (Griffing، 1956) والذي يؤدي دورا مهما في اختلاف توارث هذه الصفات وقد يعزى هذا الفرق الساييتوبلازمي إلى التباين الوراثي الكبير بين الآباء التي تضمنها التهجين (Sood وKalia، 2009 وMera وUlloa، 2010 وKumar وBihari، 2012 وBrar وآخرون، 2012 وSharma وآخرون، 2013 وDalia وEl-Rawy، 2013).

الجدول (2) تقديرات تأثير القدرة العامة على الائتلاف ( $\hat{g}_i$ ) لكل أب للصفات المدروسة في الجيل الثاني

Table (2) Estimates of general combining ability effect ( $\hat{g}_i$ ) of each parent for studied characters in F2 hybrids

طول القرنة (سم) Pod length (cm)	معدل وزن القرنة (غم) Average weight of pod (gm)	عدد القرونات (قرنة.نبات-1) No. of Pods (pod. plant-1)	موعد النضج (يوم) Date maturity (days)	موعد التزهير (يوم) Date flowering (days)	عدد التفرعات (فرع.نبات-1) No. of branches (branch. plant-1)	ارتفاع النبات (سم.نبات-1) Plant height (cm. plant-1)	الآباء Parents
0.142	0.637	-2.563	1.011	0.803	0.173	2.149	1- Carina
-0.460	-0.822	-0.105	-3.169	1.724	-0.543	-6.224	2- English
0.543	0.113	-0.385	4.164	-0.568	0.277	-0.109	3- Green Feast
-0.225	0.071	3.053	-2.006	-1.959	0.093	4.184	4- Little Marvel
0.168	0.136	1.677	1.061	0.562	0.294	1.592	SE( $\hat{g}_i$ - $\hat{g}_j$ )

Accessory to Table (2)

تابع الجدول (2)

الحاصل البيولوجي (غم.نبات-1) Biological yield (gm.plant-1)	حاصل البذور (غم.نبات-1) Seeds yield (gm.plant-1)	حاصل القرونات الجاف (غم.نبات-1) Dry pods yield (gm.plant-1)	حاصل القرونات الأخضر (غم.نبات-1) Green pods yield (gm.plant-1)	وزن 100 بذرة (غم) 100 seed weight (gm)	درجة امتلاء القرون Pod – Filling	عدد البذور في القرنة No. of seeds per pod	الآباء Parents
49.338	-6.423	-0.514	34.389	-1.005	0.003	0.129	1- Carina
-118.967	-1.141	-3.097	-54.402	1.129	-0.054	-0.750	2- English
83.063	-5.617	-10.195	7.982	-0.915	0.020	0.521	3- Green Feast
-13.434	13.181	13.806	12.031	0.791	0.031	0.100	4- Little Marvel
16.570	2.455	2.739	9.965	0.760	0.035	0.237	SE( $\hat{g}_i$ - $\hat{g}_j$ )



الجدول (3) تقديرات تأثير القدرة الخاصة على الائتلاف ( $\hat{S}_{ij}$ ) لكل هجين في الجيل الثاني F2 للصفات المدروسة

Table (3) Estimates of specific combining ability effect ( $\hat{S}_{ij}$ ) of each in F2 hybrids for studied characters.

طول القرنة (سم) Pod length (cm)	معدل وزن القرنة (غم) Average weight of pod (gm)	عدد القرنات (قرنة.نبات-1) No. of Pods (pod. plant-1)	موعد النضج (يوم) Date maturity (days)	موعد التزهير (يوم) Date flowering (days)	عدد التفرعات (فرع.نبات-1) No. of branches (branch. plant-1)	ارتفاع النبات (سم.نبات-1) Plant height (cm. plant-1)	الهجن Hybrids
-0.052	0.153	-1.618	0.516	-0.050	-0.747	3.163	1x2
0.655	0.119	2.506	-0.521	-0.033	0.455	1.578	1x3
0.019	0.382	-13.519	-0.644	-0.590	0.020	-3.938	1x4
-0.165	-0.240	1.209	4.693	0.057	0.150	-1.323	2x3
-0.395	-0.120	6.233	2.473	-1.179	-0.613	-0.712	2x4
-0.270	-0.143	-5.577	-0.131	1.519	-0.440	-5.831	3x4
0.291	0.236	2.905	1.838	0.974	0.509	2.757	SE(sij-sik)
0.238	0.192	2.372	1.500	0.795	0.416	2.251	SE(sij-ski)

Accessory to Table (3)

تابع الجدول (3)

الحاصل البيولوجي (غم.نبات-1) Biological yield (gm.plant-1)	حاصل البذور (غم.نبات-1) Seeds yield (gm.plant-1)	حاصل القرنات الجاف (غم.نبات-1) (1) Dry pods yield (gm.plant-1)	حاصل القرنات الأخضر (غم.نبات-1) Green pods yield (gm.plant-1)	وزن 100 بذرة (غم) 100 seed weight (gm)	درجة امتلاء القرون Pod – Filling	عدد البذور في القرنة No. of seeds per pod	الهجن Hybrids
18.554	7.415	-1.724	7.375	0.642	0.064	0.421	1x2
16.946	-6.342	-6.126	16.788	0.503	-0.043	0.152	1x3
-75.344	-11.475	-3.925	-38.270	0.034	0.034	0.338	1x4
-7.685	-4.394	-8.062	-18.951	-1.652	0.104	0.595	2x3
-12.427	7.681	10.273	16.826	-2.584	-0.069	-0.802	2x4
-6.332	-4.851	-13.951	-25.400	1.060	0.030	0.021	3x4
28.700	4.252	4.7440	17.261	1.316	0.061	0.410	SE(sij-sik)
23.434	3.472	3.873	14.093	1.074	0.050	0.335	SE(sij-ski)

الجدول (4) تقديرات تباين تأثيرات قدرتي الانتلاف العامة والخاصة والتباين البيئي للصفات المدروسة في الجيل الثاني F2

Table (4) Estimates of general , specific combining ability effects variance and environmental variance for studied characters in F2 hybrids

طول القرنة (سم) Pod length (cm)		معدل وزن القرنة (غم) Average weight of pod (gm)		عدد القرينات (قرنة.نبات-1) No. of Pods (pod. plant-1)		موعد النضج (يوم) Date maturity (days)		موعد التزهير (يوم) Date flowering (days)		عدد التفرعات (فرع.نبات-1) No. of branches branch. plant- (1)		ارتفاع النبات (سم.نبات-1) Plant height (cm. plant-1)		الآباء Parents
$\overline{s^2}$	$\overline{g^2}$	$\overline{s^2}$	$\overline{g^2}$	$\overline{s^2}$	$\overline{g^2}$	$\overline{s^2}$	$\overline{g^2}$	$\overline{s^2}$	$\overline{g^2}$	$\overline{s^2}$	$\overline{g^2}$	$\overline{s^2}$	$\overline{g^2}$	
0.194	0.009	0.077	0.399	93.727	5.516	-0.368	0.599	-0.061	0.526	0.318	-0.002	12.108	3.670	1- Carina
0.075	0.201	0.229	0.670	44.734	-1.044	15.088	9.619	0.463	2.853	0.375	0.262	68.376	$\frac{37.79}{7}$	2- English
0.203	0.285	0.682	0.005	41.013	-0.906	3.127	16.923	8.780	0.203	1.072	0.044	93.348	-0.938	3- Green Feast
0.402	0.040	0.419	-0.001	131.218	8.271	20.638	3.605	$\frac{18.80}{2}$	3.721	0.409	-0.023	220.564	$\frac{16.56}{1}$	4- Little Marvel
0.113		0.074		11.255		4.504		1.267		0.346		10.139		$\overline{e^2}$

Accessory to Table (4)

تابع الجدول (4)

الحاصل البيولوجي (غم.نبات-1) Biological yield (gm.plant-1)		حاصل البذور (غم.نبات-1) Seeds yield (gm.plant-1)		حاصل القرونات الجاف (غم.نبات-1) Dry pods yield (gm.plant-1)		حاصل القرونات الأخضر (غم.نبات-1) Green pods yield (gm.plant-1)		وزن 100 بذرة (غم) 100 seed weight (gm)		درجة امتلاء القرون Pod – Filling		عدد البذور في القرنة No. of seeds per pod		الآباء Parents
$\bar{s}^2$	$\bar{g}^2$	$\bar{s}^2$	$\bar{g}^2$	$\bar{s}^2$	$\bar{g}^2$	$\bar{s}^2$	$\bar{g}^2$	$\bar{s}^2$	$\bar{g}^2$	$\bar{s}^2$	$\bar{g}^2$	$\bar{s}^2$	$\bar{g}^2$	
2948.168	2331.323	108.924	38.998	22.331	-2.549	825.929	1145.37 1	-0.099	0.79 3	0.002	0.000 4	0.11 5	-0.004	1- Carina
25480.64 1	14050.14 9	34.980	-0.958	151.709	6.779	2692.69 9	2922.38 8	8.457	1.05 8	0.015	0.002	0.78 3	0.541	2- English
14901.73 7	6796.514	17.120	29.286	182.305	101.13 7	2591.31 3	26.477	22.87 8	0.62 2	0.021 8	-5.577	0.69 5	0.250	3- Green Feast
12194.44 4	77.525	427.143	171.48 4	609.164	187.80 4	2665.53 1	107.497	11.19 1	0.41 0	0.054	0.000 5	2.88 4	-0.011	4- Little Marvel
1098.324		24.114		30.008		397.261		2.310		0.005		0.224		$\bar{e}^2$

(-) قيم سالبة نتيجة للخطأ العيني لذا تعد صفراً

(-) Negative values due to the sampling error, so they consider zero

الجدول (5) التأثير العكسي لكل هجين في الجيل الثاني F2 للصفات المدروسة

Table (5) The reciprocal effect of each in F2 hybrids for studied characters

طول القرنة (سم) Pod length (cm)	معدل وزن القرنة (غم) Average weight of pod (gm)	عدد القرونات (قرنة.نبات-1) No. of Pods (pod. plant-1)	موعد النضج (يوم) Date maturity (days)	موعد التزهير (يوم) Date flowering (days)	عدد التفرعات (فرع.نبات-1) No. of branches (branch. plant-1)	ارتفاع النبات (سم.نبات-1) Plant height (cm. plant-1)	الهجن Hybrids
0.096	-0.643	-7.305	-1.926	0.085	-0.695	-11.760	2x1
0.245	0.451	-6.910	2.010	-0.796	0.625	-1.153	3x1
-0.453	-0.849	8.000	-4.035	-3.105	-0.123	-4.300	4x1
0.561	1.080	-2.718	-1.971	-3.885	1.300	12.456	3x2
-0.070	0.381	13.165	-3.986	-4.406	-0.886	20.215	4x2
-0.798	0.008	5.416	-3.285	-3.003	0.383	-4.218	4x3
0.336	0.272	3.354	2.122	1.125	0.588	3.184	SE(rij-rki

Accessory to Table (5)

تابع الجدول (5)

الحاصل البيولوجي (غم.نبات-1) Biological yield (gm.plant-1)	حاصل البذور (غم.نبات-1) Seeds yield (gm.plant-1)	حاصل القرونات الجاف (غم.نبات-1) (1) Dry pods yield (gm.plant-1)	حاصل القرونات الأخضر (غم.نبات-1) Green pods yield (gm.plant-1)	وزن 100 بذرة (غم) 100 seed weight (gm)	درجة امتلاء القرون Pod – Filling	عدد البذور في القرنة No. of seeds per pod	الهجن Hybrids
-226.185	0.833	-12.005	-69.943	2.893	-0.127	-0.808	2x1
21.483	-0.596	7.828	-1.821	4.703	-0.112	-0.833	3x1
-130.108	6.928	24.728	-8.268	1.101	-0.184	-1.721	4x1
172.376	-4.403	-10.951	68.433	-4.835	-0.178	-0.883	3x2
81.603	18.400	18.046	70.216	-3.696	0.274	1.631	4x2
-34.835	21.835	17.100	21.938	2.893	0.021	-0.476	4x3
33.140	4.910	5.478	19.931	1.520	0.071	0.474	SE(rij-rki

### الاستنتاجات والتوصيات

- 1- يستنتج من خلال النتائج أن الصنف Little Marvel قد اظهرا ائتلافا عاما معنويا مرغوبا لمعظم الصفات المدروسة وبالتالي إمكانية إدخال هذا الصنف في تضرّيبات تبادلية مع أصناف أخرى ناجح زراعتها في العراق وذوصفات إنتاجية ونوعية جيدة بهدف الحصول على هجن متفوقة على الأباء في صفات الحاصل.
- 2- كما يتضح أن هجين الجيل الثاني 2x4 قد تميز بقدرة ائتلاف خاصة معنوية مرغوبة لأكثر عدد من الصفات وبالتالي إمكانية إجراء دراسات مستقبلية على هذا الهجين بإعادة زراعته في مواقع ولمواسم أخرى كمحاولة لانتخاب الصفات الجيدة منه في الأجيال القادمة بهدف تحسين الإنتاج كما ونوعا.
- 3- كما يتبين من خلال نتائج الدراسة إن الفعل الجيني الإضافي يمثل الجزء الأكبر من التباين الوراثي وهو الذي يتحكم في توريث صفات ارتفاع النبات وموعد التزهير والنضج ومعدل وزن وطول القرنة وعدد البذور في القرنة وحاصل القرنت الأخضر والحاصل البايولوجي، بخلاف الصفات الأخرى التي يحكمها الفعل الجيني غير الإضافي (السيادي).
- 4- التوصل إلى وجود تأثيرات أمية سايتوبلازمية تؤدي دورا هاما في اختلاف توارث الصفات وقد تعزى هذه التأثيرات إلى الاختلاف الوراثي الكبير بين الأباء التي تضمنها التهجين والذي تجلى بوضوح بين الأبوين English و Little Marvel.

### COMBINING ABILITY IN F2 HYBRIDS PEAS (*Pisum sativum* L.)

Shamil Y.Hassan AL-Hamdany

Dept. of Hort. & Landscape Design , College of Agric. & Forestry , Univ. of  
Mosul , Iraq

[E-mail: Shamil1970@yahoo.com](mailto:Shamil1970@yahoo.com)

### ABSTRACT

Used in this study Four varieties of Peas (*Pisum sativum* L.) viz, (1- Carina, 2- English, 3- Green Feast and 4- Little Marvel ) were Full diallel crossing carried out according to (Griffing 1956) first method (Model I) to produce F2 hybrids, of twelve single hybrid from self pollination of F1 hybrid during the growing season 2010/2011. The parents and F2 hybrid were planting by using Randomized Complete Block Design (R.C.B.D.) with three replications at vegetable field of the Horticulture and landscape design department, College of Agriculture and Forestry , Mosul University, during the growing season 2011/2012, for evaluate the performance of full diallel hybrids and parents, to determine the best parental combinations through general and specific combining abilities analysis and estimating their effects and reciprocal effect of the yield and its components.

Analysis of variance results showed that mean squares of general combining ability was significant for all the studied characters except no. of branches(branch. plant-1) and pod filling, and that of specific combining ability was significant for most studied characters, the reciprocal effects was significant for all studied characters. The results showed that variance compound of general combining ability was higher than that of specific combining ability for plant height, date flowering and maturity, average weight and pod length, no. of seeds per pod, green pods yield and biological yield, indicating that an additive gene action control the inheritance of these characters. Estimation of general combining ability effects showed that the parent Little Marvel was significant and good combiners for most of the studied characters, indicating that the contains desired gene , the hybrids varied for their specific combining ability effects, the hybrid 2x4 have a good significant specific

combining ability effects for the most desirable characters, and this due to the wide genetic diversity between their parents and their abilities to inherit their characters to their hybrids.

Key words: Peas, Combining Ability, Diallel Cross, Reciprocal Effect

Received: 15/4/2018, Accepted: 4/10/2018

#### المصادر

- خوجة، حسان وعفيف غنيم وفراس العايش (2005). دراسة أولية للتباينات والعلاقات بين الصفات الهامة لبعض الطرز الوراثية المستنبطة من البازلاء المزروعة (*Pisum sativum* L.). مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية - سلسلة العلوم البيولوجية، 27 (2): 1-15.
- خوجة، حسان وعفيف غنيم وفراس العايش (2006 a). التحليل الوراثي للغلّة وبعض مكوّناتها في بعض أصناف البازلاء الخضراء (*Pisum sativum* L.). مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية - سلسلة العلوم البيولوجية، 28 (2): 121-140.
- خوجة، حسان وعفيف غنيم وفراس العايش (2006 b). دراسة مقدرة الأنتلاف وقوة الهجين لبعض مؤشرات التباين لستة طرز من البازلاء الخضراء (*Pisum sativum* L.). مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية - سلسلة العلوم البيولوجية، 28 (3): 133-154.
- الشكرجي، وئام يحيى رشيد محمود (2011). قدرة الأنتلاف الوراثي للحاصل ومكوناته بالتجهين التبادلي في البازاليا الحقلية. مجلة زراعة الرافدين، 39 (3): 156-166.
- مجهول (2016). الجهاز المركزي للإحصاء إنتاج المحاصيل والخضراوات حسب المحافظات. مديرية الإحصاء الزراعي - وزارة التخطيط - مجلس الوزراء - جمهورية العراق.
- مطلوب، عدنان ناصر وعز الدين سلطان محمد وكريم صالح عبدول (1989). إنتاج الخضراوات (الجزء الثاني). وزارة التعليم العالي والبحث العلمي - جامعة الموصل.
- Ahmad, H.B.; S. Rauf; Ch.M. Rafiq; A.U. Mohsin and A. Iqbal (2014). Estimation of genetic variability in pea (*Pisum sativum* L.). Journal Glob. Innov Agricultural Society Science, 2(2): 62-64.
- Ambrose, M. ; S. Tabata. ; S. Sato ; L. Weng ; J. Yang ; S. Xu; L. Wang; X. Li; Y. Luo and Z. Wang (2008). Genetic control of floral zygomorphy in pea (*Pisum sativum* L.). Proc National Academic Science U.S.A., 105: 10414-10419.
- Andrea, E.M.; M.E. Alejandra; C.V. Pamela; L.D. Lopez Anido; F. Sebastian and C.E. Luis (2009). Relationships among agronomic traits and seed yield in pea. BAG Journal basic Applied genetics., 20(1): 1-15.
- Anonymous, (2002). Farm Chemicals Hand Book,( 2002). III Meister Publishing Company. PP.828.
- Anonymous, (2004). Field Pea-Production and Management. In: Crops January 2004. Manitoba Agriculture, Food and Rural Initiatives, Manitoba, Canada.
- Avci, M.A. and E. Ceyhan (2006). Correlations and genetic analysis of pod characteristics in pea (*Pisum sativum* L.). Asian Journal of Plant Sciences, 5(1): 1-4.
- Bihari, S.B. and S.V. Kumar (2012). Genetic analysis for earliness and yield traits in garden pea (*Pisum sativum* L.). An International Journal of Plant Research, 25(1): 63-67.
- Borah, H.K. (2009). Studies on combining ability and heterosis in field pea (*Pisum sativum* L.). Legume Research, 32(4): 255-259.

- Brar, P.S. ; R.K. Dhall and D. Dinesh (2012). Heterosis and combining ability in garden pea (*Pisum sativum* L.) for yield and its contributing traits. *Vegetable Science*, 39(1): 51-54.
- Ceyhan, E. (2006). Combining ability for grain yield and leaf characters in pea parents and crosses. *Ziraat Fakultesi Dergisi*, 20(40): 83-89.
- Ceyhan, E. and M.A. Avcı (2005). Combining ability and heterosis for grain yield and some yield components in pea (*Pisum sativum* L.). *Pakistan Journal of Biological Science*, 8(10): 1447-1452.
- Ceyhan, E. ; M.A. Avcı and S. Karada (2008). 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): 2810-2817.
- Dalia, M.T. and M.A. El-Rawy (2013). Analysis of gene effects controlling some traits in garden pea (*Pisum sativum* L.), *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(1): 537-542.
- FAOSTAT. (2016). Available Online: <http://faostat.fao.org> (Accessed on January 2016).
- Galal, R.M. (2014). Genetic analysis of pea yield and its components by diallel crossing. *Egyptian Journal of Plant Breeding*, 18(4): 799-811.
- Georgieva, N. ; I. Nikolova and V. Kosev (2016). Evaluation of genetic divergence and heritability in pea (*Pisum sativum* L.). *Journal Bio Sciences. Biotechnology*, 5(1): 61-67.
- Griffing, B. (1956). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Science*, 9: 463-493.
- Gudadinni, P. ; V. Bahadur ; P. Ligade ; S.E. Topno and V.M. Prasad (2017). Study on Genetic Variability, Heritability and Genetic Advance in Garden Pea (*Pisum sativum* var. *hortense* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(8): 2384-2391.
- Kalapchieva, S. (2007). Combining Ability of Garden Pea Varieties and Lines through the Vegetation Period Prolongation. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 13: 423-431.
- Kalia, P. and M. Sood (2009). Combining ability in the F1 and F2 generations of a diallel cross for horticultural traits and protein content in garden pea (*Pisum sativum* L.). *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 41(1): 53-68.
- Karpenstein, M.M. and R.I. Stuelpuage (2000). Biomass yield and nitrogen fixation of legumes monocropped and intercropped with rye and rotation effects on a subsequent maize crop. *Plant and Soil*, 218: 215 - 231.
- Lesignor, C.; M. Dalmais ; A. Dupin ; J. Weller ; S. Butcher ; P. Isaac ; M. Ambrose ; C. Moreau ; L. Turner and J. Hofer (2009). Tendril-less regulates tendril formation in pea leaves. *Plant Cell*, 2: 420-428.
- Mather, K. and J.K. Jinks (1974). *Biometrical Genetics*. Second Printing. Cornell Univ. press-Ithaca. New Work.
- Mumm, R.H. and S.P. Moose (2008). Molecular plant breeding as the foundation for 21st century crop improvement. *Plant Physiol*, 147: 969-977.

- Pan, Y. (2003). Genetic genomics and genetical genomics analysis of partial diallel designs. M. Sc. Thesis , Purdue University.
- Patel, I. (2017). Combining ability and heterosis studies for yield and its components in field (*Pisum sativum* L.). Master of Science in Agriculture Thesis Department of Genetics and Plant Breeding College of Agriculture Faculty of Agriculture Indira Gandhi krishi Vishwa Vidyalyaya Raipur (Chhattisgarh).
- Schumacher, H. ; H.M. Paulsen ; A.E. Gau ; W. Link ; H.U. Jurgens ; O. Sass and R. Dieterich (2011). Seed protein amino acid composition of important local grain legumes *Lupinus angustifolius* L., *Lupinus luteus* L., *Pisum sativum* L. and *Vicia faba* L. *Plant Breeding*, 130(2): 156–164.
- Sharma, B.B. ; K.S. Vinod ; M. K. Dhakar<sup>1</sup> and S. Punetha (2013). Combining ability and gene action studies for horticultural traits in garden pea: A review. *African Journal of Agricultural Research*, 8(38): 4718-4725.
- Siddika, A. ; A.K.M. Aminul Islam ; M.G. Rasul ; M.A.K. Mian and J.U. Ahmed (2013). Genetic variability in advanced generation of vegetable pea (*Pisum sativum* L.). *International Journal of Plant Breeding*, 7(2): 124-128.
- Singh, K.P. ; H.C. Singh and M.C. Verma (2010). Genetic analysis for yield and yield traits in pea. *Journal Food Legumes*, 23(2): 113-116.
- Smykal, P. ; G. Aubert ; J. Burstin ; C.J. Coyne ; N.T.H. Ellis ; A.J. Flavell ; R. Ford ; M. Hybl ; J. Macas ; P. Neumann ; K.E. McPhee ; R.J. Redden ; D. Rubiales ; J.L. Weller and T.D. Warkentin (2012). Pea (*Pisum sativum* L.) in the genomic era. *Agronomy*, 2(2): 74-115.
- Sofi, P.; A.G. Rather and S.A. Wani (2006). Combining ability and gene action studies over environments in field pea (*Pisum sativum* L.). *Pakistan Journal of Biological Science*, 9(14): 2689-2692.
- Sprague, GF and L.A. Tatum (1942). Genral versus specific combining ability in a single crosses of corn. *Journal American Society Agronomic.*, 34: 923-932.
- Tolessa, T.T. ( 2017). Genetic variation, heritability, and advances from selection in elite breeding materials of field Pea (*Pisum sativum* L.) genotypes. *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*, 8(4): ARTOAJ. MS.ID.555744
- Ulloa, P. and M. Mera (2010). Inheritance of seed weight in large-seed grass pea *Lathyrus sativus* L. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70(3): 357-364.
- Zaman S. and G.N. Hazarika (2005). Combining ability in pea (*Pisum sativum* L.). *Legume Research - An International Journal*, 28(4): 300-302.