

تقدير القدرة على التوافق لبعض الصفات المكونة للغلة العلفية لدى هجن فردية من الدخن اللؤلؤي [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.]

غسان اللحام^{(1)*} والياس عويل⁽¹⁾ ورزان النجار⁽¹⁾ وسعود شهاب⁽¹⁾ وماجدة الرويلي⁽¹⁾ وريم المنصور⁽¹⁾ وعلي ونوس⁽¹⁾ وثامر الحنيش⁽¹⁾

(1). قسم الذرة، إدارة بحوث المحاصيل، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.
(* للمراسلة: د. غسان اللحام. البريد الإلكتروني: gh_lahham@hotmail.com).

تاريخ القبول: 2019/10/01

تاريخ الاستلام: 2019/05/02

الملخص

نفّذت عملية تهجين نصف تبادلية بين ست سلالات من الدخن اللؤلؤي مرباة ذاتياً في محطة واحد آبار لبحوث الذرة الصفراء والبيضاء والدخن، التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في سورية خلال الموسمين الزراعيين 2011 و2012 بهدف تقدير القدرة العامة والخاصة على التوافق، وقوة الهجين، وطبيعة الفعل الوراثي المسيطر في وراثته بعض الصفات المتعلقة بمكونات الغلة العلفية في الدخن [عدد الأيام حتى الازهار (يوم)، وارتفاع النبات (سم)، وعدد الأوراق في النبات، وعدد الإسطوانات في النبات، والغلة من العلف الأخضر والجاف (طن/هكتار)]، في تجربة وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية، بثلاث مكررات. أظهرت النتائج وجود فروقات معنوية بين السلالات الأبوية، والهجن لدى جميع الصفات المدروسة. وأظهرت القدرة العامة والخاصة على التوافق مساهمة كل من الفعلين الوراثيين التراكمي، واللاتراكمي في وراثته هذه الصفات. وحققت الهجن (P1 × P4، P1 × P6، P2 × P3، P3 × P6، P4 × P6، P5 × P6)، في تجربة وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية، بثلاث مكررات. أظهرت السلالات (P4، P5، P6) قدرة عامة موجبة، ومعنوية لصفة الغلة من العلف الأخضر والجاف. وحققت الهجن (P1 × P2، P1 × P3، P2 × P6، P4 × P6) أعلى قيم للقدرة الخاصة بلغت (**31.92، **17.92، **16.37، **14.22) على التوالي، لصفة الغلة من العلف الأخضر. مما يؤكد ضرورة إدخالها في برامج الانتخاب والتربية لهذا المحصول.

الكلمات المفتاحية: الدخن اللؤلؤي، التهجين نصف التبادلي، القدرة العامة والخاصة على التوافق، قوة الهجين، الغلة العلفية.

المقدمة:

ارتبطت كلمة الأعلاف بتحسين إنتاجية الثروة الحيوانية، وازداد الطلب على الأعلاف الخضراء ولاسيما الأصناف المحسنة التي تعطي إنتاجاً عالياً من الأعلاف، لما تتصف به من نمو سريع وإنتاجية عالية، وقدرة على تجديد نموها، وأصبحت تلق الاهتمام الكافي من

قبل الباحثين حول سبل تحسينها وزراعتها. ومن المحاصيل العلفية المرشحة لهذا الغرض الدخن اللؤلؤي (*Pennisetum glaucum*) (L. R. Br. (Akash and Saoub, 2002). الذي يعود الموطن الأصلي له إلى مناطق في غرب أفريقيا (Stoskopf, 1985)، ويزرع بشكل واسع في أماكن مختلفة من العالم، ويصنّف من أهم المحاصيل في المناطق شبه الجافة لاستخداماته المتعددة كمحصول غذائي لمئات الملايين من البشر، بالإضافة إلى انتشار زراعته في المناطق ذات التوزع المطري المتباين من سنة إلى أخرى، لاسيما في المناطق ذات المصادر المائية المحدودة والمتواضعة، التي لا تكفي لنمو محصول صيفي غيره (Chohan et al., 2006). حيث يأتي بعد محصول الذرة البيضاء (*Sorghum bicolor* L. Moench) من حيث كميات الأمطار اللازمة لنموه 200-800 ملم سنوياً (Abuelgasim, 1999). وفي الترب الفقيرة من حيث خصوبتها من العناصر المعدنية (Vanderlip, 1991).

يعدّ الدخن اللؤلؤي من محاصيل العلف الصيفية غزيرة النمو والتفرع، وتتشابه في كثير من صفاتها الخضرية والكيميائية بالذرة البيضاء، ما مكّن الباحثين من إنتاج بعض الهجن من هذا المحصول، كما تتصف نباتاتها بساقها الناعمة المنتصبة، التي تحمل عدداً كبيراً من الأوراق، ولها القدرة على التجديد Regrowth واستعادة النمو، وإنتاجيتها العلفية العالية، ما يتيح استخدامها بنجاح للحصول على عدة حشوات خلال موسم النمو 3-4 حشوات، وذات قيمة غذائية عالية نتيجة انخفاض محتواها من الألياف الخام، وخلوها من حمض هيدروسيانيك السام Prusic acid. وتتفوق على العديد من أصناف الذرة البيضاء في إنتاجها الأخضر، وبذلك تضيف مورداً إضافياً من العلف خلال فصل الصيف (Amanullah and Khanzada, 2004). لذلك تولي المراكز البحثية في القطر العربي السوري، لاسيما الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية أهمية كبيرة لمحصول الدخن اللؤلؤي من حيث استخدامه كتغذية الغرض، من أجل حبوبه التي تتشابه في قيمتها الغذائية بالذرة البيضاء، أو علفي بالحصول على الأعلاف الخضراء والجافة من هذا المحصول. فقد أعطى الصنف المبشر من الدخن اللؤلؤي (دخن-1) أعلى إنتاج كلي من العلف الأخضر، في حال القيام بعدة حشوات بالمقارنة مع حشة واحدة إذ بلغ 157.1 طن/هكتار، وبالتالي يمكن أن ينصح بزراعته لتأمين أفضل إنتاجية من العلف الأخضر (اللحام وآخرون، 2009). لذلك ركزت الأبحاث على وسائل زيادة إنتاجية هذا المحصول وبذل المزيد من الجهود لاستنباط أصناف تتمتع بقدرة إنتاجية عالية (Ram et al., 2015)، كون الغلة الاقتصادية للمحصول صفة معقدة تتأثر بالبيئة، ودرجة توريثها منخفضة، تنتج عن المساهمة التراكمية لمكوناتها.

تعرف ظاهرة قوة الهجين بأنها الزيادة في معدل النمو والغلة والحيوية. كما عرفت بأنها تفوق الجيل الأول F_1 الهجين على سلالاته الأبوية المرباة داخلياً، وتحدث قوة الهجين عند تلقيح سلالات مرباة ذاتياً من نوع واحد تختلف عن بعضها وراثياً ويكون ارتباطها الوراثي (من حيث صلة النسب بينها) قليلاً أو معدوماً، ولا يشترط لظهور قوة الهجين أن تكون الآباء المستعملة في إنتاج الهجن ضعيفة النمو أو تعاني التدهور المصاحب للتربية الذاتية، حيث تظهر قوة الهجين في معظم النباتات ذاتية وخطية التلقيح (حسن، 1991).

يعبر مفهوم القدرة على التوافق Combining ability عن المقدرة النسبية لسلالة ما مرباة ذاتياً على نقل صفات خاصة أو مرغوبة للهجن الناتجة عنها عند تهجينها مع سلالة أخرى مرباة ذاتياً (Chaudhari, 1971). يعتبر هذا المفهوم هاماً لتقدير الطاقة الكامنة للسلالات المرباة ذاتياً وتحديد طبيعة الفعل الوراثي في الصفات الكمية المتباينة (Alam et al., 2008). يساعد تقدير القدرة على التوافق في تحديد القيمة التربوية للسلالات الأبوية لإنتاج هجن تستخدم بنجاح من أجل تحسين بعض الصفات المرغوبة من قبل مربي النبات (Ünay et al., 2004). وقد قام العالم (Griffing 1956) بتجزئة التباين الكلي إلى تباين القدرة العامة على التوافق σ^2_{GCA} للآباء وتباين القدرة الخاصة على التوافق σ^2_{SCA} للهجن (Yan and Hunt, 2002)، وعرفت القدرة العامة GCA والخاصة SCA على التوافق لأول مرة

من قبل (Sprague and Tatum 1942) حيث تشير القدرة العامة على التوافق إلى متوسط سلوك السلالة في هجتها الفردية، وتصف القدرة الخاصة على التوافق حالة تهجين سلالة محددة مع كل سلالة إن كان أفضل أو أسوأ نسبياً مما هو متوقع بناءً على متوسط سلوك السلالات الداخلة في التهجينات.

يهدف البحث إلى:

1- تحديد طبيعة الفعل الوراثي المسيطر في وراثته بعض الصفات المكونة للغلة العلفية في الدخن اللؤلؤي من خلال تقدير القدرة العامة GCA والخاصة SCA على التوافق.

2- تقدير قوة الهجين للهجن الناتجة قياساً لمتوسط الأبوين، والأب الأفضل.

مواد البحث وطرائقه:

نفذت عملية تهجين نصف تبادلية Half diallel cross بين ست سلالات من الدخن اللؤلؤي. تم الحصول على بذورها من قسم الذرة الصفراء والبيضاء والدخن، من خلال برنامج التربية الذاتية لهذا المحصول، اختيرت على أساس التباعد الجغرافي والبيئي في منشئها، (الجدول، 1). تم زرع في موعدين زراعيين بفواصل خمسة عشر يوماً فيما بينها، خلال عام 2011، في محطة واحد آيار، التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، وفي مرحلة الإزهار تم إجراء عملية التهجين نصف تبادلية بين السلالات، وذلك للحصول على الحبوب الهجينة لخمس عشرة هجيناً فردياً.

الجدول 1. نسب ومواصفات السلالات الأبوية المدروسة.

الغلة من العلف الأخضر (طن/هكتار)	ارتفاع النبات (سم)	عدد الأيام حتى الإزهار (يوم)	النسب	السلالة
71.479	280	79	IL- 2006-242	P1
70.801	290	77	IL- 2006-170	P2
60.021	285	74	IL- 2006-9	P3
74.223	290	79	IL- 2006-121	P4
115.861	285	75	IL- 2006-12	P5
101.271	285	73	IL- 2006-418	P6

IL: سلالة أبوية.

تم تقييم الهجن الفردية الخمسة عشر، وكذلك السلالات الأبوية الستة في تجربة زرعت خلال عام 2012 حيث تمت زراعة الطرز يدوياً، بعد حراثة الأرض بشكل جيد، في تربة طينية متوسطة، وفقيرة بالمادة العضوية، غير مالحة، تميل إلى القلوية (الجدول، 2)، خالية من الأعشاب، مستوية، جيدة الصرف، خلال النصف الثاني من شهر حزيران، في خطوط بمساحة تقدر بنحو (8.4 م²) لكل قطعة تجريبية، بواقع أربعة خطوط لكل طراز مدروس، مع مراعاة توزيع الطرز بشكل عشوائي، على القطع التجريبية. تم ري النباتات بالراحة، حسب احتياجات المحصول المائية، ونفذت جميع العمليات الزراعية اللازمة حسب توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي لهذا المحصول. حيث تمت عملية التسميد بإضافة 6 كغ/ دونم سماد سوبر فوسفات ثلاثي 46%، و8 كغ/ دونم من السماد الأزوتي يوريا 46 % على دفعتين.

الجدول 2. التحليل الكيميائي والميكانيكي لتربة موقع الزراعة.

التحليل الميكانيكي %			التحليل الكيميائي						
طين	سلت	رمل	P المتاح mg/kg	K المتاح mg/kg	N الكلية %	كربونات الكالسيوم %	المادة العضوية %	(PH)	(EC) dS/m
53	26	20.7	8.3	117	0.11	65.12	1.21	7.8	2.04

عند اكتمال إزهار نباتات القطع التجريبية. أخذت عيّات عشوائية لعشرة نباتات محاطة، من كل طراز وراثي، في كل قطعة تجريبية، وأخذت القراءات وفق (IBPGR, 1985) لصفات عدد الأيام من الزراعة حتى ظهور 50% من نباتات القطعة تجريبية (يوم)، وارتفاع النبات (سم)، وعدد الأوراق في النبات (ورقة)، وعدد الإسطوانات في النبات (إسطواء)، والغلة من العلف الأخضر والجاف (طن/هكتار). جمعت البيانات لكافة القراءات ووبيت باستخدام برنامج Excel، حيث تمّ حساب القدرة العامة GCA والخاصة SCA على التوافق وتأثيرات كلٍ منهما إضافةً لحساب مكونات التباين باستخدام الطريقة الثانية Method 2 الموديل الثاني Model 2 للعالم (Griffing, 1956) باستخدام برنامج Diallel. كما حسبت قيم قوّة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل وفقاً للعالمين Singh and Chaudhary (1977) وقدرت معنوية قوّة الهجين باستخدام اختبار T- Test وفق العالم (Wynne et al., 1970).

النتائج والمناقشة:

1- عدد الأيام حتى الإزهار (يوم):

تحليل التباين ومقارنة المتوسطات:

تبيّن نتائج تحليل التباين في الجدول (3) وجود فروقات عالية المعنوية بين السلالات الأبوية والهجن مما يدلّ على التباعد الوراثي بين السلالات المستخدمة في عملية التهجين. تطابقت هذه النتيجة مع النتائج التي توصل إليها (Yoshida and Sumida, 1996). تراوحت متوسطات السلالات (الجدول، 4) لصفة عدد الأيام حتى الإزهار من 73.33 يوماً (P₅) إلى 77 يوماً (P₁) وبمتوسط عام قدره (75.67) يوماً حيث أشارت هذه النتائج إلى أن السلالة (P₅) كانت أكثر السلالات الأبوية تكبيراً مشيراً ذلك إلى إمكانية اعتماد هذه السلالة في برامج التربية الهادفة لإنتاج هجن مبكرة الإزهار. تراوحت متوسطات الهجن (الجدول، 5) من 73.67 يوماً (P₁ × P₄) إلى 85 يوماً (P₄ × P₆) وبمتوسط عام قدره 79.58 يوماً، وتوقفت الهجن (P₁ × P₄, P₁ × P₅, P₁ × P₆, P₂ × P₃, P₂ × P₄) معنوياً لصفة الباكورية بالمقارنة مع المتوسط العام.

قوّة الهجين:

أشارت نتائج قوّة الهجين إلى وجود قيم عالية المعنوية قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل (الجدول، 6) حيث تراوحت قيم قوّة الهجين من -7.72^{***} (P₁ × P₄) إلى 10.62^{***} (P₃ × P₅) ومن -7.92^{***} (P₁ × P₄) إلى 10.13^{***} (P₃ × P₅) قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل على التوالي، ومن المعروف أن الهجن الأكثر تكبيراً من سلالاتها الأبوية تكون الأفضل لمناسبتها للزراعة في العروات التكتيفية، وكانت الهجن (P₁ × P₄, P₁ × P₅, P₁ × P₆, P₂ × P₃, P₂ × P₄) هي الأفضل قياساً لكل من متوسط الأبوين، والأب الأفضل. توافقت هذه النتائج مع العديد من الدراسات (Wanjari; Arulselvi et al., 2006; Senthil et al., 2005). (Akabari and Parmar, 2014; Yadav et al., 2012; et al., 2007).

القدرة على التوافق:

أظهرت نتائج تحليل القدرة العامة والخاصة على التوافق (الجدول، 3) تبايناً عالي المعنوية مما يشير إلى مساهمة كل من الفعل الوراثي التراكمي (الإضافي) واللاتراكمي (السيادي) في وراثته صفة عدد الأيام حتى الأزهار، وجاءت نسبة σ^2GCA/σ^2SCA التي كانت أقل من الواحد (0.02) لتبين سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثته هذه الصفة. وأكدت هذه النتيجة قيمة درجة السيادة التي كانت أكبر من الواحد (5.14)، حيث كان تباين الفعل الوراثي التراكمي (0.51) تقريباً ستة أضعاف الفعل الوراثي السيادي (13.48)، توافقت هذه النتيجة مع نتائج العديد من الباحثين (Bhadalia; Akabari and Parmar, 2014; Akanchalekum and Afribeh, 2005) (et al., 2014). وتراوحت قيم تأثيرات القدرة العامة على التوافق (الجدول، 7) من -1.94^{**} (P4) إلى 1.6^{**} (P2) وبينت هذه التأثيرات أن كل من السلالة (P1، P4) كانت أكثر السلالات توافقاً لهذه الصفة، حيث تراوحت قيم تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق في الجدول (8) من -3.65^{**} (P1×P3) إلى 5.6^{**} (P3×P6) وبينت هذه التأثيرات أن كلاً من الهجن (P4×P5، P5×P6، P3×P4، P1×P2، P1×P3، P2×P3، P3×P4). كانت الأكثر تبايناً في صفة عدد الأيام حتى الأزهار.

2- ارتفاع النبات (سم):

تحليل التباين ومقارنة المتوسطات:

بيّنت نتائج تحليل التباين في الجدول (3) وجود تباينات عالية المعنوية لكلٍ من السلالات الأبوية والهجن لصفة ارتفاع النبات مما يدل على وجود التباين الوراثي بين السلالات الداخلة في تكوين الهجن، وجاءت هذه النتيجة متوافقة مع نتائج (Tariq, Kumar, 2004) (et al, 2012). تراوحت متوسطات السلالات لصفة ارتفاع النبات (الجدول، 4) من 282.33 سم (P5) إلى 268 سم (P1) وبمتوسط عام قدره 284.71 سم حيث أشارت هذه النتائج إلى أن السلالة (P1) كانت أكثر السلالات الأبوية طولاً مشيراً ذلك إلى إمكانية اعتماد هذه السلالة في برامج التربية لتحسين هذه الصفة كونها تساهم في زيادة الغلة من العلف. تراوحت متوسطات الهجن لصفة ارتفاع النبات (الجدول، 5) من 288 سم (P1 × P4) إلى 330 سم (P4 × P6) وبمتوسط عام قدره 313.93 سم، وتفوقت الهجن (P4، P4 × P6، P5 × P6، P3 × P6، P3 × P5، P2 × P5) في صفة ارتفاع النبات وكانت الأنسب للاستخدام العلفي.

قوة الهجين:

أبدت الهجن الناتجة قيمة عالية المعنوية لظاهرة قوة الهجين قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل في صفة ارتفاع النبات (الجدول، 6) حيث تراوحت قيم قوة الهجين من 0.64 (P1 × P4) إلى 16.03 (P4 × P6) ومن 0.61 (P2 × P5) إلى 11.70^{**} (P2 × P3) قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل على التوالي، حيث تفوقت الهجن (P2، P3 × P4، P3 × P5، P3 × P6، P5 × P6، P2 × P3، P2 × P4، P1 × P6، P1 × P5، P1 × P3، P1 × P2). ومن المعروف أن أفضل الهجن تكون أكثر طولاً من سلالاتها الأبوية، انسجمت هذه النتائج مع (Vermeris, 2011; Tamil et al., 1995).

القدرة على التوافق:

أظهرت نتائج القدرة العامة والخاصة على التوافق في الجدول (3) تبايناً عالي المعنوية مما يشير إلى مساهمة كل من الفعل الوراثي التراكمي واللاتراكمي في وراثته صفة ارتفاع النبات، وجاءت نسبة σ^2GCA/σ^2SCA التي كانت أقل من الواحد (0.06) لتبين سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثته هذه الصفة. وأكدت هذه النتيجة قيمة درجة السيادة التي كانت أكبر من الواحد (2.89)، حيث كان

تباين الفعل الوراثي التراكمي (36.6) تقريباً ثمانية أضعاف الفعل الوراثي السيادي (305.26). توافقت هذه النتيجة مع نتائج (Bhuri *et al.*, 2014; Chaudhary *et al.*, 2012; Chotaliya *et al.*, 2010; Shanmuganathan *et al.*, 2005). وتراوحت قيم تأثيرات القدرة العامة على التوافق الجدول (7) من -6.96^{**} (P4) إلى 4.43^{**} (P6) وبينت هذه التأثيرات أن السلالات (P2, P6) كانت أكثر السلالات توافقاً لصفة ارتفاع النبات. وتراوحت قيم تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق في الجدول (8) من -25.56^{**} (P2×P3) إلى 22.66^{**} (P1×P5) وبينت هذه التأثيرات أن كلاً من الهجن (P2×P6, P3×P5, P3×P6, P4×P6) كانت الأكثر تميزاً في صفة ارتفاع النبات.

3- عدد الأوراق في النبات:

تحليل التباين ومقارنة المتوسطات:

أبدت السلالات والهجن فروقات معنوية لصفة عدد الأوراق في النبات (الجدول 3) مشيرةً إلى التباعد الوراثي بين السلالات وقد تطابقت هذه النتيجة مع (Tariq *et al.*, 2012, Baskaran *et al.*, 2006). تراوحت متوسطات السلالات لصفة عدد الأوراق في النبات، (الجدول، 4). من ورقة 9.33 (P5) إلى 13 ورقة (P1) وبمتوسط عام قدره 11.67 ورقة. وتراوحت متوسطات الهجن لصفة عدد الأوراق في النبات الجدول (4) من 13.13 ورقة (P1 × P4) إلى 14.69 ورقة (P4 × P6) وبمتوسط عام قدره 13.94 ورقة. وامتلكت السلالة (P1) عدداً أكبر من الأوراق، مما يشير إلى إمكانية اعتماد هذه السلالة في برامج التربية الهادفة لإنتاج الاعلاف الخضراء، تراوحت متوسطات الهجن لصفة عدد الأوراق في النبات (الجدول، 5)، من 13.13 ورقة (P1 × P4) إلى 14.69 ورقة (P4 × P6) وبمتوسط قدره 13.94 ورقة، وبينت نتائج مقارنة المتوسطات تفوق الهجن (P3 × P5, P3 × P6, P4 × P5, P4 × P6, P5 × P6) و (P1 × P2, P2 × P5, P3 × P4).

قوة الهجين:

أظهرت نتائج قوة الهجين قيماً موجبة عالية المعنوية لصفة عدد الأوراق في النبات (الجدول، 6)، حيث تراوحت قيمها من -6.25^{**} (P3 × P5) إلى 29.23^{**} (P1 × P4) ومن 0.99 (P2 × P3) إلى 20.59^{**} (P2 × P6) قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل على التوالي، حيث تفوقت أغلب الهجن على السلالات الأبوية. جاءت هذه النتيجة منسجمة مع (Chavan and Nerkar, 1994; Chandirakala *et al.*, 2010; Vetrivetha *et al.*, 2008; Wankhade *et al.*, 2005; Dangaria and Atara, 2004).

القدرة على التوافق:

تبيّن من خلال نتائج تحليل التباين للقدرة على التوافق لصفة عدد الأوراق في النبات (الجدول، 3) وجود تباين عالي المعنوية لكلٍ من القدرة العامة GCA والخاصة SCA على التوافق دلالةً على مساهمة كل من الفعل الوراثي التراكمي واللاتراكمي في وراثته هذه الصفة، وجاءت نسبة σ^2GCA/σ^2SCA التي كانت أقل من الواحد (0.09) لتبين سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثته صفة عدد الأوراق في النبات. وأكدت هذه النتيجة درجة السيادة التي كانت أكبر من الواحد (3.31) حيث كان تباين الفعل الوراثي التراكمي (0.18) أقل من تباين الفعل الوراثي السيادي (1.97)، توافقت ذلك مع نتائج أبحاث كلٍ من (Joshi, *et al.*, 2001; Ravikumar, 1988) من (Dangaria *et al.*, 2009^a; Dangaria *et al.*, 2009^b; Sarode *et al.*, 2009; Rohitashwa *et al.*, 2006) تراوحت

تأثيرات القدرة العامة على التوافق في الجدول (7) من -0.66^{**} (P4) إلى 0.44^{**} (P2) وأظهرت السلالات (P2، P6) قدرة عامة جيدة ومعنوية على التوافق لصفة عدد الأوراق في النبات. وتراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق في الجدول (8) من 3.08^{**} (P4 × P5) إلى 1.31^{**} (P3 × P5) وأشارت هذه التأثيرات إلى أن الهجن (P2، P3 × P5، P3 × P6، P4 × P6) قد أظهرت قدرة خاصة على التوافق لصفة عدد الأوراق في النبات.

4- عدد الإشتاءات في النبات:

تحليل التباين ومقارنة المتوسطات:

أبدت السلالات والهجن تباينات عالية المعنوية لصفة عدد الإشتاءات في النبات (الجدول، 3) مشيرةً إلى التباعد الوراثي بين السلالات وقد تتاغت هذه النتيجة مع (Shinde and Desale, 1985; Hall *et al.*, 2004). تراوحت متوسطات السلالات لصفة عدد الإشتاءات في النبات (الجدول 4) من 3.33 اشطاء (P5) إلى 7 اشطاء (P1) وبمتوسط عام قدره 5.67 اشطاء. حيث أشارت النتائج إلى أن السلالة (P5) امتلكت العدد الأكبر من الإشتاءات، مما يشير إلى إمكانية اعتماد هذه السلالة في برامج التربية الهادفة لإنتاج مادة علفية مرتفعة. تراوحت متوسطات الهجن لصفة عدد الإشتاءات في النبات (الجدول، 5) من 8 اشطاء (P1 × P5) إلى 5.33 اشطاء لكل من (P4 × P6، P4 × P5) وبمتوسط عام قدره 6.62 اشطاء، وتفوق الهجين (P1 × P5) الذي أعطى أكبر عدد من الإشتاءات مقارنةً مع المتوسط العام.

قوة الهجين:

أظهرت نتائج قوة الهجين قيماً موجبة عالية المعنوية لصفة عدد الإشتاءات في النبات (الجدول، 6)، حيث تراوحت قيمها من 12- 2 (P1 × P2) إلى 54.84 (P1 × P5) قياساً لمتوسط الأبوين بينما لم تبدي قوة الهجين قياساً للأب الأفضل أي معنوية. في حين تفوقت الهجن (P5 × P6، P4 × P5، P3 × P5، P1 × P5، P2 × P5، P1 × P4)، على الأب الأفضل. وجاءت هذه النتيجة منسجمة مع (Vaghela *et al.*, Davda *et al.*, 2008; Karad and Harer, 2004; Dutt and Baniwal, 2002)، (2011).

القدرة على التوافق:

تبيّن من خلال نتائج تحليل تباين القدرة على التوافق لصفة عدد الإشتاءات في الجدول (3) وجود تباينات عالية المعنوية لكلٍ من القدرة العامة GCA والخاصة SCA على التوافق دلالةً على مساهمة كل من الفعل الوراثي التراكمي واللاتراكمي في وراثته هذه الصفة، وجاءت نسبة $\sigma^2_{2GCA}/\sigma^2_{2SCA}$ التي كانت أقل من الواحد (0.08) لتبين سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثته صفة عدد الأوراق في النبات. وأكدت هذه النتيجة درجة السيادة التي كانت أكبر من الواحد (2.48) حيث كان تباين الفعل الوراثي التراكمي (0.2) أقل من تباين الفعل الوراثي السیادي (1.23). توافق ذلك مع نتائج (Ramamoorthi، Karthigeyan, 1994; Khangura *et al.*, 1980). وتراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق في الجدول (7) من -0.26^* (P3) إلى 0.4^* في السلالة (P1) التي أبدت قدرةً عامةً جيدةً ومعنويةً على التوافق لصفة عدد الإشتاءات. وتراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق (الجدول، 8) من -2.65^{**} (P4 × P5) إلى 0.85^* (P1 × P3) وأشارت هذه التأثيرات إلى أن الهجين (P1 × P3) قد أظهر قدرة خاصة معنوية لصفة عدد الإشتاءات في النبات.

5- الغلة من العلف الأخضر (طن/هكتار):

تحليل التباين ومقارنة المتوسطات:

أبدت السلالات والهجن تباينات عالية المعنوية لصفة الغلة من العلف الأخضر (الجدول، 3) مشيرةً إلى التباعد الوراثي بين السلالات وقد تتاغمت هذه النتيجة مع نتائج (Aruna *et al.*, 2012، Senthil *et al.*, 2005). تراوحت متوسطات السلالات لصفة الغلة من النبات الأخضر الجدول (4) من (57.7) (P₃) طن/هكتار إلى (114.6) طن/هكتار (P₅) التي امتلكت العدد الأكبر من الإشطاءات، مما يشير إلى إمكانية اعتماد هذه السلالة في برامج التربية الهادفة لإنتاج الأعلاف الخضراء. وبلغ المتوسط العام للسلالات قرابة 80.0 طن/هكتار وتراوحت متوسطات الهجن لصفة الغلة من العلف الأخضر الجدول (5) من (57.7) (P₁ × P₂) طن/هكتار إلى (157.72) طن/هكتار (P₅ × P₆) وبمتوسط عام قدره 102.83 طن/هكتار. وبينت نتائج مقارنة المتوسطات تفوق الهجن (P₄ × P₅، P₄ × P₆، P₁ × P₃، P₁ × P₄، P₁ × P₅، P₁ × P₆، P₃ × P₅، P₃ × P₆، P₄ × P₅، P₄ × P₆، P₅ × P₆).

قوة الهجين:

أظهرت نتائج قوة الهجين (الجدول، 6) قيمةً موجبة، وعالية المعنوية لصفة الغلة من العلف الأخضر، حيث تراوحت قيمها من -19.97 (P₁ × P₂) إلى 96.78 (P₁ × P₄) ومن -31.48 (P₂ × P₅) إلى 95 (P₁ × P₄) قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل على التوالي، حيث تفوقت الهجن

(P₁ × P₃، P₁ × P₄، P₁ × P₅، P₁ × P₆، P₂ × P₃، P₃ × P₅، P₃ × P₆، P₄ × P₅، P₄ × P₆، P₅ × P₆) (P₁ × P₂). جاءت هذه النتيجة منسجمة مع (Patil *et al.*, 1994؛ Sumathi، Ramamoorthi and Govindarasu، 2001^a؛ Pandey *et al.*, 2013؛ Patel and Tikka، 2008، *et al.*, 2005).

القدرة على التوافق:

تبين نتائج تحليل القدرة على التوافق لصفة الغلة من العلف الأخضر في الجدول (3) وجود تباين عالي المعنوية لكلٍ من القدرة العامة والخاصة على التوافق، دلالةً على مساهمة كل من الفعل الوراثي التراكمي واللاتراكمي في وراثته هذه الصفة، وجاءت نسبة σ^2GCA/σ^2SCA التي كانت أقل من الواحد (0.47) لتبين سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثته صفة الغلة من العلف الأخضر في النبات. وأكدت هذه النتيجة درجة السيادة التي كانت أكبر من الواحد (1.03) حيث كان تباين الفعل الوراثي التراكمي (475.68) أقل من تباين الفعل الوراثي السيادي (500.76). توافق ذلك مع نتائج (Dangaria *et al.*, 2009^a؛ Dangaria *et al.*, 2009^b؛ Jethva *et al.*, 2011). تراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق الجدول (7) من -19.23** (P₁) إلى 19.3** في السلالة (P₆) حيث أبدت جميع السلالات قدرةً عامةً جيدةً ومعنويةً على التوافق لصفة الغلة من العلف الأخضر. وتراوحت تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق الجدول (8) من -38.33** (P₅ × P₆) إلى 31.62** (P₄ × P₆). وامتلك الهجن (P₁، P₂ × P₆، P₄ × P₆) تأثيرات معنوية للقدرة العامة على التوافق عدا الهجين (P₃ × P₆).

6- الغلة من العلف الجاف (طن/هكتار):

تحليل التباين ومقارنة المتوسطات:

أبدت السلالات والهجن تباينات عالية المعنوية لصفة الغلة من العلف الجاف (الجدول 3)، مما يشير إلى وجود تباعد وراثي بين السلالات. وقد تطابقت هذه النتيجة مع (Reddy Kandasamy and Ramalingan, 1993; Prakash and Sastry, 1989) و (et al., 2003). وتراوحت متوسطات السلالات لصفة الغلة من العلف الجاف في الجدول (4) من (11.51) (P₃) طن/هكتار إلى (30.54) طن/هكتار (P₅) التي امتلكت أكبر كمية من الاعلاف الجافة، مما يشير إلى إمكانية اعتماد هذه السلالة في برامج التربية الهادفة لإنتاج الأعلاف الجافة وبلغ المتوسط العام للسلالات قرابة 18.49 طن/هكتار. وتراوحت متوسطات الهجن لصفة الغلة من العلف الجاف، في الجدول (5) من (17.44) (P₁ × P₂) طن/هكتار إلى (42.43) طن/هكتار (P₅ × P₆) وبمتوسط عام قدره 28.71 طن/هكتار. وبينت نتائج مقارنة المتوسطات تفوق الهجن (P₁ × P₄, P₅ × P₆, P₄ × P₅, P₄ × P₆, P₃ × P₆, P₁ × P₆)، معنوياً على المتوسط العام.

قوة الهجين:

أظهرت نتائج قوة الهجين قيماً موجبة، وعالية المعنوية لصفة الغلة من العلف الجاف (الجدول 6)، حيث تراوحت قيمها من - 40.43** (P₂ × P₅) إلى 204.45** (P₃ × P₆) ومن 49.22** - (P₃ × P₅) إلى 164.74** (P₃ × P₆) قياساً لمتوسط الأبوين، والأب الأفضل على التوالي. وتفوقت الهجن (P₃ × P₅, P₄ × P₅, P₃ × P₆, P₄ × P₆, P₅ × P₆)، وجاءت هذه النتيجة منسجمة مع ما وجدته (P₁ × P₃, P₁ × P₄, P₁ × P₅, P₁ × P₆, P₂ × P₃, P₂ × P₆, P₄ × P₆) (Pandy et al., 2013; Dangaria et al., 2009^a; Patel and Tikka, 2008; Vetriventha et al., 2008).

القدرة على التوافق:

بين نتائج تحليل القدرة على التوافق لصفة الغلة من العلف الجاف، في الجدول (3) وجود تباينات عالية المعنوية لكل من القدرة العامة والخاصة على التوافق، دلالةً على مساهمة كل من الفعل الوراثي التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفة، وجاءت نسبة $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ التي كانت أقل من الواحد (0.19) لتبين سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي على وراثة صفة الغلة من العلف الجاف في النبات. وأكدت هذه النتيجة، قيمة درجة السيادة التي كانت أكبر من الواحد (1.6) حيث كان تباين الفعل الوراثي التراكمي (22.73) أقل من تباين الفعل الوراثي السياتي (58.45). توافق ذلك مع نتائج أبحاث (Sarode Ramamoorthi and Nadarajan, 2001^b) و (et al., 2009). وتراوحت تأثيرات القدرة العامة على التوافق (الجدول 7) من -5.26** (P₁) إلى 4.62** في السلالة (P₆) حيث أبدت جميع السلالات قدرةً عامةً معنويةً على التوافق لصفة الغلة من العلف الجاف تميزت منها السلالات (P₆, P₅, P₄). وتراوحت تأثيرات القدرة الخاصة من -18.42** (P₅ × P₆) إلى 8.82** (P₄ × P₆)، وامتلكت الهجن (P₂ × P₃, P₃ × P₅, P₄ × P₆) تأثيرات معنوية للقدرة الخاصة على التوافق (الجدول 8).

الجدول 3. تحليل التباين للسلاسل والهجن لصفة الإزهار وارتفاع النبات وعدد الأوراق في النبات وعدد الإسطاعات والغلة من العلف الأخضر والجاف.

مصادر ومكونات التباين	الإزهار (يوم)	ارتفاع النبات (سم)	عدد الأوراق في النبات (ورقة)	عدد الإسطاعات (إسطاع)	الغلة من العلف الأخضر (طن/هكتار)	الغلة من العلف الجاف (طن/هكتار)
مصادر التباين						
المكررات (السلاسل)	1.1667	1.4	1.7	1.8	0.62	7.189
السلاسل	6.6667**	7.01**	6.7**	7.33**	1245.79**	137.715**
الخطأ التجريبي	0.4333	0.5	0.52	0.55	19.60	3.565
معامل الاختلاف CV%	0.9	0.2	5.6	11.6	5.5	10.2
المكررات (الهجن)	0.289	15.80	0.1556	1.4889	35.848	2.2405
الهجن	40.737**	395.53**	1.1841*	1.8032*	3270.383*	204.3989*
الخطأ التجريبي	1.432	19.49	0.1079	0.4413	2.179	0.1362
معامل الاختلاف CV%	1.5	1.4	2.4	10.0	1.4	1.3
القدرة العامة على التوافق GCA	35.39**	490.37**	3.916**	**1.71	**7217.42	449.16**
القدرة الخاصة على التوافق SCA	41.56**	929.62**	6.076**	**4.12	**1509.30	176.44**
الخطأ التجريبي (GCA, SCA)	1.132	13.83	0.17	0.43	7.04	1.1
مكونات التباين						
تباين القدرة العامة σ^2_{GCA}	0.26	18.30	0.09	0.10	237.84	11.36333
تباين القدرة الخاصة σ^2_{SCA}	13.48	305.26	1.97	1.23	500.76	58.44867
$\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$	0.02	0.06	0.05	0.08	0.47	0.19
التباين التراكمي (الإضافي) Additive	0.51	36.60	0.18	0.20	475.68	22.73
التباين اللاتركبي (السيادة) Dominance	13.48	305.26	1.97	1.23	500.76	58.45
نسبة الإضافي إلى السيادة	0.04	0.12	0.09	0.16	0.95	0.39
درجة السيادة \bar{d}	5.14	2.89	3.31	2.48	1.03	1.60

** ، * تشير إلى المعنوية عند مستوى 1 أو 5% على التوالي.

الجدول 4. متوسطات السلالات لصفة الإزهار وارتفاع النبات وعدد الأوراق في النبات وعدد الإشطاء والغلة من العلف الأخضر والجاف.

السلالات	الإزهار (يوم)	ارتفاع النبات (سم)	عدد الأوراق في النبات (ورقة)	عدد الإشطاء (إشطاء)	الغلة من العلف الأخضر (طن/هكتار)	الغلة من العلف الجاف (طن/هكتار)
P1+	77.00	286.00	13.00	7.00	71.7	14.43
P2	76.67	285.67	12.67	6.67	72.7	21.53
P3	76.67	285.67	12.67	6.67	57.7	11.51
P4	74.33	283.58	10.33	4.33	70.4	17.36
P5	73.33	282.33	9.33	3.33	114.6	30.54
P6	76.00	285.00	12.00	6.00	93.0	15.57
المتوسط العام	75.67	284.71	11.67	5.67	80.0	18.49
L.S.D _{0.05}	1.198	1.2	1.3	1.2	8.05	3.435

+ P1, P2, P3, P4, P5, P6 تشير للسلالات الأبوية (IL-418, IL-12, IL-121, IL-9, IL-170, IL-242) على التوالي.

الجدول 5. قيم متوسطات الهجن لكل من صفة الإزهار وارتفاع النبات وعدد الأوراق في النبات وعدد الإشطاء والغلة من العلف الأخضر والجاف.

الهجن	الإزهار (يوم)	ارتفاع النبات (سم)	عدد الأوراق في النبات (ورقة)	عدد الإشطاء (إشطاء)	الغلة من العلف الأخضر (طن/هكتار)	الغلة من العلف الجاف (طن/هكتار)
P1 × P2	80.67	317	14.09	6	57.75	17.44
P1 × P3	78.67	311	13.82	6.67	88.42	25.11
P1 × P4	73.67	288	13.13	7.67	139.74	37.94
P1 × P5	75.33	301	13.36	8	149.82	40.45
P1 × P6	75.67	302	13.4	7.33	143.06	38.76
P2 × P3	74.33	308.3	13.22	7.33	85.83	24.46
P2 × P4	76.33	304	13.5	6.33	71.4	20.85
P2 × P5	83.33	325	14.46	6.67	78.49	22.62
P2 × P6	79.67	314	13.95	6.67	68.61	20.15
P3 × P4	81.33	319	14.18	6.33	64.52	19.13
P3 × P5	83.33	325	14.46	6	99.82	27.96
P3 × P6	82.67	323	14.37	6.67	114.9	31.73
P4 × P5	82.67	323	14.37	5.33	114.19	31.55
P4 × P6	85	330	14.69	5.33	108.24	30.06
P5 × P6	81	318.67	14.14	7	157.72	42.43
المتوسط العام	79.58	313.93	13.94	6.62	102.83	28.71
L.S.D _{0.05}	2.001	7.384	0.2752	1.1110	2.469	0.6171

+ P1, P2, P3, P4, P5, P6 تشير للسلالات الأبوية (IL-418, IL-12, IL-121, IL-9, IL-170, IL-242) على التوالي.

الجدول 6. قوة الهجين (%) قياساً لمتوسط الأبوين (HMP) والأب الأفضل (HBP) لكل من صفة الإزهار وارتفاع النبات وعدد الأوراق في النبات وعدد الإشطاء والغلة من العلف الأخضر والجاف.

الغلة من العلف الجاف (طن/هكتار)		الغلة من العلف الأخضر		عدد الإشطاء (اشطاء)		عدد الأوراق في النبات (ورقة)		ارتفاع النبات (سم)		الإزهار (يوم)		الهجن
HBP	HMP	HBP	HMP	HBP	HMP	HBP	HMP	HBP	HMP	HBP	HMP	
-18.47**	-2.38	-20.53**	-19.97**	-14.29	-12.20	8.57**	10.14**	2.87*	4.68**	1.26	2.54*	P1 × P2
18.26**	31.60**	23.39**	36.72**	-4.76	-2.44	14.29**	15.94**	9.52**	9.52**	-1.26	1.29	P1 × P3
56.12**	70.48**	95.00**	96.78**	9.52	35.29**	20.00**	29.23**	0.00	1.75	-7.92**	-7.72**	P1 × P4
-6.37**	27.16**	30.78**	60.90**	14.29	54.84**	5.71*	13.85**	8.36**	8.94**	-5.44**	-2.59*	P1 × P5
154.75**	164.39**	53.88**	73.79**	4.76	12.82	11.43**	20.00**	5.68**	8.14**	-5.02**	-1.52	P1 × P6
31.96**	71.98**	18.11**	31.68**	10.00	10.00	11.76**	11.76**	9.77**	11.70**	-4.29**	-3.04*	P2 × P3
-29.20**	-21.60**	-1.75	-0.17	-5.00	15.15	2.94	9.37**	5.17**	5.17**	-4.58**	-3.17**	P2 × P4
-49.22**	-40.43**	-31.48**	-16.15**	0.00	33.33**	5.88**	12.50**	-0.57	0.64	7.30**	9.17**	P2 × P5
4.66**	21.47**	-26.20**	-17.15**	0.00	5.26	20.59**	28.13**	4.55**	5.14**	2.58	5.05**	P2 × P6
5.97**	27.44**	-8.31**	0.77	-5.00	15.15	11.76**	18.75**	9.20**	11.11**	1.67	4.50**	P3 × P4
-22.98**	11.88**	-12.86**	15.91**	-10.00	20.00*	-11.76**	-6.25**	3.65**	4.20**	10.13**	10.62**	P3 × P5
164.74**	204.45**	23.59**	52.54**	0.00	5.26	17.65**	25.00**	3.41**	5.81**	9.25**	10.47**	P3 × P6
-6.08**	19.78**	-0.32	23.49**	23.08	39.13**	16.67**	16.67**	0.57	1.80	3.33*	6.67**	P4 × P5
67.49**	76.59**	16.43**	32.53**	-11.11	3.23	10.00**	10.00	1.14	1.71	6.25**	10.39**	P4 × P6
29.07**	70.99**	37.68**	52.00**	16.67	50.00**	20.00**	20.00**	7.39**	9.31**	8.00**	8.72**	P5 × P6

** ، * تشير إلى المعنوية عند مستوى 1 أو 5% على التوالي.

الجدول 7. تأثيرات القدرة العامة على التوافق GCA للسلاسل الأبوية لصفة الإزهار وارتفاع النبات وعدد الأوراق في النبات وعدد الإشتاعات والغلة من العلف الأخضر والجاف.

الغلة من العلف الجاف (طن/هكتار)	الغلة من العلف الأخضر (طن/هكتار)	عدد الإشتاعات (اشطاء)	عدد الأوراق في النبات (ورقة)	ارتفاع النبات (سم)	الإزهار (يوم)	السلاسل
-5.26**	-19.23**	0.40*	0.09	-3.72**	-0.61*	P1+
-4.22**	-18.63**	-0.01	0.44**	4.17**	1.60**	P2
-1.92**	-7.62**	-0.26*	-0.02	1.67	0.14	P3
3.21**	10.49**	-0.22*	-0.66**	-6.96**	-1.94**	P4
3.58**	15.69**	-0.14	-0.21*	0.42	0.01	P5
4.62**	19.30**	0.24*	0.36**	4.43**	0.81**	P6
0.4429	0.4943	0.1226	0.0875	0.6948	0.1978	SE[g(i)]
0.6051	0.7658	0.1899	0.1356	1.0765	0.3065	SE[g(i)-g(j)]

+, P1, P2, P3, P4, P5, P6 تشير للسلاسل الأبوية (IL-418, IL-12, IL-121, IL-9, IL-170, IL-242) على التوالي. **, * تشير إلى المعنوية عند مستوى 1 و5% على التوالي.

الجدول 8. تأثيرات القدرة الخاصة على التوافق للهجن لصفة الإزهار وارتفاع النبات وعدد الأوراق في النبات وعدد الإشتاعات والغلة من العلف الأخضر والجاف.

الغلة من العلف الجاف (طن/هكتار)	الغلة من العلف الأخضر (طن/هكتار)	عدد الإشتاعات (اشطاء)	عدد الأوراق في النبات (ورقة)	ارتفاع النبات (سم)	الإزهار (يوم)	الهجن
5.22**	14.22**	-0.07	-1.15**	-20.17**	-2.78**	P1 × P2
5.85**	16.37**	0.85*	-0.15	4.74*	-3.65**	P1 × P3
-2.89**	-16.17**	-0.20	0.77**	9.03**	0.43	P1 × P4
-1.49	-14.28**	0.05	1.29**	22.66**	5.47**	P1 × P5
-5.00**	-27.77**	-0.32	0.20	7.65**	1.01	P1 × P6
-8.13**	-12.37**	0.60	-1.04**	-25.56**	-3.53**	P2 × P3
-5.64**	-23.64**	0.22	1.12**	16.15**	3.22**	P2 × P4
2.81**	6.46**	-0.20	0.94**	14.77**	3.26**	P2 × P5
5.54**	17.92**	0.10	0.28	8.76**	1.80**	P2 × P6
-9.72**	-28.80**	-1.53**	-2.28**	-16.77**	-2.32**	P3 × P4
4.10**	9.81**	-0.61	1.31**	15.27**	4.05**	P3 × P5
1.58	0.26	-0.99	1.05**	18.26**	5.60**	P3 × P6
-2.03**	-7.93**	-2.65**	-3.08**	-16.52**	-3.20**	P4 × P5
8.82**	31.62**	0.64	1.14**	15.56**	3.68**	P4 × P6
-18.42**	-38.33**	-0.45	-1.44**	-25.24**	-3.28**	P5 × P6
0.5364	1.3577	0.3366	0.2404	1.9083	0.5433	SE[s(i,j)]
0.8005	2.0262	0.5023	0.3587	2.8480	0.8108	SE[s(i,j)-s(i,k)]

*, ** تشير إلى المعنوية عند مستوى 1, 5% على التوالي.

الاستنتاجات:

- 1- أظهرت السلالات تباينات معنوية لدى جميع الصفات المدروسة، مما يشير إلى التباين الوراثي والجغرافي بين السلالات الأبوية التي استخدمت في عملية التهجين.
- 2- كان تباين القدرة العامة والخاصة على التوافق معنويًا في جميع الصفات المكونة للغلة العلفية، مما يشير إلى مساهمة كل من الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة تلك الصفات.

3- بينت نسبة تباين القدرة العامة إلى القدرة الخاصة على التوافق، ودرجة السيادة، إلى سيطرة الفعل الوراثي اللاتراكمي في وراثة الصفات المكونة لغلة العلف.

4- بينت نتائج مقارنة المتوسطات لصفة الغلة من العلف الأخضر والجاف تفوق الهجن (IL-418 × IL-12، IL-418 × IL-242، IL-12 × IL-242)، بالمقارنة مع المتوسط العام لتلك الهجن.

5- حققت الهجن (IL-418 × IL-12، IL-418 × IL-121، IL-418 × IL-9، IL-170 × IL-9، IL-418 × IL-242، IL-121 × IL-242) قوة هجين معنوية ومفيدة قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل، لمعظم الصفات المكونة لغلة العلف.

6- أظهرت السلالات (P4، P5، P6) قدرةً عامّةً على التوافق (Good combiner)، معنوية لصفتي الغلة من العلف الأخضر والجاف.

7- امتلكت الهجن (IL-418 × IL-121، IL-418 × IL-170، IL-418 × IL-9، IL-242 × IL-170، IL-242 × IL-170) أعلى قدرةً خاصّةً على التوافق لصفتي الغلة من العلف الأخضر والجاف.

التوصيات:

1- استخدام السلالات (P4، P5، P6) في برامج تطوير غلة محصول الدخن العلفية، لتمييزها بقدرةً عامّةً جيدةً على التوافق لصفتي الغلة من العلف الأخضر والجاف.

2- إمكانية متابعة العمل في برامج الأجيال الانعزالية لعشائر الهجن (IL-418 × IL-12، IL-418 × IL-242، IL-418 × IL-121) لامتلاكها لقوة هجين مفيدة، قياساً لمتوسط الأبوين والأب الأفضل، لاسيما عند تحسين صفتي الغلة من العلف الأخضر والجاف.

المراجع:

اللحام، غسان ومعمّر العمارين والياس عويل وسعود شهاب (2009). تأثير تكرار الحش في تقييم بعض الطرز الوراثية من الذرة البيضاء *Sorghum bicolor* L. Moench والدخن *Pennisetum glaucum* L. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 25(2): 107-123.

حسن، أحمد عبد المنعم (1991). أساسيات تربية النبات. الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة 682 صفحة.

Abuelgasim, E.H. (1999). Pearl millet breeding and improvement program in Sudan. A paper presented in the monthly scientific forum October 1999, Minis. of Agric. and Fores., Khartoum.

Akabari, V.R.; and H.P. Parmar (2014). Heterosis response and combining ability for green fodder yield and quality traits in forage sorghum. J. of Progress. Agric., 5:9-14

Akanchalekum, D.A. (2005). Component of variation combining ability and heterosis in Ghanaian pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) Deptt. of Crop and Soil Sci., Univ. of Sci. and Tech. Kamasi.

Akash, M.W.; and H.M. Saoub (2002). Grain yield of three sorghum varieties as influenced by seeding rate and cutting frequency. Pak. J. of Agron., 1 (2-3): 101-104.

Alam, A.K.M.; S. Ahmed; M. Begum; and M.K. Sultan (2008). Heterosis and combining ability for grain yield and its contributing characters in maize. Bangladesh. J. Agril. Res., 33(3):375-379.

Amanullah, S.P.; and P.S. Khanzada. (2004). Growth characters and productivity of forage oats varieties at Peshawar Sarhad J. of Agric., 20 (1): 5-10. Pakistan

- Kumar, A. (2004). In: 3rd National Seminar on Millet held at ARS Mandor, Jodhpur on 11-12 March 2004.
- Arulselvi, S.K., B. Mohanasundram; and S. Malarvizhi. (2006). Heterosis for grain yield components and grain quality characters in pearl millet. ISMN, 47. ICRISAT.
- Baskaran, K.; and A.R. Muthiah (2006). Variability studies in pigeon pea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.]. Res. Crops. 7: 249-252.
- Bhadalia, A.S.; K.K. Dhedhi; H.J. Joshi; and J.S. Sorathiya (2014). Combining ability studies through diallel analysis in pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.]. Internat. J. agric. Sci., 10 (1): 57-60.
- Bhuri, S.; P.K. Upadhyay; S.K. Meena; and K.C. Sharma (2014). Combining ability analysis in pearl millet for dual purpose in semi-arid region of Rajasthan. Indian Res. J. Genet. and Biotech. 6(3): 501-504.
- Chaudhary, V.P.; K.K. Dhedhi; H.J. Joshi; and D.R. Mehta (2012). Combining ability studies in line x tester crosses of pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.]. Res. Crops. 13 (3):1094-1097.
- Chandirakala, R.; N. Subbaraman; and A. Hameed (2010). Heterosis for yield in pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). Electron. J. Plant Breed., 1: 205-208.
- Chaudhari, H.K. (1971). Glossary of plant breeding terms. pp. 251-271. In: H. K. Chaudhari, (ed). Elementary principles of plant breeding, Edition 2nd. Oxford and IBH publishing CO. New delhi, Bombay, Caicutta.
- Chavan, A.A.; and Y.S. Nerkar (1994). Heterosis and combining ability studies for grain yield and its components in pearl millet. J. Maharashtra Agriculture University. 19 (10): 58-61.
- Chotaliya, J.M.; C.J. Dangaria; and K.K. Dhedhi (2010). Combining ability studies in a diallel cross often selected restorers of pearl millet. International J. of Agric. Sci., 6 (1): 216219.
- Chohan, M.S.M.; M. Naeem; A.H. Khan; and R.A. Kainth (2006). Performance of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.) varieties for forage yield. J. of Agric. Res., (44): 23-27.
- Dangaria, C.J.; and S.D. Atara (2004). GHB 558 – A newly developed dual-purpose hybrid of pearl millet. Page 6 in Millet research and development – future policy options in India, 11 Mar – 12 Mar.
- Dangaria, C. J.; J. M. Chotalia; J.J. Savaliya; B.K. Davda; and A.G. Pansuriya (2009)^a. Hybrid vigour studies in ten newly developed restorer lines of pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br). Agric. Sci. Digest., 29 (4):275-278.
- Dangaria, C.J.; J.M. Chotalia; J.J. Savaliya; B.K. Davda; and A.G. Pansuriya (2009)^b. Combining ability analysis in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.) Agric. Sci. Digest., 29 (4) : 287-290
- Davda, B.K.; K.K. Dhedhi; C.J. Dangaria; and A.K. Joshi (2008). Heterosis for grain yield and its components in pearl millet. International J. of Agric. Sci., 4 (1):371-376.
- Dutt, Y.; and C.R. Baniwal (2002). Heterosis for green fodder yield in pearl millet. Agric. Sci. Digest., 22 (1): 27 – 29.
- Griffing, B. (1956). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Australian J. Biol. Sci., 9:463–493.
- Hall, A.; M. Blümmel; W. Thorpe; F.R. Bidinger; and C.T. Hash (2004). Sorghum and pearl millet as food-feed crops in India. Animal Nutrition and Feed Technology. 4:1–15.
- IBPGR (1985). Descriptors for Pearl Millet, IBGR secretariat, ROME.

- Jethva, A.S.; L.R. Madriya; R.B. Mehta; and D.R.C. Mandavia (2011). Combining ability over environments for grain yield and its related traits in pearl millet. *Crop Improv.*, 38 (1):92-96.
- Joshi, H.J.; K.V. Pethani; H.L. Dhaduk; and D.R. Mehta (2001). Combining ability of restorers in pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] *Agric. Sci. Digest.*, 21 (3); 161 – 163.
- Karad, S.R.; and P.N. Harer (2004). Heterosis in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). *Mysore J. of Agric. Sci.*, 38(1): 19-24.
- Karthigeyan, S. (1994). Studies on heterosis and combining ability in sweet pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). M.Sc. (Ag) Thesis, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, Inida.
- Kandasamy, G.; and R.S. Ramalingan (1993). *Crop Improv. Soc. India* pp 28-29.
- Khangura, B.S.; K.S. Gill; and P.S. Phul (1980). Combining ability analysis of beta-carotene, total carotenoids and other grain characteristics in pearl millet. *Theoretical and Applied Genetics.* 56:91–96.
- Prakash, V.; and E.V.D. Sastry (1989). *Agric. Sci. Digest.*, 9: 195-197.
- Pandy, P.; R. Kumar; V.R.P andy; K.K. Jasmal; and M. Tirpathi (2013). Studies on Heterosis for yield and component traits on CGMS Based Pigeonia *Cajanus cajan* (L.) Millsp. Hybrids. *Inter. J. of Agric. Res.*, 8(4) :185-171.
- Patil, P.A.; S.S. Mehetre; and C.R. Mahajan. (1994). Heterosis in pearl millet (*Pennisetum americanum* L.). *An. Agric. Res.*, 15: 50-53.
- Patel, M.P.; and S.B.S. Tikka (2008). Heterosis for yield and yield components in pigeon pea. *J. Food Legumes.* 2: 65-66.
- Ram, M.M.; D.S. Jakhar; S.P. Singh; and P.K. Singh (2015). Trait association and path analysis for dual purpose pearl millet. *BIOINFOLET. A Quarterly Journal of Life Sciences.* (12): 635 – 639.
- Ramamoorthi, N.; and R. Govindarasu (2001)^a. Heterosis for grain yield and its components in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.). *Madras Agric. J.*, 87 (1/3): 159-161
- Ramamoorthi, N.; and N. Nadarajan (2001)^a. Genetic analysis for yield attributes in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). *Madras Agric. J.*, 87 (4/6): 316-317.
- Ravikumar, R.L. (1988). Genetic and biochemical basis of blast resistance in finger millet [*Eleusine corocana* (L) Gaertn]. Thesis abstracts. *Mysore J. Agric. Sci.*, 23:296.
- Rohitashwa, R.; V. Singh; and O.P. Khedar (2006). Genetic variability for dry fodder yield in pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.]. *Crop Res.*, 31(2):250-252.
- Sarode, S.B.; M.N. Singh; and U.P. Singh (2009). Genetic analysis of yield and yield components in long duration pigeon pea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.]. *Int. J. Agric. Sci.*, 5: 78-81.
- Senthil, N.; A. Nirmalakumari; A.J. Joel; B. Selvi; and T.S. Raveendran (2005). Small millets for nutritional security. Coimbatore, India: Kalaiselvam Pathipagam.
- Singh, R.K.; and B.D. Chaudhary (1977). *Biometrical method in quantitative genetic analysis.* Kamla Nagar, Delhi 110007. India.
- Shinde, D.V.; and J.S. Desale (1985). Current research reporter, Maharashtra Phule Agric. Univ., 1: 21-26.
- Shanmuganathan, M.; A. Gopalan; and K. Mohanraj (2005). Combining ability analysis of dual purpose pearl millet genotypes. *ISMN* 46:95-97.
- Stoskopf, N.C. (1985). *Cereal grain crops* Reston publishing CO. Inc. Virginia. Pp 429-443.

- Sprague, G.F. and L.A. Tatum (1942). General versus specific combining ability in single crosses of corn. *J. Amer. Soc. Agron.*, 34:923-932
- Sumathi, P.; A.J. Joel; and V. Muralidharan (2005). Combining ability and heterosis for grain yield and its component traits in finger millet under irrigated conditions. *Centre for Plant Breeding and Genetics. ISMN* 46(1): 92-95.
- Tariq, A.S.; Z. Akram; G. Shabbir; M. Gulfraz; K.S. Khan; M.S. Iqbal; T. Mahmood (2012). Character association and inheritance studies of different sorghum genotypes for fodder yield and quality under irrigated and rainfed conditions. *Afric. J. of Biotech.*, 11:9189–9195.
- Tamil, S.C.; N. Jayaraman; and N. Senthil (1995). Heterosis study in ragi [*Eleusine corocana* (L) Gaertn]. *J. Phytol. Res.*, 8 (1):53–56.
- Ünay, A.; H. Basal; and C. Konak (2004). Inheritance of grain yield in a Half-Diallel maize population. *Turk. J. Agric.*, 28: 239-244.
- Vaghela, K.O.; R.T. Desai; J.R. Nizama; J.D. Patel; and V.C. Kodappully (2011). Heterosis study for yield and yield and component in Pigeon pea a [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.]. *Res. Crops*. 12:192-194.
- Vanderlip, R.L. (1991). Modeling millet and sorghum establishment and growth and sustainable crop production. *INTSORMIL. Ann. Rep.*, P: 38 – 43.
- Vermerris, W. (2011). Survey of genomic approaches to improve bioenergy traits in maize, sorghum and sugarcane. *J. of Integ. Plant Biol.*, 53:105–119.
- Vetrivertha, M.; N.A. Nirmalakumari; and S. Ganapathy (2008). Heterosis for grain yield components in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). *World Journal of Agricultural Sciences*. 4 (5): 657-660.
- Wankhade, R.R.; K.B. Wanjari; G.M. Kadam; and B.P. Jadhav (2005). Heterosis for yield and yield components in Pigeon pea involving male sterile line. *Indian J. Pulses Res.*, 18:141-143
- Wanjari, K.B.; S.A. Bhongle; and N.H. Sable (2007). Evolution of heterosis in CMS based hybrids in Pigeon pea. *J. Food Legumes*. 20:107-108.
- Wynne, J.C.; D.A. Enevy; and P.W. Rice (1970). Combining ability estimation in *Arachis hypogea*. II – Field performance of F₁ hybrids. *Crop Sci.*, 1: 713-715.
- Yadav, A.K.; M.S. Narwal; and R.K. Arya (2012). Study of genetic architecture for maturity traits in relation to supra-optimal temperature tolerance in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). *International J. of Pl. Breed. and Genet.*, 6 (3):115-128.
- Yan, W.; and L.A. Hunt (2002). Biplot analysis of diallel data. *Crop Sci.*, 42:21–30.
- Yoshida, T.; and K. Sumida (1996). Mass selection and grain yield of improved population in pearl millet (*Pennisetum typhoides* Rich). *Japan J. Crop Sci.*, 65: 5862.

General and Specific Combining Ability for Some Fodder Components Yield Traits of Pearl Millet Single Crosses

[*Pennisetum glaucum*)L.(R. Br.)

Ghassan AL Lahham^{*(1)} Elias Aweel⁽¹⁾ Saoud Shehab⁽¹⁾ Majeda AL Rwely⁽¹⁾ Razan AL Najjar⁽¹⁾ Reem AL Mansour⁽¹⁾ Ali Wannous⁽¹⁾ Thamer AL Hniesh⁽¹⁾

(1). Crops Research Administration, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Damascus, Syria.

(*Corresponding author: E-Mail: gh_lahham@hotmail.com).

Received: 02/05/2019

Accepted: 01/10/2019

Abstract

Half diallel set of crosses between six inbred lines of pearl millet were executed at First of May Research station, Syria, during 2011 and 2012 seasons to study the heterosis, and general and specific combining ability components for silking date (day), plant height(cm), number of leaves, number of tillers per plant and green and dry fodder yield (ton/ha), to be compared with the average. The experiment was arranged in a randomized complete block design (RCBD), with three replications. The results showed that the variation of inbred lines and crosses was highly significant in the inheritance of all studied traits, and the general (GCA) and specific (SCA) combining abilities mean squares of the inbred lines, and crosses were significant for all traits, this showed the contribution of additive and non-additive gene action in those traits. The ratio of $\sigma^2_{GCA}/\sigma^2_{SCA}$ showed the dominance of additive gene action in inheritance of these traits. Heterosis of hybrids (P1 × P4, P1 × P6, P2 × P3, P3 × P6, P4 × P6 and P5 × P6) was significant compared with mid and better parents for most studied traits in particular green and dry fodder yield. The lines (P6, P5, P4) also showed a positive and significant general ability for yield of green and dry forage. while the hybrids (P1 × P2, P1 × P3, P2 × P6 and P4 × P6) had the highest significant good SCA for green fodder yield (14.22**, 16.37**, 17.92** and 31.92**) respectively. This confirms the need to include them in the selection and breeding programs of this crop.

Key words: Pearl millet, Half diallel cross, GCA, SCA, Heterosis.