

تحليل المسار والأهمية النسبية لبعض مكونات الغلّة العلفية في محصول الدخن اللؤلؤي [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.]

غسان اللحام*⁽¹⁾ والياس عويل⁽¹⁾ ورزان النجار⁽¹⁾ وماجدة رويلي⁽¹⁾ وغرود العسود⁽¹⁾ ورياض بليش⁽¹⁾
ومحمد علي⁽¹⁾

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

تاريخ القبول: 2017/04/29

تاريخ الاستلام: 2017/04/09

الملخص:

نفّذت الدراسة في محطة خرابو، التابعة لإدارة بحوث المحاصيل، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، قرب دمشق، خلال الموسمين 2011 و 2012، بهدف دراسة معامل الارتباط المظهري، وتحليل المسار، لبعض الصفات الشكلية، والمكوّنة للإنتاج العلفي الأخضر [عدد الأيام حتى الإزهار (يوم)، وارتفاع النبات (سم)، وعدد الأوراق في النبات، وعدد الإشطاءات في النبات، والغلّة من العلف الأخضر (طن/هكتار)]، لدى 15 هجيناً نتج عن التهجين نصف التبادلي ما بين ستة سلالات نقيّة من محصول الدخن اللؤلؤي، بالإضافة إلى 6 سلالات اعتبرت كأباء في عملية التهجين. نفّذت التجربة وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية، بثلاثة مكررات. أظهرت نتائج دراسة معامل الارتباط المظهري، وجود علاقة ارتباط موجبة، ومعنوية، بين صفة الغلّة من العلف الأخضر، وكل من ارتفاع النبات، وعدد الأوراق في النبات، وعدد الإشطاءات في النبات ($r=0.841^{**}, 0.689^{**}, 0.787^{**}$) على التوالي. وما بين ارتفاع النبات، وعدد الأوراق والإشطاءات في النبات ($r=0.734^{**}, 0.500^{*}$) على التوالي. ما يبين إمكانية الانتخاب لهذه الصفات في تحسين غلّة الدخن من العلف الأخضر. ولوحظ من خلال تحليل المسار، أن كلاً من صفة عدد الإشطاءات في النبات، وارتفاع النبات، وعدد الأوراق في النبات، ذات تأثير مباشر في غلّة العلف الأخضر. بالإضافة إلى التأثير غير المباشر لصفة ارتفاع النبات مع كل من عدد الإشطاءات في النبات، وعدد الأوراق في النبات على التوالي، مساهمة في زيادة الغلّة النهائية من العلف الأخضر، حيث بلغت مساهمتها (61.97%)، وبالتالي يمكن اعتمادها كمعايير انتخابية، ذات أهمية كبيرة في تحسين غلّة العلف الأخضر الناتج عن محصول الدخن اللؤلؤي، خلال فترة الصيف أثناء شح المادة العلفية في سورية.

الكلمات المفتاحية: معامل الارتباط المظهري، تحليل المسار، الغلّة من العلف الأخضر، الدخن اللؤلؤي.

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 تلقى 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 غرب أفريقيا (Stoskopf, 1985)، ويزرع بشكل واسع في أماكن مختلفة من العالم، ويصنّف من أهم المحاصيل في المناطق شبه الجافة لاستخداماته المتعدّدة 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 الخضريّة والكيميائية بالذرة البيضاء، ما مكن الباحثين من إنتاج بعض الهجن من هذا المحصول، كما تتصف نباتاتها بساقها الناعمة المنتصبّة، التي تحمل عدداً كبيراً من الأوراق، التي لها 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 كثنائي الغرض، من أجل حبوبه التي تتشابه في قيمتها الغذائية بالذرة البيضاء، أو علفي بالحصول على الأعلاف الخضراء والجافة من هذا المحصول. 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، وبالتالي فإن تحديد مدى الارتباط بين الغلة ومكوناتها، ودراسة التأثير المباشر وغير المباشر لهذه المكونات في الغلة، والعلاقة فيما بينها، سيساعد المربي على تحديد المعيار الفعال في انتخاب الأنماط الوراثية المرغوبة، وتحديد السلوكية الوراثية التي تتحكم بهذه الصفة من خلال مكوناتها. كما أن علاقات الارتباط بين صفة الغلة الحبيبة من جهة، وكل من عناصرها من جهة أخرى، يحقق فائدة وتقدماً في برامج تربية النبات، في مراحلها المختلفة (Chaudhary et al., 2012). يستخدم معامل الارتباط لتحديد العلاقة ما بين الغلة ومكوناتها وتحديد درجة، وقوة العلاقة المتبادلة ما بين الصفات، ويفيد تحليل معامل المسار في تجزئة معامل الارتباط إلى تأثيرات مباشرة، وغير مباشرة لكل صفة من الصفات بالاعتماد على صفة الغلة (Bika and Shekhawat, 2015)، ويستخدم في عدة محاصيل حقلية (Khalik et al., 2004)، لزيادة فعالية عملية الانتخاب عبر الصفات الثانوية المكونة للغلة، وهي الأهم والأكثر واقعية في هذا المحصول (Singh et al., 2014). ويقاس معامل المسار الأهمية المباشرة، وغير المباشرة، للصفات المركبة والمعقدة، ووظائفها في المساهمة في معظم الارتباطات ومسبباتها، وذلك بهدف استخدام بعض هذه الصفات كدليل انتخابي (Puri et al., 1982).

أظهرت دراسة قام بها الباحث (Bello et al., 2001) أهمية الاعتماد على مكونات الغلة في محصول الدخن اللؤلؤي، لاسيما علاقات الارتباط المظهري ما بين صفتي عدد الإسطوانات، وطول النبات في ارتباطاتها مع صفة الغلة من العلف الأخضر، لما تتمتع به هذه الصفات من سهولة أثناء تنفيذ عملية الانتخاب من خلالها. وبالتالي صُنفت من الصفات الهامة في برامج التربية لدى تحسين الإنتاج العلفي في محصول الدخن (Ram et al., 2015).

درس الباحثون (Kumar et al., 2014) معامل المسار لنحو 26 هجين من محصول الدخن اللؤلؤي، وأشاروا إلى أن صفات الوزن الجاف للعلف، وارتفاع النبات، وعدد الإسطوانات في النبات ذات أهمية، كونها ذات تأثير مباشر في الغلة من العلف الأخضر، ما يتيح استخدام تلك الصفات في تحسين إنتاجية محصول الدخن. وفي دراسات أخرى أبدت الصفات المذكورة، إضافة إلى صفتي طول العنكول، وعدد الأيام حتى إزهار 50% من النباتات، على تأثيرات مباشرة في الغلة، وبذلك صُنفت من أهم معايير الانتخاب للغلة الحبيبة (Singh et al., 2015). وفي دراسة للباحثين (Kumar et al., 2017) على 54 طرازاً من الدخن، من خلال بعض الصفات الشكلية، والمكونة للغلة من العلف الأخضر، وجدوا أن بعض الصفات مثل ارتفاع النبات، وعدد الإسطوانات، وعدد الأوراق، ونسبة الأوراق إلى الساق أظهرت تأثيراً مباشراً في تباين الغلة من العلف الأخضر في محصول الدخن.

تضمنت الدراسة تحليل معامل الارتباط المظهري، ومعامل المسار لدى 15 هجين من الدخن و6 سلالات لتحديد العلاقة المتبادلة عبر 5 صفات شكلية، مكونة للإنتاج العلفي الأخضر في الدخن اللؤلؤي. وتأثيراتها المباشرة، وغير المباشرة في الغلة من خلال تحليل معامل المسار لتحديد معايير الانتخاب الأكثر فاعلية لاستخدامها في عزل الطرز ذات الطاقة الإنتاجية العالية.

مواد البحث وطرائقه:

تمّ تقييم أداء 15 هجيناً من الدخن، نتجت عن استخدام طريقة تهجين نصف تبادلية Half diallel cross بالإضافة إلى 6 سلالات اعتبرت كأباء في عملية التهجين. تمّ الحصول على بذار السلالات من قسم بحوث الذرة، في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية. وروعي عند اختيارها التباعد والاختلاف في خصائصها الوراثية (الجدول، 1).

الجدول 1. نسب ومواصفات السلالات الأبوية المدروسة.				
رقم السلالة	النسب	عدد الأيام حتى الإزهار (يوم)	ارتفاع النبات (سم)	الغلة من العلف الأخضر (طن/هكتار)
1	IL- 2006-242	79	280	71.479
2	IL- 2006-170	77	290	70.801
3	IL- 2006-9	74	285	60.021
4	IL- 2006-121	79	290	74.223
5	IL- 2006-12	75	285	115.861
6	IL- 2006-418	73	285	101.271

IL: سلالة أبوية.

نفذت الدراسة في محطة واحد آبار لبحوث الذرة الصفراء، في منطقة خرابو، التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في سورية، خلال عامي 2011 و 2012. حيث تمت زراعة الطرز يدويا، 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/يونيو، في خطوط بمساحة تقدر بنحو (8.4 م²) لكل قطعة تجريبية، بواقع أربعة خطوط لكل طراز مدروس، طول الخط 3 م، وتركت مسافة 70 سم بين الخط والآخر، مع مراعاة توزيع الطرز بشكل عشوائي، على القطع التجريبية. قسّمت الأرض المعدة للزراعة إلى (21) قطعة تجريبية. 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%، و 8 كغ/ دونم من السماد الأزوتي يوريا 46% على دفعتين.

الجدول 2. التحليل الكيميائي والميكانيكي لتربة الموقع.

التحليل الكيميائي			التحليل الكيميائي						
طين	سنت	رمل	P المتاح mg/kg	K المتاح mg/kg	N الكلي %	كربونات الكالسيوم %	المادة العضوية %	(PH)	(EC) dS/m
48	24	28	145.9	165.5	0.102	66.5	1.22	8.09	2.04

عند اكتمال إزهار نباتات القطع التجريبية. أخذت عينات عشوائية لعشرة نباتات محاطة، من كل طراز وراثي، في كل قطعة تجريبية، وأخذت القراءات على الشكل الآتي (IBPGR, 1985):

1. عدد الأيام حتى الإزهار (يوم): أخذ متوسط عدد الأيام حتى الإزهار لنحو 50% من نباتات القطعة تجريبية.
 2. ارتفاع النبات (سم): تم بقياس المسافة من قاعدة النبات عند مستوى سطح الأرض إلى العقدة الأخيرة على الساق.
 3. عدد الأوراق في النبات: تم قياسها بعد الأوراق للنباتات المختارة عشوائياً لكل قطعة تجريبية.
 4. عدد الإشطاعات في النبات: من خلال حساب متوسط عدد الإشطاعات للنباتات المختارة عشوائياً من كل قطعة تجريبية.
 5. الغلة من العلف الأخضر (طن/هكتار): وذلك بحساب متوسط وزن العلف الأخضر الناتج عن النباتات المحصودة في الخططين الوسطيين من كل قطعة تجريبية (4.2 م²)، ثم تم تحويلها إلى طن/هكتار.
- تم تبويب البيانات باستخدام برنامج Excel، ثم تم حساب معامل الارتباط المظهري Phenotypic correlation، بين الصفات المدروسة باستخدام برنامج SPSS v.12، وفق ما ورد في معادلة (Snedecor and Cochran, 1981):

$$r_{ph} = \sigma_{p_i p_j}^2 / \sqrt{\sigma_{p_i}^2 \times \sigma_{p_j}^2}$$

r_{ph} : معامل الارتباط المظهري.

$\sigma_{p_i p_j}^2$: التباين المشترك المظهري بين الصفة i والصفة j .
 $\sigma_{p_i}^2$ and $\sigma_{p_j}^2$: التباين المظهري لكل من الصفة i والصفة j .

تم حساب معنوية معامل الارتباط حسب الجدول القياسي الموضوع من قبل (Snedecor, 1961). كما أُجري تحليل معامل المسار من أجل تحديد التأثيرات المباشرة، وغير المباشرة للصفات في الانتاجية والوقوف على الأهمية النسبية لكل صفة من خلال تقدير نسبة مساهمتها في إنتاجية المحصول وذلك وفق معادلة العالمين (Dewey and Lu, 1959):

$$I = P_{y0}^2 + P_{y1}^2 + P_{y3}^2 + (2P_{y1r12}P_{y2}) + (2P_{y1r13}P_{y3}) + (2P_{y2r23}P_{y3})$$

P: معامل المسار الذي يقيس التأثير المباشر.

y: الغلة من العلف الأخضر.

r: الارتباط المظهري.

كما تم تحديد الأهمية النسبية Relative Importance وفق المعادلة:

$$RI = |CD_i| / \sum_i |CD_i| \times 100$$

CD_i: معامل التحديد للصفة *i*.

RI: الأهمية النسبية لمساهمة الصفة في الإنتاجية.

صنفت التأثيرات المباشرة وغير المباشرة حسب المستويات التي اقترحها (Lenka and Mishra, 1973) على النحو الآتي:

مستوى التأثير	التأثيرات المباشرة وغير المباشرة
مهم	0-0.09
منخفض	0.1-0.19
معتدل	0.20-0.29
مرتفع	0.30-1
مرتفع جداً	أكبر من 1.00

النتائج والمناقشة:

أولاً- معامل الارتباط المظهري:

1. ارتفاع النبات (سم).

ارتبطت صفة ارتفاع النبات ارتباطاً موجباً، ومعنوياً، مع صفة عدد الأوراق في النبات $r = 0.500^*$ ، وبشكل عالي المعنوية مع صفة عدد الإشتاءات في النبات $r = 0.734^{**}$ ، (Rathore, 1993; Navale *et al.*, 1995; Berwal *et al.*, 1996) وكذلك مع صفة الغلة من العلف الأخضر، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط $r = 0.787^{**}$ ، يتطابق ذلك مع (1999) Khairwal *et al.* الذين أشاروا إلى أهمية الصفات الشكلية مثل ارتفاع النبات، وعدد الإشتاءات والأوراق في النبات مع زيادة الغلة، كونها تبدي سهولة أثناء ممارسة عملية الانتخاب الفعال لتلك الصفات (Bhoite *et al.*, 2008). في حين كان ارتباط تلك الصفات سلبياً وغير معنوي مع عدد الأيام حتى الإزهار. ينسجم ذلك مع ما توصل إليه الباحثون (Akromah *et al.*, 2008) من أن الأصناف المبكرة المدروسة لديهم أعطت إنتاجاً أعلى. وتخالف هذه النتائج ما توصل إليه الباحثان (Bika and Shekhawat, 2015)، اللذين أشارا إلى الارتباط الموجب، ما بين الغلة من العلف الأخضر، وعدد الأيام حتى الإزهار (الجدول، 3).

2. عدد الأوراق في النبات:

أكدت النتائج في الجدول (3)، ارتباط صفة عدد الأوراق في النبات ارتباطاً موجباً، وعالي المعنوية مع صفة عدد الإشتاءات في النبات $r = 0.745^{**}$ ، وكذلك مع صفة الغلة من العلف الأخضر $r = 0.689^{**}$ ، توافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه (Khandelwal *et al.*, 2015)، من حيث الارتباطات الموجبة، والمعنوية مع صفة عدد الأوراق في النبات، وعدد الإشتاءات في النبات، وكذلك في تأثيرها المباشر أيضاً في الغلة من العلف الأخضر (Kumar and Singh, 2012)، لكنه خالفهم من حيث الارتباط السلبي مع عدد الأيام حتى الإزهار (الجدول، 3).

3. عدد الإشطاءات في النبات:

ارتبطت هذه الصفة ارتباطاً موجباً، وعالي المعنوية، مع صفة الغلة من العلف الأخضر حيث بلغت قيمة معامل الارتباط $r = 0.841^{**}$ (Bhagirathram *et al.*, 2007)، ما يشير إلى أهمية عدد الإشطاءات في النبات، بالإضافة إلى صفة ارتفاع النبات في تحسين انتاجية العلف الأخضر في هذا المحصول. بينما كانت علاقة الارتباط سلبية مع عدد الأيام حتى الأزهار $r = -0.269$ (Vinodhana *et al.*, 2013)، (الجدول، 3).

4. الغلة من العلف الأخضر (طن/هكتار):

يظهر الجدول (3) ارتباطاً موجباً وعالي المعنوية، مع صفة ارتفاع النبات حيث بلغت قيمة معامل الارتباط $r = 0.787^{**}$ ، وكذلك إضافة لارتباطها الموجب، وعالي الدلالة الإحصائية مع صفة عدد الأوراق في النبات $r = 0.689^{**}$ ، وكذلك مع عدد الإشطاءات في النبات $r = 0.841^{**}$ ، وارتباطاً سلبياً مع عدد الأيام حتى الأزهار $r = -0.269$. ويتطابق هذا مع ما أشار إليه الباحثون (Singh *et al.*, 2014) حول أهمية صفة ارتفاع النبات، وصفة عدد الأوراق والإشطاءات في النبات، كأبرز مؤشرات لزيادة الغلة من العلف الأخضر في محصول الدخن.

الجدول 3. قيم معامل الارتباط المظهري بين الصفات المدروسة.

الصفات	عدد الأيام حتى الأزهار (يوم)	ارتفاع النبات (سم)	عدد الأوراق في النبات	عدد الإشطاءات في النبات
عدد الأيام حتى الأزهار	-			
ارتفاع النبات	-0.305	-		
عدد الأوراق في النبات	0.037	0.500*	-	
عدد الإشطاءات في النبات	-0.039	0.734**	0.745**	-
الغلة من العلف الأخضر	-0.269	0.787**	0.689**	0.841**

**،* معنوية معامل الارتباط المظهري عند مستوى 1% أو 5% على التوالي.

ثانياً - تحليل معامل المسار:

استخدم تحليل معامل المسار، لتحديد طبيعة العلاقة بين الغلة الكلية للمحصول، والصفات الأخرى لاسيما مكوناتها، وذلك بهدف استخدام بعض هذه الصفات كدليل انتخابي في برامج التربية والتحسين الوراثي للدخن. حيث وجد من خلال الجدول (4) أن تصنيف التأثيرات المباشرة وغير المباشرة للصفات، تراوحت من المهمل حتى المرتفع. وكان مستوى التأثير المباشر لصفة عدد الإشطاءات في النبات، مرتفعاً 0.477 ، وكان التأثير غير المباشر لهذه الصفة مع ارتفاع النبات، وعدد الأوراق في النبات، مرتفعاً أيضاً $(0.355, 0.350)$ على التوالي. وهذا ما يفسر القيم العالية لمعامل الارتباط المظهري ما بين صفة ارتفاع النبات، وعدد الأوراق في النبات، وعدد الإشطاءات في النبات، مع الغلة من العلف الأخضر $(0.841^{**}, 0.689^{**}, 0.787^{**})$ ، في حين كان التأثير المباشر لصفة ارتفاع النبات معتدلاً 0.286 ، وكذلك من خلال التأثير غير المباشر لهذه الصفة مع عدد الإشطاءات في النبات 0.209 . أما التأثير المباشر لصفة عدد الأوراق في النبات فقد كان منخفضاً حيث بلغ 0.198 ، تلاها التأثير غير المباشر لهذه الصفة مع صفة عدد الإشطاءات في النبات 0.147 . وتراوحت التأثيرات من خلال باقي الصفات لاسيما عدد الأيام حتى الأزهار ما بين منخفضة إلى مهملة، ذات إشارة سالبة (الجدول، 4).

الجدول 4. التأثيرات المباشرة وغير المباشرة للصفات المؤثرة في الغلة من العلف الأخضر.

معامل الارتباط للصفات مع الغلة من العلف الأخضر	التأثيرات				الصفات
	عدد الإشطاءات في النبات	عدد الأوراق في النبات	ارتفاع النبات (سم)	عدد الأيام حتى الأزهار (يوم)	
-0.269	-0.019	0.007	-0.087	-0.170	عدد الأيام حتى الأزهار
0.787**	0.350	0.099	0.286	0.052	ارتفاع النبات
0.689**	0.355	0.198	0.143	-0.006	عدد الأوراق في النبات
0.841**	0.477	0.147	0.209	0.007	عدد الإشطاءات في النبات

** المعنوية عند مستوى 1%، الأرقام في الخط الغامق تشير إلى التأثير المباشر للصفة المدروسة في الغلة من العلف الأخضر. الأرقام في الخط الغامق تشير إلى التأثير المباشر للصفة المدروسة في الغلة من العلف الأخضر.

يبيّن تحليل معامل المسار في الجدول (5) ارتباط الصفات المدروسة بالغلة من العلف الأخضر، ومعرفة التأثيرات المباشرة وغير المباشرة الناتجة عن ارتباطها بالصفات الأخرى. حيث لوحظ أن كلاً من صفة عدد الإشطاعات في النبات، وارتفاع النبات، وعدد الأوراق في النبات، ذات تأثير مباشر في غلة العلف الأخضر. بالإضافة إلى التأثير غير المباشر لصفة ارتفاع النبات مع كل من عدد الإشطاعات في النبات، وعدد الأوراق في النبات هي من أكثر الصفات مساهمة في زيادة الغلة النهائية من العلف الأخضر، ويوضح الجدول (5) مساهمة كل صفة من الصفات المدروسة في تباين الغلة من العلف الأخضر، ونسبة تلك المساهمة. وأوضحت تقديرات معامل المسار إلى الأهمية النسبية والتأثيرات المفصلة كنسبة مئوية من تباين الغلة من العلف الأخضر، حيث أبدت صفة عدد الإشطاعات في النبات المساهمة الأكبر في الغلة العلفية (22.783%) بالإضافة إلى المساهمة غير المباشرة لصفة ارتفاع النبات مع عدد الإشطاعات في النبات (11.986%)، ومع عدد الأوراق في النبات (8.167%)، ثم الأهمية النسبية للتأثير المباشر لصفة ارتفاع النبات (8.163%)، وعدد الأوراق في النبات (3.921%). وبذلك تعدّ تلك الصفات من أكثر الصفات مساهمة في زيادة الغلة النهائية من العلف الأخضر. بلغت النسبة المئوية للصفات الأكثر مساهمة في تباين الغلة (61.97%)، ومجموع التأثيرات المتبقية Residual effects بلغت قرابة (38.03%)، ما يشير إلى أن تباين الانتاجية من العلف الأخضر في محصول الدخن، الذي تساهم به خمس صفات مدروسة وصفات أساسية أخرى (الجدول، 5).

الجدول 5. الأهمية النسبية للصفات المدروسة المساهمة في تباين الغلة من العلف الأخضر.				
معامل التحديد للصفات	عدد الأيام حتى الإزهار (يوم)	ارتفاع النبات (سم)	عدد الأوراق في النبات	عدد الإشطاعات في النبات
عدد الأيام حتى الإزهار	2.895			
ارتفاع النبات	-1.769	8.163		
عدد الأوراق في النبات	0.216	8.167	3.921	
عدد الإشطاعات في النبات	-0.231	11.986	5.838	22.783
مجموع الأهمية النسبية الكلي 61.97				
مجموع التأثيرات المتبقية 38.03				
الأرقام في الخط الغامق تشير إلى الأهمية النسبية المباشرة للصفة المدروسة في تباين الغلة من العلف الأخضر.				

مما سبق، تعدّ صفة الغلة من الصفات الكمية المعقدة، التي يتحكم في توريثها عدد من المورثات ذات الأثر التراكمي، لذلك يتم اللجوء عند تحسينها إلى تحسين الصفات المرتبطة معها، والمساهمة فيها كأحد مكونات الغلة. وبناء على تقديرات معامل المسار للصفات المرتبطة بالغلة من العلف الأخضر في الدخن، فإن تحسين الغلة لهذا المحصول، يمكن تحقيقه بالاعتماد على صفة عدد الإشطاعات في النبات، وارتفاع النبات، وعدد الأوراق في النبات كمعايير انتخابية مهمة تسهم مباشرة في زيادة الغلة النهائية من العلف الأخضر. يتفق ذلك مع نتائج (Ram et al., 2015) الذين أشاروا إلى أن صفة ارتفاع النبات، وعدد الإشطاعات، ووزن 1000 حبة، وطول العتكل، ذات تأثير مباشر في غلة محصول الدخن. وكذلك تتطابق نتائج العديد من الدراسات التي أظهرت أن عدد الإشطاعات في النبات، ذات تأثير مباشر في غلة الدخن من العلف الأخضر، تلاه ارتفاع النبات، ونسبة الأوراق إلى الساق، وسماكة الساق، ثم عدد الأوراق في النبات وبالتالي أظهرت ارتباطاً موجياً، ومعنوياً مع غلة العلف الأخضر لمحصول الدخن (Ram et al., 2013; Kumar and Singh, 2012; Bhagirathram et al., 2007)، ما يشير إلى إمكانية تحسين صفة الغلة العلفية لمحصول الدخن، من خلال الانتخاب للصفات المذكورة.

الاستنتاجات:

- ارتبطت صفة الغلة من العلف الأخضر بشكل موجب، ومعنوي، مع الصفات المدروسة كارتفاع النبات، وعدد الأوراق والإشطاعات في النبات. وكذلك ما بين ارتفاع النبات، وعدد الأوراق والإشطاعات في النبات. ما يبين بإمكانية الانتخاب لهذه الصفات في تحسين غلة الدخن من العلف الأخضر.
- تعدّ الصفات مثل: عدد الإشطاعات في النبات، وارتفاع النبات، وعدد الأوراق في النبات على التوالي، من أكثر الصفات مساهمة في زيادة الغلة النهائية من العلف الأخضر، حيث بلغت مساهمتها (61.97%)، وبالتالي يمكن اعتمادها كمعايير انتخابية، ذات أهمية كبيرة في تحسين غلة العلف الأخضر الناتج من محصول الدخن، خلال فترة الصيف أثناء شح المادة العلفية في سورية.

المراجع:

- Abuelgasim, E.H. (1999). Pearl Millet breeding and improvement programme in Sudan. A paper presented in the monthly scientific forum October 1999, Ministry of Agric. and Fores., Khartoum.
- 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.
- Akromah, R.; D. Afribeh; and M.S. Abdulai (2008). Genetic variation and trait correlations in a bird resistant pearl millet landrace population. African J. Biotech., (7):1847-1850.
- 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.
- Bello, D.; A.M. Kadams; and S.Y. Simon (2001). Correlation and path coefficient analysis of grain yield and its components in *sorghum*. Nig. J. Trop. Agric., (3) P:4-9.
- Berwal, K.K.; I.S. Khairwal; R.K. Deswal; and R. Lekh (1996). Forage Res., (22) P: 163-168.
- Bhagirathram; K.C. Sharma; and E.V.D. Sastry (2007). Genetic variability, correlation and path analysis in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.)R.Br.). Agri. Sci. Dig., (27):8-12.
- Bhoite, K.D.; S.R. Pardeshi; B.M. Mhaske; and M.P. Wagh (2008). Study of genetic variability in pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.). Agric. Sci. Digest., (28) P:111-117.
- Bika, N.K.; and S.S. Shekhawat (2015). Character association studies in pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] for green fodder yield and related traits Agric. Sci. Digest., 35 (3): 191-194.
- Chaudhary, V.P.; K.K. Dhedhi; H.J. Joshi; and J.S. Sorathiya (2012). Character association and path analysis in pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] Asian J. Bio. Sci., 7 (1): 98 - 100.
- 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.
- Dewey, J.R.; and K.H. Lu (1959). A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheat-grass seed. production. Agron. J., (51): 515-518.
- IBPGR, (1985). Descriptors for Wheat, IBGR secretariat, ROME.
- Khaliq, I.; N. Parveen; and M.A. Chowdhry (2004). Correlation and path coefficient analysis in bread wheat. Int. J. Agric. Biol., 6(4): 633-635.
- Khairwal, I.S.; K.N. Rai; D.J. Andrew; and G. Harinarayana (1999). Pearl millet breeding. Oxford and IBH Publishing Co. New Delhi. P: 511.
- Khandelwal, V.; M. Shukla; V.S. Nathawat; and B.S. Jodha (2015). Correlation and path coefficient analysis for agronomical traits in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] under shallow saline soil condition in arid region. Elect. J. of P. Breed., 6(4): 1143-1149.
- Kumar, N.; and S.K. Singh (2012). Character association and path analysis in forage *sorghum*. Prog. Agric., 12(1): 148-153.
- Kumar, Y.; R.A.S. Lamba; H.P. Yadav; R. Kumar; and D.E.V. Vart (2014). Studies on variability and character association under Rainfed conditions in pearl millet (*pennisetum glaucum* L.) Hybrids. Forage Res., 39 (4): 175-178.
- Kumar, S.; C. Babu; S. Revathi; and P. Sumathi (2017). Estimation of genetic variability, heritability and association of green fodder yield with contributing traits in fodder pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.)] Int. J. Adv. Biol. Res., 7 (1): 119-126.
- Lenka, D.; and B. Mishra (1973). Path coefficient analysis of yield in rice varieties. Indian J. Agric. Sci., (43): 376-379.
- Navale, P.A.; C.A. Nimbalkar; V.M. Kulkarni; and H. G. Narayana (1995). Correlation and path analysis in pearl millet. J. Maharashtra Agric. Univ. (20): 43-46.
- Puri, Y.P.; C.O. Qualset; and W.A. Williams (1982). Evaluation of yield components as selection

- criteria in barley breeding. *Crop Sci.*, (22):927-931.
- Ram, G.; K.C. Sharma; M.L. Jakhar; E.V.D. Sastry; and R. Mundiya (2013). Correlation and path coefficients analysis in pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] for green fodder yield and its components. *J. Pl. Sci. Res.*, 29 (2): 185-190.
- 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.
- Rathore, S.S. (1993). Assessment of elite Bajra (*Pennisetum americanum* (L.) Leek) germplasm for fodder yield and quality traits in arid and semi-arid conditions of Rajasthan. M. Sc. (Ag) Thesis, RAU, Bikaner.
- Snedecor, G.W. (1961). *Statistical methods.* Iowa State College Press, Ames, Iowa USA.
- Snedecor, G.W.; and W. G. Cochran. (1981). *Statistical methods.* 6th (Edit). Iowa Stat. Univ. Press. Ames. Iowa. U.S.A.
- Singh, B.; P.K. Upadhyay; and K.C. Sharma (2014). Genetic Variability, Correlation and path analysis in Pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) *Indian Res. J. Genet. & Biotech.* 6(3): 491-500.
- Singh, B.; K.C. Sharma; and H.K. Meena (2015). Character association and path analysis of certain quantitative characters among parental lines and their hybrids in pearl millets *Agric. Sci. Digest.*, 35 (2): 121-125.
- Stoskopf, N.C. (1985). *Cereal grain crops* Reston publishing CO. Inc. Virginia., P: 429-443.
- Vanderlip, R.L. (1991). Modelling *millet* and *sorghum* establishment and growth and sustainable crop production. *INTSORMIL. Ann. Rep.*, P: 38 – 43.
- Vinodhana, K.; N.P. Sumathi; and M. Sathya (2013). Genetic variability and inter-relationship among morpho-economic traits of pearl millet (*pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) and their implications in selection. *Inter. J. Pl. Anim. and Envi. Sci.*, 3(2): 145-149.

Path Coefficient Analysis and Relative Importance of Some Fodder Yield Components in Pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.]

Ghassan Al Lahham*⁽¹⁾ Elias Aweel⁽¹⁾ Razan Al Najjar⁽¹⁾ Majeda Rwely⁽¹⁾
Ghrood Al Assod⁽¹⁾ Riad Balish⁽¹⁾ and Mohammed Ali⁽¹⁾

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

(*Corresponding author: Dr. Ghassan Al Lahham. E-Mail: gh_lahham@hotmail.com).

Received: 09/04/2017

Accepted: 29/04/2017

Abstract:

This study was carried out at Kharabu Station, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), during the growing seasons 2011 and 2012, to estimate phenotypic correlation, and path coefficient of some morphological and green fodder yield components (days to flowering, plant height (cm), number of leaves per plant, number of tillers per plant, and green fodder yield (ton/ha)). Fifteen pearl millet crosses resulted from half diallel mating system between six inbred lines. The experiment was arranged in a randomized complete block design (RCBD), with three replications. The results showed that there was a positive and significant correlation between green fodder yield, and plant height, number of leaves, and number of tillers per plant ($r = 0.787^{**}$, 0.689^{**} , 0.841^{**}), respectively, and between plant height, number of leaves and number of tillers per plant ($r = 0.500^{*}$, 0.734^{**}), respectively, suggesting that these traits can be used to improve green fodder yield of pearl millet. Path analysis clarified that number of tillers per plant, plant height and number of leaves per plant had a direct effect on green fodder yields. Also plant height had an indirect effect on both number of tillers, and number of leaves per plant, which are the most important traits that contribute to green fodder yield (61.97%), therefore they can be adopted as a selection criterion, for improving the green fodder yield of pearl millet crop, in summer season during the scarcity of forage in Syria.

Keywords: Phenotypic correlation, Path analysis, Green fodder yields, Pearl millet.