الإرتباط المظهري والإنحدار ومعامل المرور وتطبيقاتها لتحسين الغلّة الحبّية في الذرة الصفراء (*Zea mays* L.)

اسراء البوش[*] محمود صبوح[**] سعود شهاب[***]

الملخص

نفذّ التهجين نصف التبادلي بين ست سلالات مرباة داخلياً في مزعة أبي جرش – كلية الزراعة بجامعة دمشق، خلال الموسمين الزراعيين 2016 و2017، بهدف تقدير معاملي الإرتباط المظهري والمرور والإنحدار الخطي البسيط لصفة الغلة الحبية وبعض مكوناتها (طول العرنوس، قطر العرنوس، عدد الصفوف في العرنوس، عدد الحبوب في الصف، وزن المئة حبة، ونسبة التصافي). بيّنت النتائج إرتباط صفة الغلّة الحبّيّة إرتباطاً إيجابيّاً وعالي المعنويّة بكلٍّ من صفة وزن المئة حبة (0.633)، وقطر العرنوس (0.508)، وطول العرنوس (0.413)، وصفة عدد الحبوب في الصف (0.371)، ونسبة التصافي (0.327). وتبيّن من خلال دراسة معامل الإنحدار أنّ برامج التربية لزيادة وزن المئة حبة ستؤدي إلى زيادة في الغلة الحبية بنسبة 40%، ولزيادة قطر العرنوس ستؤدي إلى زيادة الغلة الحبية بنحو 26%، وزيادة الغلة الحبية بنحو 17% عند زيادة صفة طول العرنوس. أظهرت نتائج تحليل معامل المرور أنّ كلاً من صفة وزن المئة حبة وقطر العرنوس وطول العرنوس كانت أكثر الصفات مساهمةً في الغلة الحبية.

الكلمات المفتاحية: الذرة الصفراء، الغلّة الحبّية، الإرتباط المظهري، الإنحدار الخطي البسيط، معامل المرور.

[*] طالبة ماجستير

[**] أستاذ دكتور، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية

[***] دكتور باحث في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، إدارة بحوث المحاصيل، دمشق، سورية.

Correlation Coefficient, Regression Analysis, Path Coefficient and their Applications in Improving Grain Yield in Corn (*Zea mays* L.)

Esraa AL-Bush* **Mahmoud Sabbouh****
Saud Shehab***

ABSTRACT

A half diallel set of crosses among six inbreed lines of maize were evaluated at Abu Garash Farm, Faculty of Agriculture, Damascus University, during tow growing seasons (2016-2017), to estimate the interrelationships among traits, path coefficient analysis and regression analysis for grain yield and some of its components (ear length, ear diameter, number of rows, number of kernels per row, 100-kernel weight, and net percentage). Results showed that correlation coefficients among traits indicated that grain yield was positively and significantly associated with 100-kernel weight (0.633), ear diameter (0.508), ear length (0.413), number of kernels per row (0.371), and net percentage (0.327). The regression analysis showed that breeding programs to increase the 100-kernel weight would lead to an increase in grain yield by 40%, by 26% for the increase in ear diameter and by 17% for the increase in ear length. Path coefficient analysis result showed that each of 100-kernel weight, ear diameter and ear length considered to be the most contributing factors in grain yield.

Key words: Maize, Grain yield, Correlation and path coefficient analysis, Regression linear analysis

* MS Student, Prof. Dr. Dept. Agron., Fac. Agric. Damascus. Univ., Syria.

** Professor, Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria

*** Dr. Res.. G.C.S.A.R. Damascus, Syria.

المقدمة:

تنتمي الذرة الصفراء Corn (*Zea mays.* L) إلى الفصيلة النجيلية *Poaceae* والقبيلة *Maydeae*، وهي نبات عشبي حولي أحادي المسكن، منفصل الجنس Monoecious (Akbar وزملاؤه، 2008، Hallaure و Miranda، 1981) (2n=20). تحتل الذرة الصفراء المركز الثاني عالمياً بعد القمح Wheat *Triticum* (spp) من حيث المساحة المزروعة، والمركز الأول من حيث الإنتاج والغلة، حيث تتصدر الولايات المتحدة الأمريكية الدول المنتجة للذرة تليها الصين، والبرازيل، والأرجنتين، وأكرانيا، والهند على التوالي (FAO، 2015)، أما على مستوى الوطن العربي فقد تبوأت الذرة الصفراء المركز الثالث بعد القمح Wheat (*Triticum* spp) والشعير Barley (*Hordeum vulgare* L.) من حيث المساحة المزروعة، والمركز الثاني بعد القمح من حيث الإنتاج (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2016)، وعلى المستوى المحلي، تأتي الذرة الصفراء بالمرتبة الثالثة بعد محصولي القمح والشعير من حيث المساحة المزروعة والإنتاج، حيث بلغت المساحة المزروعة نحو 17670 هكتاراً، أنتجت 79348 طناً بمردود 4490 كغ. هكتار$^{-1}$ (المجموعة الإحصائية، 2016).

تعدُّ غلة المحصول الصفة الأهم زراعياً (Zdunic وزملاؤه، 2008)، وهي صفة كمية Quantitative trait معقدة يتحكم في وراثتها عدد كبير من المورثات الرئيسة Major genes والثانوية Minor genes (صبوح وزملاؤه، 2011). بيّن Grafius (1956) أنّ الإنتخاب لمكونات الغلة أكثر جدوى وفعالية من الإنتخاب لصفة الغلة مباشرةً، وإنّ معرفة علاقة الإرتباط بين صفة الغلة ومكوناتها يمكن أن يخدم برامج التربية من خلال التخطيط المدروس لطريقة الانتخاب ومراحلها (Mohammadia وزملاؤه، 2002)، ويشير الإرتباط المعنوي بين الصفات المهمة إقتصادياً إلى إمكانية تحسين هذه الصفات معاً، كما يدل على كفاءة الإنتخاب في تحسين غلة الأصناف المدروسة، ويعتمد التحسين على الإرتباط المظهري والفعل الوراثي التراكمي، ومعايير

وراثيـة أخـرى (Ojo وزمـلاؤه، 2006). أشـار Dewey و Lu (1959) أنّ اسـتخدام الإرتباط البسيط Simple correlation بين الصفات لا يُعد الطريقة المثالية المساعدة على الإنتخاب نظراً لأن الإرتباط العالي بين عدة صفات قد يكون لـه أثر سلبي في بعض الصفات الأخرى، ولفهم سبب العلاقة بين الصفات، فقد اقترح Wright (1921) معامل المرور Path analysis كخطوة متقدمة تحدد الحد الأدنى من الصفات التي يمكن أن تُستخدم كمعيار في الإنتخاب لصفة الغلة (Najeeb وزملاؤه، 2009)، كما يبين التأثير المباشر وغير المباشر لهذه الصفات في صفة الغلة ونسبة مساهمة كل صفة من الصفات المدروسة في الغلة (De Carvalho وزملاؤه، 2001)، أما تحليل الإنحدار Regression analysis فهو طريقة إحصائية يتم فيها التنبؤ بمتوسط متغير عشوائي أو عدة متغيرات عشوائية إعتماداً على قيم وقياسات متغيرات عشوائية أُخرى، والمعادلة التي تملك متغير واحد فقط مستقل تدعى معاملة إنحدار خطي بسيط، أما المعادلة التي تملك أكثر من عامل مستقل تدعى معادلة إنحدار خطي متعدد، وإنّ العلاقات الخطية البسيطة تستعمل في معظم المجالات العلمية كما أنّها تحتل الحيز الأكبر في مجال التنبؤ المستقبلي للمعطيات (قاسم وزملاؤه، 1993). في هذا السياق أشار Ram reddy وزملاؤه (2013) من خلال دراستهم لقيم معامل الإرتباط المظهري لخمسة وأربعين هجيناً من الذرة الصفراء مع سلالاتها الأبوية، إلى أنّ صفة الغلة الحبية قد إرتبطت بشكلٍ موجب ومعنوي مع كل من صفات وزن المئة حبة (r=0.777)، وقطر العرنوس (r=0.705)، وطول العرنوس (r=0.687)، وعدد الحبوب في الصف (r=0.677)، وعدد الصفوف بالعرنوس (r=0.414)، وأظهرت نتائج معامل المرور أنّ صفتي وزن المئة حبة وطول العرنوس من الصفات الأكثر مساهمة في الغلّة. استخدم Zarei وزملاؤه (2012) أحد عشر هجيناً من الذرة الصفراء لتقدير قيم معامل الإرتباط المظهري ومعامل المرور، أظهرت النتائج أنّ صفة الغلة الحبية قد إرتبطت بشكلٍ موجب ومعنوي مع كل من صفات طول العرنوس (r=0.65)، وعدد الحبوب بالعرنوس

(r=0.40)، ووزن المئة حبة (r=0.62)، وأظهرت نتائج معامل المرور أنّ صفة طول العرنوس، وزن المئة حبة، عدد الحبوب في العرنوس كانت الأكثر مساهمةً بالغلة. وجد Selvaraj وزملاؤه (2011) من خلال دراستهم معاملي الإرتباط والمرور للصفات الكمية والغلة الحبية في الذرة الصفراء، أن صفة الغلة الحبية إرتبطت إرتباطاً موجباً ومعنوياً بكلٍ من طول العرنوس، وقطر العرنوس، وعدد الحبوب في الصف، عدد الحبوب بالعرنوس، ووزن المئة حبة، وأظهرت نتائج معامل المرور أنّ صفتي طول العرنوس وعدد الصفوف في العرنوس من أكثر الصفات مساهمة في الغلة. وبيّن Rafiq وزملاؤه (2010) من خلال دراستهم لدرجة التوريث ومعاملي الإرتباط والمرور في الذرة الصفراء، أن صفة الغلة إرتبطت ارتباطاً مظهرياً موجباً وعالي المعنوية مع صفة وزن 100 حبة (r=0.936)، وعدد الحبوب في الصف (r=0.936)، وقطر العرنوس (r=0.888)، وبيّنت نتائج معامل المرور أنّ صفة وزن المئة حبة، ثمّ عدد الحبوب في الصف، ثمّ عدد الصفوف في العرنوس، وطول العرنوس وقطر العرنوس، كانت من أهم الصفات من خلال تأثيرها المباشر في الغلة، ومعظم التأثيرات غير المباشرة كانت من خلال وزن المئة حبة، وعدد الصفوف في العرنوس، وعدد الحبوب في الصف.

أهداف البحث:

هدفت الدراسة إلى تحديد الصفات الأكثر مساهمة في الغلّة الحبّية من خلال تقدير معاملي الإرتباط المظهري والمرور والإنحدار الخطي البسيط.

مواد البحث وطرائقه

نفذّ البحث باستخدام ست سلالات مستنبطة محلياً ومربّاة داخلياً Inbred lines على درجةٍ عاليةٍ من النقاوة الوراثيّة (95%) ومتباعدة وراثياً، تمّ الحصول عليها من البنك الوراثي لقسم بحوث الذرة الصفراء في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، (IL–200–14، IL–239–14، IL–456–06، IL–291–14، IL–90–14، IL–272–06)، وذلك في مزرعة أبي جرش، كلية الزراعة بجامعة دمشق، خلال الموسمين

الزراعيين 2016 و2017. أُجري التهجين نصف التبادلي بين السلالات للحصول على الحبوب الهجينة لخمسة عشر هجيناً، وزرعت حبوب الجيل الأول (F_1) وصنف المقارنة المحلي (غوطة 82)، إضافةً للسلالات الأبوية وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية Randomized Complete Block Design وبثلاثة مكررات، وثلاثة خطوط لكل مدخل في كلِ مكرّرٍ، طول الخط 6 م، والمسافة بين الخط والآخر 70 سم، والمسافة بين النباتات على الخط الواحد 25 سم. تّمت الزراعة بتاريخ2017/5/15 ، ونُفذت كافّة العمليّات الزراعيّة من ريّ وعزيقٍ وتسميدٍ وتفريدٍ بناءً على توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي لمحصول الذرة الصفراء، وأُخذت كافة القراءات المطلوبة: طول العرنوس (سم)، وقطر العرنوس (سم)، وعدد الصفوف في العرنوس (صف)، وعدد الحبوب في الصف (حبة)، ووزن المئة حبة (غرام)، ونسبة التصافي (%)، والغلّة الحبّية (طن.هكتار$^{-1}$)، الجدولان (1) و(2) يوضحان قيم متوسطات الهجن.

تمّ تقدير معامل الإرتباط المظهري والإنحدار الخطي البسيط بين الصفات المدروسة لخمسة عشر هجيناً فردياً وفقاً لمعادلة (Snedecor و Cochran، 1981) باستخدام برنامج SPSS:

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

r_{ph}: معامل الإرتباط.

$\sigma_{p_i p_j}$: التباين المشترك المظهري بين الصفة *i* والصفة *j*.

$\sigma_{p_i}^2 \; and \; \sigma_{p_j}^2$: التباين المظهري لكلٍّ من الصفة *i* والصفة *j*.

معادلة الإنحدار الخطي البسيط: y=ax+b

y: المتغير التابع، x: المتغير المستقل، b: الثابت، a: الميل.

كما قدّر معامل المرور للوقوف على الأهمية النسبية لكلّ صفة من خلال تقدير نسبة مساهمتها في إنتاجية المحصول وذلك وفقاً لمعادلة العالمين (Dewey و Lu 1959) باستخدام برنامج AMOS :

$$1=P_{y0}^2+P_{y1}^2+P_{y3}^2+\left(2P_{y1r12}P_{y2}\right)+\left(2P_{y1r13}P_{y3}\right)+\left(2P_{y2r23}P_{y3}\right)$$

P: معامل المرور الذي يقيس التأثير المباشر. **y:** الغلّة الحبّيّة. **r:** الإرتباط المظهري.

الجدول (1). قيم متوسطات الهجن لصفات طول العرنوس، قطر العرنوس، عدد الصفوف في العرنوس، عدد الحبوب في الصف.

الهجن	طول العرنوس (سم)	قطر العرنوس (سم)	عدد الصفوف (صف)	عدد الحبوب (حبة)
$P_1 \times P_2$	16.65	3.83	13.43	31.42
$P_1 \times P_3$	23.55	4.16	14.50	48.10
$P_1 \times P_4$	19.55	4.33	14.55	45.66
$P_1 \times P_5$	16.55	4.19	14.32	34.98
$P_1 \times P_6$	19.45	4.22	14.47	35.91
$P_2 \times P_3$	20.60	4.21	14.48	44.38
$P_2 \times P_4$	18.60	4.15	15.48	35.98
$P_2 \times P_5$	15.47	3.88	14.44	38.32
$P_2 \times P_6$	19.05	3.90	14.35	40.70
$P_3 \times P_4$	19.35	4.02	15.45	35.07
$P_3 \times P_5$	16.70	3.93	13.50	36.22
$P_3 \times P_6$	15.65	3.84	12.50	36.44
$P_4 \times P_5$	19.25	4.06	14.47	36.43
$P_4 \times P_6$	20.35	3.80	12.50	40.98
$P_5 \times P_6$	15.90	3.98	13.50	32.44
المتوسط العام	18.44	4.03	14.13	38.21
L.S.D 5%	1.024	0.164	0.700	1.507
CV%	3.0	2.7	3.3	2.0

الجدول (2). قيم متوسطات الهجن لصفة وزن المئة حبة، ونسبة التصافي، والغلة الحبية.

الهجن	وزن 100 حبة (غرام)	نسبة التصافي (%)	الغلة الحبية (طن/هـ)
$P_1 \times P_2$	24.01	77.53	9.670
$P_1 \times P_3$	25.15	79.33	7.830
$P_1 \times P_4$	28.80	77.90	10.370
$P_1 \times P_5$	24.44	80.45	11.500
$P_1 \times P_6$	29.45	78.30	11.030
$P_2 \times P_3$	34.54	85.48	11.580
$P_2 \times P_4$	26.20	79.53	10.590
$P_2 \times P_5$	25.75	82.35	7.750
$P_2 \times P_6$	29.07	83.55	10.080
$P_3 \times P_4$	24.24	74.58	7.350
$P_3 \times P_5$	24.88	82.56	6.770
$P_3 \times P_6$	25.47	83.66	5.840
$P_4 \times P_5$	30.32	78.56	8.660
$P_4 \times P_6$	33.38	81.31	8.550
$P_5 \times P_6$	28.11	86.56	10.830
المتوسط العام	27.59	80.78	9.230
L.S.D 5%	1.520	1.298	1.410
CV%	3.3	1.0	9.1

P_1 ،P_2، P_3، P_4، P_5، P_6 تشـير للسـلالات (IL–200–14، IL–239–14، IL–456–06، IL–291–14، IL–90–14، IL–272–06) على الترتيب.

النتائج والمناقشة:

علاقات الإرتباط:

تمّ في هذه الدراسة تقدير معامل الإرتباط المظهري بين الصفات المدروسة لخمسة عشر هجيناً فرديّاً، حيث أتت النتائج موضحةً في الجدول (3) وفق الآتي:

صفة الغلّة الحبّيّة: إرتبطت صفة الغلّة الحبّيّة الإرتباطاً إيجابيّاً وعالي المعنويّة بكلٍّ من صفة وزن المئة حبة (0.633^{**})، وقطر العرنوس (0.508^{**})، وطول العرنوس (0.413^{**})، وصفة عدد الحبوب في الصف (0.371^{**})، ونسبة التصافي (0.327^{**}). توافقت هذه النتائج مع نتائج كلٌّ من الباحثين (Ram reddy وزملاؤه، 2013، Zarei وزملاؤه، 2012، Selvaraj وزملاؤه، 2011، Rafiq وزملاؤه، 2010)، حيث تزوّد هذه النتيجة مربي النبات بإمكانيّة التحسين غير المباشر لصفة الغلّة الحبّيّة عن طريق الإنتخاب المباشر، وفي الأجيال الإنعزاليّة المبكرة لكلٍّ من وزن المئة حبة، وقطر العرنوس، وطول العرنوس، وكذلك صفة عدد الحبوب في الصف، وذلك لإرتباطها العالي المعنويّة بصفة الغلّة الحبّيّة.

صفة طول العرنوس: إرتبطت هذه الصفة إرتباطاً إيجابياً وعالي المعنويّة بكل من صفة عدد الحبوب بالصف (0.786^{**})، ووزن المئة حبّة (0.536^{**})، وقطر العرنوس (0.448^{**})، أكّد ذلك ما توصل إليه كلٌّ من (Ram reddy وزملاؤه، 2013، Zarei وزملاؤه، 2012، Selvaraj وزملاؤه، 2011، Rafiq وزملاؤه، 2010).

صفة قطر العرنوس: إرتبطت هذه الصفة ارتباطاً إيجابياً وعالي المعنوية بصفة عدد الحبوب في الصف (0.561^{**})، وكان إرتباطها إيجابياً ومعنوي بصفة وزن المئة حبّة (0.320^{*})، وبصفة عدد الصفوف في العرنوس (0.314^{*})، إنسجمت هذه النتائج مع نتائج الباحثين (Ram reddy وزملاؤه، 2013، Selvaraj وزملاؤه، 2011)

صفة عدد الصفوف بالعرنوس: إرتبطت هذه الصفة إرتباطاً سلبياً وعالي المعنوية مع صفة نسبة التصافي (-0.422^{**})، وكان إرتباطها سلبياً وغير معنوي بصفتي وزن

المئة حبة، وعدد الحبوب بالصف (0.086− , 0.135−). توافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه (Ram reddy وزملاؤه، 2013، Selvaraj وزملاؤه، 2011)

صفة عدد الحبوب بالصف: إرتبطت ارتباطاً إيجابياً وعالي المعنوية مع صفة وزن المئة حبة (0.519**)، وارتباطاً موجباً ومعنوياً بصفة نسبة التصافي (0.272*)، وأتت نتائج (Ram reddy وزملاؤه، 2013، Zarei وزملاؤه، 2012، Selvaraj وزملاؤه، 2011، Rafiq وزملاؤه، 2010)، مؤكدةً للنتيجة السابقة.

الجدول (3). قيم معامل الإرتباط المظهري بين الصفات المدروسة.

	GY	EL	ED	NR	NKPR	100−KW	P%
GY	1						
EL	0.413**	1					
ED	0.508**	0.448**	1				
NR	0.092	0.02	0.314*	1			
NKPR	0.371**	0.786**	0.561**	−0.086	1		
100−KW	0.633**	0.536**	0.320*	−0.135	0.519**	1	
P%	0.327**	0.122	0.131	−0.422**	0.272*	0.453**	1

GY:الغلة الحبية، **EL:** طول العرنوس، **ED:** قطر العرنوس، **RN:** عدد الصفوف بالعرنوس، **NKPR:** عدد الحبوب في الصف، **100−KW:** وزن المئة حبة، **P%:** نسبة التصافي.

*، ** تشير إلى المعنوية على مستوى 5%، 1% على الترتيب.

الإنحدار بين المؤشرات المدروسة: ودرست علاقات الإنحدار المعنوية الأهم بين الصفات المدروسة على الشكل التالي:

الإنحدار بين طول العرنوس وعدد الحبوب في الصف: قيمة معامل الإنحدار (R^2=0.62) وتُشير إلى أنّ برامج التحسين الوراثي التي تعمل على تحقيق زيادة في طول العرنوس ستؤدي إلى زيادة في عدد الحبوب بالصف بنسبة 62% بسبب وجود علاقة الإرتباط الإيجابية بينهما ممثلة بيانياً بالنقاط القريبة من خط الإنحدار المستقيم

(الشكل 1)، في حين يعود38% من الزيادة في عدد الحبوب في الصف إلى أسباب أخرى مستقلة ممثلة بيانياً بالنقاط البعيدة عن خط الإنحدار المستقيم، حيث تبرز أهميّة طول العرنوس في أنّ التراكيب الوراثيّة ذات العرانيس الطويلة تتميّز بعدد أكبر من الحبوب، وبالتالي تزداد غلتها في وحدة المساحة شريطة محافظة الحبوب على حجمٍ ووزنٍ جيد (مرسي، 1979).

ويمكن صياغة معادلة الإنحدار على الشكل التالي: $Y = 4.627 + 1.796\ X$

Y: القيمة التي يمكن التنبؤ بها لعدد الحبوب بالصف بناءً على المعرفة المسبقة لطول العرنوس.

X: قيمة طول العرنوس (سم) المعروفة والمستخدمة للتنبؤ بعدد الحبوب في الصف.

(1.796، 4.627): ثوابت.

الإنحدار بين قطر العرنوس وعدد الحبوب في الصف: كانت قيمة معامل الإنحدار (R^2 =0.31) وتُشير إلى أنّ برامج التحسين الوراثي التي تعمل على تحقيق زيادة في قطر العرنوس ستؤدي إلى زيادة عدد الصفوف في العرنوس بنسبة 31% فقط بسبب وجود علاقة الإرتباط الإيجابية بينهما ممثلة بيانياً بالنقاط القريبة من خط الإنحدار المستقيم (الشكل 2)، في حين يعود 69% من الزيادة في عدد الحبوب في الصنف إلى أسباب أخرى مستقلة ممثلة بيانياً بالنقاط البعيدة عن خط الإنحدار المستقيم، وتبرز أهميّة قطر العرنوس عندما يترافق بقطر منخفض نسبياً للقولحة، إذ يعني ذلك إرتفاع وزن الحبوب للتركيب الوراثي، وبالتالي التأثير الإيجابي على الغلّة الحبيّة (الساهوكي، 1990)، ويمكن صياغة معادلة الإنحدار على الشكل الآتي:

$Y= -12.105 + 12.295\ X$

Y: القيمة التي يمكن التنبؤ بها لعدد الحبوب في الصف بناءً على المعرفة المسبقة لطول العرنوس.

X: قيمة قطر العرنوس (سم) المعروفة والمستخدمة للتنبؤ بعدد الحبوب في الصف.

(12.295، 12.105–): ثوابت.

الإنحدار بين عدد الحبوب في الصف ووزن المئة حبة: كانت قيمة معامل الإنحدار (R^2=0.27) ، تُشير إلى أنّ برامج التحسين الوراثي التي تعمل على تحقيق زيادة في عدد الحبوب في الصف ستؤدي إلى زيادة في وزن المئة حبة بمقدار 27% فقط بسبب وجود علاقة الإرتباط الإيجابية بينهما ممثلة بيانياً بالنقاط القريبة من خط الإنحدار المستقيم (الشكل 3)، في حين يعود 73% من الزيادة في وزن المئة حبة إلى أسباب أخرى مستقلة ممثلة بيانياً بالنقاط البعيدة عن خط الإنحدار المستقيم، ويمكن تفسير إنخفاض قيمة معامل الإنحدار بين هاتين الصفتين إنطلاقاً من وجود علاقة إرتباط عكسية بين عدد الحبوب/م^2 ووزن الحبة الواحدة.

يمكن صياغة معادلة الإنحدار على الشكل الآتي: Y= 13.697 + 0.342 X

Y: القيمة التي يمكن التنبؤ بها لوزن المئة حبة بناءً على المعرفة المسبقة لعدد الحبوب في الصف.

X: قيمة عدد الحبوب في الصف (حبة.صف$^{-1}$) المعروفة والمستخدمة للتنبؤ بوزن المئة حبة.

(0.342، 13.697): ثوابت.

الإنحدار بين نسبة التصافي وزن المئة حبة: كانت قيمة معامل الإنحدار (R^2 = 0.21) وتُشير هذه القيمة إلى أن برامج التحسين الوراثي التي تعمل على تحقيق زيادة في وزن المئة حبة ستؤدي إلى زيادة في نسبة التصافي بمقدار 21% فقط بسبب وجود علاقة الإرتباط الإيجابية بينهما ممثلة بيانياً بالنقاط القريبة من خط الإنحدار المستقيم (الشكل 4)، في حين يعود 79% من الزيادة في نسبة التصافي إلى أسباب أخرى مستقلة ممثلة بيانياً بالنقاط البعيدة عن خط الإنحدار المستقيم، وبذلك يمكن صياغة معادلة الإنحدار على الشكل الآتي:

Y= 67.452 + 0.477 X

Y: القيمة التي يمكن التنبؤ بها لنسبة التصافي بناءً على المعرفة المسبقة وزن المئة حبة.

X: قيمة وزن المئة حبة (غرام) المعروفة والمستخدمة للتنبؤ بسنة التصافي.

(0.477، 67.452): ثوابت.

علاقات الإنحدار بين الغلة الحبية وباقي الصفات المدروسة: تميزت جميع علاقات الإنحدار بين الغلة الحبية وباقي الصفات المدروسة بأنّها معنوية، حيث وصل معامل الإنحدار للقيم التالية:

$R^2 = 0.40$ بين الغلة الحبية ووزن المئة حبة، $R^2 = 0.26$ بين الغلة الحبية وقطر العرنوس، $R^2 = 0.17$ بين الغلة الحبية وطول العرنوس، $R^2 = 0.14$ بين الغلة الحبية وعدد الحبوب في الصف، $R^2 = 0.11$ بين الغلة الحبية ونسبة التصافي، وتشير القيم السابقة إلى النتائج التالية:

أولاً: ستؤدي برامج التحسين الوراثي التي تعمل على تحقيق زيادة في وزن المئة حبة إلى زيادة في الغلة الحبية بنسبة 40% ممثلة بيانياً بالنقاط القريبة من خط الإنحدار المستقيم في حين يعود 60% من الزيادة في الغلة الحبية لأسباب أخرى مستقلة ممثلة بيانياً بالنقاط البعيدة عن خط الإنحدار المستقيم (الشكل 5). معادلة الإنحدار: $Y = -3.158 + 0.429\ X$

Y: القيمة التي يمكن التنبؤ بها للغلة الحبية.

X: قيمة وزن المئة حبة (غرام) المعروفة والمستخدمة للتنبؤ بقيمة الغلة الحبية.

(0.429، 3.158−): ثوابت.

ثانياً: ستؤدي برامج التحسين الوراثي التي تعمل على تحقيق زيادة في قطر العرنوس إلى زيادة في الغلة الحبية بنسبة 26% ممثلة بيانياً بالنقاط القريبة من خط الإنحدار المستقيم في حين يعود 74% من الزيادة في الغلة الحبية لأسباب أخرى مستقلة ممثلة بيانياً بالنقاط البعيدة عن خط الإنحدار المستقيم (الشكل 6). معادلة الإنحدار: $Y = -11.655 + 4.975X$

Y: القيمة التي يمكن التنبؤ بها للغلة الحبية.

X: قيمة قطر العرنوس (سم) المعروفة والمستخدمة للتنبؤ بقيمة الغلة الحبية.

(4.975، 11.655–): ثوابت.

ثالثاً: ستؤدي برامج التحسين الوراثي التي تعمل على تحقيق زيادة في طول العرنوس إلى زيادة في الغلة الحبية بنسبة 17% ممثلة بيانياً بالنقاط القريبة من خط الإنحدار المستقيم في حين يعود 83% من الزيادة في الغلة الحبية لأسباب أخرى مستقلة ممثلة بيانياً بالنقاط البعيدة عن خط الإنحدار المستقيم (الشكل 7). معادلة الإنحدار: Y = 0.562+ 0.422 X

Y: القيمة التي يمكن التنبؤ بها للغلة الحبية.

X: قيمة طول العرنوس (سم) المعروفة والمستخدمة للتنبؤ بقيمة الغلة الحبية.

(0.422، 0.562): ثوابت.

رابعاً: ستؤدي برامج التحسين الوراثي التي تعمل على تحقيق زيادة في عدد الحبوب في الصف إلى زيادة في الغلة الحبية بنسبة 14% ممثلة بيانياً بالنقاط القريبة من خط الإنحدار المستقيم في حين يعود 86% من الزيادة في الغلة الحبية لأسباب أخرى مستقلة ممثلة بيانياً بالنقاط البعيدة عن خط الإنحدار المستقيم (الشكل 8). معادلة الإنحدار: Y = 2.016+ 0.166 X

Y: القيمة التي يمكن التنبؤ بها للغلة الحبية.

X: قيمة عدد الحبوب في الصف (حبة.صف$^{-1}$) المعروفة والمستخدمة للتنبؤ بقيمة الغلة الحبية. (0.166، 2.016): ثوابت.

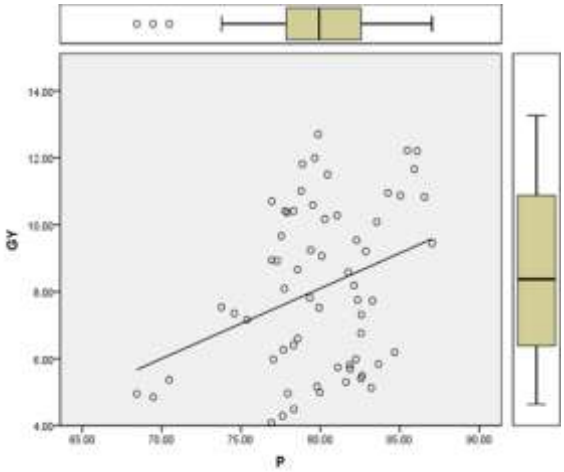
خامساً: ستؤدي برامج التحسين الوراثي التي تعمل على تحقيق زيادة في نسبة التصافي إلى زيادة في الغلة الحبية بنسبة 11% ممثلة بيانياً بالنقاط القريبة من خط الإنحدار المستقيم في حين يعود 89% من الزيادة في الغلة الحبية لأسباب أخرى

مستقلة ممثلة بيانياً بالنقاط البعيدة عن خط الإنحدار المستقيم (الشكل 9). معادلة الإنحدار: $Y = -8.171 + 0.21\ X$

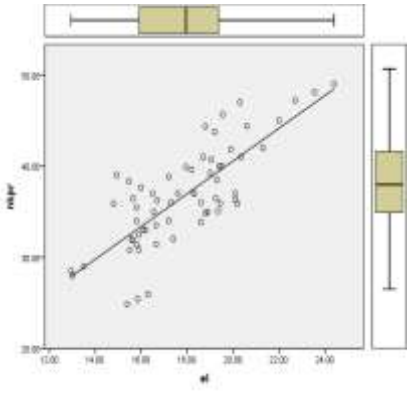
Y: القيمة التي يمكن التنبؤ بها للغلة الحبية.

X: قيمة نسبة التصافي (%) المعروفة والمستخدمة للتنبؤ بقيمة الغلة الحبية.

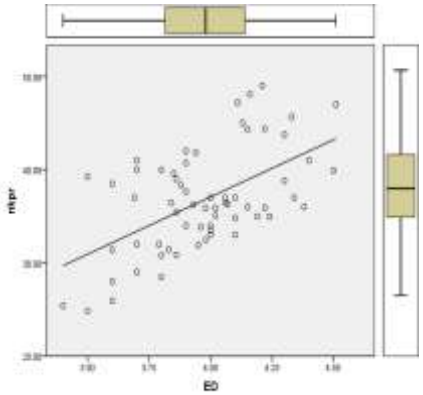
(0.21، 8.171-): ثوابت.



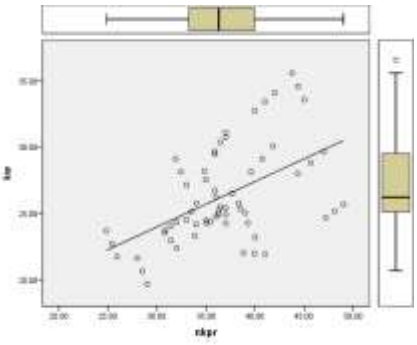
الشكل (9). خط الإنحدار بين نسبة التصافي (P) والغلة الحبية (GY).



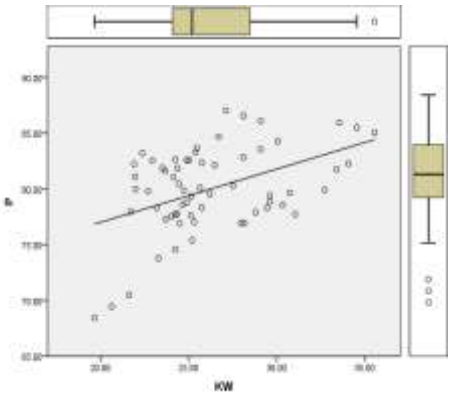
الشكل (1). خط الإنحدار بين طول العرنوس وعدد الحبوب في الصف.



الشكل (2). خط الإنحدار بين قطر العرنوس وعدد الحبوب في الصف

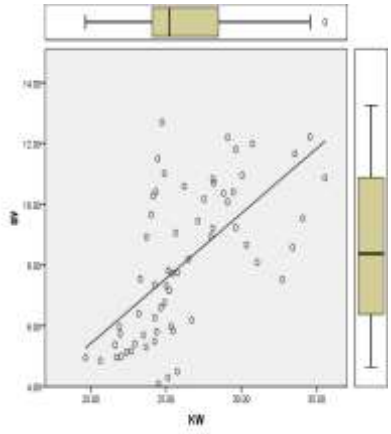


الشكل (3). خط الإنحدار بين عدد الحبوب في الصف ووزن المئة حبة.

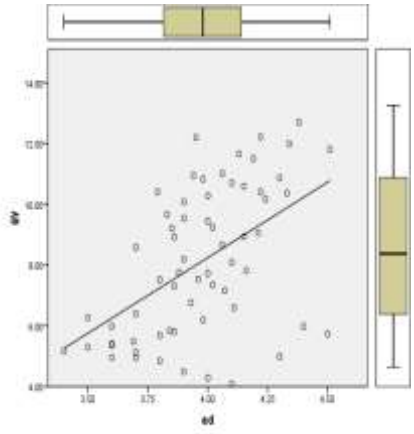


الشكل (4). خط الإنحدار بين وزن المئة حبة ونسبة التصافي.

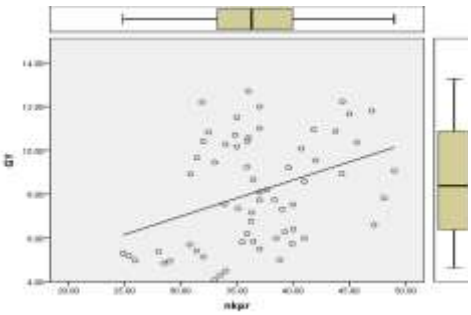
حيث EL: طول العرنوس، ED: قطر العرنوس، NKPR: عدد الحبوب في الصف ، KW: وزن المئة حبة، P: نسبة التصافي.



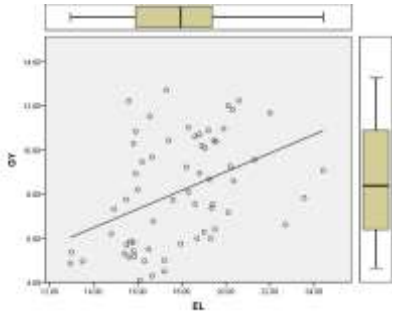
الشكل (5). خط الإنحدار بين وزن المئة حبة والغلةالحبية.



الشكل (6). خط الإنحدار بين قطر العرنوس والغلة الحبية.



الشكل (7). خط الإنحدار بين طول العرنوس والغلة الحبية.



الشكل (8). خط الإنحدار بين عدد الحبوب في الصف والغلة الحبية.

حيث KW: وزن المئة حبة، ED: قطر العرنوس، EL: طول العرنوس، NKPR: عدد الحبوب في الصف، GY: الغلة الحبية.

معامل المرور:

يتبين من خلال الجدول (4) أنّ صفة وزن المئة حبة إمتلكت أعلى تأثيراً إيجابيّاً مباشراً في صفة الغلّة الحبّيّة (0.516)، تلتها صفة قطر العرنوس (0.381)، ثمّ صفة طول العرنوس (0.152)، ومن ناحيةٍ أخرى فقد كان التأثير غير المباشر لصفة طول العرنوس من خلال وزن المئة حبة (0.276) أعلى التأثيرات غير المباشرة، تلتها التأثيرات غير المباشرة لطول العرنوس من خلال قطر العرنوس (0.171)، ثمّ تأثيرات قطر العرنوس من خلال وزن المئة حبة (0.165)، وجاءت التأثيرات غير المباشرة لوزن المئة حبة من خلال قطر العرنوس (0.121) في المقام التالي، ثمّ التأثيرات غير المباشرة لوزن المئة حبة من خلال طول العرنوس (0.081)، وأخيراً التأثيرات غير المباشرة لصفة قطر العرنوس من خلال صفة طول العرنوس (0.068). انسجمت هذه النتائج مع ما توصل إليه (Ram reddy وزملاؤه، 2013، Zarei وزملاؤه، 2012، Selvaraj وزملاؤه، 2011، Rafiq وزملاؤه، 2010).

الجدول (4). التأثيرات المباشرة وغير المباشرة لأهم الصفات المساهمة في تباين الغلة الحبية

الصفات	وزن المئة حبة	قطر العرنوس	طول العرنوس	التأثيرات الكلية
وزن المئة حبة	0.516	0.121	0.081	0.718
قطر العرنوس	0.165	0.381	0.068	0.614
طول العرنوس	0.276	0.171	0.152	0.599

الاستنتاجات:

– إرتبطت صفة الغلّة الحبّيّة ارتباطاً إيجابيّاً وعالي المعنويّة بكلٍّ من صفة وزن المئة حبة (0.633)، وقطر العرنوس (0.508)، وطول العرنوس (0.413)، وصفة عدد الحبوب في الصف (0.371)، ونسبة التصافي (0.327).

– تبيّن من خلال دراسة معامل الإنحدار ان برامج التربية لزيادة وزن المئة حبة ستؤدي إلى زيادة في الغلة الحبية بنسبة 40%، وأنّ برامج التربية لزيادة قطر العرنوس ستؤدي إلى زيادة في الغلة الحبية 26%، وكذلك برامج التربية لزيادة طول العرنوس ستؤدي إلى زيادة في الغلة الحبية 17%.

– تعد كل من صفتي وزن المئة حبة وقطر العرنوس مؤشرات انتخابية مهمة في برامج التربية الهادفة إلى رفع وتحسين الكفاءة الإنتاجية لمحصول الذرة الصفراء لما لها من تأثيرٍ مباشرٍ عالٍ في الغلة الحبية.

التوصيات

– الإهتمام في برامج التربية بالتحسين الوراثي لصفة عدد الحبوب في الصف لإرتباطها المباشر والقوي بصفتي وزن المئة حبة وقطر العرنوس المرتبطتان بدورهما بالغلة الحبية.

– إجراء إختبار تحليل المرور لأهم الصفات المدروسة، وترتيب أهمية تلك الصفات حسب التأثير المباشر لها في الغلة الحبية، لتسهيل عملية الإنتخاب من قبل مربي النبات بما يضمن توفير الجهد والوقت والمال، وتحقيق تقدم وراثي ملموس في برامج التربية والتحسين الوراثي خلال الأجيال الانعزالية المبكرة.

المراجع:

- **الساهوكي، مدحت مجيد(1990).** الذرة الصفراء إنتاجها وتحسينها، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد، العراق، ص 400.
- **المجموعة الإحصائية السنوية الزراعية. (2016). منشورات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي.**
- **المنظمة العربية للتنمية الزراعية (2016). جامعة الدول العربية – الإحصائيات الزراعية في الوطن العربي – الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية مجلد 35.**
- **صبوح، محمود، مها حديد، عدنان قنبر، الوراثة الكمية.(2011). منشورات جامعة دمشق ص 84.**
- **قاسم عبده، السقا هناء، خياط سهيل (1993). الإرتباط والإنحدار، الفصل الرابع، عدد الصفحات 103–152. عبده قاسم، هناء السقا، سهيل خياط. الإحصاء وتصميم التجارب. منشورات جامعة دمشق، دمشق.**
- **مرسي، مصطفى علي .(1979). محاصيل الحبوب، مكتبة الأنجلو المصريّة، القاهرة**، مصر، ص 403.
- **Akbar, M.; M. Saleem; F. M. Azhar; M. Y. Ashraf and R. Ahmad. (2008).** Combining ability analysis in maize under normal and high temperature conditions. J. Agric. Res., 46(1):27-38.
- **De carvaIho, C. G. P.; R. Borsato. ; C. D. cru2 and M. S. Viana. (2001).** Path analysis **under** multicollin earity in soxso maize hybrids. Crop. Sci and applied. Biotechnology. 1 (3) 263–270.
- **Dewey, J.R.; K. H. Lu. (1959).** Correlation and path coefficient analysis of components of crested wheat grass seed production. Agron. J. 51: 515-518.
- FAO (Statistical Databases). (**2015**). Food and Agriculture Organization Of the United Nations, Rome, available online at: http://faostat3.fao.org
- **Grafius, J. E. (1956).** Components of yield in oats. A geometrical interpretation. Agron. J. 48:419-423.

- **Hallauer, A. R** and J. B. Miranda. Fo. (1981). Quantitive genetics in maize breeding. lowa state university. 375– 379.
- Mohammadi, S. A.; B. M. Plasanna.; C. Sudan and N. N. Singh. (2002). Amicrosatellite marker Based study of chromosomal regions and effects on yield and molecular. Bio. Letters. 7 599– 606.
- Najeeb, Sofi. A. G. Rather.; G. A. Parray.; F. A. Sheikh and S. M. Razvi. (2009). Studies on genetic variability, genotypic correlation and path coefficient analysis in maize under high altitude temperate ecology of Kashmir. Maize. Genetic. Cooperation Newsletter. 83: 1-8.
- Ojo, D.K.; O. A. Omikunle; O. A. Oduwaye; M. O. Ajala and S. A. Ogunbayo. (2006). Heritability, Character correlation and path coefficient analysis among six inbred- lines of maize (Zea mays L.). World. J. Agric. Sci., 2(3): 352-358.
- Rafiq .Ch. M.; M. Rafique.; A. Hussain and M. Altaf. (2010). Studies on heritability, correlation and path analysis in maize (Zea mays L.). J. Agric. Res. 48(1).
- Ram reddy. V; F. Jabeen; M.R. Sudarshan and A. Seshagiri Rao. (2013). Studies on genetic variability, heritability, correlation and path analysis in maize (zea mays L.) over locations. International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology. 4(1):195-199.
- Selvaraj,CH.I. and P.Nagarajan. (2011). Interrelationship and Path-coefficient Studies for Qualitative Traits, Grain Yield and other Yield Attributes among Maize (Zea mays L.). International Journal of Plant Breeding and Genetics 5 (3): 209 – 223.
- Snedecor, G. W. and W. G. Cochran. (1981). Statistical methods. Sixth (Edit), Iowa Stat. Univ., Press. Ames, Iowa, U. S. A.
- Wright, S. (1921). Correlation and causation. J. Agric. Res. 20:557-585.
- Zarei, B.D. Kahrizi, A. P. Aboughadareh and F. Sadeghi. (2012). Correlation and path coefficient analysis for determining interrelationships among grain yield and related characters in corn hybrids (Zea mays L.). International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 4(20) p 1519-1522.
- Zdunić, Z.; A. MiJiĆ.; K. Dugalić.; D. ŝimić.; J. Brkić and A. Jeromela . (2008). Genetic analysis of grain yield and starch content in nine maize population. turk. J. Agri. 32 495– 500.