دراسة تأقلم سلالات مبشرة من الفول *Vicia faba* L. (منخفضة التانينات) في مواقع مختلفة في شمالي سورية

Adaptation Study of Faba (*Vicia faba* L.) Bean Promising Lines (Low Tannins) at Different Locations for the Northern Region in Syria

خالد المحمد[1] فؤاد معلوف[2] أحمد حاج سليمان[3] محمد حجو[1-3]

Kh. Almohamad F. Maalouf A. Suliman M. Hajjo

(1) قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة حلب، سورية. khaledhmm@gmail.com

(2) المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة ICARDA.

(3) مركز البحوث العلمية الزراعية، حلب، سورية.

الملخص

نُفذ البحث في المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ICARDA)، إضافةً إلى ثلاثة مواقع قرب حلب (سورية) هي: يحمول (منطقة استقرار أولى)، تل حديا (استقرار ثانية) وحميمة (استقرار ثالثة)، خلال الموسمين الزراعيين 2009/2008 و 2010/2009.

هدف البحث إلى انتخاب سلالات من الفول منخفضة التانينات، تتميز بتأقلمها مع ظروف المنطقة المزروعة فيها، وتفوقها بالصفات الإنتاجية والنوعية، وتقييم التفاعل البيئي الوراثي لهذه السلالات، تحت ظروف بيئية تضم مواقع جافة ورطبة، تمكن من تحديد السلالات ذات الأداء العالي والثباتية في الإنتاج ضمن البيئات المختبرة.

تم اختيار 108 سلالات من الفول تمتاز بأزهارها البيضاء، زُرعت بمعدل خمسة خطوط للسلالة وفق التصميم Augmented Design للموسم الأول، وتصميم القطاعات كاملة العشوائية بثلاثة مكررات للموسم الثاني، وتم التحليل الإحصائي باستخدام برنامج Genstast 12.

أوضحت النتائج أن السلالات 20، 24، و 86 تتميز بالباكورية في النضج، والسلالات 3، 40، و 86 بأعلى عدد من البذور/م^2، كما أظهرت السلالات 5، 86، و 102 مقاومةً عاليةً للصقيع، في حين بينت النتائج أن السلالات 86، 102، و 40 كانت الأعلى إنتاجاً في صفة الغلة، وذلك في مواقع يحمول، وتل حديا، وحميمة على التوالي. كما بينت دراسة أثر التفاعل البيئي - الوراثي المتبادل باستخدام التحليل GGE biplot، أن الطراز الوراثي الأفضل هو السلالة 5، لتفوقها بالغلة العالية، واستقرار الإنتاج عبر مناطق الزراعة، وكان الموقع البيئي في يحمول هو الأكثر ملاءمةً لتقييم الطرز الوراثية لصفة الغلة البذرية، كونه يشابه البيئة المثالية.

الكلمات المفتاحية: الفول، سلالات منخفضة التانينات، الانتخاب، التفاعل البيئي الوراثي.

Abstract

This research was conducted at the International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA) in addition to three other sites (Aleppo- Syria) (Yahmoul, Telhadya and Hmaime), during the two seasons 2008/ 2009 and 2009/ 2010. The main objective of this research was the selection of suitable lines with low anti-nutritional components

©2016 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved.

ISSN:2305 - 5243 ; AIF(NSP)-316

(Tannins), high productivity and quality traits, and evaluation of genetic-environment interaction (GxE) under different locations.
Among the white flowered faba bean lines, 108 were chosen as low tannin contents. Each line was planted in five rows with three replicates by using Augmented design at first season, and Randomized Complete Block design at second season. Statistical analysis was done with Genstast 12.
The results indicated three lines (20,24,86) with early ripening, three lines (3,40,86) with a high number of seeds/m^2, three lines (5,86,102) lines as tolerent to frost, and (86,102,40) with a high grain yeild. Genetic-environment interaction (GxE) showed that gynotype (5) has high and stable yield. Yahmoul location was the best for evaluation of gynotypes.
Keywords: Faba bean, Low tannins, Selection, Genetic-environment interaction.

المقدمة

يُعد الفول (*Vicia faba* L.) أحد المحاصيل القديمة المزروعة من قبل الإنسان، عدده الصبغي 2n=12 (Duc، 1997)، وهو المصدر الرئيس للبروتينات في كثير من دول العالم، إذْ يشير تحليل 100 غ من البذور الجافة إلى احتوائها على 26.2 غ بروتين و 1.3 غ دهن و 59.4 غ كربوهيدرات، و 6.8 غ ألياف، و 3 غ رماد، إضافةً إلى أملاح معدنية عديدة (Duke ، 2008). تستخدم بذور الفول علفاً، بعد جرشها وخلطها مع مواد علفية جافة، من أجل تسمين الأبقار والأغنام وزيادة إدرارها للحليب. أما التبن فيعطى عليقةً مالئةً للأغنام (Zohary وزملاؤه، 2000). يُعد الشرق الأدنى الموطن الأصلي للفول، ثم انتشر لاحقاً إلى أوروبا حتى اسبانيا وشمالي أفريقيا ومنطقة النيل حتى أثيوبيا والهند (Cubero، 1973 و 1974). تبلغ المساحة المزروعة بالفول في العالم 2.5 مليون هكتار، بإنتاجية قدرها 1.6 طن/هكتار، بينما تبلغ المساحة المزروعة في سورية 17.4 ألف هكتار، بإنتاجية تبلغ 2.16 طن/هكتار (FAO، 2009).

يسبب ارتفاع نسبة المركبات السامة (Convicine، Vicine، Tannin) في أصناف الفول غير المحسنة انخفاضاً في نشاط الكائن الحي وضعفاً عاماً، حيث يقل إنتاج البيض في الدواجن والأسماك، ويمكن أن تؤدي كثرة استهلاك بذور الفول عند الأشخاص الذين لديهم نقص بالأنزيم G6PD إلى حالة فقر دم مميت (Hemolytic Anemia Associated) (Torres، 2007).

وجد Martin وزملاؤه (1991) في دراستهم لأصناف الفول التي تحتوي على العوامل المسببة لصعوبة الهضم (Anti-nutritional factors (ANFs، أن التانينات تتكثف في قشرة البذور (Testa)، وأن العامل الوراثي المسبب لارتفاع نسبة التانينات يرتبط بصفة وراثية مظهرية هي وجود الأزهار الملونة (غير البيضاء)، فالبذور الناتجة عن نباتات ذات أزهار بيضاء تحتوي كميات منخفضة من التأنينات. يبلغ متوسط محتوى بذور السلالات مرتفعة التانينات 6.6 غ/كغ، في حين يبلغ في السلالات منخفضة التانينات 0.1 غ/كغ (Crepon وزملاؤه، 2010)

تتعرض المناطق الجافة وشبه الجافة في العالم لإجهادات بيئية مختلفة، أهمها الحرارة العالية والصقيع والجفاف، وتشكل هذه المناطق نحو 36 % من إجمالي مساحة الأراضي المزروعة في العالم، وتوجد هذه المناطق في البيئات التي يقل فيها معدل الهطول المطري عن 350 ملم خلال الموسم، والتي تتصاحب غالباً مع درجات حرارة متطرفة (Kirigwi وزملاؤه، 2007).

يتميز مناخ البحر الأبيض المتوسط عموماً بشتاء بارد وصيف حار وجاف، مع تفاوت معدلات الهطول المطري (200 و 800 ملم سنوياً)، وعدم انتظام توزعه، وتُعد التبدلات المناخية المصدر الرئيس لنقص الغلة وتقلبها من موسم إلى آخر، إضافةً إلى التفاعل بين الطرز الوراثية والعوامل البيئية، والذي ينعكس على الصفات المورفو- فيزيولوجية للنبات (Nachit وزملاؤه، 1992).

بينت دراسة شملت ثمانية أصناف من الفول لتقييم تأثير الظروف البيئية غربي تركيا في مجموعة من صفات الفول، أن أكثر الصفات تأثراً بالظروف البيئية (Environment) هي صفة عدد القرون في النبات، ووزن البذور، وعدد الفروع في النبات الواحد، بينما تأثرت صفات أخرى بالعامل الوراثي (Genotype) مثل وزن 100 بذرة، وموعد الإزهار، وموعد النضج (Toker، 2004).

يتلقح نبات الفول ذاتياً، كما توجد فيه نسبة عالية من التلقيح الخلطي تتراوح بين 30 و 40 % تبعاً للمنطقة، لذلك فإن لمواقع الزراعة ووجود الحشرات الملقحة فيها، ولاسيما النحل، تأثيراً كبيراً في العقد وكمية الإنتاج (Bond وPoulsen، 1983)، مما يفسر أهمية دراسة تأثير مناطق الزراعة في الطرز الوراثية للفول.

بينت دراسات عديدة أن اختيار مناطق لزراعة الفول تحافظ على الحشرات الملقحة، وانتخاب طرز وراثية تمتاز بتفتح أزهار عال، تزيد التلقيح الخلطي والخصوبة الذاتية، وتؤدي لتحسين إنتاجية محصول الفول (Maalouf وزملاؤه، 2005؛ Link، 1990).

ذكر Yan (2002) أن التباين الناتج عن البيئة يمثل 80 % من التباين الكلي لمجموع الصفات التي درسها، في حين يتجه الاهتمام عند تقييم الطرز الوراثية نحو تفسير التباين الوراثي وتباين تفاعل الطرز الوراثية مع البيئة (التي تمثل 20 % المتبقية)، لتحديد أفضل الطرز للبيئات المختلفة.

كما استخدم Yan (2001) تحليل GGE Biplot للحصول على أول مكونين من المكونات الأساسية (Principal components) وهما: المكون الوراثي

(PCA1) و المكون البيئي (PCA2)، ويعد هذا التحليل مهماً لأنه يدرس العلاقة بين المواقع البيئية ويحدد الطرز الوراثية المثلى لكل بيئة.
قام حكيم وزملاؤه (2010) بتقييم التفاعل البيئي الوراثي، من أجل تحديد أفضل بيئات الانتخاب لصفة الغلة الحبية في القمح، فوجدوا أن الزراعة البعلية هي الأنسب لتقييم الأصناف وتقدم عملية الانتخاب، حيث استطاعوا أن ينتخبوا فيها طرزاً وراثيةً تتصف بالتأقلم الواسع مع الزراعة في البيئات المدروسة كافةً، ولاسيما في ظروف الجفاف.
درس Tarakanovas و Ruzgas (2006) التفاعل البيئي الوراثي لثلاثة عشر صنفاً من القمح في أربعة مواقع، و بين تحليل التباين أن الطراز الوراثي (Genotype) والموقع (Location) والتفاعل بينهما (GXE interaction) كان عالي المعنوية لصفة الغلة البذرية، وتوصلا لتحديد الطرز الوراثية ذات الثباتية بالإنتاج في جميع المواقع (التكيف الواسع)، والطرز الملائمة لكل موقع على حدة (التكيف الخاص).
يُعد الوصول إلى سلالات من الفول ذات صفة نوعية جيدة (انخفاض نسبة التانينات) وصفات إنتاجية عالية، إضافةً إلى تكيفها مع المناطق المزروعة فيها أمراً غايةً في الأهمية، لذلك هدف هذا البحث إلى:

1 ـ انتخاب مجموعة من سلالات الفول منخفضة التانينات.
2 ـ دراسة الصفات الانتاجية للسلالات المنتخبة في مواقع بيئية مختلفة.
3 ـ تقييم طبيعة التفاعل البيئي ـ الوراثي في مناطق الزراعة.

مواد البحث وطرائقه

المادة النباتية: اختير لهذه الدراسة 108 سلالات من الفول منخفضة التانينات (ذات أزهار بيضاء) محسنة لدى المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا)، وتميزت السلالات المستخدمة بالإنتاجية العالية والنوعية الجيدة، والتأقلم الجيد مع الظروف البيئية في مناطق مختلفة من العالم، لتتم دراستها خلال موسمين تحت ظروف المنطقة الشمالية من سورية.

موسم 2009/2008:

مكان تنفيذ التجربة: نُفذ بحث الموسم الأول في المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ICARDA)، الذي يتبع منطقة الاستقرار الثانية حيث يبلغ معدل الهطول السنوي 335 ملم.
طريقة الزراعة: زُرعت بذور جميع السلالات (108) المدروسة بتاريخ 2008/12/7، حيث تم اختيار الأرض وفلاحتها، ثم تنعيم التربة، وتقسيمها إلى قطع تجريبية، بلغ طول القطعة 3 م، وعرضها 225 سم، تضم خمسة خطوط، يحتوي كل خط على 15 نباتاً، وبلغت مساحة القطعة التجريبية 6.75 م^2، زُرعت البذور على عمق 5 سم، بمسافة 20 سم بين النباتات في الخط، و 45 سم بين الخطوط، وتمت جميع عمليات الخدمة من تعشيب ومكافحة للأمراض الفطرية والحشرات وفق ظروف المنطقة، كما تم تنفيذ أربع ريات تكميلية مجموعها 120ملم.
مخطط التجربة: تم توزيع السلالات باستخدام التصميم Augmented Design ، على إثني عشر قطاعاً، ضم كل قطاع تسع سلالات، وثلاثة أصناف كشواهد، هي الصنف البلدي (ILB1814)، والصنف الإسباني (ILB1270)، والصنف المعتمد حماة1 (ILB1812)، ثم غُربلت السلالات من خلال دراسة الكفاءة الإنتاجية والمراحل الفينولوجية والصفات النوعية.
المؤشرات المدروسة: تم تدوين وتقدير موعد الإنبات، وقوة النمو (نبات قوي النمو:1، متوسط:3، ضعيف:5)، وموعد الإزهار، والتبكير في العقد، وعدد العقد التي تحوي أزهاراً، وعدد العقد التي تحوي قروناً، وارتفاع النبات (سم)، وعدد الفروع على النبات، وعدد القرون في العقدة، وموعد النضج، وعدد القرون/م^2، وعدد البذور في القرن، وعدد البذور/م^2، ووزن البذور/م^2، ووزن 100 بذرة، وذلك على ثلاثة نباتات في الخط الأوسط من القطعة التجريبية لكل سلالة.

موسم 2010/2009:

مكان تنفيذ البحث: نُفذ البحث في الموسم الثاني في ثلاثة مواقع تمثل ثلاث مناطق استقرار هي:
1 ـ موقع يحمول: يقع ضمن بيئة رطبة، يتبع الموقع منطقة الاستقرار الأولى بمعدل أمطار أعلى من 350 ملم.
2 ـ موقع تل حديا: يقع في بيئة نصف جافة، يتبع الموقع منطقة الاستقرار الثانية بمعدل أمطار يتراوح من 300 إلى 350 ملم.
3 ـ موقع حميمة: يقع في بيئة جافة، يتبع الموقع منطقة الاستقرار الثالثة بمعدل أمطار يتراوح من 250 إلى 300 ملم.
انتخبت إحدى عشرة سلالة من مجموع الـ108 سلالات، و تم دراسة طبيعة التفاعل البيئي الوراثي للطرز الوراثية.
طريقة الزراعة: زُرعت البذور بتاريخ 2009/12/5 في قطع تجريبية طول كل منها 3.4 م، بعرض 180 سم، أي أن مساحة القطعة التجريبية بلغت 6.12 م^2 تحوي على أربعة خطوط، يوجد في كل منها 17 نباتاً.
تم إعطاء أربع ريات تكميلية في موقع تل حديا بمعدل 30ملم للرية، وخمس ريات في موقع حميمة، بينما كانت الزراعة بعلاً في موقع يحمول الذي يتبع منطقة الاستقرار الأولى.

مخطط التجربة: تم توزيع السلالات الإحدى عشرة المنتخبة، والأصناف الشواهد الثلاثة (البلدي ILB1814، والإسباني ILB1270، والمصري جيزة 4) في قطاعات عشوائية كاملة بثلاثة مكررات للسلالة (الجدول 1).

المؤشرات المدروسة: أُخذت القراءات التالية: قوة النمو، وعدد الأيام حتى الإزهار، وعدد الأيام حتى النضج، وارتفاع النبات (سم)، وعدد البذور في القرن، ووزن 100 بذرة، وعدد القرون/م^2، وعدد البذور/م^2، وتأثير الصقيع (عدد النباتات المتأثرة بالصقيع في الخط الأوسط من 15 إلى17 نباتاً يحصل على الدرجة :5، ومن 10 إلى 14 نباتاً يحصل على الدرجة 4، ومن 5 إلى 9 نباتات يحصل على الدرجة 3، ومن 1 إلى 4 نباتات يحصل على الدرجة 2، و 0 نبات و يحصل على الدرجة 1)، ووزن البذور/م^2.

التحليل الإحصائي: تم استخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة في ثلاثة مكررات، حيث أجري التحليل الإحصائي باستخدام برنامج Genstat 12 وقُورنت المتوسطات بحساب أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 0.05 بين المعاملات (Singh، 2002)، كما تم تقدير التفاعل البيئي ـ الوراثي باستخدام التحليل GGE biplot لتحديد السلالة المناسبة لكل منطقة استقرار.

الجدول 1. السلالات المنتخبة والمستخدمة في الموسم 2010/2009.

رقم السلالة	اسم سلالات الفول والشواهد
3	FLIP03001-FB
5	WBR -2- 6
20	HBP/ S0 F /2003, Fam. 22
24	HBP/ S0 F /2003, Fam. 28
40	HBP/ S0 F /2003, Fam. 55
54	HBP/ S0 F /2003, Fam. 75
63	Flip08001-FB
82	WRB 15-
86	S 2001, 095, BC
102	WRB 27-
103	WRB 12-
12	Check 1 Syrian Local ILB 1814
13	Check 2 Reina blanca ILB 1270
14	Check 3 Giza 4

النتائج والمناقشة

الموسم الأول (2009/2008):

1. دراسة صفات السلالات تحت ظروف منطقة الزراعة

الجدول 2. معنوية الفروق بين الصفات في السلالات المدروسة.

الصفات	الرمز	المتوسط+الخطأ القياسي	المعنوية	%CV
موعد الإنبات	DGEN	25.27 ± 2.44	**	6.86
قوة النمو	GV	2.94 ± 1.14	**	38.6
موعد الإزهار	DFLR	91.72 ± 2.14	**	2.25
التبكير في العقد	EPods	13.42 ± 2.06	NS	11.12
عدد العقد التي تحوي أزهار	NNWF	4.29 ± 0.9	**	18.89
عدد العقد التي تحوي قرون	NNWP	8 ± 1.41	**	13.27
ارتفاع النبات	PH	64.13 ± 9.05	**	10.08
عدد الفروع على النبات	NSt P	2.32 ± 0.76	NS	22.14
عدد القرون في العقدة	NPN	1.45 ± 0.04	**	2.1
موعد النضج	DMAT	158.18 ± 1.17	**	0.74
عدد القرون/م^2	NPM^2	203.92 ± 38.19	**	14.77
عدد البذور في القرن	NS1P	2.64 ± 0.42	**	10.98
عدد البذور/م^2	NSM^2	471.8 ± 91.64	**	14.87
وزن البذور/م^2	GY/m^2	330.9 ± 119.74	*	24.18
وزن 100 بذرة	100SW	73.63 ± 18.43	**	15.34

أظهرت النتائج وجود فروق معنوية عالية ($p<0.01$) بين السلالات في صفات موعد الإنبات، وقوة النمو، وموعد الإزهار، وعدد العقد التي تحمل أزهاراً، وعدد العقد التي تحمل قروناً، وارتفاع النبات، وعدد القرون في العقدة، وموعد النضج، وعدد القرون/م^2، وعدد البذور في القرن، وعدد البذور/م^2، وحجم البذور، في حين كانت الفروق معنوية عند مستوى معنوية 0.05 في صفة وزن البذور/م^2، ولم تكن الفروق معنوية بين السلالات في صفتي التبكير في العقد وعدد الفروع على النبات (الجدول 2).

يدل وجود فروق معنوية بين السلالات في أغلب الصفات المدروسة، وتفوق بعضها في صفاته الإنتاجية والنوعية، على إمكانية إجراء الانتخاب بنجاح ضمن هذه العشائر، مما يسمح بمعرفة السلالات المبشرة التي يمكن اعتمادها في برامج التربية (المحمد وزملاؤه، 2010).

2. انتخاب مجموعة من السلالات المبشرة

تم غربلة السلالات المدروسة وذلك بانتخاب 11 سلالة، على أساس نسبة النباتات ذات الزهرة البيضاء في السلالة 100 %، وإنتاجية عالية، وحجم بذور كبير، أو عدد بذور كبير، حيث قيم أداؤها في الموسم التالي ضمن بيئات متعددة، والسلالات هي: 3، 5، 20، 24، 40، 54، 63، 82، 86، 102، و 103، إضافةً إلى أصناف الشاهد 12، 13، و 14 (الجدول 3).

الجدول 3. الصفات الفينولوجية والإنتاجية للسلالات المنتخبة في الموسم 2009/2008.

الطرز	100SW	GY/m²	NSM²	NPM²	DMAT	NS1P	PH	DFLR	GV
3	43.81	462.44	1055.56#	422.22	162.00	2.40	63.67	92.00	5.00
5	97.25#	440.89	453.33	151.11	161.00	3.20	52.67	95.00	3.00
20	79.19	480.44	606.67#	302.22	158.00	2.40	72.33	89.00	3.00
24	74.18	489.56	660.00#	268.89	157.00	2.80	84.00	89.00	3.00
40	102.75#	299.11	291.11	111.11	159.00	3.00	66.33	95.00	1.00
54	73.97	504.67	682.22#	308.89	161.00	2.60	72.00	83.00	3.00
63	79.40	527.56	664.44#	284.44	159.00	2.60	78.33	89.00	3.00
82	93.00#	289.33	311.11	115.56	162.00	2.60	58.67	98.00	1.00
86	119.61#	340.22	284.44	113.33	156.00	4.00	49.33	89.00	3.00
102	99.10#	268.67	271.11	104.44	160.00	2.60	53.67	95.00	3.00
103	95.92#	277.11	288.89	100.00	158.00	3.20	46.67	95.00	5.00
12	136.47#	483.96	355.99	153.23	159.33	2.62	71.92	93.00	2.00
13	116.52#	389.11	336.49	117.19	158.42	2.97	56.56	94.00	4.00
14	132.22#	438.97	332.66	100.27	156.83	3.32	68.22	94.00	2.33
SE	12.97	82.25	64.48	26.87	0.85	0.29	6.37	1.54	0.83
$LSD_{0.05}$	36.86	239.48	183.28	76.38	2.34	0.84	18.1	4.28	2.28
CV%	15.34	24.18	14.87	14.77	0.74	10.98	10.08	2.25	38.60

NSM2 #: عدد البذور كبير ،100SW #: حجم البذور كبير.

الموسم الثاني (2010/2009):

3. دراسة المعطيات المناخية في مواقع الزراعة

تمت دراسة تأثير معدلات الأمطار، وانتظام الهطول، ودرجات الحرارة العظمى والصغرى خلال فترة نمو المحصول في الصفات الفينولوجية والإنتاجية للسلالات. أظهرت المعطيات المناخية أن مجموع الهطول المطري في موقع يحمول بلغ 352.4 ملم، وهو يقترب من معدل الهطول في منطقة الاستقرار الأولى (أعلى من 350 ملم) حيث يزرع الفول بعلاً، بينما بلغ مجموع الأمطار في موقع تل حديا 201 ملم، منخفضاً عن معدل أمطار منطقة الاستقرار الثانية (300 إلى 350 مم)، لذلك تم إعطاء أربع ريات بمجموع 120 ملم، أما في موقع حميمة فبلغ مجموع الأمطار 170 ملم (الجدول 4)، مما استدعى إضافة ثلاث ريات تكميلية بمجموع 90 ملم. لم يكن توزع الأمطار خلال فصل الشتاء منتظماً، وتفاوت خلال مراحل نمو النبات، فتعرضت مناطق الزراعة في تل حديا وحميمة إلى فترات انحباس للأمطار، ولاسيما خلال مراحل النمو الأخيرة التي تشمل مرحلة تشكل القرون وامتلائها (نيسان/ أبريل، وأيار/ مايو) رافقها ارتفاع ملحوظ في درجات الحرارة العظمى خلال شهر مايو، مما أثر في غلة المحصول. كما تعرض موقع يحمول إلى الصقيع، فانخفضت درجات الحرارة الصغرى من 26 م° في 2010/1/29 إلى مادون الصفر (- 6 م°) الأمر الذي أدى إلى غربلة واضحة للأصناف المقاومة للبرودة.

الجدول 4. درجات الحرارة والهطل المطري في مواقع يحمول وتل حديا وحميمة خلال موسم 2009/ 2010.

الأشهر	متوسط الحرارة الصغرى (م°)			متوسط الحرارة العظمى (م°)			مجموع الهطل المطري (ملم)		
	يحمول	تل حديا	حميمة	يحمول	تل حديا	حميمة	يحمول	تل حديا	حميمة
ديسمبر	5.68	5.98	6.58	13.81	14.71	13.45	125	71.4	67
يناير	4.77	4.73	5.16	12.78	14.66	13.10	88.1	53.7	38.0
فبراير	5.54	4.46	5.18	15.14	15.19	14.75	57.5	50.60	18.0
مارس	7.23	6.26	9.13	19.74	20.84	20.35	32.6	12.4	19.0
أبريل	8.81	7.97	9.42	22.23	24.99	22.71	41.2	12.7	10.0
مايو	13.94	13.40	15.81	28.06	31.75	30.16	8	0.2	18

المصدر: GCSAR, ICARDA (2009/ 2010)

4. مقارنة صفات السلالات المنتخبة في مواقع بيئية مختلفة

الصفات الفينولوجية:

- **قوة النمو:** بينت نتائج تحليل التباين في موقع تل حديا، وجود فروق معنوية بين السلالات ($p<0.05$)، حيث تميزت السلالات 5، 20، 24، 54، 102 بقوة نموها متساويةً مع أفضل الشواهد، كما كانت الفروق معنوية ($p<0.05$) في موقع يحمول، وتميزت السلالات 5، 20، 24، 40، 54، 102، وفي موقع حميمة تفوقت السلالتان 5، 102 معنوياً على السلالة 20 (الجدول 5).
- **عدد الأيام حتى الإزهار:** ظهرت الفروق معنوية ($p<0.05$) في موقع تل حديا، وكانت أكثر السلالات تبكيراً بالإزهار 3، 24، 40، 54، 63، ولم يكن الفرق معنوياً بينها وبين أفضل الشواهد، ولم تُلحظ فروق معنوية بين السلالات في موقع يحمول، أما في موقع حميمة فكانت الفروق عالية المعنوية ($p<0.001$) إذ تفوقت السلالات 20، 24، 40 بتبكيرها في عدد الأيام حتى الإزهار، دون وجود فروق معنوية مع أفضل الشواهد (الجدول 5).

الجدول 5. متوسط قوة النمو، وعدد الأيام حتى الإزهار، وعدد الأيام حتى النضج خلال موسم 2010/2009.

السلالة	قوة النمو			عدد الأيام حتى الإزهار			عدد الأيام حتى النضج		
	تل حديا	يحمول	حميمة	تل حديا	يحمول	حميمة	تل حديا	يحمول	حميمة
3	3.00	3.67	3.00	89.67	99.33	89.33	150.67	161.67	153.33
5	2.33	2.33	2.33	90.67	98.00	89.33	152.00	161.67	155.00
20	2.33	2.33	5.00	90.67	98.33	85.33	146.67	157.33	151.33
24	1.67	1.67	3.00	86.33	98.67	85.67	148.00	158.00	151.33
40	3.00	3.00	3.00	88.00	99.33	85.00	150.00	160.67	154.67
54	2.33	2.33	4.33	87.00	99.67	87.67	150.00	158.00	152.00
63	4.33	4.33	3.00	87.33	100.00	89.33	148.67	159.00	151.33
82	4.33	4.33	3.67	90.67	98.00	90.67	151.33	161.33	153.00
86	3.67	3.67	3.00	90.33	99.00	90.33	147.33	156.33	151.33
102	2.33	2.33	2.33	90.67	98.67	90.00	151.33	161.00	154.67
103	4.33	4.33	3.00	90.67	98.00	90.33	151.33	160.33	154.33
12	1.00	1.00	1.00	86.67	99.33	84.33	149.33	157.33	153.33
13	1.00	1.00	3.00	87.00	96.33	87.33	149.33	159.00	153.67
14	2.33	3.00	1.67	87.67	99.67	85.67	148.67	161.00	153.33
SE	0.66	0.73	0.72	1.20	0.96	0.72	0.53	0.81	0.84
$LSD_{0.05}$	1.92	2.12	2.08	3.49	2.79	2.10	1.54	2.34	2.44
%CV	42.2	44.9	42.0	2.3	1.7	1.4	0.6	0.9	0.9

- **عدد الأيام حتى النضج:** تراوح هذا المؤشر في موقع تل حديا بين 146 و 152 يوماً، حيث تفوقت السلالة 20 في الباكورية على جميع السلالات والشواهد بفروق عالية المعنوية ($p<0.001$)، تلتها السلالات 86، 24، 63 على التوالي، وفي موقع يحمول تطلب نضج السلالات أياماً أطول، فقد تراوح عدد الأيام حتى النضج من 156 إلى 162 يوماً، وكانت السلالة 86 أكثر السلالات باكوريةً بالنضج، تلتها السلالات 20، 24، 54 على التوالي، أما في حميمة فكانت الفروق معنوية ($p<0.05$)، وكررت السلالات 20، 24، 63، 86 باكوريتها على باقي السلالات، دون فروق معنوية مع الشواهد، كما تراوح عدد الأيام حتى النضج بين 151 و 155 يوماً (الجدول 5). يتوافق وجود فروق معنوية بين السلالات في بيئات مختلفة مع ما وجده Nachit وزملاؤه (1992) من أن التبدلات المناخية التي تميز مناخ البحر المتوسط، وتفاعل الطرز الوراثية والبيئة تنعكس على الصفات المورفولوجية والفينولوجية وتؤدي إلى اختلافات معنوية بين الأصناف.

الصفات الإنتاجية:

- **ارتفاع النبات:** كانت الفروق معنوية ($p<0.05$) في موقع تل حديا بالنسبة لهذا المؤشر، إذ تفوق الشاهد 12 على جميع السلالات تلته السلالات 5، 102، 24 على التوالي، كذلك تفوق الشاهد 12 بمعنوية ($p<0.001$) في موقع يحمول دون وجود فروق معنوية مع السلالتين 5، 102. أما في حميمة فلم تلحظ أية فروق ذات دلالة احصائية بين السلالات في هذه الصفة (الجدول 6).
- **عدد البذور في القرن:** كانت الفروق معنوية في المواقع الثلاثة بالنسبة لهذا المؤشر، وقد أظهر الشاهد 13 أعلى عدد من البذور في القرن في موقع تل حديا دون فروق معنوية مع السلالات المدروسة 5، 24، 82، 86، 102، 103، وتفوقت عليه ظاهرياً السلالة 82، 86 في موقع يحمول و 5، 86 في موقع حميمة (الجدول 6).
- **وزن 100 بذرة:** ظهرت فروق عالية المعنوية جداً ($p<0.001$) في المواقع كافةً بالنسبة لهذا المؤشر، حيث انقسمت السلالات إلى مجموعتين ضمت الأولى السلالات 3، 20، 24، 54، 63، وهي صغيرة البذرة، وضمت الثانية السلالات 5، 40، 82، 86، 102، 103، وهي كبيرة البذرة. ففي موقع تل حديا تراوح وزن 100 بذرة من المجموعة الأولى بين 59.67 و 77.33غ، أما الثانية فتراوح الوزن بين 89 و 109.33 غ، وفي موقع يحمول تراوح وزن 100 بذرة لسلالات المجموعة الأولى بين 59 و 78.67 غ، والمجموعة الثانية بين 85 و 109.33 غ، وفي موقع حميمة تراوح وزن 100 بذرة في سلالات المجموعة الأولى بين 56.33 و 80.33 غ، والمجموعة الثانية بين 83.83 و 107 غ (الجدول 6).

الجدول 6. متوسط ارتفاع النبات، وعدد البذور في القرن، ووزن 100 بذرة خلال موسم 2009/ 2010.

السلالة	ارتفاع النبات (سم)			عدد البذور في القرن			وزن 100 بذرة (غ)		
	تل حديا	يحمول	حميمة	تل حديا	يحمول	حميمة	تل حديا	يحمول	حميمة
3	58.33	53.33	98.70	2.27	2.53	2.60	59.67	59.00	56.33
5	64.67	67.33	100.00	3.27	3.20	3.53	109.33	109.33	107.00
20	59.33	56.33	82.30	2.60	2.47	2.47	77.33	78.67	80.33
24	62.00	56.67	95.30	2.87	2.87	2.93	66.67	68.33	68.33
40	60.67	53.33	110.70	2.73	2.87	3.13	92.67	86.00	83.33
54	60.67	59.33	88.30	2.60	2.80	2.93	76.67	73.33	72.67
63	61.00	60.00	94.00	2.80	2.67	2.93	75.33	72.67	75.67
82	61.33	57.33	101.70	3.27	3.33	3.07	99.00	101.00	98.33
86	54.00	58.67	96.00	3.27	3.60	3.80	89.00	85.00	93.00
102	63.00	67.67	108.30	3.20	3.13	3.00	106.33	105.33	100.33
103	57.67	59.67	96.70	3.33	3.07	3.20	101.67	102.33	102.33
12	72.67	73.67	104.00	2.27	2.60	2.60	143.00	140.00	141.33
13	60.67	66.00	95.30	3.40	3.27	3.33	119.00	117.00	115.33
14	61.33	64.67	110.30	2.87	3.00	3.07	73.67	72.33	77.33
SE	2.45	2.80	6.44	0.18	0.14	0.20	2.74	2.56	2.76
$LSD_{0.05}$	7.12	8.15	18.71	0.53	0.40	0.58	7.95	7.43	8.01
%CV	6.9	8.0	11.3	10.8	8.1	11.3	5.1	4.9	5.3

- عدد القرون/م²: أظهرت نتائج التحليل وجود فروق معنوية عالية ($p<0.001$) في موقع تل حديا، حيث تفوقت السلالة 3 على جميع السلالات والشواهد، بينما تميزت السلالات 20، 24، 54، 63 بعدد قرون كبير دون فروق معنوية مع أفضل الشواهد 14، وفي يحمول لوحظت فروق معنوية بين السلالات ($p<0.05$)، وتميزت السلالات 20، 54، 63، 3 بأفضل عدد من القرون/م²، أما موقع حميمة فكانت الفروق معنوية ($p<0.01$)، وامتازت السلالة 3 بأعلى عدد من القرون متفوقةً على جميع السلالات عدا السلالة 40 والشاهد 14 (الجدول 7).
- عدد البذور/م²: تشير النتائج في موقع تل حديا إلى تفوق السلالة 3 معنوياً ($p<0.05$) على باقي السلالات بالنسبة لهذا المؤشر، عدا السلالة 20، 24، 54، 63 والشاهد 14، بينما أعطت السلالة 40 أكبر عدد من البذور متساويةً معنوياً مع السلالات 3، 54، 63، 86 والشاهدين 13، 14 في موقع حميمة، وفي موقع يحمول تفوقت السلالتان 54، 86 معنوياً على السلالات 24، 40، 82، 103 (الجدول 7).
- تأثير الصقيع: تأثرت السلالات 3، 24، 40، 14 بالصقيع الذي أصاب منطقة يحمول بتاريخ 2010/1/27، حيث سُجلت النتائج ضمن سلم من 1 إلى 5 درجات، فحصلت السلالات المتأثرة بنسبة 80 إلى 100 % على درجة 5، بينما حصلت السلالات المقاومة على الدرجة1 (الجدول 7).

الجدول 7. متوسط عدد القرون/م²،وعدد البذور/م²، وتأثير الصقيع خلال موسم 2009/ 2010.

السلالة	عدد القرون/م²			عدد البذور/م²			الصقيع
	تل حديا	يحمول	حميمة	تل حديا	يحمول	حميمة	يحمول
3	164.98	91.29	182.41	372.04	235.80	474.80	3.33
5	74.19	68.95	95.59	244.20	219.50	333.17	1.00
20	122.25	106.43	114.76	317.84	262.84	279.58	2.67
24	122.01	59.26	116.29	356.23	170.35	339.87	4.33
40	82.70	52.94	155.88	226.97	150.84	489.10	4.33
54	121.95	100.00	128.59	321.57	280.00	367.88	2.67
63	116.63	96.30	130.39	333.47	255.93	378.02	2.67
82	83.15	51.03	75.49	275.68	166.61	231.87	2.33
86	73.72	78.21	100.11	243.58	281.02	377.48	1.00
102	83.17	73.86	102.83	266.14	231.05	308.90	1.00
103	82.51	53.32	94.06	275.07	162.45	300.58	2.33
12	88.42	78.27	104.30	199.14	202.16	271.19	1.00
13	73.33	72.28	106.70	249.24	235.87	354.32	1.33
14	119.32	88.56	155.07	342.39	270.00	486.27	3.00
SE	8.06	11.75	15.22	32.63	34.63	46.65	0.35
$LSD_{0.05}$	23.44	34.16	44.25	94.84	100.68	135.61	1.01
%CV	13.9	26.6	22.2	19.7	26.9	22.7	25.5

- وزن البذور/م²: بينت نتائج هذه الصفة في موقع تل حديا تفوق السلالات 103، 102، 82، 5 بالإنتاجية/م² على باقي السلالات ($p<0.05$) دون فروق معنوية مع الشواهد، وفي موقع يحمول تفوقت السلالات 86، 5، 102 على باقي السلالات ($p<0.01$) دون وجود فروق معنوية مع الشواهد الثلاثة، في حين أظهرت السلالات 40، 86، 5، 103، 102، 63 إنتاجيةً عاليةً متساويةً مع الشواهد ومتفوقةً معنوياً ($p<0.05$) على باقي السلالات في موقع حميمة. ويتوافق ذلك مع Bond و Poulsen (1983) و Link (1990) و Maalouf وزملائه (2005)، والتي تؤكد على أن الطرز الوراثية التي تمتاز بتفتح أزهار عال وخصوبة ذاتية، تتفوق على باقي الطرز من حيث إنتاجية محصول الفول (الجدول 8).

كما تبين معطيات الجدول 8 أن متوسط الغلة في موقع حميمة (313.1 كغ/هكتار)، كان أعلى من متوسط غلة موقعي تل حديا (250.19 كغ/هكتار)، ويحمول (199 كغ/هكتار)، ويعود السبب إلى انخفاض غلة بعض السلالات في موقع يحمول نتيجةً لتأثرها بالصقيع.

أظهر الجدول 8 أن بعض الطرز الوراثية تعطي إنتاجاً عالياً في موقع دون آخر، مما يشير إلى ملاءمة هذه الطرز للمواقع التي تعطي فيها غلة عالية، فالسلالة 102 وسلالة الشاهد 13 أعطت أفضل غلة في موقع تل حديا، والسلالة 86 والشاهد 12 كانت الأفضل في موقع يحمول، في حين كانت السلالة 40 وسلالة الشاهد 14 متفوقةً في صفة الغلة في موقع حميمة، مما يعطي هذه السلالات ميزة الملاءمة للمواقع المذكورة، وينسجم ذلك مع ما توصل إليه Tarakanovas و Ruzgas (2006) في دراستهما بغرض تحديد الطرز الوراثية الملائمة لكل موقع من خلال استخدام التكيف الخاص.

الجدول 8. متوسط وزن البذور/م^2 خلال الموسم 2009/ 2010.

السلالة	وزن البذور (غ/م^2)			
	تل حديا	يحمول	حميمة	متوسط السلالة/المواقع
3	236.08	154.85	285.02	225.32
5	271.24	244.23	343.68	286.38
20	223.90	198.09	252.72	224.90
24	216.94	118.63	225.44	187.00
40	198.58	116.23	383.01	232.61
54	230.41	182.63	250.65	221.23
63	238.58	190.52	291.56	240.22
82	274.29	188.89	243.90	235.69
86	233.61	249.51	366.12	283.08
102	283.08	234.59	313.67	277.11
103	278.22	178.05	316.56	257.61
12	277.47	269.55	353.76	300.26
13	296.48	245.48	376.14	306.03
14	243.81	214.81	381.10	279.91
متوسط الموقع	250.19	199	313.1	254.1
SE	18.87	24.04	33.07	
$LSD_{0.05}$	54.84	69.90	96.14	
%CV	13.1	20.9	18.3	

5. طبيعة التفاعل البيئي - الوراثي في مناطق الزراعة

أظهر تحليل التباين لـ 11 سلالة وثلاثة شواهد في ثلاثة مواقع بيئية، وجود فروق معنوية بين المواقع (L) على مستوى معنوية $p<0.001$ في صفات عدد الأيام حتى الإزهار، وارتفاع النبات، وعدد الأيام حتى النضج، وعلى مستوى $p<0.01$ لصفات عدد القرون/ م^2، ووزن البذور/ م^2، وعلى مستوى $p<0.05$ لصفة عدد البذور في المتر المربع (الجدول 9).

كما يبين جدول تحليل التباين وجود فروق معنوية عالية ($p<0.001$) بين الطرز الوراثية (G) في جميع الصفات المدروسة، وأظهرت النتائج التأثير الحاسم للمخزون الوراثي(المكنون الوراثي) في صفات وزن 100 حبة، وعدد الحبوب في القرن، وقوة النمو، حيث لم تتأثر هذه الصفات كثيراً بالاختلافات البيئية بين المواقع، ويتوافق ذلك مع نتائج Toker (2004).

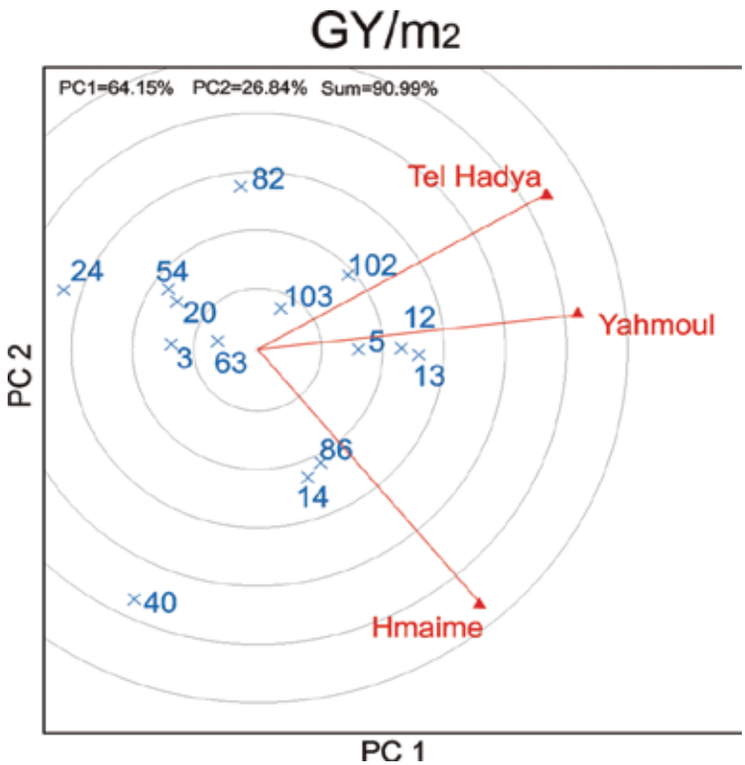
في حين أظهر تفاعل الطرز الوراثية مع المواقع (GXL)، تأثيراً معنوياً عالياً ($p<0.001$) في صفات عدد الأيام حتى الإزهار، وتأثيراً معنوياً ($p<0.05$) لصفات عدد القرون/م^2، وعدد البذور/م^2، ووزن البذور/م^2، مما يشير إلى وجود تباين مهم للتعبير الوراثي للطرز عبر البيئات المزروعة فيها، وضرورة اختبار هذه الطرز في مواقع متعددة لكشف التأثيرات البيئية المستورة، ودرجة استقرار إنتاجية الأصناف عند زراعتها في مواقع متعددة.

الجدول 9. مربع المتوسطات ومعنوية الفروق لتفاعل الطرز الوراثية والمواقع.

	درجات الحرية	قيم F المحسوبة للصفات المدروسة								
مصدر التباين	df	GV	DFLR	PH	DMAT	NS1P	NPM^2	NSM^2	GY/m^2	100SW
الموقع	2	0.6	1521.21***	19763.17***	1051.71***	0.19	18885.1**	18715*	137157**	24.1
Residual	6	1.21	1.05	178.66	3.67	0.2	1376.7	21114	8794	76.02
الطراز الوراثي	13	7.33***	12.85***	203.44***	19.72***	1.05***	4092.1***	17158***	11198***	4497.86***
G X L	26	1.73	7.64***	75.02	1.95	0.06	839.6*	8513*	3729*	16.44
Residual	78	1.48	2.89	55.27	1.63	0.09	434.8	4440	2028	21.61

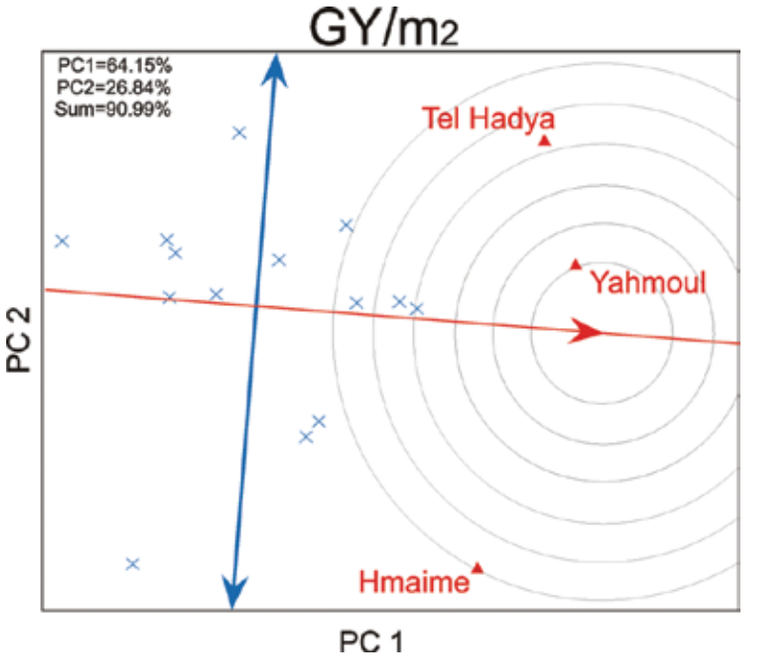
6. تحليل التأثير المتبادل بين الطرز الوراثية والمواقع باستخدام اختبار GGE Biplot

أظهر تحليل GGE Biplot أن التباين بين المواقع لصفة الإنتاج كان واضحاً، إذ توزعت السلالات في عدة اتجاهات، ما يعكس التأثير المميز للبيئات في الطرز الوراثية، فالارتباط بين موقع تل حديا وحميمة كان معدوماً (الزاوية=90، R=COS90=0)، وبالتالي فإن هذين الموقعين سيكون تأثيرهما متبايناً بشكل كبير في الطرز المختبرة، كما بين الاختبار أن أكثر من 90 % من التباين عائد للطرز الوراثية (G) ولتفاعل الطرز مع البيئات (GXE) في صفة الإنتاجية في وحدة المساحة (الشكل 1).



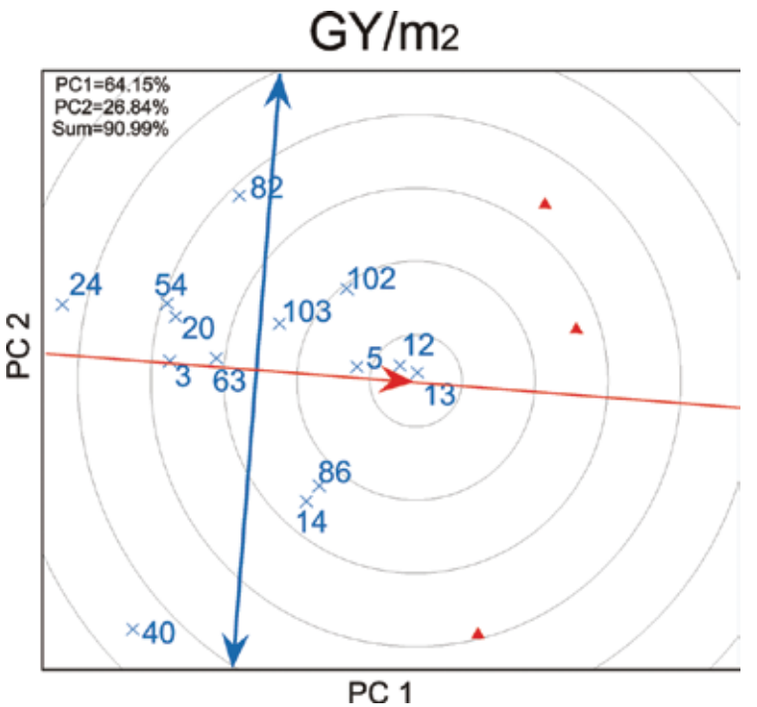
الشكل1. تحليل تفاعل الطرز الوراثية مع المواقع لصفة الغلة.

كما سمح تحليل GGE Biplot بتحديد أفضل البيئات لاختبار الطرز الوراثية للفول، وهي البيئة التي تمتلك القدرة على التمييز بشكل كبير بين الطرز الوراثية، فكلما اقتربت البيئة من البيئة المثالية (Ideal، التي تظهر برأس سهم) كانت هي الأفضل، وبذلك يلاحظ أن موقع يحمول يمثل أفضل البيئات المدروسة، لأنه الأقرب للبيئة المثالية. وتتوافق هذه النتيجة مع ماتوصل إليه حكيم وزملاؤه (2010) من أن البيئة التي تؤدي إلى إظهار التباينات بين الأصناف، تمثل البيئة المثالية للمحصول (الشكل 2).



الشكل 2. البيئة المثلى وفق التحليل **GGE Biplot** لصفة الغلة.

بين التحليل أن الطراز الوراثي 5، هو الطراز الوراثي الأفضل بالإضافة إلى الشاهدين 12، 13 لقربه من الطراز المثالي (Ideal، الذي يظهر برأس سهم)؛ حيث امتازوا بالغلة العالية وثباتية الإنتاج عبر البيئات المختبرة (الشكل3)، وهذا مشابه لما توصل إليه Fikere وزملاؤه (2008) باستخدام التحليل AMMI؛ حيث حددوا الطرز الوراثية الأكثر ثباتيةً واستقراراً في الإنتاج من خلال اختبارهم لإثنتي عشرة بيئة لزراعة الفول.



الشكل 3. الطراز الأمثل وفق التحليل **GGE Biplot** لصفة الغلة.

الاستنتاجات و المقترحات

1 ـ تميزت السلالات 20، 24، 86 بالباكورية في النضج، والسلالات 3 و 20 بأعلى عدد من القرون/م^2، والسلالات 3، 40، 86 بأعلى عدد من البذور/م^2، مما يشير لأهمية هذه السلالات كمصادر وراثية لتحسين الصفات المذكورة.

2 ـ أظهرت السلالات 5، 86، 102 مقاومةً عاليةً للصقيع، وبالتالي يمكن استخدامها عند زراعة الفول في المناطق الأكثر برودة.

3 ـ بينت دراسة طبيعة التفاعل البيئي ـ الوراثي أن صفات قوة النمو، وعدد البذور في القرن، ووزن 100 بذرة، خضعت لتأثير العامل الوراثي بشكل كبير، في حين كان تأثير العامل البيئي ضعيفاً، أما في صفة الغلة فقد أظهرت السلالات 86، 102، 40 ملاءمةً لمناطق الاستقرار الأولى (يحمول) والثانية (تل حديا) والثالثة (حميمة) على التوالي محققةً بذلك مفهوم التكيف الخاص.

4 ـ تميزت السلالة 5 بالغلة العالية واستقرار الإنتاج عبر مناطق الاستقرار المختلفة (مفهوم التكيف الواسع)، مما يستدعي ضرورة الاستفادة من السلالات ذات التكيف الخاص والواسع في برامج التربية، للحصول على أصناف ذات قدرة إنتاجية عالية ومتلائمة مع مناطق بيئية متباينة.

5 ـ أظهرت الدراسة أن موقع يحمول يمثل البيئة الأكثر ملاءمةً لاختبار الطرز الوراثية، وتقدم عملية الانتخاب لسلالات الفول في المنطقة الشمالية من سورية لصفة الغلة.

المراجع

- حكيم محمد شفيق؛ عبد الله عثمان؛ محمد جمال حمندوش؛ وليد العك؛ خالد الشريدة. 2010. تقييم التفاعل الوراثي البيئي لبعض الطرز الوراثية من القمح الطري (*Triticum aestivum* L.)، مجلة بحوث جامعة حلب، سلسلة العلوم الزراعية، صفحة (20). سورية.
- المحمد خالد؛ فؤاد معلوف؛ أحمد حاج سليمان؛ محمد حجو. 2010. تقييم الكفاءة الإنتاجية لبعض سلالات من الفول *Vicia faba* L منخفضة السمية في شمال سورية، مجلة بحوث جامعة حلب، سلسلة العلوم الزراعية، العدد (86). سورية.
- Bond ,DA., and M.H. Poulsen. 1983. Pollination. In: Hebleethwaite PD (ed) The faba bean (*Vicia faba* L.). Butterworths. London:77 - 101.
- Crepon ,K.; P. Marget, C. Peyronnet , B. Carrouee, P. Arese and G. Duc . 2010. Nutritional value of faba bean (*Vicia faba* L.) seeds for feed and food, Field crops research. 115: 329 - 339.
- Cubero ,J,I. 1973. Evolutionary trends in Vicia faba. Theor. Appl. Genet. 43: 59 - 65.
- Cubero ,J,I. 1974. On the evolutionary of *Vicia faba* L. Theor. Appl. Genet. 45: 47 - 51.
- Duc G. 1997. Faba bean (*Vicia faba* L.). Elsevier Science B.V. Field Crops Research 53 :99 - 109.
- Duke ,J.A. 2008. Handbook of Energy Crops (*Vicia faba* L.), Purdue University. Center for new crops and plants products Spain: 501 - 503.
- FAO Year book. 2009. Broad beans (horse beans), Food Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (UN). www. FAOSTAT.org.
- Fikere ,M.; T. Tadesse and T. Letta .2008. Genotype-Environment Interactions and Stability Parameters for Grain Yield of Faba Bean (Vacia faba L.) Genotypes Grown in South Eastern Ethiopia. Int. J. Sustain. Crop Prod. 3(6):80 - 87.
- Kirigwi ,F.M., M. Van Ginkel, G.L. Brown guedira, B.S. Gill, G. Paulsen, and A.K. fritz. 2007. Markers associated with QTL for grain yield in wheat under drought. Molecular Breeding. 20(4):401 - 403.
- Link ,W. 1990. Autofertility and rate of cross-fertilization: crucial characters for breeding synthetic varaieties in faba bean (*Vicia faba* L.). Theor Appi Genet 79:713 - 717.
- Maalouf ,F.; M.j. Suso, L. Harder and M.T. Moreno. 2005. New strategies for increasing heterozygosity in crops: Vicia faba mating system as astudy case, Euphytica 143:51 - 65.
- Martin ,A.; A.Cabrera and J. Lopez Medina . 1991. Antinutritional factors in faba bean Tannin content in *Vicia faba* L,. Options Méditerranéennes - Série Séminaires - nº 10 - 1991: 105 - 110.

- Nachit, M.M., M.E. Sorrels, R.W. Zobel, H.G. Gauch, R.A. Fischer and W.R. Coffman. 1992. Association of morpho-physiological traits with grain yield and genotype-environment interaction in durum wheat. I. J. Genet. Breed. 46:50 - 55.
- Singh ,M. 2002. GenSTAT program for Spatial analysis of variety Trials. ICARDA biometric Report. version 1: 1 - 27.
- Tarakanovas ,P., and V.Ruzgas . 2006. Additive Main Effect and Multiplicative Interaction Analysis of grain yield of wheat varieties, Agronomy research 4(1): 91 - 98.
- Toker ,C. 2004. Estimates of broad-sense heritability for seed yield and yield criteria in faba bean (*Vicia faba* L.). Hereditas 140: 222 - 225.
- Torres ,A.M. 2007. Molecular Markers for Assisted Breeding of Faba bean, Chichpea, Pea, IFAPA, Centro Alameda del Obispo Junta de Andalucia, Cordoba, Spain. 26.
- Yan ,W. 2001. GGE Biplot- A Windows application for graphical analysis of multienvironment trial data and other types of two-way data. Agron. J.93:1111 - 1118.
- Yan ,W. 2002. Singular-value portitioning in biplot analysis of multi environment trial data. Agron. J.94:990 - 996.
- Zohary ,D., M. Hopf M and K. Holden. 2000. Domestication of plants in the old world. ARC Center of Excellence for Integrative Legume Research. University of Queensland. Australia. P 2.

Nº Ref- 212