

## القدرة على الائتلاف لصفة الغلة الحبية وبعض الصفات الثانوية لطرز وراثية من الذرة الصفراء تحت ظروف الإجهاد المائي

ريم المنصور\*<sup>(1)</sup> وتامر حنيش<sup>(1)</sup> وزينب تدبير<sup>(1)</sup>

(1) . إدارة بحوث المحاصيل، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية  
( \*للمراسلة: ريم المنصور، البريد الإلكتروني: [reemalmansour2@yahoo.com](mailto:reemalmansour2@yahoo.com) )

تاريخ القبول: 2021/04 /7

تاريخ الاستلام: 2021/01/21

### الملخص

نفذت تجربة حقلية في مركز بحوث حمص، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية خلال عامي 2015 و 2016 لدراسة المقدرة على الائتلاف لست سلالات مربية داخلياً من الذرة الصفراء ثلاث منها حساسة {P<sub>1</sub> (IL-197)، P<sub>2</sub> (IL-90)، P<sub>3</sub> (IL-29)}، والأخرى متحملة للإجهاد المائي {P<sub>4</sub> (IL-200)، P<sub>5</sub> (IL-339)، P<sub>6</sub> (IL-239)}. تم تقييم الهجن الناتجة عنها في ظروف الري الكامل والإجهاد المائي المطبق بدءاً من الإزهار المذكر وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (RCB design)، بثلاثة مكررات. أشارت معنوية تأثيرات تباينات كل من القدرة العامة والخاصة على الائتلاف إلى مساهمة كل من الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثية صفات المساحة الورقية ودليل المساحة الورقية ومعدل صافي التمثيل الضوئي والغلة الحبية تحت كلا ظرفي الزراعة. كما أشارت النتائج إلى سيطرة الفعل الوراثي التراكمي، اللاتراكمي في وراثية هذه الصفات تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي على الترتيب، باستثناء صفة الغلة الحبية حيث سيطر الفعل الوراثي اللاتراكمي تحت كلا ظرفي الزراعة. أشارت درجة التوريث المرتفعة بالمفهوم الضيق لصفة دليل المساحة الورقية إلى أهمية الاعتماد عليها كمؤشر مهم في عملية الانتخاب للحصول على غلة حبية مرتفعة.

**الكلمات المفتاحية:** الذرة الصفراء، القدرة العامة على الائتلاف، القدرة الخاصة على الائتلاف، الإجهاد المائي، درجة التوريث.

### المقدمة:

تعدّ الذرة الصفراء محصول نجيلي مهم وواسع الانتشار، ويحتل المرتبة الثالثة على مستوى القطر العربي السوري بعد محصولي القمح والشعير، حيث بلغت المساحة المزروعة بهذا المحصول حوالي 17.7 ألف هكتاراً بمرودود 4.5 طن. هكتار<sup>-1</sup> (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2016). وهو محصول حولي خلطي التلقيح أحادي المسكن وله العديد من الاستعمالات فهو يدخل في تركيب عليقة الدواجن كما يستعمل كعلف أخضر نتيجة ارتفاع كفاءة تحويله إلى منتجات حيوانية كما يستخدم في مجال الصناعة لإنتاج العديد من المنتجات الصناعية كالزيوت والنشاء والإيثانول وغيرها (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2006). يعدّ مردود الذرة الصفراء في القطر العربي السوري منخفضاً بالمقارنة مع الدول المتقدمة نظراً لعدم توافر

الأصناف المناسبة لكل منطقة بالإضافة إلى التغيرات المناخية التي تسود المنطقة وما يرافقها من ظاهرة الاحتباس الحراري، ويعدّ محصول الذرة الصفراء حساس لنقص المياه فهو يحتاج إلى كميات من المياه تتراوح ما بين 500-800 ملم خلال دورة حياته والتي تقدر ما بين 80-110 يوماً (Critchley and Klaus, 1991). يتأثر محصول الذرة الصفراء بالجفاف في جميع مراحل حياته من الإنبات وحتى النضج (Areous *et al.*, 2005). تعدّ عملية التلقيح من أكثر المراحل احتياجاً للمياه ومنها تتحدد الغلة الحبيبة (Aslam *et al.*, 2015). يؤثر الجفاف سلباً في كل من المساحة الورقية واستطالة الساق وتشعب الجذور ونموها (Farooq *et al.*, 2002). يتجلى تأثير الجفاف في نمو وتطور النباتات من خلال تأثيرها على عملية التمثيل الغذائي والتعبير الوراثي للطرز المدروسة (Leopold, 1990)، ولا يزال يشكل تحدياً كبيراً للعلماء والباحثين عموماً ومربي النبات على وجه الخصوص على الرغم من عقود طويلة من الأبحاث المستمرة، وهو يشكل عقبة دائمة أمام الزراعة والإنتاج في العديد من البلدان النامية (Ceccarelli and Grando, 1996). وتتراوح نسبة الانخفاض في الغلة الحبيبة لمحصول الذرة الصفراء نتيجة حدوث الجفاف بين 1-76% وفقاً لشدة الإجهاد وزمن حدوثه والمرحلة النباتية (Song *et al.*, 2010; Mostafavi *et al.*, 2011; Zarabi *et al.*, 2011). تعدّ تربية الأصناف المتحملة للجفاف الحل الأمثل في المناطق المعرضة للجفاف بهدف تحسين الغلة الحبيبة ومكوناتها المختلفة بالإضافة لدراسة التباين الوراثي (Hallauer and Mirnada-Filho, 1988; Koutsika-Sotiriou, 1999)، إلا أنّ التقدم في برامج التربية يسير ببطء لكون صفة الغلة الحبيبة من الصفات المعقّدة، بالإضافة لعدم توفر المعرفة الكافية بآليات تحمل الجفاف (Ribaut *et al.*, 2002). تعدّ الهجن أكثر تحملاً للجفاف بالمقارنة مع السلالات المبرية داخلياً (Dass *et al.*, 2001)، ويعتبر تحليل القدرة على الائتلاف من خلال اختبار النسل أداة مفيدة في ممارسة الانتخاب لكل من السلالات الأبوية والهجن الناتجة عنها ويعطي صورة حقيقية عن الأداء المتوقع للسلالات من خلال الهجن الداخلة في تكوينها. عرّف (Sprague and Tatum, 1942) مصطلح القدرة العامة على الائتلاف GCA بأنه يستخدم لتحديد متوسط أداء السلالة في الهجين المتكون، وعزاه للتباين الوراثي التراكمي. في حين يحدد مصطلح القدرة الخاصة على الائتلاف SCA الحالة التي يكون فيها تهجينات معينة أفضل أو أسوأ نسبياً مما هو متوقع بالاعتماد على متوسط أداء السلالات الأبوية، ويعود للتباين الوراثي اللاتركمي (السيادة أو التفوق).

هدف هذا البحث إلى دراسة المقدرة العامة والخاصة على الائتلاف لصفات المساحة الورقية ودليل المساحة الورقية ومعدل صافي التمثيل الضوئي والغلة الحبيبة تحت ظروف الري الكامل والإجهاد المائي المطبق بدءاً من مرحلة الإزهار المذكور.

#### مواد البحث وطرقه:

##### المادة النباتية

في الموسم الزراعي 2015: تم إجراء تهجين نصف تبادلي Half Diallel Cross بين ست سلالات مبرية داخلياً من الذرة الصفراء تمتعت بدرجة نقاوة لا تقل عن 95%، ومتباينة في حساسيتها للإجهاد المائي، ثلاث سلالات حساسة للإجهاد المائي {P1 (IL-197)، P2 (IL-90)، P3 (IL-29)}، وثلاث سلالات متحملة للإجهاد المائي {P4 (IL-200)، P5 (IL-339)، P6 (IL-239)}، حيث زُرعت السلالات السابقة في مركز بحوث حمص والذي يتميز بتربة طينية متوسطة المحتوى من المادة العضوية ومتوسطة القلوية ومحتواها جيد من البوتاس والفوسفور والأزوت، وفي أربع مواعيد وبفاصل

زمني بينها أسبوع، وتم إكثارها بالتزامن مع عملية التهجين، وفي نهاية عملية التهجين تم الحصول على حبوب 15 هجيناً فردياً. وفي الموسم الزراعي التالي 2016: تم تقييم كل من الهجن الناتجة والسلالات الأبوية تحت ظروف الإجهاد المائي المطبق بدءاً من مرحلة الإزهار المذكر ولفترة زمنية قُدرت بـ25 يوماً تمّ زراعة الطرز الوراثية السابقة في بداية شهر حزيران بواقع أربعة خطوط بطول 6 م للخط الواحد، بفاصل 70 سم بين الخطوط، و25 سم بين الجور، وبمعدل حبة في الجورة.

#### المعاملات المدروسة:

معاملة الشاهد المروي: حيث تم ري جميع القطع التجريبية حسب احتياجات المحصول ووفقاً لتعليمات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي وبطريقة الري بالراحة.

معاملة الإجهاد المائي: وذلك بقطع مياه الري عن جميع القطع التجريبية من مرحلة الإزهار المذكر وذلك عند ظهور آخر طوق ورقي وبدء ظهور النورة المذكرة (Tassel) (McWilliams *et al.*, 1999)، ولفترة زمنية قدرت بـ25 يوماً.

#### الصفات المدروسة Investigated traits:

أُخذت كافة القراءات والملاحظات على النباتات في معاملة الشاهد المروي ومعاملة الإجهاد المائي على عشرة عينات عشوائية لنباتات معلّمة، من كل طراز وراثي، في كل قطعة تجريبية، بثلاثة مكررات، على النحو الآتي:

1- المساحة الورقية للنبات (سم<sup>2</sup>) Leaf area: تمّ قياس المساحة الورقية في النبات يدوياً، وطبقت المعادلة الآتية لحساب المساحة الورقية الفعلية:

$$\text{المساحة الورقية (سم}^2\text{)} = \text{الطول الأعظمي للورقة} \times \text{العرض الأعظمي للورقة} \times K$$

حيث: (K) ثابت = 0.75 في محصول الذرة الصفراء (حسانين، 1993).

2- دليل المساحة الورقية (LAI) Leaf area index: تم تقدير متوسط دليل مساحة الورقة خلال فترة زمنية معينة

$$\overline{LAI} = \frac{(F_2 - F_1)}{(\log_e F_2 - \log_e F_1)} \text{ : (Wilson, 1959)}$$

حيث: F1 و F2 هما مساحة الأوراق في وحدة المساحة من الأرض في بداية ونهاية الفترة الزمنية.

3- معدل صافي التمثيل الضوئي (غ. سم<sup>-2</sup>. 25 يوماً<sup>-1</sup>) Net assimilation rate (NAR): ويحسب كما يلي

: (Gregory, 1917)

$$NAR = \frac{(\log_e L_2 - \log_e L_1)(W_2 - W_1)}{(t_2 - t_1)(L_2 - L_1)} \text{ (غ. سم}^{-2}\text{. 25 يوماً}^{-1}\text{)}$$

حيث: L1 و L2 هما مساحة الأوراق عند الزمنين T1 و T2، و W1 و W2 هما الوزن الجاف للأوراق عند الزمنين

T1 و T2. ويعبر عنه بـ غ. سم<sup>-2</sup> من المساحة الورقية في وحدة الزمن.

كما تمّ حصاد الخطين الوسطيين (8.4 م<sup>2</sup>) من كل قطعة تجريبية ولكل طراز وراثي وفي كل مكرر على حدة لمعاملي

الشاهد والإجهاد المائي بعد النضج التام.

4- الغلة الحيّة (طن. هكتار<sup>-1</sup>) Grain yield: وذلك بحساب متوسط وزن الحبوب الناتج عن النباتات المحصودة في

مساحة 8.4 م<sup>2</sup> من كل قطعة تجريبية، ثمّ تمّ تحويلها إلى طن. هكتار<sup>-1</sup>.

## ثالثاً- تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

نفذت التجربة الحقلية وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (RCB design)، وحللت البيانات إحصائياً بعد تبويبها باستخدام برنامج GENSTAT, V.12 لتحليل مصادر التباين (ANOVA) بين المعاملات التجريبية والتفاعل فيما بينها، وتم تقدير قيم أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى معنوية (5% و 1%) لتحديد معنوية القيم المدروسة، ولمقارنة الفروقات بين متوسطات الصفات المدروسة. كما تم تقدير القدرة العامة GCA والخاصة SCA على الانتلاف وتأثيرات كلٍ منهما، إضافةً لحساب مكونات التباين باستخدام الطريقة الرابعة (Method 4)، النموذج الثاني (Model 2) وفق العالم (Griffing, 1956)، عبر بيانات الدراسة المرورية والمجهددة، والتفاعل بينها باستخدام برنامج PBTtools V1.4.

## النتائج والمناقشة:

## 1-المساحة الورقية Leaf Area:

## تقييم أداء السلالات الأبوية والهجن الناتجة عنها:

يوضح الجدول (1) وجود فروقات معنوية  $P \leq 0.01$  بين السلالات الأبوية والهجن الناتجة عنها في صفة المساحة الورقية تحت ظروف الزراعة المرورية والإجهاد المائي والتفاعل بينها. سببت ظروف الجفاف تراجعاً ملحوظاً في المساحة الورقية للسلالات الأبوية والهجن الناتجة بمعدل 48.8، 49.35% على الترتيب بالمقارنة مع ظروف الري (الجدول، 2)، ويعود ذلك للدور السلبي الذي يؤديه الإجهاد المائي المتزامن مع مرحلة الإزهار في صفة المساحة الورقية لطرز الذرة الصفراء من خلال تراجع محتوى التربة المائي، وكمية الماء المتاح في منطقة انتشار الجذور، واستمرار فقد الماء بالنتج، ما أدى إلى تراجع جهد الامتلاء داخل خلايا الأوراق، وبالتالي تعرضت لعجز مائي (Roger, 2004).

الجدول (1): تحليل التباين والقدرة على الانتلاف للسلالات الأبوية والهجن الناتجة لصفة المساحة الورقية ودليل المساحة الورقية تحت ظروف الشاهد المروري والإجهاد المائي للطرز المدروسة من الذرة الصفراء.

دليل المساحة الورقية			المساحة الورقية (سم <sup>2</sup> )			مصادر ومكونات التباين
التفاعل	المعاملة		التفاعل	المعاملة		
	الإجهاد المائي	الشاهد المروري		الإجهاد المائي	الشاهد المروري	
						مصادر التباين
0.003	0.001	0.003	167717	76662	110807	المكررات
0.659*	0.245**	0.467**	2310089**	792944**	2161038**	السلالات
0.014	0.016	0.015	65552	29120	111144	الخطأ التجريبي
5.6	7.2	4.9	6.6	6.5	6.5	معامل الإختلاف%
0.019	0.009	0.026	56953	23165	211106	المكررات
1.342*	0.522**	0.966**	4294801**	1801924*	3887110**	الهجن
0.022	0.016	0.029	186003	112796	259789	الخطأ التجريبي
5.2	5.2	5.1	8.8	10.2	7.8	معامل الإختلاف%
0.015	0.001	0.030	90001.8	28413.9	151589.7	المكررات
*1.324	**0.514	**0.964	4214182.1*	180759**	3884443.**	الهجن

*2.857	**0.869	**2.205	6742847.9 <sup>N</sup>	126419**	7656984.**	GCA
*0.473	**0.317	**0.275	2809367.8 <sup>N</sup>	210948**	1788586.**	SCA
0.021	0.013	0.029	193013.2	111266.2	274760.2	الخطأ التجريبي
5.0	4.7	5.1	8.9	10.1	8.0	معامل الإختلاف %
0.218 <sup>NS</sup>			2178327.8 <sup>NS</sup>			GCA× ) التفاعل
**0.119			1088705.7**			SCA× ) التفاعل
مكونات التباين						
0.16	0.04	0.15	138198.9	98111.48	424221.3	δ2GCA
0.12	0.09	0.08	332768.8	674211.1	423331.9	δ2SCA
1.33	0.44	1.88	0.42	0.15	1.00	2GCA/δ2SCA
0.32	0.08	0.30	276397.8	196222.9	848442.6	التباين التراكمي V <sub>A</sub>
0.12	0.09	0.08	332768.8	674211.1	423331.9	التباين السياتي
0.61	1.06	0.52	1.10	1.85	0.71	درجة السيادة $\bar{a}$
0.69	0.45	0.74	0.35	0.20	0.55	درجة التوريث بالمفهوم
0.95	0.94	0.93	0.77	0.91	0.83	درجة التوريث بالمفهوم العريض

\*\*\*, \* تشير إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى 1 و 5% على الترتيب. NS الفروقات غير معنوية.

تفوقت السلالة P4 معنوياً على جميع السلالات المدروسة في كلا بيئتي الزراعة والتفاعل بينها (3567، 5867)، في حين تفوق الهجين P2×P4 معنوياً على جميع الهجن الناتجة وعلى صنف المقارنة (غوطة-82) تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي (9228، 4686، 6957 على الترتيب) (الجدول، 2). وقد يرجع ذلك إلى قدرتها في تحقيق معدلات استتالة ومساحة ورقية أكبر في النبات الواحد، ما انعكس إيجاباً في زيادة كمية المادة الجافة المتركمة، وبالتالي الطرز التي حققت أعلى قيمة للوزن الجاف لأوراقها والتي حققت تكتيفاً جيداً من أجل تحمل الجفاف، وبالتالي حققت زيادة في كمية المادة الجافة، وهذا يتطابق مع (Fisher and Wood, 1979).

الجدول (2): متوسطات السلالات الأبوية والهجن الناتجة لصفة المساحة الورقية ودليل المساحة الورقية تحت ظروف

الشاهد المروي والإجهاد المائي للطرز المدروسة من الذرة الصفراء.

دليل المساحة الورقية				المساحة الورقية (سم <sup>2</sup> )				الطرز الوراثي (B)
نسبة الإنخفاض %	المتوسط	المعاملة (A)		نسبة الإنخفاض %	المتوسط	المعاملة (A)		
		الإجهاد المائي	الشاهد المروي			الإجهاد المائي	الشاهد المروي	
26.5	1.795d	1.521c	2.069c	45.8	3315c	2331c	4298b	P1
29.0	2.510a	2.084a	2.937a	50.7	4177b	2757b	5596a	P2
23.9	1.689d	1.460c	1.918c	42.0	3012c	2212c	3812b	P3
22.5	2.425a	2.118a	2.733ab	39.2	4717a	3567a	5867a	P4
31.4	2.212b	1.800b	2.624b	52.8	4132b	2649b	5616a	P5
36.8	2.054c	1.591bc	2.517b	59.9	3889b	2227c	5551a	P6
<b>28.5</b>	-	<b>1.76b</b>	<b>2.47a</b>	<b>48.8</b>	-	<b>2623b</b>	<b>5123a</b>	المتوسط
-	0.14	0.23	0.22	-	306.6	310.5	606.5	L.S.d <sub>0.05</sub>

(A) 0.082		(B) 0.142		(A×B)		(A) 177.0		(B) 306.6		(A×B)		
19.89	3.101ce	2.759b	3.444cd	36.27	5250b-	4087bc	6413cd	<b>P1×P2</b>				
29.38	2.811gh	2.327de	3.295d	51.03	4866de	3199e	6532cd	<b>P1×P3</b>				
25.49	2.975eg	2.540c	3.409cd	45.25	4998c-	3536c-	6459cd	<b>P1×P4</b>				
32.52	3.208bc	2.585bc	3.831b	55.51	5449bc	3356de	7543b	<b>P1×P5</b>				
29.90	2.301j	1.897g	2.706f	52.23	3773gh	2439f	5106fg	<b>P1×P6</b>				
32.28	2.842gh	2.295e	3.389cd	54.66	5040c-	3144e	6935bc	<b>P2×P3</b>				
28.38	4.028a	3.362a	4.694a	49.22	6957a	4686a	9228a	<b>P2×P4</b>				
27.72	3.312b	2.779b	3.845b	49.23	5250b-	3536c-	6965bc	<b>P2×P5</b>				
34.34	2.627i	2.082fg	3.171de	58.59	4223fg	2473f	5972de	<b>P2×P6</b>				
34.34	3.196bd	2.755b	3.636	42.55	5695b	4156ab	7234bc	<b>P3×P4</b>				
33.25	2.866fh	2.295e	3.438cd	55.65	5171cd	3178e	7165bc	<b>P3×P5</b>				
27.07	1.936k	1.633h	2.239 g	47.26	3320h	2293f	4348g	<b>P3×P6</b>				
42.93	3.027df	2.200ef	3.855b	70.46	4587ef	2092f	7082bc	<b>P4×P5</b>				
12.12	2.713hi	2.538c	2.888ef	22.66	4822de	4206ab	5438ef	<b>P4×P6</b>				
22.75	2.880fh	2.510cd	3.249d	40.03	5151cd	3862b-	6440cd	<b>P5×P6</b>				
<b>30.27</b>	<b>2.389j</b>	<b>1.963g</b>	<b>2.815f</b>	<b>52.54</b>	<b>3988g</b>	<b>2567f</b>	<b>5409ef</b>	<b>82- غوطة</b>				
<b>28.52</b>	-	<b>2.408b</b>	<b>3.369a</b>	<b>49.35</b>	-	<b>3301b</b>	<b>6517a</b>	<b>المتوسط</b>				
-	0.24	0.21	0.29	-	497.7	560.0	849.9	<b>L.S.do.05</b>				
(A) 0.914		(B) 3.654		(A×B)		(A) 176.0		(B) 497.7		(A×B)		

\* المتوسطات التي تتبع الحرف الأبجدي نفسه في العامود الواحد تكون الفروقات غير معنوية عند مستوى 5% ، أما الأحرف المتبوعة بمتوسطات التفاعل بين الطرز والمعاملات (A×B) فهي غير معروضة.

#### القدرة على الانتلاف:

يبين الجدول (1) وجود فروقات معنوية  $P \leq 0.01$  لتباين القدرة العامة GCA والخاصة SCA على الانتلاف تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي لصفة المساحة الورقية، ما يشير إلى مساهمة الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثته صفة المساحة الورقية. تدل حقيقة الفعل الوراثي التراكمي واللاتراكمي التي تتحكم في وراثته الصفات على وجود كمية من التباين في المادة الوراثية المستخدمة، وهذا ما تؤكدته نتائج (Bello and Olaoye, 2009; Aminu and Izge, 2013). كما يوضح الجدول السابق أن نسبة تباين القدرة العامة إلى الخاصة على الانتلاف  $\delta 2GCA/\delta 2SCA$  كانت أكبر من الواحد تحت ظروف الشاهد المروي وأقل من الواحد تحت ظروف الإجهاد المائي (1.00، 0.15 على الترتيب)، ما يدل على سيطرة الفعل الوراثي التراكمي تحت ظروف الشاهد المروي، والفعل الوراثي اللاتراكمي تحت ظروف الإجهاد المائي في وراثته هذه الصفة. وهذا ما تؤكدته قيمة درجة السيادة والتي بلغت (0.71، 1.85 على الترتيب). امتلكت السلالتان P2، P4 تأثيرات قدرة عامة على الانتلاف موجبة ومعنوية تحت كلا بيئي الدراسة المروية والمجهدة مائياً والتفاعل بينها (الجدول، 3) (\*\*639.96، \*\*622.08) و (\*\*294.53، \*\*482.13) و (\*\*467.24، \*\*552.10) على الترتيب. في حين امتلك الهجينان P2×P4 و P5×P6 تأثيرات قدرة خاصة على الانتلاف موجبة ومعنوية تحت كلا ظرفي الزراعة والتفاعل بينها (\*\*1375.44، \*\*559.73، \*\*967.59 على الترتيب) و (\*\*701.06، \*\*1062.15، \*\*881.60 على الترتيب). كما يشير الجدول (1) إلى تراجع رجة التوريث بالمفهوم الضيق لصفة المساحة الورقية بشكل حاد تحت تأثير الإجهاد المائي (20%)

## 2- دليل المساحة الورقية Leaf Area Index:

## تقييم التباين في أداء السلالات الأبوية والهجن الناتجة:

يبين الجدول (1) وجود فروقات معنوية  $P \leq 0.01$  بين السلالات الأبوية والهجن الناتجة عنها في صفة دليل المساحة الورقية تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المروي والتفاعل بينهما، ما يشير إلى المنشأ الجغرافي والبيئي المتباينين بين السلالات من خلال زراعتها في عدة بيئات (الشاهد المروي، والإجهاد المائي). امتلكت السلالتان P2، P4 أعلى متوسطات لصفة دليل المساحة الورقية تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي، والتفاعل بينها (2.937، 2.084، 2.510 على الترتيب) - (2.733، 2.118، 2.425 على الترتيب) (الجدول، 2). وتفوق الهجين  $P2 \times P4$  معنوياً على جميع الهجن الناتجة وعلى شاهد المقارنة غوطة 82 تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل بينها (4.694، 3.362، 4.028 على الترتيب) (الجدول، 2). تبرز قيمة دليل المسطح الورقي كونه دليل مهم على قوة النمو، ومقدرة النبات على استقطاب الأشعة الشمسية الواردة والتمثيل الضوئي، وبالتالي زيادة الغلة الحبية تترافق مع زيادة المسطح الورقي دون الوصول إلى درجة التظليل. وتتفق هذه النتائج مع نتائج (Passioura, 2002) في أن استطالة الخلايا من أكثر العمليات الفيزيولوجية حساسية لنقص الماء فينتج عنها استطالة ورقية حساسة للإجهاد المائي، ما يؤدي لنقص في المساحة الورقية كونه الطريقة المفتاحية لتعديل الاستهلاك المائي.

## القدرة على الائتلاف

يبين الجدول (1) وجود فروقات معنوية  $P \leq 0.01$  لتباين القدرة العامة والخاصة على الائتلاف تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي في صفة دليل المساحة الورقية، ما يشير إلى مساهمة الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة صفة دليل المساحة الورقية. وأشار الجدول المذكور أن نسبة تباين القدرة العامة على الائتلاف إلى القدرة الخاصة على الائتلاف  $\delta 2GCA/\delta 2SCA$  كانت أكبر من الواحد (1.88) تحت ظروف الشاهد المروي، وأقل من الواحد (0.44) تحت ظروف الإجهاد المائي، ما يشير إلى سيطرة الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفة على الترتيب بالنسبة لبيئتي الدراسة، وهذا ما أكدته قيمة درجة السيادة (0.52، 1.06 على الترتيب). وقدّرت درجة التوريث بالمفهوم الضيق تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي (74، 45% على الترتيب)، حيث انخفضت درجة التوريث استجابةً منها لظروف الإجهاد المائي لتصبح متوسطة بالمقارنة مع ظروف الشاهد المروي والتي كانت فيها مرتفعة (الجدول، 1). امتلكت السلالتان P2، P4 تأثيرات قدرة عامة على الائتلاف موجبة ومعنوية تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل بينها ( $0.38^{**}$ ،  $0.27^{**}$ ،  $0.33^{**}$  على الترتيب) و ( $0.36^{**}$ ،  $0.30^{**}$ ،  $0.33^{**}$  على الترتيب)، وامتلك الهجن  $P1 \times P3$ ،  $P2 \times P4$ ،  $P5 \times P6$  تأثيرات قدرة خاصة على الائتلاف موجبة ومعنوية تحت كلا ظرفي الزراعة والتفاعل بينها ( $0.23^{**}$ ،  $0.13^{*}$ ،  $0.18^{**}$  على الترتيب) و ( $0.23^{**}$ ،  $0.35^{**}$ ،  $0.45^{**}$  على الترتيب) و ( $0.24^{**}$ ،  $0.41^{**}$ ،  $0.32^{**}$  على الترتيب) (الجدول، 3). وهذا يتطابق مع ما وجدته (Malook et al., 2016) من خلال بحثهم حول امتلاك أربع سلالات مربية داخلياً من الذرة الصفراء لتأثيرات للقدرة العامة على الائتلاف موجبة لصفة المساحة الورقية، على الرغم من تأثر هذه الصفة سلباً تحت ظروف الجفاف (Khan et al., 1995; Farooq et al., 2002). واستنتج الباحثون أن السلالات التي تمتلك لتأثيرات قدرة عامة على الائتلاف مرتفعة يمكن أن تستخدم في تطوير برامج التربية لتحمل الجفاف.

قَدِّرت درجة التوريث بالمفهوم الضيق تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي (74، 45% على الترتيب)، إذ انخفضت درجة التوريث تحت ظروف الإجهاد المائي بدرجة أكبر من الشاهد المروي.

الجدول (3): تأثيرات القدرة العامة والخاصة على الالتلاف لصفة المساحة الورقية ودليل المساحة الورقية تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي للطرز المدروسة من الذرة الصفراء.

دليل المساحة الورقية			المساحة الورقية			الطرز الوراثي
التفاعل	الإجهاد المائي	الشاهد المروي	التفاعل	الإجهاد المائي	الشاهد المروي	
-0.05*	-0.02	-0.09*	-128.76	-32.54	-224.98	P1
0.33**	0.27**	0.38**	467.24**	294.53**	639.96**	P2
-0.24**	-0.22**	-0.26**	-189.65*	-194.28*	-185.02	P3
0.33**	0.30**	0.36**	552.10**	482.13**	622.08**	P4
0.17**	0.05	0.30**	189.63*	-181.13*	560.40**	P5
-0.54**	-0.38**	-0.69**	-890.57**	-368.70**	-1412.44**	P6
0.03	0.03	0.05	81.87	85.69	136.05	SE[g(i)]
0.04	0.05	0.07	126.82	132.76	210.77	SE[g(i)-
-0.09	0.07	-0.25**	-58.64	475.04*	-592.33*	P1×P2
0.18**	0.13*	0.23**	213.88	76.45	351.31	P1×P3
-0.23**	-0.18**	-0.27**	-395.57**	-262.81	-528.32*	P1×P4
0.17**	0.12*	0.21*	418.53**	220.33	616.73*	P1×P5
-0.03	-0.14*	0.08	-178.20	-509.01*	152.61	P1×P6
-0.17**	-0.20**	-0.14	-208.05	-305.27	-110.82	P2×P3
0.45**	0.35**	0.55**	967.59**	559.73**	1375.44**	P2×P4
-0.11*	0.02	-0.24**	-376.72*	72.76	-826.20**	P2×P5
-0.08	-0.25**	0.08	-324.17*	-802.26**	153.91	P2×P6
0.18*	0.24**	0.12	362.40*	519.01**	205.78	P3×P4
0.01	0.03	-0.01	201.38	203.62	199.13	P3×P5
-0.21**	-0.20**	-0.21*	-569.61**	-493.81**	-645.40**	P3×P6
-0.40**	-0.59**	-0.21*	-	-1558.86**	-690.72*	P4×P5
0.00	0.18**	-0.19*	190.37	742.93**	-362.18	P4×P6
0.32**	0.41**	0.24**	881.60**	1062.15**	701.06**	P5×P6
0.05	0.05	0.08	138.93	145.43	230.89	SE[s(i,j)]
0.07	0.08	0.12	219.67	229.94	365.07	SE[s(i,j)-

\*, \*\* تشير إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى 1 و 5% على الترتيب.

### 3- معدل صافي التمثيل الضوئي: Net Assimilation Rate

تقييم التباين في أداء السلالات الأبوية والهجن الناتجة عنها

يبين الجدول (4) وجود فروقات معنوية  $P \leq 0.01$  بين السلالات الأبوية والهجن الناتجة والتفاعل بينها. تراجمت صفة معدل صافي التمثيل الضوئي بشكل ملحوظ ومعنوي تحت ظروف الإجهاد المائي لدى السلالات والهجن بمعدل 7.83%، 7.85% على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد المروي (الجدول، 5). وهذا ينسجم مع سياق ما ذكره (Li-Ping et al., 2006) اللذين أشاروا إلى تراجع المحتوى المائي للأوراق، والناقلية المسامية، ومعدل صافي التمثيل الضوئي تحت ظروف الإجهاد

المائي الشديد. تفوقت السلالة P4 معنوياً على P1 و P3 في ظروف الشاهد المروي وعلى كل السلالات الأبوية في ظروف الإجهاد والتفاعل (8.671، 8.178، 8.424 على الترتيب)، في حين تفوقت السلالات P2، P5، P6 تحت ظروف الشاهد المروي فقط. كما تفوق الهجين P2×P4 معنوياً على الهجن الناتجة وعلى صنف المقارنة (عوطة 82) في ظروف الشاهد المروي والتفاعل فقط، أما في ظروف الإجهاد فقد تفوق معنوياً على صنف المقارنة والهجن الناتجة عدا الهجن P1×P2 و P3×P4 و P4×P6 (9.127، 8.448، 8.787 على الترتيب) (الجدول، 5).

#### القدرة على الائتلاف

أشارت نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (4) لصفة معدل صافي التمثيل الضوئي إلى وجود فروقات معنوية لتباين القدرة العامة والخاصة على الائتلاف تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي. وأشارت نسبة تباين القدرة العامة إلى الخاصة على الائتلاف  $\delta^2GCA/\delta^2SCA$  في الجدول نفسه والتي كانت أكبر من الواحد (1.33) تحت ظروف الشاهد المروي وأقل من الواحد تحت ظروف الإجهاد المائي (0.11) إلى سيطرة الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي على الترتيب. امتلكت السلالتان P2، P4 تأثيرات قدرة عامة على الائتلاف موجبة ومعنوية تحت كلا بيئتي الدراسة (\*\*0.10، \*\*0.09 على الترتيب) و (\*\*0.09، \*\*0.12 على الترتيب) (الجدول، 6). امتلك الهجينان (P2×P4، P5×P6) تأثيرات للقدرة الخاصة على الائتلاف موجبة ومعنوية تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي على الترتيب (\*\*0.17، \*\*0.12 على الترتيب) - (\*\*0.15، \*\*0.33 على الترتيب) (الجدول، 6). أوضح Paul و Duara (1991) أن الآباء ذات القدرة العامة على الائتلاف GCA عادةً ما ينعكس تأثيرها بشكل إيجابي على القيم المرتفعة للقدرة الخاصة SCA للهجن الناتجة. وذكرت دراسة (Deitos et al., 2006) ما يخالف ذلك موضعاً بأن الأداء المتوقع للسلالات الأبوية ليس بالضرورة أن يعكس تأثيرات القدرة العامة لتلك السلالات. بلغت درجة التوريث بالمفهوم الضيق تحت ظروف الري الكامل والإجهاد المائي (60، 17% على الترتيب).

#### 4- الغلة الحبيبة Grain Yield:

##### تقييم أداء السلالات والهجن الناتجة

يبين الجدول (4) وجود فروقات معنوية  $P \leq 0.01$  بين السلالات الأبوية والهجن الناتجة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل بينها لصفة الغلة الحبيبة.

الجدول (4): تحليل التباين والقدرة على الائتلاف للسلالات الأبوية والهجن الناتجة لصفة معدل صافي التمثيل الضوئي والغلة الحبيبة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي للطرز المدروسة من الذرة الصفراء.

الغلة الحبيبة (طن. هكتار-1)		معدل صافي التمثيل الضوئي (غ. سم <sup>-2</sup> . 25 يوماً <sup>-1</sup> )				مصادر ومكونات التباين
التفاعل	المعاملة		المعاملة	المعاملة		
	الإجهاد المائي	الشاهد المروي		الإجهاد المائي	الشاهد المروي	
مصادر التباين						
0.07	0.04	0.11	0.0132	0.0126	0.0034	المكررات
6.42**	5.01**	3.7**	0.1582**	0.0984**	0.0949**	السلالات

0.102	0.04	0.17	0.0035	0.0035	0.0036	الخطأ التجريبي
11.9	12.2	11.0	0.7	0.8	0.7	معامل الإختلاف %
0.12	0.08	0.25	0.00098	0.0019	0.0075	المكررات
9.29**	1.92**	9.59**	0.2083**	0.1791**	0.0975**	الهجن
0.30	0.29	0.32	0.0086	0.0111	0.0062	الخطأ التجريبي
7.4	10.4	5.9	1.1	1.3	0.9	معامل الإختلاف %
0.25	0.05	0.45	0.005	0.005	0.005	المكررات
**8.79	**1.72	**9.38	0.204*	0.180**	0.097**	الهجن
11.48 <sup>NS</sup>	**2.14	**12.49	0.261 <sup>NS</sup>	0.106**	0.200**	GCA
*7.29	**1.49	**7.64	0.173 <sup>NS</sup>	0.221**	0.040**	SCA
0.29	0.30	0.27	0.007	0.010	0.006	الخطأ التجريبي
7.4	10.5	5.9	0.9	1.3	0.9	معامل الإختلاف %
3.15 <sup>NS</sup>			0.045 <sup>NS</sup>			التفاعل (GCA×)
1.84**			0.088**			التفاعل (SCA×)
<b>مكونات التباين</b>						
0.19	0.04	0.38	0.003	0.008	0.012	$\delta^2$ GCA
1.23	0.25	2.32	0.021	0.071	0.009	$\delta^2$ SCA
0.15	0.16	0.16	0.14	0.11	1.33	$\delta^2$ GCA/ $\delta^2$ SCA
0.38	0.08	0.76	0.006	0.016	0.023	التباين التراكمي $V_A$
1.23	0.25	2.32	0.021	0.071	0.009	التباين السياتي
1.80	1.77	1.75	1.87	2.11	0.61	درجة السيادة $\bar{a}$
0.20	0.12	0.23	0.17	0.17	0.60	درجة التوريث بالمفهوم الضيق
0.85	0.53	0.92	0.77	0.91	0.84	درجة التوريث بالمفهوم العريض

\*\*\*, \* تشير إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى 1 و 5% على الترتيب. NS الفروقات غير معنوية.

تفوقت السلالة P4 معنوياً على السلالات الأخرى في صفة الغلة الحبية تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي والتفاعل بينها (5.481، 3.347، 4.414 طن. هكتار<sup>-1</sup> على الترتيب) (الجدول، 5)، كما تفوق الهجين P2×P5 معنوياً على الهجن الناتجة عدا الهجين P2×P4 والذي تفوق معنوياً على بقية الهجن عدا الهجين P3×P5 وذلك في ظروف الشاهد المروي، أما في ظروف الإجهاد فقد تفوق P2×P4 على الهجن الناتجة عدا الهجن P2×P5، P1×P2، P1×P4 (حسب المتوسطات في الجدول 5). وهذا ينسجم مع العديد من الدراسات التي أشارت إلى ارتفاع الغلة الحبية تحت الظروف المروية مقارنة بالظروف المجهد مائياً حسب ما توصل إليه (Obad, 2015; Umar, 2015)، وكذلك حسب ما توصل إليه (Ewis et al., 2016) اللذين طبقوا عملية الري بشكل كامل على نباتات الذرة الصفراء خلال كامل موسم النمو، ما أدى إلى حدوث زيادة في الغلة الحبية ومكوناتها.

الجدول (5): متوسطات السلالات الأبوية والهجن الناتجة لصفة معدل صافي التمثيل الضوئي والغلة الحبيبة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي للطرز المدروسة من الذرة الصفراء.

الغلة الحبيبة (طن.هكتار <sup>-1</sup> )				معدل صافي التمثيل الضوئي (غ. سم <sup>-2</sup> . 25 يوماً <sup>-1</sup> )				الطرز الوراثي (B)
نسبة الإنخفاض %	المتوسط	المعاملة (A)		نسبة الإنخفاض %	المتوسط	المعاملة (A)		
		الإجهاد المائي	الشاهد المروي			الإجهاد المائي	الشاهد المروي	
83.10	2.496cd	0.722c	4.271b*	7.25	8.060d	7.757c	8.363b	P1
83.24	2.170d	0.623cd	3.718bc	8.16	8.274b	7.922b	8.626a	P2
88.03	1.276e	0.273d	2.281d	6.58	7.971e	7.700c	8.242c	P3
38.93	4.414a	3.347a	5.481a	5.69	8.424a	8.178a	8.671a	P4
22.26	2.763bc	2.417b	3.109c	8.67	8.257b	7.883b	8.631a	P5
16.72	2.954b	2.685b	3.224c	10.56	8.165c	7.710c	8.620a	P6
<b>54.41</b>	-	<b>1.678b</b>	<b>3.681a</b>	<b>7.83</b>	-	<b>7.858b</b>	<b>8.526a</b>	المتوسط
-	0.383	0.372	0.739	-	0.071	0.107	0.109	L.S.d0.05
(A) 0.221	(B) 0.383	(A×B) 0.541		(A) 0.041	(B) 0.071	(A×B)		
41.10	7.938bc	5.885a-	9.991ef	5.04	8.537bc	8.316a-	8.757cd	P1×P2
52.56	7.741c	4.982de	10.501de	8.04	8.419d	8.067de	8.772cd	P1×P3
37.81	7.868c	6.034ab	9.702e-g	6.82	8.467cd	8.168c-	8.766cd	P1×P4
36.94	6.300ef	4.873de	7.727ij	9.04	8.517b-	8.114de	8.920b	P1×P5
43.11	6.807de	4.936de	8.677h	8.48	8.161e	7.80fg	8.523f	P1×P6
50.91	8.180bc	5.387b-	10.973cd	8.93	8.445cd	8.05e	8.839bc	P2×P3
47.24	9.372a	6.474a	12.271ab	7.44	8.787a	8.448a	9.127a	P2×P4
53.89	9.411a	5.940ab	12.882a	7.61	8.504b-	8.167c-	8.840bc	P2×P5
35.53	6.906de	5.414b-	8.398h-j	10.10	8.248e	7.81f	8.687de	P2×P6
47.97	8.009bc	5.482b-	10.537c-	6.20	8.605b	8.330a-	8.881bc	P3×P4
51.29	8.506b	5.572b-	11.440bc	9.17	8.469cd	8.062e	8.876bc	P3×P5
45.03	7.045d	4.998c-	9.092f-h	7.60	8.050f	7.732fg	8.368g	P3×P6
47.18	4.763g	3.293g	6.234k	13.80	8.245e	7.634g	8.856bc	P4×P5
47.50	6.758de	4.653ef	8.863gh	2.81	8.469cd	8.349ab	8.590ef	P4×P6
45.08	6.653de	4.717d-	8.589hi	5.95	8.501b-	8.241b-	8.762cd	P5×P6
<b>47.95</b>	<b>5.776f</b>	<b>3.955fg</b>	<b>7.598j</b>	<b>8.55</b>	<b>8.211e</b>	<b>7.845f</b>	<b>8.578ef</b>	غوطة-82
<b>46.18</b>	-	<b>5.162b</b>	<b>9.592a</b>	<b>7.85</b>	-	<b>7.859b</b>	<b>8.525a</b>	المتوسط
-	0.63	0.89	0.94	-	0.152	0.175	0.131	L.S.d0.05
(A) 0.224	(B) 0.632	(A×B)		(A) 0.038	(B) 0.152	(A×B)		

\* المتوسطات التي تتبع الحرف الأبجدي نفسه في العمود الواحد تكون الفروقات غير معنوية عند مستوى 5%، أما الأحرف المتبوعة بمتوسطات التفاعل بين الطرز والمعاملات (A×B) فهي غير معروضة.

#### القدرة على الانتلاف

ساهم الفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي في وراثة هذه الصفة. أظهرت نسبة تباين القدرة العامة إلى الخاصة على الانتلاف في الجدول نفسه والتي كانت أقل من الواحد تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي (0.16) لكل منها، ودرجة السيادة (1.75، 1.77 على الترتيب) إلى سيطرة الفعل الوراثي السيادة في وراثة صفة الغلة الحبيبة تحت كلا ظرفي الزراعة (الجدول، 4). خالفت النتائج التي حصلنا عليها مع ما توصل إليه (Panda et al., 2017) في سيطرة الفعل

الوراثي التراكمي في وراثته صفة الغلّة الحبيّة من خلال نسبة تباين القدرة العامة إلى الخاصة على الائتلاف والتي كانت أكبر من الواحد (1.05). امتلكت السلالة P2 تأثيرات قدرة عامة على الائتلاف موجبة ومعنوية تحت كلا طرفي الزراعة (\*\*1.47، 0.72\*\* على الترتيب) وامتلك الهجن P1×P4، P3×P5، P2×P4 تأثيرات قدرة خاصة على الائتلاف موجبة ومعنوية (\*\*0.74، 0.74\*\* على الترتيب) و (\*\*1.17، 0.73\*\* على الترتيب) (\*\*1.33، 0.58\*، 0.95\*\* على الترتيب) (الجدول، 6). تراجمت درجة توريث صفة الغلّة الحبيّة بالمفهوم الضيق تحت ظروف الإجهاد المائي (12%) بالمقارنة مع ظروف الشاهد المروي التي بلغت (23%) (الجدول، 4). ما يشير الى أنّ ممارسة عملية الانتخاب للغلّة الحبيّة غير فعّالة نظراً لانخفاض درجة توريث صفة الغلّة الحبيّة (Stevens, 2008).

الجدول (6): تأثيرات القدرة العامة والخاصة على الائتلاف لصفة معدّل صافي التمثيل الضوئي والغلّة الحبيّة تحت ظروف الشاهد المروي والإجهاد المائي للطرز المدروسة من الذرة الصفراء.

الغلّة الحبيّة			معدّل صافي التمثيل الضوئي			الطرز الوراثي
التفاعل	الإجهاد المائي	الشاهد المروي	التفاعل	الإجهاد المائي	الشاهد المروي	
-0.19*	0.12	-0.51**	-0.01	0.01	-0.03	P1
1.10**	0.72**	1.47**	0.09**	0.09**	0.10**	P2
0.52**	0.05	0.98**	-0.04	-0.05*	-0.03	P3
-0.16	-0.07	-0.25*	0.11**	0.12**	0.09**	P4
-0.45**	-0.45**	-0.44**	0.02	-0.05*	0.10**	P5
-0.81**	-0.37**	-1.25**	-0.18**	-0.12**	-0.23**	P6
0.09	0.14	0.14	0.017	0.026	0.021	SE[g(i)]
0.15	0.22	0.20	0.026	0.041	0.032	SE[g(i)-g(j)]
-0.45*	-0.20	-0.70**	0.024	0.13**	-0.08*	P1×P2
-0.07	-0.44	0.30	0.039	0.02	0.06	P1×P3
0.74**	0.74**	0.74**	-0.059	-0.05	-0.07	P1×P4
-0.55**	-0.04	-1.05**	0.075*	0.07	0.08*	P1×P5
0.33	-0.06	0.71**	-0.079*	-0.17**	0.01	P1×P6
-0.92**	-0.63*	-1.20**	-0.040	-0.08	0.00	P2×P3
0.95**	0.58*	1.33**	0.156**	0.15**	0.17**	P2×P4
1.28**	0.43	2.12**	-0.043	0.04	-0.13**	P2×P5
-0.86**	-0.18	-1.55**	-0.097**	-0.24**	0.05	P2×P6
0.17	0.26	0.09	0.108**	0.17**	0.05	P3×P4
0.95**	0.73**	1.17**	0.055	0.08	0.03	P3×P5
-0.14	0.08	-0.36	-0.162**	-0.18**	-0.14**	P3×P6
-2.11**	-1.43**	-2.80**	-0.315**	-0.52**	-0.11**	P4×P5
0.25	-0.15	0.64*	0.111**	0.26**	-0.04	P4×P6
0.43*	0.30	0.55*	0.227**	0.33**	0.12**	P5×P6
0.17	0.24	0.23	0.029	0.045	0.035	SE[s(i,j)]
0.27	0.38	0.36	0.046	0.071	0.032	SE[s(i,j)-s(i,k)]

\*\*, \* تشير إلى وجود فروقات معنوية عند مستوى 1 و 5% على الترتيب.

## الاستنتاجات

- 1- سببت ظروف الإجهاد المائي المطبق خلال مرحلة الإزهار المذكور لمحصول الذرة الصفراء تراجع كلاً من صفات المساحة الورقية ودليل المساحة الورقية ومعدل صافي التمثيل الضوئي والغلة الحبية لكل من السلالات الأبوية والهجن الناتجة عنها بمعدل (48.8، 49.35%) و (28.5، 28.52%) و (7.83، 7.85%) و (54.41، 46.18%) على الترتيب بالمقارنة مع الشاهد المروي.
- 2- تفوقت السلالة P4 معنوياً على جميع السلالات المدروسة في صفات المساحة الورقية ودليل المساحة الورقية ومعدل صافي التمثيل الضوئي والغلة الحبية تحت كلا ظرفي الزراعة المروية والمجهد مائياً. في حين تفوقت السلالة P2 معنوياً في صفة دليل المساحة الورقية فقط تحت كلا ظرفي الدراسة.
- 3- تفوق الهجين P2×P4 معنوياً على جميع الهجن الناتجة وعلى صنف المقارنة غوطة 82 في صفة المساحة الورقية ودليل المساحة الورقية ومعدل صافي التمثيل الضوئي والغلة الحبية تحت كلا بيئتي الدراسة، في حين تفوق الهجين P2×P5 معنوياً في صفة الغلة الحبية فقط تحت تأثير جميع الظروف السابقة.
- 4- سيطر الفعل الوراثي التراكمي في وراثة صفات المساحة الورقية ودليل المساحة الورقية ومعدل صافي التمثيل الضوئي تحت ظروف الشاهد المروي، في حين سيطر الفعل الوراثي اللاتراكمي تحت ظروف الإجهاد المائي. كما سيطر الفعل الوراثي اللاتراكمي في صفة الغلة الحبية تحت كلا ظرفي الدراسة.
- 5- امتلكت السلالتان IL-90، IL-200 تأثيرات قدرة عامة على الائتلاف موجبة ومعنوية تحت كلا بيئي الدراسة المروية والمجهد مائياً بالنسبة لصفة المساحة الورقية ودليل المساحة الورقية ومعدل صافي التمثيل الضوئي، في حين امتلكت السلالة IL-90 التأثيرات نفسها في صفة الغلة الحبية فقط في ظل جميع المعاملات المدروسة.
- 6- امتلك الهجين IL-200×IL-90 تأثيرات قدرة خاصة على الائتلاف موجبة ومعنوية في صفة المساحة الورقية ودليل المساحة الورقية ومعدل صافي التمثيل الضوئي والغلة الحبية تحت كلا ظرفي الزراعة، في حين امتلك الهجين IL-239×IL-339 التأثيرات نفسها في صفة دليل المساحة الورقية ومعدل صافي التمثيل الضوئي، بينما امتلك الهجين IL-200×IL-339، IL-29×IL-339 التأثيرات نفسها في صفة الغلة الحبية.
- 7- تراجعت درجة التوريث بالمفهوم الضيق بشكلٍ حاد استجابة منها للإجهاد المائي المطبق خلال مرحلة الإزهار المذكور لمحصول الذرة الصفراء بالنسبة لجميع الصفات المدروسة، في حين أصبحت متوسطة في صفة دليل المساحة الورقية (45%).

## التوصيات

- الاستفادة من السلالتين ((P4 (IL-200)، P2 (IL-90)) في تطوير الأصناف التركيبية Synthetic varieties. واستخدام الهجن (IL-200×IL-90، IL-29×IL-339) في إنتاج هجن تتميز بغلة حبيّة مرتفعة من خلال الانتخاب لتحسين صفة الغلة في عشائر تلك الهجن. وإدخال الهجين IL-200×IL-90 في تجارب الكفاءة الانتاجية.
- الاعتماد على دليل المساحة الورقية تحت ظروف الإجهاد المائي كمؤشر مهم لغرلة طرز الذرة الصفراء، والانتخاب لهذه الصفة في برامج الأجيال الانعزالية لتحقيق زيادة إيجابية في مكونات الغلة الحبيّة في الذرة الصفراء.

## المراجع

- المجموعة الإحصائية الزراعية. (2016). مساحة وإنتاج وغلّة محصول الذرة الصفراء حسب المحافظات وتطورها على مستوى القطر. مكتب الإحصاء المركزي، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق.
- المنظمة العربية للتنمية الزراعية. (2006). الدراسة التحليلية لتحسين إنتاجية الذرة الشامية في الوطن العربي. الخرطوم. حسانين، عبد الحميد محمد. (1993). فيزيولوجيا المحاصيل – جامعة الأزهر – المكتبة الأكاديمية.
- Aminu, D. and A. U. Izge. (2013). Gene action and heterosis for yield and yield traits in Maize (*Zea mays* L.) under drought conditions in northern Guinea and Sudan Savannas of Borno state. *Peak J. Agric. Sci.*, 1(1): 17-23.
- Areous L.; G. Slafer; C. Royo; and M. D. Serret. (2005). Breeding for yield potential and stress adaptation in cereals. *Critical Reviews in Plant Sciences* 27: 377 - 412.
- Aslam, M., M. A.; Maqbool; and R. Cengiz. (2015). Drought stress in maize (*Zea mays* L.) effects, resistance mechanisms, global achievements, and biological strategies for improvement. *Springer briefs in Agriculture. Library of congress.*
- Bello, O. B.; and G. Olaoye. (2009). Combining ability for maize grain yield and other agronomic characters in a typical southern guinea savanna ecology of Nigeria. *Afr. J. Biotechnol.*, 8(11): 2518-2522.
- Ceccarelli, S.; and S. Grandi. (1996). Drought as a challenge for the plant breeder. *Plant Growth Regulation*. 20; 149–155.
- Critchley, W.; and S. Klaus. (1991). A manual for the design and construction of water harvesting schemes for plant production.
- Dass, S.; P. Arora; M. Kumari; and P. Dharma. (2001). Morphological traits determining drought tolerance in maize (*Zea mays* L.). *Indian J. Agricul. Res.*, 35 (3): 58-66.
- Deitos, A., E. Arnhold, F. Mora and G. V. Miranda. (2006). Yield and combining ability of Maize cultivars under different eco-geographic conditions. *Crop Breed. Appl. Boitec. Brazilian Soci. of Plant Breed.* 6: 222-227.
- Ewis, M. M. , K. M. Abd El-Latif and M. I. Badawi. (2016). Response of Maize (*Zea mays* L.) to Moisture Stress under Different Nitrogen Fertilization Levels. *J. Soil Sci. and Agric. Eng.*, 7(11): 865 – 872.
- Farooq M.; A. Wahid; S. A. Cheema; D. J. Lee; and T. Aziz (2002). Comparative time course action of foliar applied glycinebetaine, salicylic acid, nitrous oxide, brassinosteroids and spermine in improving drought resistance of rice. *Journal of Agronomy and Crop Sciences* 196: 336 – 345. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-037X.2010.00422.x>.
- Fisher, R.A. and J.T Wood. (1979). Drought resistance in spring Wheat cultivars. III. Yield association with morpho- physiological traits. *Aust J Agric Res.*, 30: 1001-1020
- Gregory, (1917). Principles and practices of Agronomy-Crop Identification and Judging ,Kalyani Publishers, New Delhi. 267- 309.
- Griffing, B. (1956). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian J. Biol. Sci.*, 9: 463–493.
- Hallauer, A. R.; and J. B. Miranda-Filho. (1988). Quantitative genetics in maize breeding 2<sup>nd</sup> ed. Iowa State Uni. Press Ames USA. P.468.
- Khan, M. A.; S. Akbar; K. Ahmad; M. S. Baloch; and M. Sadiq. (1995). Evaluation of corn hybrids for grain yield in D.I. Khan. *Pak. J. of Biol. Sci.*, 2: 413 – 414.

- Koutsika-Sotiriou, (M. 1999). Hybrid seed production in maize. In Basra, A. S. (Ed.), Heterosis and Hybrid Seed Production in Agronomic Crops. Food Products Press, New York, Pp. 25-64.
- Leopold, A. C. (1990). Coping with desiccation. In: Stress response in plant adaptation and acclimation mechanisms. Pp. 37-56. Alscher, R. G. and J. R. Cumming (eds). New York: Wiley-Liss.
- Li-Ping, B.; S. Fang-Gong; G. E. Ti-Da; S. Zhao-Hui; L. Yin-Yan; and Z. Guang-Sheng. (2006). Effect of soil drought stress on leaf water status, membrane permeability and enzymatic antioxidant system of Maize. Chinese Academy of Sci., 16(3): 326-332.
- Malook, S. U; Q. Ali; M. Ahsan; M. K. Shabaz; M. Waseem; and A., Mumtaz. (2016). combining ability analysis for evaluation of Maize hybrids under drought stress. J. Natn. Sci. Foundation Sri Lanka., 44(2): 223-230.
- Mc-Williams, D. A.; D. R. Berglund; and G. J. Endres. (1999). Corn growth and management quick guide, North Dakota State Uni. and Uni. of Minnesota.
- Mostafavi, Kh.; M. Shoahosseini; and H. Sadeghi Geive. (2011). Multivariate analysis of variation among traits of corn hybrids traits under drought stress. Inter. J. Agri. Sci., 1(7): 416-422.
- Obed, A. A. (2015). Screening of maize (*Zea mays* L.) inbred lines for tolerance to drought. Kwame N'krumah University of Science and Technology., 58-62.
- Panda, S.; M. C. Wali; R. M. Kachapur; and S. I. Harlapur. (2017). Combining ability and heterosis analysis of single cross hybrids of Maize (*Zea mays* L.). Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci., 6(10): 2608-2618.
- Passioura, J. B. (2002). Environmental biology and crop improvement Functional Plant Biology, (29): 537-546.
- Paul, S. K.; and R. K. Duara. (1991). Combining ability studies in Maize (*Zea mays* L.). Intl. J. Tropic. Agric. 9: 250-254.
- Ribaut, J. M.; M. Banziger; J. Betran; C. Jiang; G. O. Edemeades; K. Dreher; and D. Hoisington. (2002). In: Kang, M. S. (ed) Use of Molecular Markers in Plant Breeding: Drought Tolerance Improvement in Tropical Maize. CAB International. Quantitative Genetics, Genomics and Plant Breeding. Pp 85-99.
- Roger, S. (2004). How soybeans respond to drought stress? Wisconsin crop management. Department of Agronomy ,Univ. of Wisconsin Ext. ,Moore Hall ,1575 London Madi, 804,WI 53706.
- Song, Y.; C. Qu; S. Birch; A. Doherty; and J. Hanan. (2010). Analysis and modeling of the effect of water stress on maize growth and yield in dryland conditions. Plant Prod. Sci., 13(2), 199-208.
- 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.
- Stevens, R. (2008). Review: Prospects for using marker assisted breeding to improve maize production in Africa. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88: 745-755.
- Umar, U. (2015). Genetics of drought tolerance in Maize (*Zea mays* L) under nonstress and water stress conditions. Ph.D. thesis. Ahmadu Bello University. Zaria, Nigeria., 131-142.

Zarabi, M.; I. Alahdadi; and G. A. Akbari. (2011). Study on the effects of different biofertilizer combinations on yield, its components and growth indices of Corn (*Zea mays* L.) under drought stress condition. Afr. Agri. Res., 6(3), 681-685.

## Combining Ability for Grain Yield and Some Secondary Traits of Genotypes of Corn (*Zea mays* L.) Under Drought Stress

Reem Al-mansour<sup>(1)\*</sup>, Thamer Hnesh<sup>(1)</sup>, and Zenab Tadber<sup>(1)</sup>

(1) Crop research administration, General commission for scientific agricultural research, (GCSAR) Damascus, Syria.

(\*Corresponding author: Reem Al-Mansour, E-Mail: [reemalmansour2@yahoo.com](mailto:reemalmansour2@yahoo.com))

Received date: 21/01/2021

Accepted date: 7/04/2021

### Abstract

Field experiment was conducted at Homs Research Center, General Commission for Scientific Agricultural Research during 2015, 2016 to estimate the combining ability for six inbred lines of maize, three of them were sensitive {P1 (IL-197), P2 (IL-90), P3 (IL-29)} and the others were tolerant to drought stress {P4 (IL-200), P5 (IL-339), P6 (IL-239)}. The resultant hybrids were evaluated under well watered and drought conditions applied at tasseling by using Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. The significant variation in the combining ability indicated the importance of both additive and non-additive gene actions in the inheritance of leaf area, leaf area index, net assimilation rate, and grain yield under both conditions. Also results showed the predominance of additive gene action, non-additive gene action under well watered and drought conditions respectively for these traits, except the grain yield trait which showed the predominance of non-additive gene action under both conditions. High narrow sense heritability for leaf area index indicated the importance of this trait in the selection for high grain yield.

**Key words:** Maize, General combining ability, Specific combining ability, Drought stress, Heritability.