تقييم أداء بعض الطرز الوراثية من الذرة البيضاء (*Sorghum bicolor* L. Moench) ضمن ظروف الزراعتين المطرية والمروية

حسين المحاسنة[1]

الملخص

نُفذت تجربة حقلية في مزرعة أبي جرش في كلية الزراعة بجامعة دمشق، خلال الموسم الزراعي 2015، بهدف تقييم أداء ستة طرز وراثية من الذرة البيضاء (إزرع3، إزرع5، إزرع7، إزرع 14، خرابو230، رزينية) ضمن ظروف الزراعتين المطرية والمروية (الشاهد)، وُضعت التجربة وفق ترتيب القطع المنشقة باستخدام تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (RCBD) بثلاثة مكررات.

أشارت نتائج التحليل الإحصائي إلى تراجع معظم الصفات الشكلية المدروسة والغلة الحبية ومكوناتها ضمن ظروف الزراعة المطرية بالمقارنة مع الزراعة المروية، وتباينت استجابة الطرز وفقاً لتلك الظروف، إذْ تفوق الطراز خرابو230 معنوياً على باقي الطرز المدروسة في ارتفاع النبات (205.85 سم)، ودليل المساحة الورقية (2.26)، ومحتوى الماء النسبي (54.98%)، وعدد الحبوب في النبات (505 حبة. نبات$^{-1}$)، ووزن المئة حبة (50.17 غ)، والغلة الحبية (4.26 طناً.هكتار$^{-1}$) ضمن ظروف الزراعتين المروية والمطرية، تلاه الصنف إزرع14. تفوق الطراز خرابو230 في معظم الصفات المدروسة والغلة الحبية ضمن ظروف الزراعة المطرية بالمقارنة مع باقي الطرز المدروسة، تلاه الصنف إزرع14 ضمن الظروف نفسها. نقترح زراعة الطراز خرابو230، أو الصنف إزرع 14 ضمن ظروف الزراعة المطرية، أو استخدامهما آباءً في برامج التربية والتحسين الوراثي لمحصول الذرة البيضاء.

الكلمات المفتاحية: الذرة البيضاء، الزراعة المروية، الزراعة المطرية، الصفات الشكلية، الغلة الحبية.

(1) أستاذ مساعد، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، ص.ب. 30621، سورية.

Evaluation the Performance of Some Sorghum (*Sorghum bicolor L.* Moench) Genotypes under Rainfed and Irrigated Conditions

Hussain Almahasneh[(1)]

Abstract

A field experiment was conducted in Abu-Jarash Farm, Faculty of Agriculture, Damascus University during the growing season of 2015, to evaluate the performance of six sorghum genotypes (Izraa-3, Izraa-5, Izraa-7, Izraa-14, Kharboo-230 and Rezeneh) under rainfed and irrigated conditions. The experiment was laid out according to split plot arrangement using randomized complete block design (RCBD) with three replications.

Statistical analysis results indicated to a decline in most of the studied morphological traits, grain yield and its components under rainfed conditions compared with irrigated conditions. The genotype Kharaboo-230 exceed significantly over other genotypes in plant height (205.85 cm) leaf area index (2.26), relative water content (54.98%), number of grains per plant (505 grain.plant^{-1}), 100 grain weight (50.17 g) and grain yield (4.26 ton.ha^{-1}) in an average under rainfed and irrigated conditions followed by the genotype Izraa-14. The genotype Kharaboo-230 exceed in most studied traits and grain yield under rainfed conditions compared to other genotypes followed by Izraa-14 variety. It is recommended to grow the genotype Kharaboo-230 or the variety Izraa-14 under rainfed conditions in this region or can be used as parents in breeding and genetic improvement programme of sorghum.

Keywords: Sorghum, irrigated conditions, rainfed conditions, morphological traits, grain yield.

(1) Associate professor, Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Damascus University, P.O. 30621, Syria.

المقدمة:

تُعدُّ الذرة البيضاء Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) من المحاصيل النجيلية المهمة، فهي تحتل المركز الخامس من حيث المساحة العالمية والإنتاج بعد الرز Rice (*Oryza sativa* L.) والقمح Wheat (*Triticum* sp.) والذرة الصفراء Maize (*Zea mays* L.) والشعير Barley (*Hordeum vulgare* L.)، وقد بلغت المساحة المزروعة نحو 48 مليون هكتاراً، أعطت 56 مليون طناً، (FAO ، 2013). يُسهم الوطن العربي بنحو 6.7% من إنتاج العالم من حبوب الذرة البيضاء، وتعادل إنتاجية الهكتار الواحد 52% من الإنتاجية العالمية (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2013). تُقدَّر المساحة المزروعة بهذا المحصول في القطر العربي السوري بنحو 4500 هكتاراً والإنتاج من الحبوب 4200 طناً (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2013). يعزى التباين في المساحات المزروعة إلى أنَّ نحو 95% من المساحات المزروعة بهذا المحصول تقع في الأراضي البعلية، ذات الهطولات المطرية المحدودة وغير المستقرة، وتتأثر بكميات الأمطار الهاطلة ولاسيّما خلال فصل الربيع، ومنافسة المحاصيل الصيفية المروية الأخرى، وضعف مردودية وحدة المساحة. تتجلى الأهمية الاقتصادية لمحصول الذرة البيضاء أنَّه الغذاء الرئيس لمئات الملايين من البشر في البلدان النامية (Taylor و Taylor، 2002)، إذْ يدخل في صناعة الخبز، وبعض الأطعمة، وفي عليقة الدواجن بنسبة 35%، لقرب قيمتها العلفية من القيمة العلفية لمحصول الذرة الصفراء.

يُعدُّ الإجهاد المائي Water stress من العوامل اللاأحيائية Abiotic stresses المهمة التي تحدُّ من إنبات البذور ونمو البادرات خلال مراحلها الأولى (Soltani وزملاؤه، 2006). يسبّب الجفاف Drought المتزامن مع مرحلة إنبات البذور تراجعاً معنوياً في نسبة الإنبات (Van den Berg و Zeng، 2006)، ومن ثَمَّ يحدّ من قدرة المحصول على استرساء البادرات، وهي المرحلة الأكثر خطورة على نمو المحصول في البيئات الجافة، ويُعدُّ الماء ضرورياً لامتلاء خلايا الأوراق واستطالتها (Cossgrove، 1989). وفي دراسة للباحثين Girma و Krieg (1992) تراجعت الناقلية المسامية ومعدل التمثيل الضوئي في هجن من الذرة البيضاء ضمن الظروف الحقلية عند استعمال أربع معاملات مائية خلال مرحلتين من عمر النبات، هي: المرحلة الخضرية قبل الإزهار، وفي أثناء

مرحلة امتلاء الحبوب. أظهرت النتائج أنّ الهجين المتحمل للجفاف امتلك مقدرة أكبر على زيادة معدل عملية التمثيل الضوئي والمحافظة على جهد الامتلاء Turgor potential (Ψ_p) داخل خلايا الأوراق عند مستويات منخفضة من محتوى التربة المائي، ويمكن أن تؤدي زيادة حجم المجموعة الجذرية أو المقدرة على التعديل الحلولي Osmotic adjustment إلى استخلاص كميةٍ أكبر وامتصاصها من مياه التربة كافية لتعويض الماء المفقود بالنتح Transpiration، ممَّا يُساعد على المحافظة على محتوى الأوراق المائي (Reynolds وزملاؤه، 2000). يؤدي تراجع محتوى التربة المائي إلى اختلال ميزان العلاقات المائية في النبات، وتباطؤ وتيرة عملية انقسام الخلايا النباتية واستطالتها، ثم تراجع معدل نمو الأوراق، والمسطح الورقي، وقطر الساق، وطول السلاميات، وتراجع في ارتفاع النبات، ومعدل التمثيل الضوئي (A) Assimilation rate وتراكم المادة الجافة Dry matter accumulation (Retta وزملاؤه، 1996). ويؤدي الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار إلى فشل في التلقيح Pollination الناجم عن ضعف حيوية حبوب اللقاح والبويضة، وهذا يقلل من عدد الحبوب في العثكول والنبات، ما يؤدي إلى تراجع الغلة الحبية النهائية (Prasad وزملاؤه، 2008). إنّ توافر التباين الوراثي أمرٌ لابدَّ منه حتى يتمكن المربي من ممارسة عمله التربوي في التحسين الوراثي، وتُعدُّ عملية الانتخاب والتربية فعَّالة في زيادة تحمل الذرة البيضاء للإجهاد المائي، فضلاً عن تحديد الصفات المهمة المرتبطة وراثياً بتحمل الجفاف، ذات قابلية التوريث العالية High heritability للحصول على المنتج الاقتصادي المهم (الغلة الحبية) التي تتأثر بشدة بالعوامل البيئية؛ لأنّها صفة كمية معقدة (Blum، 2005)، وتُشكل الأصناف والسلالات المحلية Land races مصادر وراثية قيّمة لبرنامج التربية لامتلاكها صفات شكلية وفيزيولوجية تكيفية تفيد في برامج تحسين تحمل المحاصيل النجيلية للجفاف (Krishnasmy ، 1988)،

نفذت تجربة حقلية في كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية خلال الموسم الزراعي 2009 لتقييم استجابة 17 طرازاً وراثياً من الذرة البيضاء لظروف الإجهاد المائي المتزامن مع مرحلة الإزهار ومرحلة امتلاء الحبوب. أظهرت النتائج وجود تباين وراثي واضح بين الطرز المدروسة في تحملها للإجهاد المائي خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب، وتراجعت معظم الصفات الشكلية والفيزيولوجية والإنتاجية المدروسة ضمن ظروف

الإجهاد المائي المطبق خلال مرحلتي النمو مقارنة بظروف الشاهد المروي، وقد أدى الإجهاد المائي المطبق خلال مرحلة الإزهار إلى تراجع كبير وملحوظ في ارتفاع النبات، ودليل المساحة الورقية، ومحتوى الماء النسبي، وصافي معدل التمثيل الضوئي، والوزن الجاف للنبات، والغلة الحبية والغلة العلفية بالمقارنة بالإجهاد المائي المطبق خلال مرحلة امتلاء الحبوب (الإدلبي، 2011).

هَدَفَ البحث إلى تقييم أداء طرز وراثية من الذرة البيضاء ضمن ظروف الزراعتين المطرية والمروية في ظروف مدينة دمشق (مزرعة أبي جرش).

مواد البحث وطرائقه:

1–المادة النباتية Plant material:

نُفِّذَتِ الدراسة على ستة طرز من الذرة البيضاء هي: إزرع3 ، إزرع5 ، إزرع7 ، إزرع 14، خرابو 230، رزينية (الجدول ، 1)، وقد تمّ الحصول على البذار من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

الجدول (1): بعض صفات طرز الذرة البيضاء المدروسة.

التسلسل	الطراز	المصدر	عدد الأيام حتى الإزهار (يوم)	ارتفاع النبات (سم)	طول العثكول (سم)	شكل العثكول	لون الحبة	الغلة (طن.هكتار$^{-1}$)
1	إزرع–3	محلي	84	195	20	نصف متفرق	أبيض	2.55
2	إزرع–5	محلي	74	170	15	مندمج	أحمر	2.62
3	إزرع–7	محلي	74	170	15	مندمج	كريمي	2.59
4	إزرع–14	محلي	75	195	20	نصف مندمج	كريمي	3.00
5	خرابو–230	محلي	69	240	25	نصف مندمج	أبيض	3.79
6	رزينية	محلي	75	180	20	نصف مندمج	أبيض	2.10

2–مكان تنفيذ البحث Site of experiment:

نُفِّذَ البحث في مزرعة أبي جرش في كلية الزراعة بجامعة دمشق، التي تقع على ارتفاع 743 متراً عن سطح البحر، وعلى خط عرض 33.53 °م شمالاً، وخط طول 36.31 °م شرقاً، وذلك خلال العروة الرئيسة للموسم الزراعي 2015. تتميّز التربة في موقع تنفيذ التجربة بأنَّها لومية عالية المحتوى من الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم والمادة العضوية

(الجدول، 2)، وقد بلغت الهطولات المطرية خلال فصل الشتاء للموسم الزراعي 2014-2015م نحو 265 مم (الجدول، 3).

الجدول (2) خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية في موقع تنفيذ التجربة.

المؤشر	الخصائص الفيزيائية			الخصائص الكيميائية					
	رمل (%)	سلت (%)	طين (%)	N (%)	P_2O_5 (ppm)	K_2O (ppm)	pH	E.C ($dS.m^{-1}$)	المادة العضوية (%)
القيمة	43.28	32.50	23.62	0.18	28.6	315	8.6	0.28	2.30
الوصف	تربة لومية			عالٍ	عالٍ	عالٍ	قلوي	طبيعية	مرتفعة

الجدول (3): توزع الهطولات المطرية خلال فصل الشتاء للموسم الزراعي 2015/2014م.

الشهر	تشرين2	كانون	كانون2	شباط	آذار	نيسان	أيار	المجموع
الهطول المطري (مم)	18.0	56.0	90.5	15.0	85.0	0.5	0.0	265

3-طريقة الزراعة: نُفّذت الزراعة خلال الأسبوع الأول من شهر آذار عام 2015 في تربة خالية من الأعشاب، جرت فلاحتها مرتين خلال شهر شباط على عمق 30 سم، ثمّ على عمق 20 سم باستخدام المحراث المطرحي، وأضيفت الأسمدة العضوية من سماد الكمبوست المتخمر بمعدل 10 أطنان.هكتار$^{-1}$ قبل الفلاحة الثانية، وأضيفت الأسمدة الآزوتية بمعدل 100 كغ N.هكتار$^{-1}$ على شكل يوريا (46%) على دفعتين عند الزراعة وبعد التفريد، كما أضيفت الأسمدة الفوسفورية بمعدل 60 كغ.هكتار$^{-1}$ عند الزراعة على شكل سوبر فوسفات ثلاثي (46%)، زُرِعَتِ الطرز المدروسة في القطع التجريبية على خطوط بواقع 6 خطوط بطول 2 م لكل خط بمسافات زراعية (50 × 25 سم)، ووضعت البذور يدوياً في جور ضمن الخطوط على عمق 5 سم، ونُفذت عمليات الخدمة للمحصول من عزيق وتعشيب ومكافحة للآفات.

أُعْطِيَتْ أربع ريات للمحصول في معاملة الزراعة المروية:

-الأولى خلال مرحلة استرساء البادرات (البادرات بعمر 8 أيام بعد الإنبات).

-الثانية خلال مرحلة النمو الخضري النشط (النباتات بمرحلة تشكل 8 أوراق حقيقية).

-الثالثة خلال مرحلة الإزهار (النباتات بمرحلة 12 ورقة حقيقية).

–الرابعة خلال مرحلة امتلاء الحبوب (بعد نهاية الإخصاب).
أمَّا في معاملة الزراعة المطرية فبقي المحصول دون ري، واعتمد على الرطوبة المخزنة في التربة من الهطولات المطرية خلال فصل الشتاء، وروعي ترك مسافة 30 متراً بين معاملة الزراعة المروية ومعاملة الزراعة المطرية لمنع رشح المياه، قُدِّمَتِ الريات في معاملة الري باستخدام مياه البئر الموجودة في مزرعة أبي جرش في كلية الزراعة بجامعة دمشق، تتميز مياه البئر بأنّها صالحة للري، درجة حموضة هذه المياه (7.10)، وقيمة الناقلية الكهربائية (1.12 $dS.m^{-1}$)، وخالية من كربونات الصوديوم، وكانت قيمة الصوديوم المدمص (3.54)، واستخدمت طريقة الري بالخطوط لتامين الاحتياجات المائية لمحصول الذرة البيضاء.

4–الصفات المدروسة: Investigated traits

أ– الصفات الشكلية والفيزيولوجية Morphological and Physiological traits

1– ارتفاع النبات (سم) Plant height: قِيسَ ارتفاع النبات بواسطة مسطرة خشبية، من سطح الأرض وحتى قمة العثكول بعد اكتمال عملية الإزهار، لخمسة نباتات من كل طراز وراثي ومعاملة ومكرر.

2– دليل المساحة الورقية Leaf Area Index (LAI): ويمثل حاصل قسمة المساحة الورقية الفعلية للنباتات الموجودة ضمن مساحة 1 $م^2$ من الأرض.

المساحة الورقية الفعلية للنبات = المساحة الورقية النظرية × معامل التصحيح، وتقدّر قيمة معامل التصحيح في محصول الذرة البيضاء بنحو 0.75 (Bueno و Atkins، 1981).

3– محتوى الماء النسبي في الأوراق (%): قُدِّرَ محتوى الماء النسبي في الأوراق خلال مرحلة الإزهار، حيث قطعت ورقتان كاملتا الاستطالة من أعلى النبات عند قاعدة النصل من خمسة نباتات عشوائياً من كل طراز وراثي ومن كل معاملة، وحُسب محتوى الماء النسبي (%) من المعادلة الرياضية الآتية (Schonfeld وزملاؤه، 1988).

$$\text{محتوى الماء النسبي في الأوراق (\%)} = \frac{\text{الوزن الرطب للأوراق – الوزن الجاف}}{\text{الوزن الرطب المشبع – الوزن الجاف}} \times 100$$

ب)-الصفات الإنتاجية Productivity traits:

1- عدد الحبوب في النبات (حبة.النبات$^{-1}$): فُرِطَتِ العثاكيل لخمسة نباتات من كل طراز وراثي ومعاملة ومكرر، وعُدَّتِ الحبوب يدوياً للحصول على عدد الحبوب في النبات.

2- وزن الـ100 حبة (غ): أُخِذَتْ مئة حبة عشوائياً من كل طراز وراثي ومعاملة مدروسة ومكرر ووزنت باستعمال ميزان الكتروني حساس.

3-الغلة الحبية (طن.هكتار$^{-1}$): سُجِّلَ وزن الحبوب من النباتات المحصودة من الخطين الوسطين في القطعة التجريبية (كع.قطعة$^{-1}$) حُوِّلَ إلى (طن.هكتار$^{-1}$) لكل طراز وراثي ومعاملة ومكرر.

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

نُفذت التجربة وفق ترتيب القطع المنشقة باستخدام تصميم القطاعات الكاملة العشوائية، إذْ احتلت طريقة الزراعة (مروية/بعلية) القطع الرئيسة، في حين شغلت الطرز المدروسة القطع المنشقة، وحُلّلت البيانات إحصائياً باستعمال برنامج SAS-9 لتحليل مصادر التباين (ANOVA) للطرز والمعاملات المدروسة والتفاعل المتبادل بينهما، وقُدِّرَتْ قيمة أقل فرق معنوي (LSD) لمقارنة الفروقات بين المتوسطات عند مستوى 5% (Gomez و Gomez، 1984)، كما حُسِبَ معامل التباين (C.V) لكل صفة مدروسة.

النتائج والمناقشة:

1- ارتفاع النبات (سم): تُشير النتائج في الجدول (4) إلى وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في ارتفاع نباتات الذرة البيضاء عند الزراعة ضمن ظروف الزراعة المطرية وظروف الزراعة المروية (الشاهد)، إذْ كان متوسط ارتفاع النبات الأعلى معنوياً ضمن ظروف الزراعة المروية (171.29 سم)، بالمقارنة بظروف الزراعة المطرية (133.37 سم). وكان متوسط ارتفاع النبات الأعلى معنوياً لدى نباتات الطراز خرابو 230 (205.85 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الطراز رزينية (94.48 سم)، وفي تفاعل الطرز المدرسة مع ظروف الزراعة سجل الطراز خرابو 230 أعلى قيمة لارتفاع النبات ضمن ظروف الزراعة المروية والمطرية (235.40 و176.30 سم على

التوالي) وبفروقاتٍ معنوية بينهما. ويُلاحظ أنَّ أعلى نسبة انخفاض في ارتفاع النبات ضمن ظروف الزراعة المطرية مقارنةً بالزراعة المروية كانت عند الصنف إزرع3 (29.17 %)، في حين سُجلت أدنى نسبة انخفاض في ارتفاع النبات ضمن ظروف الزراعة المطرية عند الصنف إزرع7 وبلغت (14.78 %). يُعزى بشكل عام تراجع ارتفاع النبات ضمن ظروف الزراعة المطرية إلى تراجع ضغط الامتلاء داخل الخلايا النباتية الضروري لاستطالتها ما يؤدي إلى انخفاض طول النبات. يُعدُّ ضغط الامتلاء بمنزلة القوة الفيزيائية التي تدفع جدر الخلايا النباتية إلى الاستطالة، وأي تراجع في ضغط الامتلاء يمكن أن يوقف النمو نتيجة تثبيط استطالة الخلايا النباتية؛ وهذا يختلف باختلاف مرونة جدران الخلايا في كل طراز وراثي، تتوافق هذه النتائج مع نتائج Retta وزملائه (1996) والإدلبي (2011).

الجدول (4): تأثير نوع الزراعة في ارتفاع النبات في طرز الذرة البيضاء المدروسة.

الأصناف	المعاملة		المتوسط	نسبة الانخفاض (%)
	الزراعة المروية	الزراعة المطرية		
إزرع3	174.50	123.60	**149.05**^{d}	29.17
إزرع5	180.75	135.80	**158.28**^{c}	24.87
إزرع7	135.70	115.65	**125.68**^{e}	14.78
إزرع14	195.85	165.45	**180.65**^{b}	15.52
خرابو230	235.40	176.30	**205.85**^{a}	25.11
رزينية	105.55	83.40	**94.48**^{f}	20.99
المتوسط	**171.29**^{a}	**133.37**^{b}		21.74
المتغير	الطرز	المعاملات	التفاعل	
L.S.D (5%)	22.11*	13.78*	37.45*	
C.V (%)	11.23			

*: الفروقات معنوية عند مستوى 5%

2–دليل المساحة الورقية: يُلاحظ من الجدول (5) وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في دليل المساحة الورقية عند ظروف الزراعتين المطرية والمروية (الشاهد)، إذْ كان متوسط دليل المساحة الورقية الأعلى معنوياً في ظروف الزراعة المروية (2.10)، بالمقارنة بظروف الزراعة المطرية (1.35)، وكان متوسط دليل المساحة الورقية الأعلى معنوياً لدى الطراز خرابو230 (2.26)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطراز رزينية (1.01)، وبالنسبة إلى

تفاعل الطرز المدرسة مع ظروف الزراعة، سجل الطراز خرابو230 أعلى قيمة لدليل المساحة الورقية ضمن ظروف الزراعة المروية والمطرية (2.82 و 1.70 على التوالي) وبفروقاتٍ معنوية بينهما مقارنةً بباقي التفاعلات، وكانت أعلى نسبة انخفاض في دليل المساحة الورقية تحت ظروف الزراعة المطرية مقارنةً بالزراعة المروية عند الطراز خرابو230 (39.72%)، في حين سُجلت أدنى نسبة انخفاض في دليل المساحة الورقية ضمن ظروف الزراعة المطرية عند الصنف رزينية (28.81%). أدى الإجهاد المائي إلى انخفاض دليل المساحة الورقية نتيجة تقليص حجم المسطح الورقي الأخضر، أو عدد الأوراق على النبات، ومن ثَمَّ إلى تقليل كمية المياه المنتوحة، وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Prasad وزملاؤه (2008). يؤدي تراجع محتوى التربة المائي نتيجة قلّة معدل الهطول المطري وارتفاع معدل فقد المياه بالتبخر– النتح إلى تراجع فرق التدرج في الجهد المائي بين حبيبات التربة وخلايا المجموعة الجذرية؛ ممَّا يؤدي إلى تراجع معدل امتصاص المياه، فتصبح تبعاً لذلك كمية المياه الممتصة عن طريق المجموعة الجذرية غير كافية لتعويض المياه المفقود بالنتح، فيتراجع ضغط الامتلاء داخل خلايا الأوراق، أي تتعرض الأوراق إلى ما يُسمى اصطلاحاً بالعجز المائي Water deficit، وهذا يؤثر سلباً في معدل نمو الأوراق، نظراً إلى أهمية جهد الامتلاء في دفع جدران خلايا الأوراق إلى الاستطالة (Cossgrove، 1989).

الجدول (5): تأثير نوع الزراعة في دليل المساحة الورقية في طرز الذرة البيضاء المدروسة.

الأصناف	المعاملة		المتوسط	نسبة الانخفاض (%)
	الزراعة المروية	الزراعة المطرية		
إزرع3	1.86	1.15	**1.51**^{d}	38.17
إزرع5	2.20	1.45	**1.83**^{c}	34.09
إزرع7	2.11	1.32	**1.72**^{c}	37.44
إزرع14	2.45	1.63	**2.04**^{b}	33.47
خرابو230	2.82	1.70	**2.26**^{a}	39.72
رزينية	1.18	0.84	**1.01**^{e}	28.81
المتوسط	**2.10**^{a}	**1.35**^{b}		35.28
المتغير	**الطرز**	**المعاملات**	**التفاعل**	
L.S.D (5%)	0.18*	0.11*	0.31*	
C.V (%)	8.76			

***: الفروقات معنوية عند مستوى 5%**

ويُعدُّ تقليص حجم المسطح الورقي الأخضر من الصفات التكيفية المهمة لتجنب التأثيرات الضارة الناجمة عن الإجهاد المائي من خلال الحدّ من فقد الماء بالتبخر–نتح بهدف المحافظة على ضغط الامتلاء داخل الخلايا النباتية، وكمية المياه المتاحة في التربة مدة زمنية أطول حتى تتمكن النباتات من إكمال دورة حياتها (العودة، 2005). ويُعزى تفوق الطراز خرابو 230 في دليل المساحة الورقية ضمن ظروف الزراعتين المروية والمطرية بالمقارنة بباقي الطرز المدروسة إلى كفاءته في المحافظة على معدل استطالة الأوراق نتيجة المحافظة على محتوى ماء نسبي عالٍ في الأوراق (الجدول، 6) ومن ثمّ ضغط الامتلاء الضروري لاستمرار استطالة خلايا الأوراق، توافقت هذه النتائج مع ما توصلت إليه رويلي (2008) في محصول الذرة الصفراء، وما توصلت إليه التمو (2007) في محصول الشعير.

3– محتوى الماء النسبي (%): تُشير النتائج في الجدول (6) إلى وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في محتوى الماء النسبي في الأوراق عند الزراعة ضمن الظروف المطرية والمروية (الشاهد)، إذْ كان متوسط محتوى الماء النسبي في الأوراق الأعلى معنوياً ضمن ظروف الزراعة المروية (55.39%)، في حين كان الأدنى معنوياً ضمن ظروف الزراعة المطرية (36.09%). وقد سجل الطراز خرابو 230 معنوياً أعلى محتوى ماء نسبي في الأوراق (54.98%)، في حين سجل الصنف إزرع3 أدنى محتوى ماء نسبي في الأوراق (36.69%) (الجدول، 6). وفي تفاعل الطرز المدرسة مع ظروف الزراعة، سجل الطراز خرابو 230 أعلى قيمة لمحتوى الماء النسبي في الأوراق ضمن ظروف الزراعة المروية والمطرية (66.54 و43.42% على التوالي) وبوجود فروقات معنوية بينهما، ويُلاحظ أن أعلى نسبة انخفاض في المحتوى المائي النسبي ضمن ظروف الزراعة المطرية مقارنةً بالزراعة المروية كانت عند الصنف إزرع-5 (38.70%)، في حين كان الأدنى معنوياً ضمن ظروف الزراعة المطرية عند الصنف رزينية (29.51%). تُشير هذه النتائج إلى أهمية المحافظة على محتوى ماء نسبي عالٍ ضمن خلايا الأوراق، لضمان استمرار استطالة خلايا الأوراق (Cossgrove، 1989)، إذْ يُلاحظ أنَّ الطرز التي أبدت تفوقاً معنوياً في محتوى الماء النسبي مثل الطراز خرابو 230، قد أبدت بالمقابل تفوقاً معنوياً في دليل المساحة الورقية، ويمكن أن يُعزى التباين الوراثي في كفاءة الطرز الوراثية في المحافظة على محتوى الماء النسبي في

خلايا الأوراق إمَّا إلى التباين في حجم المجموع الجذري، أو إلى القدرة على التعديل الحلولي (كمية الذائبات العضوية المصنّعة)، أو إلى التباين في درجة انغلاق المسامات (الناقلية المسامية)، استجابةً للإجهاد المائي (التمو، 2013). تتوافق هذه النتائج مع ما توصّل إليه Prasad وزملاؤه (2008) والإدلبي (2011) في محصول الذرة البيضاء.

الجدول (6): تأثير نوع الزراعة في محتوى الماء النسبي (%) في طرز الذرة البيضاء المدروسة.

الأصناف	المعاملة		المتوسط	نسبة الانخفاض (%)
	الزراعة المروية	الزراعة المطرية		
إزرع3	44.60	28.78	**36.69**^{bc}	35.47
إزرع5	57.85	35.46	**46.66**^{b}	38.70
إزرع7	48.65	32.48	**40.57**^{b}	33.24
إزرع14	61.23	38.75	**49.99**^{ab}	36.71
خرابو230	66.54	43.42	**54.98**^{a}	34.75
رزينية	53.44	37.67	**45.56**^{b}	29.51
المتوسط	**55.39**^{a}	**36.09**^{b}		34.73
المتغير	الطرز	المعاملات	التفاعل	
L.S.D (5%)	12.85*	8.73*	21.34*	
C.V (%)	6.45			

*: الفروقات معنوية عند مستوى 5%

4- عدد الحبوب في النبات (حبة. نبات$^{-1}$): يُلاحظ من الجدول (7) وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في متوسط عدد حبوب بين المعاملات، إذْ كان متوسط عدد الحبوب الأعلى معنوياً ضمن ظروف الزراعة المروية (447 حبة. نبات$^{-1}$) بالمقارنة بظروف الزراعة المطرية (388 حبة. نبات$^{-1}$). وكان متوسط عدد الحبوب في النبات الأعلى معنوياً لدى الطراز خرابو230 (505 حبة. نبات$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف رزينية (285 حبة. نبات$^{-1}$). بالنسبة إلى تفاعل الطراز المدروسة مع ظروف الزراعة فقد كان عدد الحبوب في النبات الأعلى معنوياً عند الطراز خرابو230 ضمن ظروف الزراعة المروية والمطرية وبفروقات معنوية بينهما (520 و 490 حبة.نبات$^{-1}$ على التوالي)، ويُلاحظ أنَّ أعلى نسبة انخفاض في عدد الحبوب ضمن ظروف الزراعة المطرية مقارنةً بالزراعة المروية كانت عند الصنف رزينية (32.35 %)، في حين سُجلت أدنى نسبة انخفاض في عدد الحبوب ضمن ظروف الزراعة المطرية عند الطراز خرابو230 (5.77 %). يتبيّن ممَّا سبق أن الإجهاد المائي قد سبب تراجعاً ملموساً في

عدد الحبوب في النبات الواحد لدى الطرز المزروعة ضمن ظروف الإجهاد جميعها بالمقارنة مع الشاهد المروي. تُشير هذه النتائج إلى أهمية إتاحة الماء بكمياتٍ كافية خلال المراحل الحرجة من حياة النبات للحصول على أكبر عدد ممكن من الحبوب في النبات (العودة، 2005)، ويعزى تفوق الطراز خرابو230 في عدد الحبوب في النبات بالمقارنة بباقي الطرز المدروسة إلى تفوقه في حجم المصدر (دليل المساحة الورقية)، ومحتوى الماء النسبي في الأوراق ضمن ظروف الإجهاد المائي (الزراعة المطرية). تتوافق هذه النتائج مع ما توصلت إليه الإدلبي (2011) في محصول الذرة البيضاء، و رويلي (2008) في محصول الذرة الصفراء.

الجدول (7): تأثير نوع الزراعة في عدد الحبوب في النبات في طرز الذرة البيضاء المدروسة.

الأصناف	المعاملة		المتوسط	نسبة الانخفاض (%)
	الزراعة المروية	الزراعة المطرية		
إزرع3	420	330	**375^{e}**	21.43
إزرع5	465	423	**444^{c}**	9.03
إزرع7	455	415	**435c^{d}**	8.79
إزرع14	480	440	**460^{b}**	8.33
خرابو230	520	490	**505^{a}**	5.77
رزينية	340	230	**285^{f}**	32.35
المتوسط	**447^{a}**	**388^{b}**		13.20
المتغير	الطرز	المعاملات	التفاعل	
L.S.D (5%)	13.76*	9.95*	23.95*	
C.V (%)	14.24			

*: الفروقات معنوية عند مستوى 5%

5– وزن الـ100 حبة (غ): يُلاحظ من الجدول (8) وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في وزن 100 حبة عند الزراعة ضمن ظروف الزراعة المطرية وظروف الزراعة المروية (الشاهد)، إذْ كان متوسط وزن 100حبة الأعلى معنوياً ضمن ظروف الزراعة المروية (45.58غ)، بالمقارنة بظروف الزراعة المطرية (39.23 غ)، وكان متوسط وزن المئة حبة الأعلى معنوياً لدى الطراز خرابو230 (50.17 غ)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف رزينية (28.56 غ). بالنسبة إلى تفاعل الطرز المدروسة مع ظروف الزراعة كان متوسط وزن المئة حبة الأعلى معنوياً لدى الطراز خرابو230 ضمن ظروف

الـزراعتين المرويــة والمطريــة وبفروقـات معنويــة بينهمـا (52.78 و 47.56 غ علــى التـوالي)، وكانـت نسـبة الانخفـاض فـي وزن المئـة حبـة الأعلـى ضـمن ظـروف الزراعـة المطريـة بالمقارنـة بالزراعـة المرويـة لـدى الصـنف رزينيـة (23.98%)، و كانـت الأدنـى لدى الطراز خرابو230 ضمن ظروف الزراعة المطرية (9.89 %). عموماً، يعبّر وزن المئـة حبـة عـن درجـة امـتلاء الحبـوب، وهـذا يتوقـف علـى كميـة نـواتج التمثيـل الضـوئي المُتاحـة خـلال مرحلـة امتلاء الحبـوب Grain filling stage، التـي تعتمـد اعتمـاداً أساسـياً علـى دليـل المسـاحة الورقيـة (LAI)، وهندسـة النبـات الورقيـة Canopy architecture، وكفـاءة النبـات التمثيليـة خـلال المراحـل الأولـى مـن حيـاة النبـات وحتـى بـدء الطلـب علـى نواتج عملية التمثيل الضوئي (20–30 يوماً قبل الإزهار) (العودة، 2005). ويمكن أن يُعزى التباين في متوسط وزن المئة حبة بين الطرز الوراثية المدروسة إلى الكفاءة العالية في تصنيع وتسخير Partitioning efficiency كمية أكبر من المادة الجافة إلى الأجزاء الثمرية (الأزهار والحبوب)؛ ممَّا أدَّى إلى زيادة نسبة الأزهار الخصبة، ومن ثمّ حجم الحبوب ودرجة امتلاءها، فضلاً عن قدرة تلك الطرز على المحافظة على ضغط الامتلاء، ومن ثَمَّ على الماء اللازم لنقل المادة الجافة بين أجزاء النبات، ممَّا يشير إلى أهمية توافر الماء خلال مرحلة امتلاء الحبوب، لأن الماء هو الناقل الوحيد لنواتج عملية التمثيل الضوئي من المصدر إلى المصب (العودة، 2005).

الجدول (8): تأثير نوع الزراعة في وزن الـ100 حبة في طرز الذرة البيضاء المدروسة.

الأصناف	المعاملة		المتوسط	نسبة الانخفاض (%)
	الزراعة المروية	الزراعة المطرية		
إزرع3	46.59	38.67	**42.63**^{d}	17.00
إزرع5	42.23	37.89	**40.06**^{de}	10.28
إزرع7	49.13	42.35	**45.74**^{bc}	13.80
إزرع14	50.32	44.23	**47.28**^{b}	12.10
خرابو230	52.78	47.56	**50.17**^{a}	9.89
رزينية	32.45	24.67	**28.56**^{f}	23.98
المتوسط	**45.58**^{a}	**39.23**^{b}		13.93
المتغير	الطرز	المعاملات	التفاعل	
L.S.D (5%)	2.75*	1.91*	4.85*	
C.V (%)	8.21			

*: الفروقات معنوية عند مستوى 5%

6–الغلة الحبية (طن.هكتار$^{-1}$): تُشير النتائج في الجدول (9) إلى وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في الغلة الحبية في طرز الذرة البيضاء عند الزراعة ضمن ظروف الزراعة المطرية وظروف الزراعة المروية (الشاهد)، إذْ كان متوسط الغلة الحبية الأعلى معنوياً في ظروف الزراعة المروية (3.71 طناً.هكتار$^{-1}$) بالمقارنة مع ظروف الزراعة المطرية (2.88 طناً.هكتار$^{-1}$)، وكان متوسط الغلة الحبية الأعلى معنوياً في الطراز خرابو230 (4.26 طناً.هكتار$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف رزينية (2.26 طناً.هكتار$^{-1}$). بالنسبة إلى تفاعل الطرز المدرسة مع ظروف الزراعة كان متوسط الغلة الحبية الأعلى معنوياً لدى الطراز خرابو230 ضمن ظروف الزراعة المروية والمطرية وبفروقاتٍ معنوية بينهما (4.65 و 3.86 طناً.هكتار$^{-1}$ على التوالي)، وكانت نسبة الانخفاض في الغلة الحبية الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المطرية عند الصنف إزرع3 (29.21%)، في حين كانت الأدنى معنوياً لدى الطراز خرابو230 ضمن ظروف الزراعة المطرية (16.99 %). تُشير النتائج إلى أهمية توافر الماء بكمياتٍ كافية خلال مراحل النمو الحرجة في محصول الذرة البيضاء لبلوغ كامل طاقته الإنتاجية في منطقةٍ بيئيةٍ معينة، ويؤدي تراجع محتوى التربة المائي دون المستوى المطلوب لتأمين كامل احتياجات النباتات المائية خلال المراحل الحرجة إلى انخفاض غلة المحصول من الحبوب. عموماً، يؤثر الإجهاد المائي المترافق مع الحرارة المرتفعة خلال مرحلة الإزهار سلباً في نسبة الأزهار الخصبة المتشكلة، مما يؤثر سلباً في عدد الحبوب المتشكلة في النبات، وتراجع متوسط وزن المئة بذرة، ما يؤثر سلباً في غلة المحصول من الحبوب، إذْ يعدُّ كلٌّ من عدد الحبوب ومتوسط وزن المئة حبة من أهم مكونات غلة المحصول العددية (العودة، 2005).

الجدول (9): تأثير نوع الزراعة في الغلة الحبية (طن.هكتار$^{-1}$) في طرز الذرة البيضاء المدروسة.

الأصناف	المعاملة		المتوسط	نسبة الانخفاض (%)
	الزراعة المروية	الزراعة المطرية		
إزرع**3**	3.15	2.23	**2.69**^{bcef}	29.21
إزرع**5**	3.87	3.11	**3.49**^{abc}	19.64
إزرع**7**	3.58	2.90	**3.24**^{abce}	18.99
إزرع**14**	4.38	3.25	**3.82**^{ab}	25.80

خرابو230	4.65	3.86	**4.26**[a]	16.99
رزينية	2.60	1.92	**2.26**[cefg]	26.15
المتوسط	**3.71**[a]	**2.88**[b]		22.37
المتغير	الطرز	المعاملات	التفاعل	
L.S.D (5%)	1.16*	0.67*	1.89*	
C.V (%)	5.81			

*: الفروقات معنوية عند مستوى 5%

ويُعزى تفوق الطراز خرابو230 في متوسط غلة الحبوب على الطرز جميعها إلى كفاءته في المحافظة على حجم المصدر، إذْ كان متوسط دليل المساحة الورقية الأعلى معنوياً لدى هذا الطراز بالمقارنة مع باقي الطرز، ممَّا يشير إلى كفاءته العالية في تسخير كمية أكبر من المادة الجافة باتجاه الأجزاء الاقتصادية (الحبوب)، ويؤكد مصداقية ذلك أنّ متوسط عدد الحبوب في النبات ومتوسط وزن المئة حبة كان الأعلى معنوياً لدى الطراز خرابو230 بالمقارنة بباقي الطرز، تتوافق هذه النتائج مع ما توصلت إليه الإدلبي (2011) في محصول الذرة البيضاء وروبلي (2008) في محصول الذرة الصفراء.

الاستنتاجات والتوصيات:

- تباينت الطرز الوراثية المدروسة في صفات ارتفاع النبات، ودليل المساحة الورقية، ومحتوى الماء النسبي، وعدد الحبوب في النبات، ووزن المئة حبية والغلة الحبية، وحقق الطراز الوراثي خرابو230 أعلى القيم في الصفات المذكورة ضمن ظروف الزراعتين المطرية والمروية، جاء بعده الصنف إزرع14.
- سبَّب الإجهاد المائي (ظروف الزراعة المطرية) بشكل عام انخفاضاً ملحوظاً في الصفات الشكلية والإنتاجية والفيزيولوجية المدروسة لدى طرز الذرة البيضاء بالمقارنة بظروف الزراعة المروية.
- أظهرت الدراسة الأولية أن الطرز خرابو230 وإزرع14 ملائمة للزراعة المطرية وأكثر تحملاً للجفاف، ويمكن الإفادة منهما في برامج تربية وتحسين محصول الذرة البيضاء لتحمل الجفاف.
- إجراء الدراسة مستقبلاً في أكثر من موسم زراعي واحد لتأكيد النتائج.

المراجع

- **الإدلبي، ريم.2011**. تقييم كفاءة بعض الطرز المستخدمة في برنامج التحسين الوراثي لمحصول الذرة البيضاء (*Sorghum bicolor* L. Moench) استجابةً لظروف الجفاف. رسالة ماجستير، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، عدد الصفحات 95.
- **التمو، منور . 2007**. دراسة خصائص بعض التراكيب الوراثية من الشعير وتقويم أهميتها كمصادر وراثية لتحمل الجفاف، رسالة ماجستير، المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، عدد الصفحات 236.
- **التمو، منور. 2013**. التباين الوراثي في استجابة بعض طرز الشعير (*Hordeum spp.*) لتحمل الجفاف: تقييم الصفات الفسيولوجية والبيوكيميائية والجزيئية، رسالة دكتوراه، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، الجمهورية العربية السورية.
- **العودة، أيمن الشحاذة. 2005**. بعض الرؤى الفيزيولوجية لتحسين غلة محصول القمح الحبية ضمن الظروف البيئية المناسبة. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 21، العدد 2، الصفحات 37–50.
- **رويلي، ماجدة . 2008**. تحديد المراحل الحرجة لدى بعض أصناف الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) ضمن ظروف العجز المائي في محافظة دير الزور، رسالة ماجستير مقدمة إلى قسم المحاصيل الحقلية–كلية الزراعة–جامعة دمشق، الصفحات 163.
- **المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2013**. الجمهورية العربية السورية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، مديرية التخطيط، الجدول (39).
- **المنظمة العربية للتنمية الزراعية. 2013**. الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية العربية، المجلد (33). جامعة الدول العربية، الخرطوم.

Blum, A. 2005. Drought resistance, water use efficiency, and yield potential- are they compatible, dissonant, or mutually exclusive, Aust. J. of Agric. Res., Vol. 56 P: 1159- 1168.

Bueno, A. and R. E. Atkins. 1981. Estimation of individual leaf areas in grain Sorghum. Iowa State J. of Res., Vol. 55, P: 341–349.

Cossgrove, D. J. 1989. Characterization of long term extension of isolated cell walls from growing cucumber hypocotyls. Planta, 177: 121.

FAO, 2013. FAOSTAT Database. Statistics of Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. http//www.faoorg /faostat.

Girma, F. S. and D. R. Krieg. 1992. Osmotic adjustment in sorghum. II. Relationship to gas exchange rates, Plant- Physiol., Vol. 99, P: 583-588.

Gomez, K. A. and A. A. Gomez. 1984. Statistical procedure for Agriculture Research, Wiley-Inter Sci. Pub., New York, USA, p. 680.

Krishnasmy, V. 1988. Association of growth parameters with days to half-blooming in the parental lines of a few sorghum hybrids. Madras agri. J. 58 (11): 1040.

Prasad , P. V. V.; S. A. Staggenborg and Z. Ristic. 2008. Impacts of drought and/or heat stress on physiological, developmental, growth and yield processes of crop plant .p .1-55- In Advances in agricultural systems modeling .Ser .1.ASA , CSSa, and SSSA , Madison ,WL .

Retta , A; R. L. Vanderlip; R. A. Higgins and L. J. Moshier. 1996. Application of Sorkam to simulate shattercane growth using forage sorghum, Agron .J. 88:569-601.

Reynolds, M. P.; B. Skovmand; R. Trethowan and W. Pfeiffer. 2000. Evaluating a conceptual model for drought tolerance ,In J .M . Ribaut and D Poland (eds) ., Molecular Approaches for Genetic Improvement of cereals for Stable Production in Water–Limited Environments .Mexico D. F : CIMMYT.

Schonfeld, M. A.; R.C. Johnson; B. F. Carver and D. W. Mornhinweg. 1988. Water relation in winter wheat as drought resistance indicator. Crop Sci. 28: 526-531.

Soltani, A., M. Gholipoor and E. Zeinali. 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity, Environ. Exp. Bot., 55: 195-200.

Taylor, J. And J. R. N. Taylor. 2002. Alleviation of the adverse effects of cooking on protein digestibility in sorghum through fermentation in traditional African porridges. International Journal of Food Science and Technology 37: 129-138.

Van den Berg, L. and Y. J. Zeng. 2006. Response of South African indigenous grass species to drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) 6000, S. Afr. J. Bot., 72: 284-286.

Received	**2016/6/20**	**إيداع البحث**
Accepted for Publ.	**2016/9/26**	**قبول البحث للنشر**