

انتخاب طرز وراثية من الأقماح الرباعية الأولية (البدائية) متحملة للجفاف

يمان جبور^{(1)*} ومحمد شفيق حكيم⁽¹⁾ وفيليبو باسي⁽²⁾ وعبدالله اليوسف⁽³⁾ وميسون صالح⁽³⁾ وأحمدشمس الدين شعبان⁽⁴⁾

(1). قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة حلب، حلب، سورية.

(2). باحث المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا)، حلب، سورية.

(3). الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

(4). قسم هندسة التقانات الحيوية، كلية الهندسة التقنية، جامعة حلب، حلب، سورية.

*للمراسلة: م. يمان جبور. البريد الإلكتروني: yaman.jab@gmail.com.

تاريخ القبول: 2019/07/15

تاريخ الاستلام: 2019/05/17

الملخص

نُفذ البحث خلال الموسم 2016/2017 في حقل تجارب تابع لمركز البحوث العلمية الزراعية في حلب في منطقة السفيرة بهدف انتخاب طرز وراثية من الأقماح الأولية (البدائية) متحملة للجفاف. زُرع 22 طرازاً وراثياً تتبع ثلاثة أنواع *T.dicoccum*, *T.carthilicum*, *T.polonicum* إضافةً للشاهدين شام5 وبحوث7 بواقع تجربتين (إجهاد، وظروف عدم الإجهاد) بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة بمكررين. دُرست صفة الغلة الحبية، وقُدرت نسبة الانخفاض نتيجة الإجهاد، قُدرت مؤشرات التحمل للجفاف: دليل ثباتية الغلة (YSI)، ودليل تحمل الجفاف (TOL)، ومتوسط الإنتاجية (MP)، ومتوسط قيم الإنتاج الهندسي (GMP)، ودليل الحساسية للجفاف (SSI)، ومعامل تحمل الجفاف (STI). دُرست علاقات الارتباط بين تلك المؤشرات والغلة تحت كلا الظرفين لتحديد أكثرها فعالية لاستخدامها في تقدير قيم المكونات الأساسية PCA للطرز الوراثة Biplot، وتم تحليل التفاعل البيئي الوراثي للطرز الوراثة GGEbiplot. أظهرت النتائج انخفاضاً معنوياً في الغلة الحبية لجميع الطرز الوراثة المدروسة وسجل الطراز الوراثي (*T. Polonicum* 16) أقل نسبة انخفاض 21.44% وتميز بأعلى غلة تحت ظروف الجفاف 380غ/م²، وسُجل فعالية كل من مؤشرات دليل تحمل الجفاف (STI)، ومتوسط الإنتاجية (MP)، والمتوسط الهندسي للإنتاجية (GMP) في انتخاب طرز وراثية متحملة للجفاف، وبناءً على قيم تلك المؤشرات، سُجل تفوق كل من الطرازين الوراثة (16، 19) يليهما الطرازين (20، 21)، وأشار تحليل المكونات الأساسية PCA إلى أن أفضل الطرز الوراثة في البيئتين هي: 16، و19، و20، و21، وهذا ما أكدته تحليل التفاعل البيئي الوراثي إلى أن أفضل الطرز الوراثة هي: (20) و(*T.carthilicum*) و(*T. Polonicum*) 16 وذلك من ناحية الغلة والثباتية في الغلة في البيئات المدروسة.

الكلمات المفتاحية: قمح أولي، انتخاب، مؤشرات التحمل للجفاف، تفاعل بيئي وراثي، المكونات الأساسية للتباين.

المقدمة:

يعد القمح القاسي من المحاصيل الغذائية الاقتصادية الهامة لما تتميز به حبوبه من صفات تكنولوجية فريدة، وأنواع المنتجات التي يمكن صناعتها من تلك الحبوب (Gonzalez-Segura et al., 2014). تنتشر زراعة القمح القاسي في مناطق بيئية متباينة من الدافئة والحارة إلى الباردة والرطبة (Giraldo et al., 2016)، وتعد مناطق البحر المتوسط وشمال أمريكا وجنوب غرب آسيا من أهم مناطق زراعته (Maccaferri et al., 2014)، إذ يُزرع في بيئات تتصف بالتقلبات المناخية من حيث كمية الهطول المطري من جهة، وعدم انتظام توزيعها خلال موسم النمو من جهة أخرى (González-Ribot et al., 2017).

ساهم التحسين الوراثي خلال العقود الأخيرة في تطوير العديد من أصناف القمح القاسي ذات الإنتاجية المرتفعة والنوعية الجيدة المتحملة للإجهادات الأحيائية واللاأحيائية إلا أن ذلك سبب انجرافاً كبيراً في التنوع الوراثي، وذلك نتيجة الاعتماد على عدد محدود من الأصناف عالية الإنتاجية أو ما يعرف بالأصناف ذات القاعدة الوراثية الضيقة (Jing et al., 2013)، مؤديةً إلى ضعف الاستفادة من تلك الأصناف (Makai et al., 2016) لذلك فإن استخدام مصادر وراثية جديدة أمر لا بد منه من أجل توسيع تلك القاعدة الوراثية، بهدف تطوير طرز وراثية متفوقة في بيئاتها، وتعد الأقارب البرية والأقماح البدائية (الأولية) للقمح أهم تلك المصادر (Kiani et al., 2017, Masoomi-Aladizgeh et al., 2015, Pour-Aboughadareh et al., 2015)، فقد استطاعت الأقارب البرية والأقماح البدائية (الأولية) من خلال تطورها في بيئاتها الطبيعية لعدة آلاف من السنين تحت ظروف مختلفة من الإجهادات الأحيائية واللاأحيائية أن تحافظ على تنوع وراثي عالٍ أكسبها أهميةً عاليةً في برامج التربية (Zhang et al., 2016).

ويمكن دمج المورثات من الأنواع البرية ثنائية الصيغة الصبغية مع أنواع القمح المزروعة عن طريق التهجين بين تلك الأنواع، ومن ثم التخلص من معظم الارتباطات الوراثية غير المرغوبة عن طريق التهجين الرجعي مع أنواع القمح المزروعة (Jauhar, 1993)، أما الأنواع البرية الرباعية فيمكن تهجينها بسهولة مع الأنواع الرباعية المزروعة من القمح ويكون الجيل الأول خصباً (Syounf and Abu Irmaileh, 2012)، لذلك تعد أنواع القمح الرباعية المبدئية مصدراً هاماً من مصادر التربية لتحسين القمح القاسي وذلك لما ذكر سابقاً إضافةً لما تتميز به هذه الأنواع من صفات هامة تجعلها مصدراً هاماً في برامج التربية (Nevo and Chen, 2010).

هدفت الدراسة التي أجرتها (صالح، 2012) إلى دراسة التأقلم البيئي لثلاثة طرز وراثية تتبع النوع *T. polonicum* وأربعة طرز وراثية تتبع النوع *T. carthlicum* وثمانية طرز وراثية تتبع النوع *T. dicoccum* إضافةً لثلاثة شواهد هي شام3، شام5، دوما1، وذلك تحت ظروف الزراعة المطرية في محطة بحوث إزرع في محافظة درعا، وتحديد المتفوق منها لاستثمارها في برامج التربية. إذ أشارت النتائج إلى تفوق الطراز الوراثي (1) *T. carthlicum* معنوياً في عدد الحبوب في السنبل، وكذلك الطراز *T. polonicum* (3) بمتوسط وزن الألف حبة (50.10) غ على الشاهدين شام3 وشام5، كما لوحظ تفوق الطرازان الوراثيان (*T. polonicum* (2)، *T. dicoccum* (8)) معنوياً بوزن الألف حبة (44.84، 43.97) غ على التوالي، وبنسبة زيادة بلغت (8.83، 6.72)% مقارنةً مع الشاهد شام3 (41.20) غ، وأوصت الدراسة بإمكانية الاستفادة من الطرز الوراثية البدائية التي تميزت بالتكبير في التسنبل في برامج التربية للهروب من الجفاف.

إن أفضل طرق الانتخاب هي تلك التي تستخدم موقعاً معتدلاً الإجهاد من أجل الانتخاب الأولي، ثم الاختبار في الظروف غير المواتية، و إن الاختبار في بيئات متعددة يمكن من كشف القدرة الكامنة للطرز الوراثية (Smith, 1987). وقد تم اقتراح العديد من

مؤشرات تحمل الجفاف بهدف التعريف بالطرز المحتملة للجفاف بحيث يكون أداء تلك الطرز الوراثية في البيئات المختلفة كمعيار انتخاب رئيسي (Volts *et al.*, 2005). فقد اقترح (Fischer and Maurer, 1978) دليل الحساسية للجفاف Stress SSI Susceptibility Index وذلك من أجل قياس ثباتية الغلة للطرز الوراثية تحت كل من ظروف الإجهاد وظروف عدم الإجهاد حيث يشير انخفاض هذا المقياس إلى ارتفاع مستوى التحمل للجفاف.

عرف (Rosielle and Hamblin, 1981) دليل تحمل الجفاف Tolerance Index TOL على أنه الفرق في الغلة للطرز الوراثية تحت كل من ظروف الإجهاد وظروف عدم الإجهاد، وكلما كانت قيمة هذا المؤشر صغيرة دل ذلك على تحمل الطراز الوراثي للجفاف، وكذلك اقترح مؤشر متوسط الإنتاجية (MP) Mean Productivity وقد استعمل كلاً من هذين المؤشرين من أجل تمييز الطرز الوراثية المحتملة للجفاف. واقترح (Fernandez 1992) Stress Tolerance Index (STI) دليل التحمل للجفاف واستعمل هذا المقياس من أجل تمييز الطرز الوراثية العالية الإنتاج تحت ظروف الإجهاد وعدم الإجهاد وكذلك مقياس المتوسط الهندسي للإنتاجية (GMP) Geometric Mean Productivity.

وأشار كل من (Golabadi *et al.* 2006)، (Sio-Se Mardeh *et al.*, 2006)، (Talebi *et al.* 2009) أن الانتخاب للقيم العالية لكل من (MP, GMP, STI) يعد مؤشراً من أجل انتخاب طرز وراثية متحملة للجفاف. وقد قام (Fernandez, 1992) اعتماداً على هذه المؤشرات بتمييز الطرز الوراثية إلى أربع مجموعات: A وتتضمن الطرز عالية الغلة في كلا البيئتين مقارنة بالطرز الأخرى التي تنتمي للمجموعات B (غلة عالية في البيئات الرطبة فقط) أو C (غلة عالية في البيئات الجافة فقط) أو D (غلة منخفضة في البيئات المجهد وغير المجهد).

ونظراً للأهمية الاقتصادية للقمح القاسي وما يسببه إجهاد الجفاف من خسائر اقتصادية من جهة، وضيق القاعدة الوراثية للأقماح القاسية في سورية، إذ استنبت معظمها من آباء مكسيكية المنشأ، ناهيك عن فقدان معظم المادة الوراثية في المحطات البحثية نتيجة الأوضاع الراهنة من جهة أخرى، وما يمكن أن تضيفه الأقماح البدائية (الأولية) لتوسيع القاعدة الوراثية لما تتمتع به من صفات هامة، إضافةً لتحملها للإجهادات المختلفة ومنها الجفاف، كان لا بد من العمل على غرلة وانتخاب أفضل تلك الطرز تحملاً للجفاف لاستخدامها فيما بعد كأباء في برامج التربية لاستنباط أصناف عالية الغلة ضمن الظروف البيئية المجهد ومن هنا يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير الجفاف في الغلة الحبية لبعض الطرز الوراثية من القمح البدائي بهدف تحديد أفضل المؤشرات ارتباطاً في الغلة تحت ظروف الجفاف وظروف عدم الإجهاد للاعتماد عليها في انتخاب الطرز الوراثية المحتملة للجفاف والتي تتميز بالغلة العالية والثباتية.

مواد البحث وطرائقه:

1-المادة النباتية:

تكونت المادة النباتية من 24 طرازاً وراثياً تنبع الأنواع التالية:

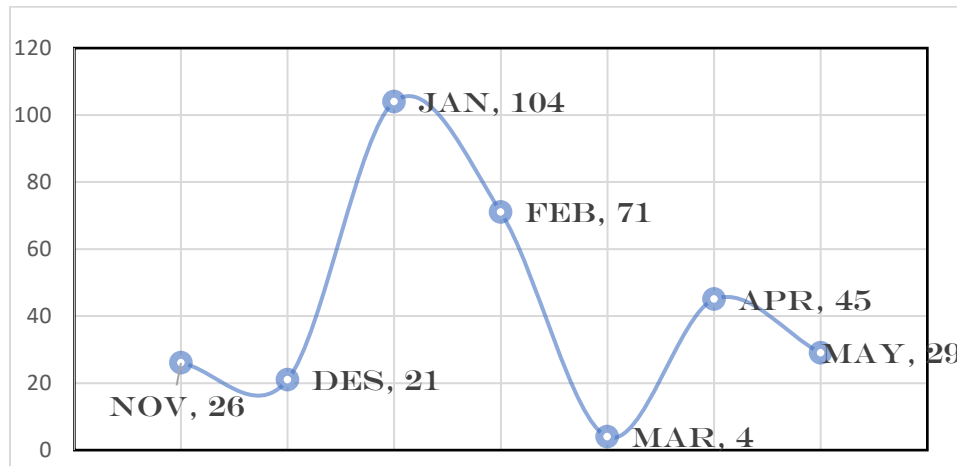
أحد عشره طرازاً وراثياً تنبع النوع *T.polonicum*، (7) طرز وراثية تنبع النوع *T.carthilicum*، (4) طرز وراثية تنبع النوع *T.dicoccum* من مصادر جغرافية مختلفة تم الحصول عليها من قسم الأصول الوراثية في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية ومن المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا)، إضافة إلى الشاهدين بحوث 7 كطرارز ملائم لمنطقة الاستقرار الأولى وشام 5 كطرارز متحمل للجفاف (الجدول 1).

الجدول 1. الطرز الوراثية المستخدمة في الدراسة

الرقم	المصدر	النوع	الرقم	المصدر	النوع
G1	إيطاليا	<i>T. polonicum</i>	G13	إثيوبيا	<i>T. dicoccum</i>
G2	إيطاليا	<i>T. polonicum</i>	G14	سورية	<i>T. dicoccum</i>
G3	إيطاليا	<i>T. polonicum</i>	G15	سورية	<i>T. dicoccum</i>
G4	إيطاليا	<i>T. polonicum</i>	G16	اليونان	<i>T. polonicum</i>
G5	إيطاليا	<i>T. polonicum</i>	G17	تركيا	<i>T. carthilicum</i>
G6	إيطاليا	<i>T. polonicum</i>	G18	تركيا	<i>T. carthilicum</i>
G7	إيطاليا	<i>T. polonicum</i>	G19	CIMMYT	<i>T. dicoccum</i>
G8	إيطاليا	<i>T. polonicum</i>	G20	سورية	<i>T. carthilicum</i>
G9	إيطاليا	<i>T. carthilicum</i>	G21	CIMMYT	<i>T. polonicum</i>
G10	إيطاليا	<i>T. carthilicum</i>	G22	CIMMYT	<i>T. polonicum</i>
G11	فرنسا	<i>T. carthilicum</i>	G23	بحوث 7 شاهد	
G12	إيطاليا	<i>T. carthilicum</i>	G24	شام 5 شاهد	

2- موقع التجربة:

تم إجراء البحث في حقل تجارب تابع لمركز البحوث العلمية الزراعية بحلب في منطقة السفيرة والتي تقع على مسافة 25 كم جنوب شرق حلب (E 37° 22' 00" N 36° 04' 00") وهي منطقة استقرار (ثالثة) معدل الأمطار السنوي 246.9 ملم لمتوسط الفترة (1998-2015) وبارتفاع عن سطح البحر بـ 348 م، والتربة لومية طينية قليلة الملوحة. تمت الزراعة خلال موسم 2016/2017 بتاريخ 20/11/2016 بلغ مجموع الهطل السنوي 300 مم ويلاحظ من الشكل (1) انخفاض كمية الهطل المطري خلال شهري آذار ونيسان.



الشكل 1. كميات الهطول المطري خلال موسم الدراسة

3- تصميم التجربة:

نفذت الدراسة بواقع تجربتين وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وذلك بمكررين لكل تجربة، التجربة الأولى تحت ظروف الإجهاد إذ تركت النباتات للنمو تحت ظروف منطقة الدراسة، أما التجربة الثانية فهي غير مجهد إذ رويت النباتات مرتين الأولى عند التسنبل والثانية عند امتلاء الحبوب، زرع كل طراز وراثي بواقع سطرين، طول كل منها 2.5 م وبفاصل 30 سم بينهما وبالتالي بلغت مساحة

كل قطعة تجريبية 1.5 م² إذ تم دراسة صفة الغلة الحبية في القطعة التجريبية إذ تم حصاد متر مربع واحد من كل قطعة تجريبية وفُطرت الحبوب يدوياً وتم وزنها وحسبت الغلة على أساس م²/غ.

تم حساب مؤشرات الجفاف التالية:

a- دليل ثباتية الغلة: $YSI = Ys/Yp$ (Bousslama and Schapaugh 1984)

Ys: الغلة تحت ظروف الإجهاد. Yp: الغلة تحت الظروف غير المجهد.

b- دليل تحمل الجفاف: $TOL = Yp - Ys$ (Rosielle and Hamblin, 1981)

c- متوسط الإنتاجية: $MP = (Yp+Ys)/2$ (Rosielle and Hamblin, 1981)

d- متوسط قيم الإنتاج الهندسي: $GMP = \sqrt{Yp \times Ys}$ (Fernandez, 1992)

f - دليل الحساسية للجفاف: $SI = 1 - (Ys/Yp)$ $SSI = [1 - (Ys/Yp)]/SI$ (Fisher and Maurer, 1978)

g - معامل تحمل الجفاف $STI = (Yp) \times (YS) / (YP)^2$ (Fernandez, 1992)

Yp, \overline{Ys} متوسط الغلة لكل الطرز الوراثية تحت ظروف الإجهاد وعدم الإجهاد على الترتيب

4- التحليل الإحصائي:

تم حساب النسبة المئوية لانخفاض الغلة نتيجة الجفاف باختلاف التجريبتين المدروستين ومقارنة المتوسطات باستخدام أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى معنوية 5% من خلال التحليل المشترك للتجريبتين، ودرس الارتباط بين مؤشرات الجفاف والغلة في كلا التجريبتين باستخدام برنامج GenStat V12.0 واستخدمت مؤشرات الجفاف الفعالة في انتخاب طرز وراثية متحملة للجفاف في تقدير قيم المكونات الأساسية PCA للطرز الوراثية باستخدام برنامج Past V 3.21 (Hammer et al., 2001). وتم تحليل تفاعل الطرز الوراثية مع البيئة (ظروف إجهاد، وظروف غير مجهد) باستخدام تحليل GGEbiplot من أجل تحديد الطرز الوراثية التي تتميز بالغة العالية والثباتية عبر بيانات الاختبار وذلك باستخدام برنامج (GEA-R Genotype x Environment Analysis with R) (for Windows V 4.1)

النتائج والمناقشة:

سبب إجهاد الجفاف انخفاضاً معنوياً في الغلة الحبية لجميع الطرز الوراثية المدروسة (الجدول 2)، وتباينت تلك الطرز في نسبة الانخفاض إذ سجل الطراز الوراثي (16) *T. Polonicum* أقل نسبة انخفاض 21.44% من بين الطرز الوراثية المدروسة وتميز بأعلى غلة تحت ظروف الجفاف 380 م²/غ، تلاه الطراز الوراثي (19) *T.dicoccum* بنسبة انخفاض 27.97% وبغلة بلغت 298.5 م²/غ تحت ظروف الجفاف وذلك مقارنةً مع الشاهد شام 5 والذي انخفضت غلته بنسبة 50.56% وبغلة تحت الظروف المروية وصلت حتى 445 م²/غ وتحت ظروف الجفاف 220 م²/غ في حين انخفضت غلة الشاهد بحوث 7 بنسبة 69.91%، وكذلك الأمر لكل من الطراز الوراثي (14) *T.dicoccum* والطراز الوراثي (15) *T.dicoccum* بنسبة 39.94% و 45.59% على التوالي ولم تتجاوز غلة هذين الطرازين تحت ظروف الجفاف (178.9، 127.1) م²/غ على التوالي و(297.8، 233.6) م²/غ تحت الظروف غير المجهد، ويمكن تفسير تحمل هذين الطرازين الوراثيين للجفاف كونهما ذو منشأ سوري أي ينتميان إلى هذه المنطقة

وبالتالي تمكنا من التأقلم مع الظروف القاسية لهذه المنطقة، في حين وصلت نسبة انخفاض الغلة الحبية في الطراز الوراثي (20) *T.carthilicum* حتى 46.8% لكنه تميز بغلة عالية تحت ظروف الجفاف 307.7 غ/م² والظروف غير المجهد 578.4 غ/م².

الجدول 2. نسبة انخفاض الغلة في الطرز الوراثية المدروسة

نسبة الانخفاض	الغلة الحبية		الطرز الوراثية	نسبة الانخفاض	الغلة الحبية		الطرز الوراثية
	إجهاد	غير مجهد			إجهاد	غير مجهد	
48.36*	176.2	341.2	13	65.70*	112.5	328	1
39.93*	178.9	297.8	14	56.75*	217.8	503.6	2
45.59*	127.1	233.6	15	74.21*	59.3	229.9	3
21.44*	380	483.7	16	64.35*	217.9	611.2	4
54.97*	95.1	211.2	17	58.28*	82.4	197.5	5
40.07*	160.6	268	18	60.59*	154.4	391.8	6
27.97*	298.5	414.4	19	59.76*	154.2	383.2	7
46.80*	307.7	578.4	20	71.83*	81.7	290	8
47.70	225.5	431.2	21	65.68*	75.6	220.3	9
65.13*	161.1	462	22	56.19*	106.2	242.4	10
69.91*	127.9	425	بحوث 7	70.28*	52.3	176	11
50.56*	220	445	شام 5	56.11*	149	339.5	12
43.37						0.05L.S.D	
8.3						%C.V	

مؤشرات الجفاف:

لدى مقارنة قيم دليل ثباتية الغلة YSI سُجل تفوق الطرازين الوراثيين (16، 19) معنوياً على بقية الطرز الوراثية بأعلى قيم مسجلة لمؤشر دليل ثباتية الغلة YSI (0.787، 0.736) على التوالي مما يشير إلى أن هذين الطرازين هما أفضل الطرز في تحمل الجفاف في حين كان الطرازين الوراثيين (3، 8) أقل الطرز الوراثية تحملاً للجفاف بأقل قيم مسجلة لهذا المؤشر (0.259، 0.282) (الجدول 3).

أما بالنسبة لمؤشر دليل تحمل الجفاف TOL فقد لوحظ تميز الطراز الوراثي G5 بأقل قيمة لهذا المؤشر لكن هذا الطراز الوراثي تميز بغلة منخفضة في كلا البيئتين وبذلك لا يمكن الاعتماد على هذا الطراز في برامج التربية، تلاه كل من الطرز الوراثية (11، 14، 15، 16، 17، 18، 19) في حين امتلك الطراز الوراثي 22 أعلى قيمة لهذا المؤشر أي أنه أقل الطرز الوراثية في تحمل الجفاف بالنسبة لقيم هذا المؤشر.

وتفوقت الطرز الوراثية (4، 16، 20) معنوياً بأعلى قيم مسجلة لمؤشر متوسط الإنتاجية MP تلاها الطراز الوراثي رقم 19 في حين كانت الطرز الوراثية (10، 9، 5، 3، 17) أقل الطرز الوراثية في قيمة هذا المؤشر وبالتالي أقل الطرز الوراثية في تحمل الجفاف. وتفوق الطرازان الوراثيان (16، 19) معنوياً بمؤشر دليل الحساسية للجفاف SSI على بقية الطرز الوراثية بأقل قيم مسجلة لهذا المؤشر (0.381، 0.473) على التوالي في حين كانت أقل الطرز الوراثية في تحمل الجفاف بالنسبة لهذا المؤشر هي (1، 3، 6، 8، 11، 22) إضافة إلى الشاهد بحوث 7 بأعلى قيم مسجلة لهذا المؤشر.

أما بالنسبة لمؤشر متوسط الإنتاج الهندسي GMP فقد سجل تفوق الطرزان الوراثيان (16، 20) بأعلى قيم مسجلة تلاهما الطرزين (4، 19) في حين كانت الطرز الوراثية (3، 5، 9، 11) أقل الطرز الوراثية في قيمة هذا المؤشر وبالتالي أقل الطرز الوراثية في تحمل الجفاف.

وتكرر تفوق الطرزين الوراثيين (16، 20) معنوياً بأعلى قيم مسجلة لدليل التحمل للجفاف STI في حين كانت أقل الطرز الوراثية في تحمل الجفاف (3، 5، 9، 11) بأقل قيم مسجلة في قيمة هذا المؤشر.

الجدول 3. قيم مؤشرات التحمل للجفاف المدروسة

	YP		YS		STI		GMP		SSI		MP		TOL		YSI	G
fg	328	fg	112.5	ghij	0.277	hi	192.1	ghijk	1.17	fg	220.3	def	215.5	ghijk	0.343	1
b	503.6	c	217.8	cd	0.822	cd	331.1	cdefg	1.01	b	360.7	gh	285.8	cdefg	0.434	2
jkl	229.9	jk	59.3	k	0.102	mn	116.7	k	1.32	jkl	144.6	abcd	170.6	k	0.259	3
a	611.2	c	217.9	b	0.999	b	364.8	ghijk	1.15	a	414.6	i	393.3	ghijk	0.356	4
l	197.5	i	82.4	jk	0.122	lm	127.6	defgh	1.04	kl	139.9	a	115.1	defgh	0.418	5
ef	391.8	e	154.4	ef	0.452	ef	245.7	efghij	1.08	de	273.1	efgh	237.4	efghij	0.395	6
ef	383.2	e	154.2	efg	0.443	ef	243.1	efghi	1.06	de	268.7	defg	229	efghi	0.402	7
ghij	290	i	81.7	ijk	0.177	jkl	153.8	jk	1.28	ghi	185.8	cdef	208.3	jk	0.282	8
kl	220.3	ij	75.6	jk	0.124	klm	128.6	ghijk	1.17	jkl	147.9	abc	144.7	ghijk	0.344	9
ijkl	242.4	gh	106.2	ijk	0.193	jk	160.5	cdefg	1.00	ijk	174.3	ab	136.2	cdefg	0.438	10
l	176	k	52.3	k	0.068	n	95.4	hijk	1.24	l	114.1	a	123.7	hijk	0.305	11
fg	339.5	e	149	fg	0.378	fg	224.6	cdefg	1.00	def	244.2	bcde	190.5	cdefg	0.441	12
fg	341.2	d	176.2	ef	0.451	ef	245.2	bcde	0.86	de	258.7	abcd	165	bcde	0.516	13
ghi	297.8	d	178.9	efg	0.399	fg	230.8	b	0.71	ef	238.4	a	119	b	0.601	14
ijkl	233.6	fg	127.1	hijk	0.222	ij	172.2	bc	0.81	hij	180.3	a	106.5	bc	0.547	15
bc	483.7	a	380	a	1.379	a	428.7	a	0.38	a	431.9	a	103.7	a	0.787	16
kl	211.2	hi	95.1	jk	0.151	klm	141.7	cdefg	0.98	ijk	153.1	a	116.1	cdefg	0.451	17
hijk	268	de	160.6	efgh	0.322	gh	207.4	b	0.71	efgh	214.3	a	107.4	b	0.600	18
de	414.4	b	298.5	bc	0.930	bc	350.9	a	0.47	b	356.4	a	115.9	a	0.736	19
a	578.4	b	307.7	a	1.333	a	421.9	bcd	0.83	a	443.1	efgh	270.7	bcd	0.532	20
cde	431.2	c	225.5	d	0.731	d	311.8	bcd	0.85	bc	328.3	cdef	205.7	bcd	0.524	21
bcd	462	de	161.1	e	0.557	e	272.7	ghijk	1.16	c	311.6	h	300.9	ghijk	0.350	22
cde	425	f	127.9	efg	0.408	fg	233.1	ijk	1.25	d	276.4	h	297.1	ijk	0.301	بحوث 7
bcde	445	c	220	d	0.732	d	312.6	bcdef	0.90	bc	332.5	defg	225	bcdef	0.496	شام 5

المتوسطات المشتركة بحرف واحد على الأقل ضمن نفس العمود ليس بينها فروق معنوية وفق اختبار دنكان عند مستوى 5%

الارتباط بين مؤشرات الجفاف والغلة:

درس الارتباط بين مؤشرات الجفاف والغلة تحت ظروف الإجهاد وعدم الإجهاد (الجدول 4) من أجل تحديد أفضل تلك المؤشرات في انتخاب طرز وراثية متحملة للجفاف وتبعاً للعديد من الدراسات يجب أن ترتبط تلك المؤشرات إيجابياً ومعنوياً مع الغلة في كلا الطرفين

(Golabadi et al. 2006)، ويلاحظ من الجدول (5) أن الارتباط كان موجب ومعنوي بين كل من الغلة تحت الظروف المروية ومؤشرات (GMP, MP, STI, TOL) في حين سجل ارتباط موجب معنوي تحت ظروف الجفاف بين كل من الغلة مع كل من المؤشرات (YSI, GMP MP, STI) بالتالي يمكن ملاحظة الارتباط الموجب المعنوي بين المؤشرات (GMP, MP, STI) مع الغلة في كلا الطرفين مما يشير إلى فعالية هذه المؤشرات في انتخاب طرز وراثية متحملة للجفاف، وسجل ارتباط سلبي معنوي بين كل من المؤشر SSI والغلة تحت ظروف الجفاف في حين لم يسجل ارتباط معنوي بينه ومع الغلة تحت الظروف المروية بالتالي يمكن استخدام هذا المؤشر في تمييز الطرز الوراثية المتحملة للجفاف في البيئات الجافة فقط.

الجدول 4. علاقات الارتباط بين مؤشرات الجفاف والغلة الحبية

							الغلة تحت الظروف غير المجهدة YP
						0.777**	الغلة تحت الظروف المجهدة YS
					0.959**	0.923**	المتوسط الهندسي للإنتاجية GMP
					0.992**	0.918**	متوسط الإنتاجية MP
					-0.472	-0.229	مؤشر الحساسية للجفاف SSI
					0.97**	0.983**	دليل تحمل الجفاف STI
					0.376*	0.746**	مقياس تحمل الجفاف TOL
					0.576**	0.229	دليل ثباتية الغلة YSI

تحليل المكونات الأساسية:

أشارت نتائج تحليل مكونات التباين الأساسية للتباين غير المفسر الجدول (5) أن المكونين PCA1, PCA2 استطاعا شرح 99% من التباينات، إذ فسر المكون الأول PCA1 94.73% من تلك التباينات وارتبط إيجابياً مع جميع المؤشرات في حين فسر المكون الثاني PCA2 4.82% من التباينات وارتبط إيجابياً مع جميع المؤشرات ماعدا مؤشر دليل الحساسية للجفاف والغلة تحت ظروف الجفاف إذ كان الارتباط سلبياً (الجدول 5).

الجدول 5. المكونات الأساسية لمؤشرات الجفاف

المكونات التباين الأساسية	نسبة التباين	GMP	MP	STI	YS	YP
PCA1	94.73	0.459	0.457	0.454	0.436	0.43
PCA2	4.82	0.061	0.186	-0.199	-0.634	0.721

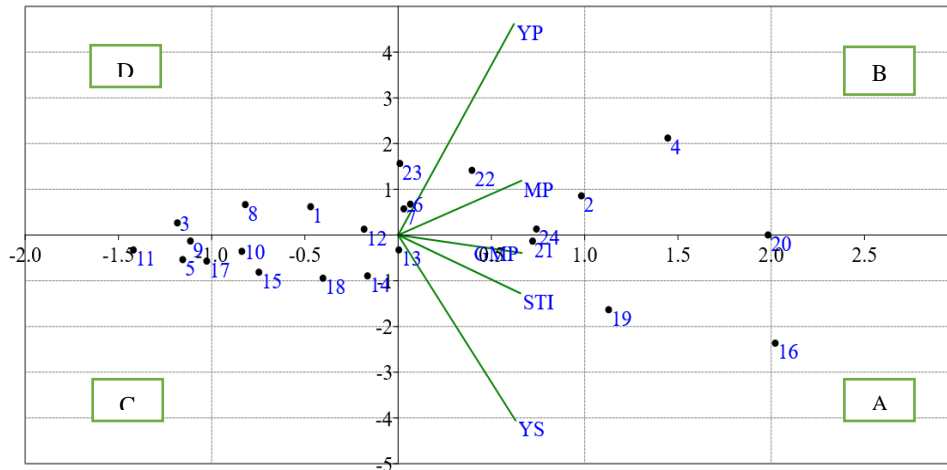
وتراوحت قيم المكون الأول بين أعلى قيمة للطرز الوراثي 16 (4.4) يليه الطراز الوراثي 20 (4.316) وأقل قيمة في الطراز 11 (-) (3.09) وتراوحت قيم المكون الثاني بين أقل قيمة للطرز الوراثي 20 (0.001) وأعلى قيمة للطرز الوراثي 23 (0.7689) (الجدول 6).

الجدول 6. قيم المكونات الأساسية لمؤشرات الجفاف

الطرز الوراثية	PCA1	PCA2	الطرز الوراثية	PCA1	PCA2
1	-1.022	0.304	13	0.007	-0.160

-0.438	-0.358	14	0.421	2.138	2
-0.399	-1.626	15	0.131	-2.577	3
-1.161	4.4	16	1.042	3.146	4
-0.280	-2.234	17	-0.264	-2.514	5
-0.464	-0.878	18	0.332	0.142	6
-0.801	2.456	19	0.281	0.066	7
0.001	4.316	20	0.328	-1.784	8
-0.065	1.569	21	-0.064	-2.425	9
0.695	0.861	22	-0.175	-1.825	10
0.769	0.019	بحوث7	-0.16	-3.09	11
0.065	1.613	شام5	0.063	-0.398	12

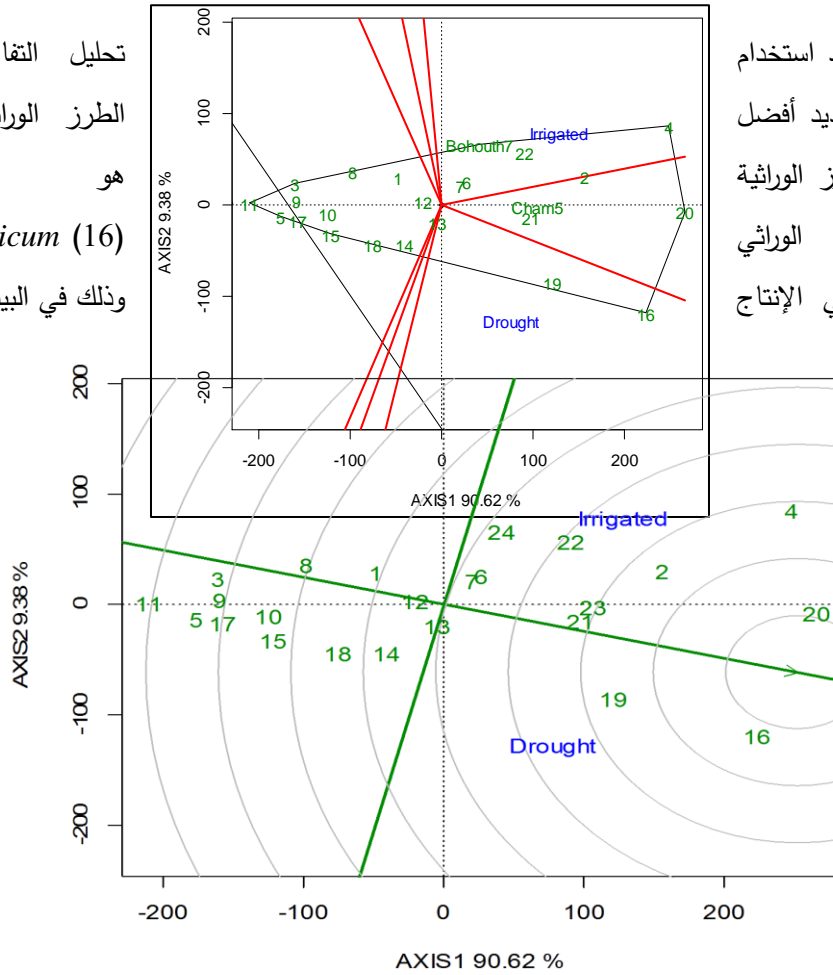
واستناداً إلى تلك القيم توزعت الطرز الوراثية في أربعة مجموعات كما هو موضح بالشكل (2): المجموعة الأولى A ضمت الطرز الوراثية ذات السلوك الجيد في البيئتين وهي الطرز ذات القيم الموجبة والعالية للمكون الأساسي الأول وقيم سالبة للمكون الثاني (16، 19، 13، 20، 21) في حين ضمت المجموعة الثانية B الطرز الوراثية ذات السلوك الجيد في البيئة غير المجهدة مقارنةً مع سلوكها في البيئة المجهدة (2، 4، 6، 7، 22، 23، 24) وهي الطرز الوراثية ذات القيم الموجبة للمكونين الأساسيين، في حين ضمت المجموعة الثالثة (C) الطرز الوراثية الجيدة في الظروف المجهدة مقارنةً مع سلوكها في الظروف الغير مجهزة (5، 9، 10، 11، 14، 15، 17، 18) وهذه الطرز ذات القيم السالبة للمكونين، وأخيراً ضمت المجموعة الرابعة (D) الطرز الوراثية ذات السلوك الضعيف في البيئتين.



الشكل 2. تحليل مكونات التباين الأساسية لصفة الغلة الحبية

ويلاحظ من الشكل (2) ومن الجدول (6) أن أفضل الطرز الوراثية في المعاملتين المدروستين هو الطراز الوراثي رقم 20 (*T. carthilicum*) ذو الأصل السوري والذي تميز بقيمة عالية موجبة للمكون الأول PCA1 (4.3156) وبقيمة قريبة من الصفر للمكون الثاني PCA2 (0.001132) مقارنةً مع الطراز رقم 16 (*T. polonicum*) والذي تميز بأعلى قيمة موجبة للمكون الأول لكنه كان ذو قيمة منخفضة للمكون الثاني PCA2 (-1.1613) مما يلاحظ أن كلا الطرازين تميزا بإنتاجية عالية أي سلوك وراثي عالي لكن الطراز رقم 20 تميز بالثباتية بصفة الغلة مقارنةً مع الطراز رقم 16.

تحليل التفاعل البيئي الوراثي
الطرز الوراثية إذ يُلاحظ من
هو الطراز (20)
وذلك في البيئتين المدروستين.



وهذا ما تم تأكيده أيضاً عند استخدام
GGEbiplot من أجل تحديد أفضل
الشكل (3) أن أفضل الطرز الوراثية
T.carthilicum والطراز الوراثي
حيث الإنتاجية والثباتية في الإنتاج

الشكل 3. تحليل التفاعل البيئي الوراثي لصفة الغلة الحبية للطرز الوراثية

أما باستخدام تحليل (Which Won Where / What) يلاحظ أن أفضل الطرز الوراثية في الموقعين هو الطراز الوراثي رقم (20) في حين كان أفضل الطرز الوراثية في الموقع المروي هو الطراز رقم (3) والطراز رقم (16) أفضل الطرز الوراثية في الموقع الجاف في حين كان الطراز الوراثي رقم (11) أسوأ الطرز الوراثية في الموقعين المدروسين.

الشكل 4. تحليل Which Won Where / What

الاستنتاجات:

1- سبب الجفاف انخفاضاً في الغلة للطرز الوراثة المدروسة بنسب تختلف باختلاف تلك الطرز بين المتحمل والحساس وكانت نسبة الانخفاض لجميع الطرز الوراثة معنوية وتفاوتت الطرز الوراثة (16، 19، 20، 21) في سلوكها الوراثي في كلا البيئتين إذ تميزت بالإنتاجية العالية تحت ظروف الجفاف.

2- سُجّل تفوق الطراز الوراثي (16) *T. Polonicum* معنوياً على بقية الطرز الوراثة في الغلة تحت ظروف الجفاف تلاه الطرازين الوراثيين (19، 20) (*T.carthilicum*، *T.dicocum*) ثم الطراز الوراثي (21) *T. polonicum* على الرغم من عدم تفوقهم في الغلة تحت الظروف المروية.

3- كان تحليل المكونات الأساسية لمؤشرات الجفاف فعال إذ استطاع أول مكونين تفسير 99% من التباينات، ولوحظ أيضاً من الدراسة فعالية كل من المؤشرات (GMP, MP,STI) في انتخاب طرز وراثية متحملة للجفاف إذ تمكنت تلك المؤشرات من تمييز الطرز الوراثة المتحملة للجفاف عن تلك الحساسة إذ تفوق الطرازين الوراثيين (16، 19) معنوياً في تلك المؤشرات تلاهما الطرازين (20، 21) على بقية الطرز، كما لوحظ تميز سلوك الطرازين الوراثيين (14، 15) *T. dicocum* ذو المنشأ السوري في سلوكهما في البيئة الجافة.

4- أشار تحليل التفاعل البيئي الوراثي إلى أن أفضل الطرز الوراثة كان الطراز الوراثي (20) *T.carthilicum* والطراز الوراثي (16) *T. Polonicum* وذلك من ناحية الغلة والثباتية في الغلة في البيئات المدروسة، ونظراً لأن تلك الطرز الوراثة تنتمي لأنواع مختلفة فإن ذلك يشير إلى عدم ارتباط تحمل الجفاف بالنوع.

المراجع:

صالح، ميسون (2012). التأقلم البيئي لبعض الأصول الوراثة من القمح المبدئي والمزروع تحت ظروف الزراعة المطرية. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة دمشق، الجمهورية العربية السورية، 224 صفحة.

Bousslama, M.; and W.T. Schapaugh (1984). Stress tolerance in soybean. I: Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Sci., 24: 933-937

Fernandez, G.C.J. (1992). Effective selection criteria for assessing stress tolerance. In: Kuo, C.G. (Ed.). Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress. Tainan, Taiwan.

- Fischer, R.A.; and R. Maurer (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. I: Grain yield response. *Aust. J. Agric. Res.*, 29: 897-907.
- Giraldo, P.; C. Royo; M. Gonzales; , J.M. Carrillo; and M. Ruiz (2016). Genetic diversity and association mapping for agromorphological and grain quality traits of a structured collection of durum wheat landraces including subsp. durum, turgidum and diccocon. *PLoS One* 11 (11), e0166577.
- Golabadi, M.; A. Arzani; and S.A.M. Maibody (2006). Assessment of drought tolerance in segregating populations in durum wheat. *Afr. J. Agric. Res.*, 5: 162-171
- González-Ribot, G.; M. Opazo; P. Silva; E. Acevedo (2017). traits explaining durum wheat (*Triticum turgidum* L. spp. *Durum*) yield in dry chilean mediterranean environments. *Frontiers in Plant Science*. 8:1-11.
- Gonzalez-Segura, E.; E. Magaña-Barajas; P.I. Torres-Chávez; F. Manthey; and B. Ramírez- Wong (2014). Characterization of the dynamic viscoelastic behavior of semolina dough obtained from Mexican durum wheat cultivars. 3: 58–63.
- Hammer, Q.; D.A.T. Harper; and P.D. Ryan (2001). PAST: Palaeontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 4 (1): 9.
- Jauhar, P.P. (1993). Alien gene transfer and genetic enrichment of bread wheat. In: A.B. Damania (Ed.) *Biodiversity and Wheat Improvement*. P 102-119. John Wiley and Sons, Chichester.
- Jing, R.; S. Daokun; C. Liang; M.Y. Frank; W. Jirui; P. Yunliang; N. Eviatar; S. Dongfa; C.L. Ming; and P. Junhua (2013). Genetic diversity revealed by single nucleotide polymorphism markers in a worldwide germplasm collection of durum wheat. *Int. J. Mol. Sci.*, 14 : 7061–7088.
- Kiani, R.; A. Arzani; and F. Habibi (2015). Physiology of salinity tolerance in *Aegilops cylindrica*. *Acta. Physiol. Plant*. 37:135–145.
- Maccaferri, M.; M.A. Cane; and M.C. Sanguineti (2014). A consensus framework map of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) suitable for linkage disequilibrium analysis and genome-wide association mapping. *BMC Genomics*. 15: 873.
- Makai, S.; L. Tamás; and A. Juhász (2016). A catalog of regulatory sequences for trait gene for the genome editing of wheat. *Front. Plant Sci.*, 7:1504.
- Masoomi-Aladizgeh, F.; A. Aalami; M. Esfahani; M.J. Aghaei; and K. Mozaffari (2015). Identification of CBF14 and NAC2 genes in *Aegilops tauschii* associated with resistance to freezing stress. *Appl Biochem Biotech.*, 176:1059–1070.
- Nevo, E.; and G. Chen (2010). Drought and salt tolerance in wild relatives for wheat and barley improvement. *Plant, Cell, and Environment*. 33: 670-685.
- Pour-Aboughadareh, A.; J. Ahmadi; A.A. Mehrabi; A. Etminan; M. Moghaddam; and K.H.M. Siddique (2017). Physiological responses to drought stress in wild relatives of wheat: implications for wheat improvement. *Acta. Physiol. Plant*. 39:106.
- Rosiele, A.A.; and H. Hamblin (1981). Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. *Crop Sci.*, 21: 943-946.

- Sio-Se Mardeh, A.; A. Ahmadi; K. Poustini; and V. Mohammadi (2006). Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. *Field Crop Res.*, J 98: 222-229
- Smith, E.L. (1987). Review of plant breeding strategies for rainfed areas. In: *Drought tolerance in winter cereals*. Srivastava, J.P., E. Porceddu, E. Acevedo and S. Varma. (eds). John Wiley & Sons. Pp. 79-87.
- Syouf, M.; and B. Abu Irmaileh (2010). Morphological Indications for Introgression in Jordanian Wild emmer Wheat, *Triticum dicoccoides* (Körn. ex Assch. & Graebner.) Schweinf. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*. 8(4) 2012.
- Talebi, R.; F. Fayaz; and N. Naji (2009). Effective selection criteria for assessing drought stress tolerance in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Gen. Appl. Plant Physiol.*, 35(1-2): 64-74.
- Voltas, J.; H. Lopez-Corcoles; and G. Borrás (2005). Use biplot analysis and factorial regression for the investigation of superior genotypes in multi- environmental trials. *European Journal of Agronomy*. 22 (3): 309-324.
- Zhang, H.; N. Mittal; L.J. Leamy; O. Barazani; and B.H. Song (2016). Back into the wild –apply untapped genetic diversity of wild relatives for crop improvement. *Evol. Appl.*, 5–24.

Selection of Tetraploid Primitive Wheat Genotypes Tolerant to Drought Stress

Yaman Jabbour^{*(1)} Mohammad Shafik Hakim⁽¹⁾ Filippo M Bassi⁽²⁾
Abdallah Al-Yossef⁽³⁾ Maysoun M. Saleh⁽³⁾ Ahmad Shams Al-Dien
Shaaban⁽⁴⁾

(1). Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Aleppo University, Aleppo, Syria.

(2). International Center for Agriculture Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria.

(3). General commission for scientific Agriculture research (GCSAR), Damascus, Syria.

(4). Department of Biotechnology Engineering, Faculty of Technological Engineering, Aleppo University, Aleppo, Syria.

(*Corresponding author: Eng. Yaman Jabbour. E-Mail: yaman.jab@gmail.com).

Received: 17/05/2019

Accepted: 15/07/2019

Abstract

The study was carried out during 2016/2017 season at AL-Sfira location which belongs to the Scientific Agriculture Research Center in Aleppo. The study aimed to select drought tolerant tetraploid primitive wheat genotypes. 22 genotypes of tetraploid primitive wheat belong to three types were: *T. polonicum*, *T. carthlicum* and *T. dicoccom* in addition to 2 cultivar; Cham5 and Bohouth7 as control that were planted in two trials (water-stress) and (un-water stress) in a randomized complete block design with two replications. Grain yield were studied and the percentage of reduction was estimated as a result of water stress. Drought tolerance indices were assessed, also viz. Yield Stability Index (YSI), Tolerance Index (TOL), Mean Productivity (MP), Geometric Mean Productivity (GMP), Stress Susceptibility Index (SSI) and Stress Tolerance Index (STI). The correlations between drought tolerance indices and grain yield under both conditions were estimated for determining the most effective indices which were used to estimate Principle Component Analysis of genotypes, in addition, a Genotype Environment Interaction analysis was conducted. The results showed that the drought stress reduced grain yield for all genotypes significantly, the lowest decrease was recorded for *T. polonicum* (N.16) 21.44% which had the highest yield under drought stress (380 g/m²), and the most effective indices were (GMP MP and STI) for drought tolerance selection genotypes, and according to the values of drought tolerance indices the two genotypes 16 and 19 were the best genotypes followed by (20, 21). Principal Component Analysis revealed that the genotypes (16, 19, 20 and 21) were the best genotypes under the two treatments, and this conclusion was confirmed by genotype environment interaction analysis, which showed that the best genotypes were *T.carthilicum* (N. 20) and *T. polonicum* (N.16) in terms of yield and stability under study environments.

Key words: Primitive wheat, Selection, Drought tolerance indices, Genotype environment interaction, Principle component analysis.