



Evaluation of The Performance of Genotypes of Bread Wheat (*Triticum Aestivum* L.) for Drought Tolerance Using Drought Indexes and Analysis of Multiple Variables

A. M. Dhahi
Researcher

Office Agric. Res. Mini.- Agric.

F.Y. Baktash
Professor

Coll. Agric.- Univ. Baghdad

Article Info.

Received
2021 / 4 / 1
Publication
2021 / 6 / 7

Keywords

drought
indexes,
principle
components
analyses,
cluster
analyses and
rank sum.

Abstract

A field experiment were carried out at the Abu- Graib Research Station- Office of Agricultural Research Ministry of Agriculture several drought indexes have been used to determine the best genotypes of (*Triticum eastivum* L.) for drought tolerance in the central region of Iraq, Determination of the efficacy of drought indexes for knowledge the genotypes of drought-tolerant and susceptibility and interpretation of the relationship between drought index used by primary component analysis, cluster analysis and rank sum. experiment was conducted to investigate water stress effect for the some traits of selected genotypes, using split plot arrangement within RCBD with 3 replications. The main plots included 2 levels of water stress (20% and 80%) depletion of available water while, the 9th selected genotypes and the control variety IPA99 occupied sub plots. The use of the best index of drought tolerance, MP, GMP and STI, led to the diagnosis of tolerant and stress-sensitive genotypes due to their association with grain yield in both stress and irrigation (YS and YP), The results of drought tolerance index showed that genotypes 186, 179 and 45 were the most tolerant of drought, while genotypes IPA 99, 117, 27 and 17 were the most sensitive to water stress and the other genotypes 44, 129, 147, middle tolerance or water stress sensitivity, Therefore, we recommend the cultivation of genotypes 186, 179 and 45 in the central region as they are most resistant to drought

.Corresponding author: E-mail(abedmahmood18@yahoo.com) All rights reserved Al-Muthanna University

*Part of Ph. D. dissertation of first author.

(لتحمل الجفاف باستعمال ادلة الجفاف وتحليل المتغيرات المتعددة (*Triticum aestivum* L.) تقييم اداء تراكيب وراثية من حنطة الخبز

فاضل يونس بكتاش
كلية الزراعة- جامعة بغداد

عبد محمود ضاحي
دائرة البحوث الزراعية- وزارة الزراعة

المستخلص

نفذت تجربة حقليّة في حقول محطة ابحاث ابي غريب التابعة لدائرة البحوث الزراعية- وزارة الزراعة خلال الموسم الشتوي 2015- 2016 باستخدام عدة ادلة لتحمل الجفاف بهدف تحديد افضل التراكيب الوراثية من حنطة الخبز (*Triticum aestivum* L) لتحمل الجفاف في ظروف المنطقة الوسطى من العراق، وتحديد كفاءة ادلة الجفاف المستخدمة في معرفة التراكيب الوراثية المتحملة والمتحسنة للجفاف وتفسير العلاقة بين ادلة الجفاف المستخدمة بواسطة تحليل المكون الرئيس والتحليل العنقودي وتحليل الرتب. طبقت التجربة بترتيب الالواح المنشقة وفق تصميم RCBD بثلاث مكررات تضمنت الالواح الرئيسة نسبتي الاستنزاف 20% و 80% من الماء الجاهز واحتوت الالواح الثانوية التراكيب المنتخبة وصنف المقارنة. أدى استعمال افضل الادلة لتحمل الجفاف وهي المتوسط الحسابي للانتاجية MP والمتوسط الهندسي للانتاجية GMP ومؤشر تحمل الاجهاد STI الى تشخيص التراكيب الوراثية المتحملة وكذلك الحساسية للاجهاد وذلك لارتباطها المعنوي مع حاصل الحبوب في ظرفي الاجهاد والري (YS) و (YP)، وتبين من نتائج ادلة تحمل الجفاف ان التراكيب الوراثية 186 و 179 و 45 هي الاكثر تحملا للجفاف، بينما التراكيب الوراثية اباء 99 و 117 و 27 و 17 هي الاكثر حساسية للاجهاد المائي وبقية التراكيب 44 و 129 و 147 متوسطة التحمل او الحساسية للاجهاد المائي، لذا نوصي بزراعة التراكيب الوراثية 186 و 179 و 45 في المنطقة الوسطى كونها الاكثر تحملا للجفاف.

كلمات مفتاحية: ادلة الجفاف، تحليل المكون الرئيس، التحليل العنقودي، تحليل الرتب
*جزء من اطروحة دكتوراه للباحث الاول

المقدمة

تعد الحنطة (*Triticum aestivum* L.) من بين اهم ثلاثة محاصيل حبوبية في العالم وهي الرز والحنطة والذرة، إذ تستعمل كغذاء يستهلك من قبل سكان العالم وأحد محاصيل الحبوب في العراق، تزرع وتحصد على مدار السنة في انحاء العالم وذلك حسب الاختلافات البيئية ولاسيما المناخية، لذا من مهمات مربي النبات التطوير المستمر لهذا المحصول. تقدر نسبة سكان العالم التي ستعاني نقصا من الموارد المائية لغاية سنة 2025 بحدود 1.8 بليون نسمة و65% من هؤلاء السكان سوف يعيشون تحت تأثير بيئات معرضة للاجهادات المائية (21). يحدث الاجهاد بفعل تعرض النبات الى ظروف خارجية معاكسة وغير طبيعية ويكون لها تاثير سلبي واضح على النمو والانتاج. تتوقف درجة تحمل او حساسية النباتات لظروف الاجهاد على نوع النبات والتركيب الوراثي ومرحلة النمو. يعد الجفاف ظاهرة بيئية طبيعية تحدث بشكل متكرر في معظم انحاء العالم، وقد عرفها Vannozzi وآخرون (27) بانها الحالة التي تقل فيها جاهزية الماء الى النقطة التي لايستطيع عندها النبات امتصاص الماء بسرعة وكمية كافية ليفي بمتطلبات التبخر-نتح، او يعني استنزاف الماء الجاهز من المنطقة الجذرية الى ان يتساوى الجهد المائي للنبات مع الجهد المائي للتربة والتي يصل عندها النبات الى نقطة الذبول الدائم. استعملت ادلة الجفاف لغربلة التراكيب الوراثية المحتملة للجفاف وهي تزودنا بمقياس على اساس الخسارة بالحاصل تحت ظرف الجفاف بالمقارنة مع ظرف عدم الجفاف (17). بينما Fernandez (5) اعتبرها مؤشرات لتحديد التراكيب الوراثية المحتملة والمتحسنة للجفاف. عدد من المعايير الانتخابية اقترحت لانتخاب التراكيب الوراثية على اساس ادائها في البيئات المجردة وغير المجردة. واقترح Hossain وآخرون (9) المتوسط الحسابي للانتاجية (MP) على اساس متوسط الانتاج بين

Yp و Ys، واقترح Fischer و Maurer (7) مؤشر حساسية الاجهاد (SSI) ، وبناء على المؤشرات السابقة فان القيمة العالية الناتجة من TOL و SSI تؤثر حساسية اكثر للجفاف، لذا فان القيمة الدنيا لهذين المؤشرين تمثل على ان التراكيب الوراثية اقل تحسناً او تأثراً بالجفاف، والتراكيب الوراثية باعلى قيمة لهذين المؤشرين تمتاز بحاصل قليل تحت ظروف الاجهاد وعالي تحت الظروف الاعتيادية. اقترح Fischer وآخرون (6) مؤشر الجفاف النسبي (RDI) فالقيم العالية تدل على تحمل التراكيب للجفاف، واقترح Lan (15) دليل تحمل الجفاف (DI) فالقيم الكبيرة تدل على تحمل التراكيب للجفاف، وكذلك اقترح Moosavi وآخرون (20) معيار النسبة المئوية لحساسية الاجهاد (SSPI) لغربلة التراكيب الوراثية المحتملة للجفاف في ظرفي الاجهاد من عدمه فالقيم العالية له تدل على الحساسية للجفاف. عرف Fernandez (5) دليل جديد لتحمل الاجهاد هو (STI) وقسم التعبير المظهري للنبات الى اربع مجاميع هي (4). مجموعة A وتضم التراكيب الوراثية المتفوقة في حالي الاجهاد (YS) وعدم الاجهاد (YP)، مجموعة B وتضم التراكيب الوراثية التي ادائها ايجابي في حالة عدم الاجهاد فقط، مجموعة C وتضم التراكيب الوراثية التي حاصلها عالي نسبيا في حالة الاجهاد فقط ومجموعة D وتشمل التراكيب الوراثية التي ادائها قليل في حالي الاجهاد وعدم الاجهاد. وكثيرا ما يستخدم المتوسط الهندسي (GMP) من مربي النبات المهتمين في الأداء النسبي لان الاجهاد الذي يتعرض له النبات نتيجة الجفاف يمكن أن يختلف في شدته من سنة لآخرى (24). ومن ناحية اخرى فان الانتخاب الذي يعتمد على المؤشرين GMP و STI سيؤدي الى انتخاب تراكيب وراثية ذات قابلية انتاجية عالية ومتمثلة للجفاف (5). لاحظ كل من Talebi وآخرون (26) و Nouri وآخرون

(22) Khan و Kabir (12) ان حالتي عدم الاجهاد والاجهاد تميز استقلالية التراكيب الوراثية. ذكر Farshadfar و Elyasi (4) ان ترتيب رتب الادلة لكل تركيب وراثي وجمعها يحدد افضل التراكيب تحملا للاجهاد فالتركيب الوراثي ذات القيم الاقل يمتلك الرتبة الاولى ويليه الاعلى منه بالرتبة الثانية.

المواد وطرائق العمل

تم انتخاب تسعة تراكيب وراثية اعتمادا على تفوقها في وزن الحبة او عدد الحبوب بالسنبلة بعد اجراء تحليل التباين لنتائج الموسم الاول كما موضح بالجدول 1.

جدول 1. التراكيب الوراثية المتفوقة

التسلسل الحفلي	التراكيب الوراثية	التضريبات ♂ X ♀	وزن الحبة (ملغم)	عدد الحبوب بالسنبلة
44	H6P1-4	هندية 9 X مكسيك	44.0	
186	H2-2	اباء 95 X اباء 99		82
117	H11P3-4	شام 6 X هندية 9	45.8	
27	H4P4-2	هندية 9 X اباء 95	46.3	
17	H4P2-2	هندية 9 X اباء 95	49.5	
129	H12P1-3	ابو غريب 3 X اباء 95		75
179	H15P3-2	فتح X ابو غريب 3		81
147	H12P6-1	ابو غريب 3 X اباء 95		79
45	H6P1-5	هندية 9 X مكسيك	47.7	

بهدف دراسة تأثير الاجهاد المائي على التراكيب الوراثية في الحاصل تم زراعة التراكيب الوراثية فضلا عن صنف المقارنة اباء 99 بتاريخ 23 / 11 / 2015 باستخدام تصميم القطاعات الكاملة المعشاة RCBD بترتيب الالواح المنشقة بثلاثة مكررات. مثلت نسب الاستنزاف الرطوبي وهي 20% و 80% من الماء الجاهز للالواح الرئيسية في حين وضعت التراكيب الوراثية في الالواح الثانوية. حرثت ارض التجربة حراثتين متعامدتين بالمحراث المطرحي القلاب وجرى تنعيم التربة وتسويتها وتقسيمها الى الواح وكانت مساحة الوحدة التجريبية (2 X 2) م . تركت مسافة 2 م بين المعاملات والمكررات واشتملت الوحدة التجريبية

على 10 خطوط تضمنت الخطوط الحارسة والمزروعة بالصنف اباء 99 وبطول 2 م للخط وبمسافة 20 سم بين الخطوط وبمعدل بذار 120 كغم ه⁻¹. سمدت ارض التجربة بسمد السوبر فوسفات الثلاثي (45% P₂O₅) بمعدل 100 كغم ه⁻¹، وكبريتات البوتاسيوم (40% K₂O) بمعدل 70 كغم ه⁻¹ دفعة واحدة عند تحضير الارض للزراعة (10)، فيما اضيف سمد اليوريا (46% N) بمعدل 200 كغم ه⁻¹ على دفتين الاولى عند الزراعة والثانية بمرحلة الاستطالة. تم تغطية الحقل باستعمال النايلون الزراعي عند هطول الامطار ورفعته عند عدم وجود امطار. اجريت مكافحة الادغال العريضة باستعمال مبيد

جدول 2. بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة التجربة قبل الزراعة 2015

الصفات	2015
درجة تفاعل التربة PH	7.0
EC للتربة (ديسي سيمينز م ⁻¹)	2.3
EC مياه الري (ديسي سيمينز م ⁻¹)	2.56
النايتروجين الجاهز N (ملغم كغم ⁻¹)	18.1
الفسفور الجاهز P (ملغم كغم ⁻¹)	18.51
البوتاسيوم الجاهز K (ملغم كغم ⁻¹)	410
المادة العضوية %	0.895
الكثافة الظاهرية (ميكرو غرام م ⁻³)	1.30
طين (ملغم.كغم ⁻¹ تربة)	204
غرين (ملغم.كغم ⁻¹ تربة)	508
رمل (ملغم.كغم ⁻¹ تربة)	288
النسجة	مزيجية غرينية
المحتوى الرطوبي الحجمي عند السعة الحقلية	0.30
المحتوى الرطوبي الحجمي عند نقطة الذبول الدائم	0.15
الماء الجاهز	0.15

جمع وتحليل البيانات

التركيب الوراثية الى متحملة وحساسة للجفاف، حسب مجموع الرتب Rank Sum بجمع القيم المستحصلة لكل دليل ولكل تركيب وراثي فالتركيب الوراثي الحاصل على اقل مجموع للرتب هو الاكثر تحملا للجفاف والعكس صحيح وبعد ذلك رتب التركيب الوراثية على اساس مجموع رتبها.

حسبت ادلة الجفاف ورتبها باستخدام MS Excel وكذلك تم حساب معامل الارتباط بين الحاصل في ظرفي الاجهاد (YS) وعدم الاجهاد (YP) وادلة الجفاف وتم تحليل المكون الرئيس والتحليل العنقودي باستخدام برامجية GenStat 12 (23) وبرامجية Minitab لغرض تصنيف

استخدمة الطريقة الوزنية لقياس رطوبة التربة ومتابعة التغيرات الرطوبة في التربة وتحديد وقت الارواء باخذ نماذج من التربة بمتقارب انبوبي خاص باخذ نماذج التربة Auger قبل الري للعمق 20 سم و 40 سم، ثم وضعت في علب من الالمنيوم ووزنت وهي رطبة ثم وضعت في microwave oven ولمدة اربع دقائق بعد ان تم تعيير مدة التجفيف مع الفرن الكهربائي على وفق الطريقة المقترحة من Zein (30). لتجفيف العينات ثم وزنت وقدر المحتوى الرطوبي فيها حسب المعادلة المقترحة من Kovda واخرون (14).

$$P_w = \left(\frac{M_{sw} - M_s}{M_s} \right) \times 100$$

اضيفت كمية الماء المحسوبة لكل وحدة تجريبية ولاعماق التربة 0-20 سم و 0-40 سم بتوزيعها بشكل متجانس (16) تم حساب المحتوى الرطوبي الحجمي باستعمال المعادلة الاتية:

$$\theta = (PW)(\ell_b)$$

$$\begin{aligned} P_w &= \text{النسبة المئوية للرطوبة الوزنية (\%)} \\ M_s &= \text{كتلة التربة وهي رطبة (غم)} \\ M_s &= \text{كتلة التربة وهي جافة (غم)} \end{aligned}$$

$$\theta = \text{المحتوى الرطوبي الحجمي (م}^3 \text{ م}^{-3}\text{)} \text{ اذ ان}$$

$$\ell_b = \text{الكثافة الظاهرية للتربة (1.3 ميكاغرام م}^{-3}\text{)}$$

لقياس كميات الماء المضاف لكل وحدة تجريبية وعند كل رية بعد استنزاف 20% و 80% من الماء الجاهز حسب معادلة Kohnke (13).

$$W = a.As \left(\frac{\%Pw^{Fc} - \%Pw^w}{100} \right) \times \frac{D}{100}$$

حيث:

$$W = \text{حجم الماء الواجب إضافته خلال رية (م}^3\text{)}.$$

$$a = \text{المساحة المروية (م}^2\text{)}.$$

$$As = \text{الكثافة الظاهرية (ميكاغرام م}^{-3}\text{)}.$$

$$Pw^{Fc} = \text{النسبة المئوية لرطوبة التربة على أساس الوزن عند السعة الحقلية (بعد الري)}.$$

$$Pw^w = \text{النسبة المئوية لرطوبة التربة قبل موعد الري}.$$

$$D = \text{عمق التربة}.$$

كانت كميات المياه لعمق 20 سم (خلال مرحلة تكوين الاشطاء ZGs₂₁ الى تكشف العقدة الثانية ZGs₃₂) لاستنزاف 20% و 80% من الماء الجاهز هي (31) و 125 لتر لكل 4 م² وكميات المياه لعمق 40 سم (خلال تكشف العقدة الثانية ZGs₃₂ الى النضج الفسلجي ZGs₈₁) للرية الواحدة (62 و 250 لتر لكل 4 م²) بالتتابع جدول (3)، ويتم الري عند استنزاف 20% و 80% من الماء الجاهز. استمرت عملية الري حسب مستويات الاستنزاف على هذا السياق من مرحلة تكوين الاشطاء ZGs₂₁ حتى اخر ريه عندما وصلت النباتات الى مرحلة النضج الفسيولوجي ZGs₈₁ (29).

جدول 3. نسب الاستنزاف الرطوبي وحجم الماء المضاف 2015- 2016

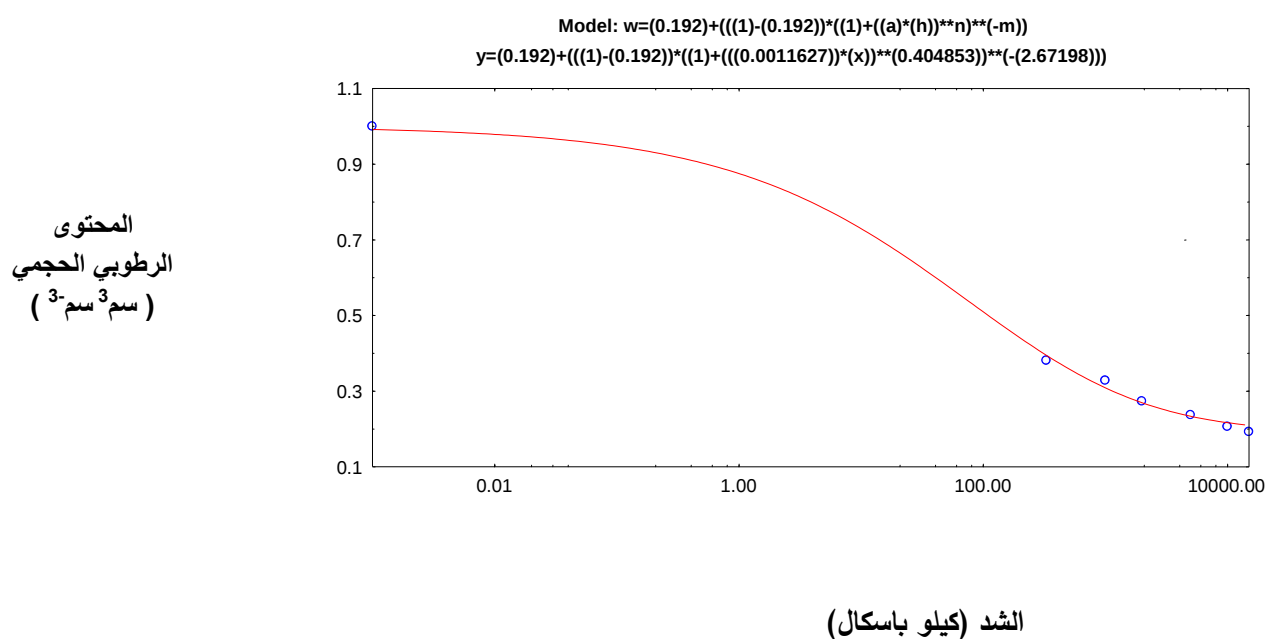
نسب الاستنزاف من الماء الجاهز %	حجم الماء المضاف لعمق (20-0 سم) لتر	عدد الريات	حجم الماء المضاف لعمق (40-0 سم) لتر	عدد الريات	عدد الريات في الموسم	عمق ماء الري المضاف مم موسم ¹	كمية الماء المستخدم م ³ هـ ¹
20	31	4	62	13	+17 رية انبات	310.0	3100
80	125	1	250	2	+3 رية انبات	233.8	2338

طريقة الري

بين الشد الهيكلي لعينة التربة والمحتوى الرطوبي الحجمي عند الشدود 0 و 33 و 100 و 500 و 1000 و 1500 كيلوباسكال (في دائرة البحوث الزراعية) والذي من خلاله حسب محتوى الماء الجاهز للتربة من الفرق بين المحتوى الرطوبي الحجمي عند السعة الحقلية (33 كيلو باسكال) ونقطة الذبول الدائم (1500 كيلوباسكال) شكل (1).

تم الري بالطريقة التقليدية (سيحي) بانابيب بلاستيكية مرنة مربوطة بمضخة مثبتة على قناة تزود بالماء من بئر ($EC = 2.53 \text{ ds m}^{-1}$) وتحسب كمية الماء عن طريق عداد الكتروني وعلى اساس تصريف المضخة وحسبت كميات الماء المضافة لكل وحدة تجريبية بمساحة 4 م²، اضيفت 310 لتر رية انبات لضمان البزوغ. تم تقدير سعة احتفاظ التربة بالماء بتقدير العلاقة

شكل 1. منحنى الوصف الرطوبي للتربة المستخدمة في الدراسة



حسبت ادلة الجفاف حسب العلاقات الرياضية المبينة في جدول 4.

جدول 4. أدلة الجفاف، رموزها ومعادلاتها الرياضية ومصادرها			
المصدر	المعادلة الرياضية	الرمز	دليل الجفاف
Hossain وآخرون، (1990) (9)	$MP = (Y_p + Y_s) / 2$	MP	1 Mean Productivity
Rosielle و Hamblin، (1981) (25)	$TOL = Y_p - Y_s$	TOL	2 Stress Tolerance
Fischer و Maurer، (1978) (8)	$SSI = [1 - (Y_s / Y_p)] / 1 - (\bar{Y}_s / \bar{Y}_p)$	SSI	3 Stress Susceptibility Index
Fernandez، (1992) (5)	$GMP = \sqrt{Y_p * Y_s}$	GMP	4 Geometric mean Productivity
Fernandez، (1992) (5)	$STI = (Y_p * Y_s) / \bar{Y}_p^2$	STI	5 Stress Tolerance Index
آخرون، (2009) (3) Chakherchaman)	$HMP = 2(Y_p * Y_s) / (Y_p + Y_s)$	HMP	6 Harmonic Mean Productivity
Yousefi، (2015) (28)	$DI = Y_s \times (Y_s / Y_p) / Y_p$	DI	7 Drought Resistance Index
Moosavi وآخرون، (2008) (20)	$SSPI = [(Y_p - Y_s) / 2(\bar{Y}_p)] * 100$	SSPI	8 Stress Susceptibility Percentage Index
Fischer و Maurer، (1978) (7)	$RDI = (Y_s / Y_p) / (\bar{Y}_s / \bar{Y}_p)$	RDI	9 Relative drought index

• Y_s و Y_p تمثل حاصل الحبوب تحت 20% و 80% استنزاف من الماء الجاهز بالتتابع .

• $\bar{Y}_s$ و $\bar{Y}_p$ متوسط حاصل التراكيب الوراثية تحت 20% و 80% استنزاف من الماء الجاهز بالتتابع .

النتائج والمناقشة

بينت النتائج في جدول 5 التأثيرات المعنوية لمعاملات الري والتراكيب الوراثية والتداخل بينهما وكان متوسط حاصل الحبوب في معاملة الري الاعتيادي Yield Potential (YP) عند استنزاف 20% من الماء الجاهز (5.06 طن هـ⁻¹) بينما بلغ حاصل الحبوب لمعاملة الاجهاد Yield Stress (YS) عند استنزاف 80% من الماء الجاهز اقل متوسط من حاصل الحبوب بلغ 3.24 طن هـ⁻¹. اي ان حاصل الحبوب انخفض بحدود 35% نتيجة تأثير اجهاد الجفاف، اتفقت النتائج مع نتائج Mollasadeghi وآخرون (19) الذين اشاروا الى ان متوسط الانتاجية لمعاملة الري (YP) بلغ 3.80 طن هـ⁻¹ بينما متوسط الانتاجية لمعاملة الاجهاد (YS) (3.05 طن

هـ⁻¹). اوضحت النتائج ان التركيب الوراثي 186 تميز في انتاجيته في كلا معاملتي الري باعطائه اعلى متوسط للانتاجية بلغ 5.18 طن هـ⁻¹ وحقق نسبة زيادة عن صنف المقارنة بلغت 45% ولم يختلف معنويًا عنه التركيبين الوراثيين 179 و 45 باعطائهما متوسط للانتاجية بلغ 4.62 و 4.61 طن هـ⁻¹ ونسبة انخفاض (28.89% و 27.53%) لمتوسط الحاصل التركيبين الوراثيين ولمعاملتي الري بالتتابع. واطأ متوسط للانتاجية عند معاملتي الري (YP و YS) حققته التراكيب الوراثية اباء 99 و 117 و 27 و 17 اتفقت هذه النتائج مع نتائج Farshadfar و Mollasadeghi وآخرون (19) و Elysai و Khan و Kabir (12) و Mohammed و (18) الذين اشاروا الى اختلاف انتاج التراكيب الوراثية في

حالة الاجهاد وعدم الاجهاد. نلاحظ من نتائج جدول 5 وجود تداخل معنوي بين عاملي الدراسة اذ انخفض حاصل الحبوب لجميع التراكيب الوراثية عند استنزاف 80% من الماء الجاهز واعطت سلوكا مختلفا مقارنة عند استنزاف 20% من الماء الجاهز وتوقفت معنويا باعطائها اعلى معدل لجميع التراكيب الوراثية لهذه الصفة مما يدل على وجود سلوكية متماثلة للتراكيب الوراثية باتجاه الاستنزاف

الرطوبي، وكان نوع التداخل هو اختلاف في كمية الاستجابة بين التراكيب الوراثية، وكانت اعلى نسبة انخفاض بحاصل الحبوب للتركيب الوراثي 147 بحدود 52.58% بينما اقل نسبة انخفاض للتركيب الوراثي 44 بحدود 21.88% لمعاملة الاجها Ys مقارنة بمعاملة عدم الاجهاد Yp.

جدول 5. متوسط حاصل الحبوب (طن هـ ⁻¹) لتراكيب وراثية منتخبة من حنطة الخبز تحت ظرفي الري الاعتيادي YP والاجهاد						
التراكيب الوراثية	Code	تسلسل التراكيب الوراثية	YP %20 متوسط الري الاعتيادي	YS %80 متوسط الري الاجهاد	متوسط التراكيب	نسب الانخفاض بالحاصل %
اباء 99	G1	اباء 99	4.84	2.80	3.82	42.14
H6P1-4	G2	44	4.89	3.82	4.35	21.88
H2-2	G3	186	6.36	4.00	5.18	37.11
H11P3-4	G4	117	4.78	2.55	3.66	46.65
H4P4-2	G5	27	3.98	2.41	3.19	39.45
H4P2-2	G6	17	3.93	2.87	3.40	26.97
H12P1-3	G7	129	5.03	3.35	4.19	33.40
H15P3-2	G8	179	5.40	3.84	4.62	28.89
H12P6-1	G9	147	6.01	2.85	4.43	52.58
H6P1-5	G10	45	5.34	3.87	4.61	27.53
L. S. D 5%			0.84		0.58	
متوسط الاستنزاف			5.06	3.24	4.15	
L. S. D 5%			0.66			

بينت نتائج جدول 6 ادلة تحمل الجفاف للمتوسط الحسابي للانتاجية (MP) والمتوسط الهندسي للانتاجية (GMP) ودليل تحمل الاجهاد (STI) على تشابه رتب التراكيب الوراثية من ناحية تحملها للاجهاد (جدول 6 و 7) واعتمادا على دليل تحمل الاجهاد (STI) الذي يستعمل لتشخيص التراكيب الوراثية التي لها القابلية على الانتاج تحت الاجهاد وعدمه وتكون قيمته كبيرة عندما يكون الفرق في الحاصل قليلاً بين معاملتي الاجهاد وعدم الاجهاد (YS و YP) والعكس صحيح، من هذا يتبين بان التركيب الوراثي 186 الذي يمتلك اعلى قيمة من STI بلغت 1.007 ثم تلاه التركيبين الوراثيين 179 و 45 باعطائهما اعلى القيم من STI (0.821 و 0.819) بالتتابع وعليه تعد هذه التراكيب

هي الاكثر تحملاً للجفاف لانتاجيتها العالية في ظرفي الاجهاد وعدمه، (جدول 5) بينما اعطت التراكيب الوراثية 17 و 27 و 117 و اباء 99 اقل قيم لـ STI وحاصل قليل تحت معاملتي الري (YP) والاجهاد (YS) وعليه فهي تصنف على انها تراكيب غير متحملة او حساسة للاجهاد، اما التراكيب لوراثية الاخرى فتصنف على انها متوسطة التحمل او الحساسية للاجهاد المائي، (جدول 6). يستخدم TOL دليلاً لتحمل التراكيب الوراثية للاجهاد فالقيمة الكبيرة من حساب TOL تبين التغير الكبير بين حاصل الحبوب في ظرفي الري (YP و YS) وتبين حساسيتها لظروف الاجهاد. اشار Fernandez (5) و Rosielle و Hamblin (25) الى ان الانتخاب الذي يعتمد على

تحت الري الطبيعي والقيمة الاقل للمتوسط الحسابي

للانتاجية MP تحت ظرفي الري

جدول 6. قيم متوسط حاصل الحبوب لمعاملتي الري 20% (Yp) و 80% استنزاف من الماء الجاهز (Ys) وقيم ادلة تحمل الجفاف

Code	تسلسل التراكيب	YP(20)	YS(80)	MP	GMP	HMP	STI	TOL	SSI	SSPI	RDI	DI
G1	اباء 99	4.560	2.810	3.685	3.580	0.288	0.507	1.750	1.078	17.404	0.957	0.529
G2	44	4.887	3.820	4.354	4.321	0.233	0.739	1.067	0.613	10.611	1.214	0.912
G3	186	6.363	4.000	5.182	5.045	0.204	1.007	2.363	1.043	23.500	0.976	0.768
G4	117	4.777	2.547	3.662	3.488	0.301	0.481	2.230	1.311	22.177	0.828	0.415
G5	27	3.977	2.407	3.192	3.094	0.333	0.379	1.570	1.108	15.614	0.94	0.445
G6	17	3.930	2.873	3.402	3.360	0.301	0.447	1.057	0.755	10.512	1.135	0.642
G7	129	5.027	3.350	4.189	4.104	0.249	0.666	1.677	0.937	16.678	1.035	0.682
G8	179	5.400	3.843	4.622	4.555	0.223	0.821	1.557	0.810	15.484	1.105	0.836
G9	147	6.013	2.847	4.430	4.138	0.259	0.677	3.166	1.478	31.486	0.735	0.412
G10	45	5.343	3.873	4.608	4.549	0.223	0.819	1.470	0.772	14.619	1.126	0.858

للجفاف، اما دليل النسبة المئوية لحساسية الاجهاد (SSPI) فتناججه تبين ترتيب التراكيب الوراثية من ناحية حساسيتها وتحملها للاجهاد هي مشابهة لنتائج دليل تحمل الاجهاد (TOL)، (جدول 6 و 7). يصنف دليل الجفاف النسبي (RDI) ذات القيم العالية كما في جدول 3 التراكيب الوراثية ذات الانتاجية العالية في ظرف الجفاف (YS) وتضم التراكيب الوراثي 44 و 17 و 129 و 179 و 45. يشير دليل تحمل الجفاف (DI) جدول 6 الى ان التراكيب لوراثية ذات القيم الكبيرة هي الاكثر تحملا للجفاف وهي 44 و 179 و 45 وذلك لقلّة نسبة الانخفاض بالحاصل تحت ظرفي الري (جدول 5). وكذلك اشار DI ذات القيم القليلة الى التراكيب لوراثية الاقل تحملا للجفاف وهي صنف المقارنة اباء 99 و 117 و 27 و 147 (جدول 6)

الطبيعي والاجهاد وبناءً على ذلك فان التركيبين الوراثيين 27 و 17 بلغ متوسط انتاجهما تحت الري الطبيعي (YP) (3.977 و 3.930 طن هـ⁻¹) والمتوسط الحسابي للانتاجية (MP) تحت ظرفي الري (YP و YS) بلغ 3.192 طن هـ⁻¹ و 3.402 طن هـ⁻¹ بالتتابع وتعد هذه التراكيب هي الاكثر تحملا للجفاف، اما التراكيب الوراثية 186 و 147 فتعد الاكثر تحسسا للجفاف وبقيّة لتراكيب الوراثية تعد متوسطة التحمل او التحسس للجفاف، (جدول 6). اما دليل تحسس الاجهاد (SSI) فالقيم الكبيرة الناتجة من تطبيق هذا الدليل تدل على الحساسية الاكبر للجفاف (الاقل تحملا للجفاف) وبناءً على ذلك فان التراكيب الوراثية المتمثلة بصنف المقارنة اباء 99 و 186 و 117 و 27 و 147 تعتبر الاكثر تحسسا للجفاف وذلك لارتفاع نسبة الانخفاض في الحاصل (جدول 5) والتراكيب الوراثية الاخرى تعتبر الاكثر تحملا

جدول 7. ترتيب رتب التراكيب الوراثية حسب قيم ادلة تحمل الجفاف

Code	YP (20)	YS (80)	MP	GMP	HMP	STI	TOL	SSI	SSPI	RDI	DI	RANK SUM	RANK
G1	8	8	7	7	4	7	4	4	4	7	7	67	7
G2	6	4	5	4	7	4	9	10	9	1	1	60	5
G3	1	1	1	1	10	1	2	5	2	6	4	34	1
G4	7	9	8	8	2	8	3	2	3	9	9	68	8
G5	9	10	10	10	1	10	6	3	6	8	8	81	9
G6	10	6	9	9	3	9	10	9	10	2	6	92	10
G7	5	5	6	6	6	6	5	6	5	5	5	60	6
G8	3	3	2	2	8	2	7	7	7	4	3	48	2
G9	2	7	4	5	5	5	1	1	1	10	10	51	3
G10	4	2	3	3	9	3	8	8	8	3	2	53	4

لوراثية من ناحية تحملها للجفاف (جدول 7)، لذا اصبح من الضروري ايجاد دليل ياخذ بنظر الاعتبار نتائج جميع الادلة المستعملة اخذا بنظر الاعتبار المتوسط الحسابي والانحراف القياسي للرتب ولكل تركيب وراثي عبر جميع الادلة المستعملة، وسمي هذا الدليل بمجموع الرتب Rank Sum (RS)، وعلى ضوء مجموع رتب جميع الادلة لكل

فالمجموع الادنى للرتب يشير الى التركيب الاكثر تحملا للجفاف والعكس صحيح. وعليه فان التراكيب الوراثية 186 و 179 و 147 و 45 هي الاكثر تحملا للجفاف بينما التراكيب الوراثية الاخرى وهي اباء 99 و 44 و 117 و 27 و 17 و 129 متحسسة للجفاف، اتفقت هذه النتائج مع نتائج Farshadfar و Elyasi (5) و Mohammed (18)

معامل الارتباط بين ادلة تحمل الجفاف

من اجل تحديد ادلة الجفاف المرغوبة من قبل مربى النبات لغرض تحديد التراكيب الوراثية الاكثر تحملا للجفاف والتي اعطى خصائصها Mitra (17) والتي تتميز بارتباطها العالي والموجب مع الحاصل تحت ظرفي الاجهاد (YS) والري العادي (YP) وعليه تم تقدير معامل الارتباط بين الحاصل تحت ظرفي الاجهاد وعدم الاجهاد وادلة الجفاف المستعملة (جدول 8). ارتبط حاصل الحبوب تحت الاجهاد (YS) ارتباطا ايجابيا وغير معنوي مع حاصل الحبوب من دون اجهاد (YP) حيث ان ($r = 0.607$) وهذا يشير الى ان الانتخاب على اساس القدرة الانتاجية العالية تحت ظروف عدم الاجهاد (Yp) قد ينتج تراكيب وراثية ذات قدرة انتاجية تحت ظرف الاجهاد (Ys). ذكرت نتائج

مماثلة من Talebi وآخرون (26) و Nouri وآخرون (22) و Khan و Kabir (12). دلت النتائج في جدول (8) على وجود ارتباط موجب ومعنوي بين الحاصل في حالة عدم الاجهاد YP وبين ادلة تحمل الجفاف MP ($r = 0.923^{**}$) و GMP ($r = 0.869^{**}$) و STI ($r = 0.866^{**}$) و TOL ($r = 0.655^{*}$) مما يؤكد قابلية هذه الادلة على تشخيص التراكيب الوراثية ذات الانتاجية العالية تحت ظرفي الاجهاد وعدم الاجهاد (Yp) و (Ys) وهذه الادلة هي التي تفيد مربى النبات، وارتباط سالب مع HMP ($r = -0.807^{**}$) وارتباط موجب مع SSI ($r = 0.253$). كذلك اشارت النتائج الى وجود ارتباط موجب وعالي المعنوية بين الحاصل في حالة الاجهاد (YS) وادلة الجفاف وكانت القيم MP ($r = 0.866^{**}$) و GMP ($r = 0.921^{**}$) و STI ($r =$

Mohammed (18) و Mollasadeghi وآخرون (19) و Khakwani وآخرون (11) و Farshadfar و Elyasi (4).

$r = -0.918^{**}$ وارتباط سالب عالي المعنوية مع HMP ($r = -0.204$) TOL وارتباط سالب مع SSI و $r = -0.610$ طابقت هذه النتائج نتائج

جدول 8. الارتباط الخطي البسيط لادلة الجفاف مع حاصل الحبوب لعشرة تراكيب وراثية من الحنطة

	YP	YS	MP	GMP	HMP	STI	TOL	SSI	SSPI	RDI
YS	0.607									
MP	0.923**	0.866**								
GMP	0.869**	0.921**	0.992**							
HMP	-0.807**	-0.950**	-0.968**	-0.987**						
STI	0.866**	0.918**	0.989**	0.998**	-0.976**					
TOL	0.655*	-0.204	0.313	0.194	-0.090	0.194				
SSI	0.253	-0.610	-0.137	-0.254	0.356	-0.251	0.891**			
SSPI	0.655*	-0.204	0.313	0.194	-0.090	0.194	1.000**	0.891**		
RDI	-0.253	0.610	0.137	0.254	-0.356	0.251	-0.891**	-1.000**	-0.891**	
DI	0.265	0.925**	0.616	0.705*	-0.774*	0.7	-0.553	-0.861**	-0.553	0.861**

** $r_{0.01} = 0.7646$ * $r_{0.05} = 0.6319$

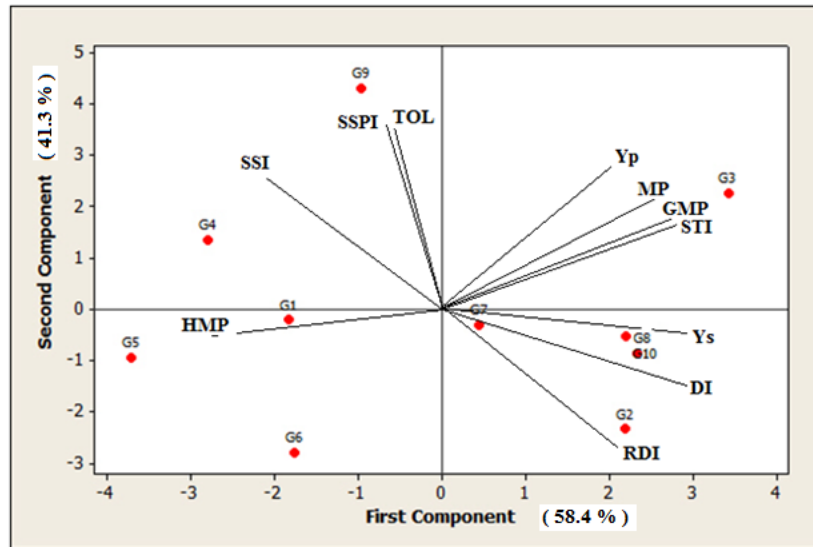
تحليل المكون الرئيس Principle Component Analysis (PCA)

من اجل معرفة وفهم العلاقة بين التراكيب الوراثية وادلة تحمل الجفاف تم اجراء تحليل المكون الرئيس (PCA) فهو يبين العلاقة الخطية بين ادلة الانتخاب والتراكيب الوراثية بيانيا إذ يتحول معامل الارتباط بين ادلة تحمل الجفاف الى جيب تمام الزاوية (Cosine) بين المتجهين الذين يمثلان ادلة تحمل الجفاف. اذا كان قياس الزاوية القائمة (90^0) فان جيب تمام الزاوية القائمة = 0 اي ان ($r = 0$)، اما اذا كان قياس الزاوية صفرا درجة فان جيب تمام الزاوية صفر = 1 اي ان ($r = 1$) واذا كانت الزاوية مستقيمة 180^0 فان جيب تمام الزاوية المستقيمة = -1 اي ان ($r = -1$) وهكذا. تم استخدام الرسم البياني المستتب من تحليل المكون الرئيس Biplot لتحديد التراكيب الوراثية التي تلائم كل بيئة. اوضحت نتائج شكل 2 ان المكون الرئيس الاول PCA1 يفسر ان 58.4% من التباين الكلي المرتبط بحاصل الحبوب لمعاملتي الاجهاد (YS) وعدم الاجهاد (YP) ويمكن تسميتها قابلية الانتاج وتحمل الاجهاد فالقيم الموجبة

العالية المرتبطة بالمكون الرئيس الاول PCA1 على الرسم البياني ترتبط بالتراكيب الوراثية التي تلائم حالتي الاجهاد وعدم الاجهاد والتي تتمثل بالتراكيب الوراثي 186. اما المكون الرئيس الثاني (PCA2) فيبين ان 41.3% من التباين الكلي ويمكن تسميته بمحور الحساسية والتحمل ويميز التراكيب الوراثية الحساسة والمتحملة استنادا على قيمها، وعليه فان انتخاب التراكيب الوراثية ذات القيم الموجبة للمكونين PCA1 و PCA2 الواقعة في المربع الاول تكون ملائمة لمعاملتي الاجهاد وعدم الاجهاد ولهذا فان التركيب الوراثي 186 يكون ملائماً لظرفي الاجهاد (YS) وعدم الاجهاد (YP)، وامتلاكه قيم ارتباط موجبة مع الادلة Yp و MP و GMP و STI كما موضح بالزاوية الحادة بين متجهاتهم (شكل 2). اما التراكيب الوراثية ذات القيم السالبة للمكونين PCA1 و PCA2 تكون غير ملائمة تحت ظرفي الاجهاد وعدم الاجهاد وهي اباء 99 و 27 و 17 وامتلاكها قيم ارتباط سالبة للـ HMP كما موضح بالزاوية المنفرجة بين متجهاته، واما التراكيب الوراثية ذات القيم الموجبة للمكون الرئيس الاول PCA1 والسالبة للمكون الرئيس الثاني PCA2 فتكون ملائمة تحت ظروف الاجهاد

ملائمة تحت ظروف عدم الاجهاد (YP) وهي 117 و 147 وامتلاكها قيم ارتباط موجبة لكل من Yp و TOL و SSPI و SSI.

وتمثل التراكيب الوراثية 44 و 129 و 179 و 45 وكانت قيم ارتباط ادلتها موجبة لكل من Ys و DI و RDI، بينما التراكيب الوراثية ذات القيم السالبة للمكون الرئيس الاول PCA1 والموجبة للمكون الرئيس الثاني PCA2 تكون



شكل 2. الرسم البياني الثنائي (Biplot) استناداً للمكون الرئيسي الاول والثاني للتراكيب الوراثية وادلة تحمل الجفاف تحت ظروف الري الاعتيادي (Yp) وظروف الاجهاد (Ys).

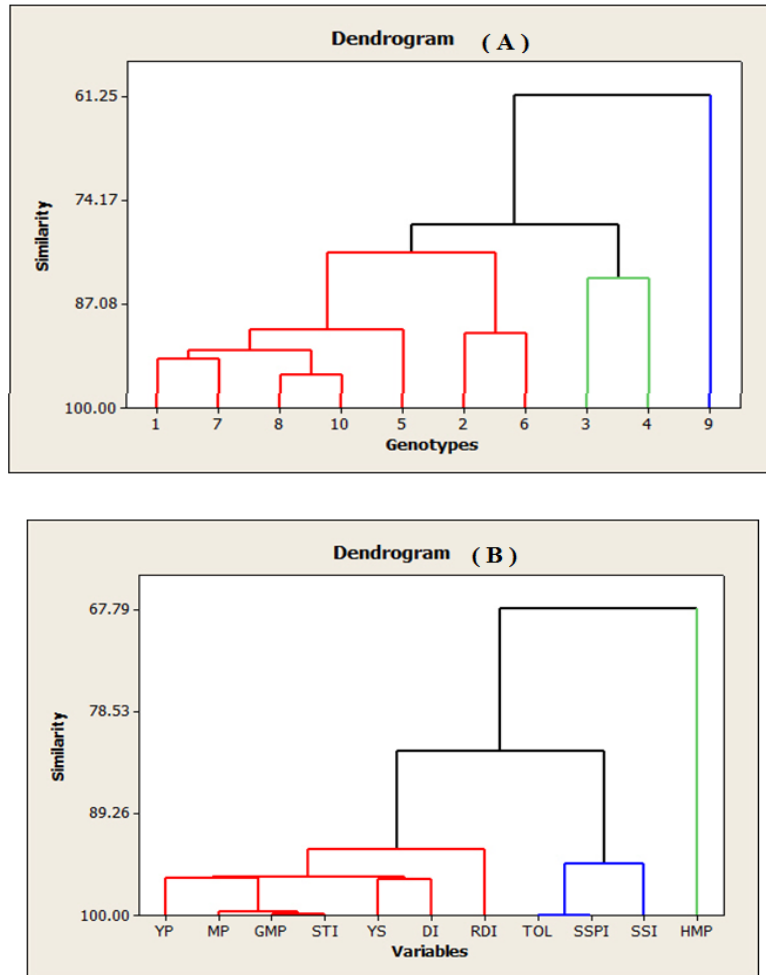
17 فهو ذو انتاجية قليلة في حالتي الاجهاد وعدمه (حساس للجفاف) فهو ينتمي للمجموعة D، اما المجموعة الرابعة فتضم التركيب الوراثي 27 ذا الانتاجية القليلة في حالتي الاجهاد وعدمه (حساس للجفاف) فهو ينتمي للمجموعة D، اما المجموعة الخامسة فتضم التركيب الوراثي 45 و 179 و 129 واباء 99 إذ ان التركيب الوراثي 45 و 179 و 129 ذات انتاجية عالية في حالتي الاجهاد وعدمه (متحملة للجفاف) فهي تنتمي للمجموعة A، واباء 99 ذوي انتاجية عالية في حالة عدم الاجهاد (حساس للجفاف) فهو ينتمي للمجموعة B، ومن خلال نتائج التحليل العنقودي الموضحة في شكل (3) B تم تقسيم ادلة تحمل الجفاف الى اربع مجاميع رئيسية المجموعة الاولى والثانية تضم الادلة التي تحدد التركيب الوراثية الحساسة للجفاف وتتمثل بـ HMP و SSI و SSPI و TOL والمجموعة الثالثة والرابعة تضم الادلة التي تحدد التركيب الوراثية المتحملة للاجهاد وتتمثل بـ RDI و DI والتي ترتبط بالحاصل في

Cluster Analysis التحليل العنقودي

اصبح التحليل العنقودي واسع الاستعمال لتصنيف التراكيب الوراثية المختلفة وتجميعها على اساس الصفات المتشابهة (1). استخدمت طريقة Wards في التحليل العنقودي التي صنفت التراكيب الوراثية الى خمس مجاميع حسب التحليل شكل (3) A والتي تتمثل بالمجاميع وعدد التراكيب الوراثية. حيث تمثل المجموعة الاولى التركيب الوراثي 147 وهو ينتمي للمجموعة B حسب تصنيف Fernandez اي يلائم ظرف عدم الاجهاد فقط، اما المجموعة الثانية فتضم التركيبين الوراثيين 186 و 117 وان 186 يلائم حالتي الاجهاد وعدم الاجهاد ويقع ضمن المجموعة A اما التركيب الوراثي 117 فانه يقع ضمن المجموعة D. اما المجموعة الثالثة فتضم التركيبين الوراثيين 44 و 17 إذ ان التركيب 44 ذو انتاجية عالية في حالتي الاجهاد وعدمه (متحمل للجفاف) ويقع ضمن المجموعة A حسب Fernandez، اما التركيب الوراثي

وYP لذا فلهم القدرة في تشخيص التراكيب الوراثية ذات القدرة الانتاجية في حالتها الاجهاد وعدم الاجهاد وعليه فان التراكيب الوراثية 44 و186 و179 و45 لها القدرة على تحمل الجفاف وذات قابلية انتاجية عالية في ظرفي الاجهاد وعدم الاجهاد.

حالة الاجهاد (YS)، وSTI وGMP وMP والتي ترتبط بالحاصل في حالة الاجهاد وعدم الاجهاد (YP) و(YS). استنادا الى مقياس تحليل المكون الرئيس (PCA) ومعامل الارتباط والرسم البياني الثنائي (Biplot) والتحليل العنقودي فان الادلة MP وGMP وSTI مرتبطة ارتباطاً موجباً ومعنوياً مع الحاصل في حالتها الاجهاد وعدمه YS



شكل 3. الرسم البياني للتحليل العنقودي (Dendrogram) يبين (A) تقسيم التراكيب الوراثية الى مجاميع متجانسة و (B) تقسيم ادلة تحمل الجفاف حسب نسبة التشابه والاختلاف.

- 8- Hassan, M. K. 1990. Soil- water- plant relationship. Ministry of Higher Education and Sci. Res. pp: 516.
- 9- Hossain, A. B. S., A. G. Sears and T. S. Cox. 1990. Desiccation tolerance and its relationship to assimilate partitioning in winter wheat. Crop Sci. 30: 622- 627.
- 10- Jaddoa, K. A. 1995. Wheat Facts and Rubric. Ministry of Agr., pp 487.
- 11- Khakwani, A. A., M. D. Dennett and M. Munir. 2011. Drought tolerance screening of wheat varieties by inducing water stress conditions. Songklanakarin J. Sci. Technol. 33 (2): 135- 142.
- 12- Khan, A. A. and M. R. Kabir. 2014. Evaluation of spring wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.) for heat stress tolerance using different stress tolerance indices. Cercetari Agron. in Moldova. 4 (160): 49- 63.
- 13- Kohnke , H. 1968 . Soil physics .Mc Draw hill.
- 14- Kovda, V. A.; C. V. Berg and R. M. Hangun. 1973. Drainage and Salinity. FAO. UNECO. London.
- 15- Lan, J. 1998. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Scinica. 7: 85- 87.
- 16- Michael, A. M. 1978. Irrigation theory and practice. Vikas publishing House, New Delhi.
- 17- Mitra, J. 2001. Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. Curr. Sci. 80: 758- 762.
- 18- Mohammed, A. K. 2016. Evaluation of selection criteria for root traits of drought tolerance in bread wheat. Ph. D. Dissertation. Agri. Coll. Univ. of Baghdad. pp: 110.

REFERENCES

- 1- Abdipur, M. A. H. Rezaee, S. Houshmand and F. G. Bagheri. 2008. Evaluation of drought tolerance of indeterminate genotypes soybean in flowering and seed- filling stages. Res. Agric. Sci. 4: 140-150.
- 2- Arab Organization for Agricultural Department. 2001.
- 3- Chakherchaman, S. A., H. Mostafaei and L. Imanparast. 2009. Evaluation of drought tolerance in lentil advanced genotypes in Ardabil Region, Iran . J. of Food Agriculture and Environment. 7(3- 4): 283- 288.
- 4- Farshadfar, E. and P. Elyasi. 2012. Screening quantitative indicators of drought tolerance in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) landraces. European Journal of Experimental Biology. 2(3): 577- 584.
- 5- Fernandez, G. C. J. 1992. Effective Selection Criteria for Assessing Stress Tolerance. In: Kuo CG ed), Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress. Public Tainan Taiwan 257- 270.
- 6- Fischer R. A., D. Rees, K. D. Sayre, Z. M. Lu, A. G. Condon and A. L. Saavedra. 1998. Wheat yield progress associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate, and cooler canopies. Crop Sci 38:1467-1475.
- 7- Fischer, R. A. and R. Maurer. 1978. Drought Resistance in Spring Wheat Cultivars. I. Grain yield responses. Aust. J. Agri. Res. 29: 897- 912.

- durum wheat (*Triticum durum* L.). General Applied Plant Physiol. 35(1-2): 64-74.
- 27- Vanozzi, G. P., M. Baldini, and S. D. Gmez. 1999. Agronomic traits useful in sunflower breeding for drought resistance. *Helia*. 22(22): 97- 124.
- 28- Yousefi, B. 2015. Evaluation of genetic variation for drought tolerance in some advance lines of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Inter. J. of Farming and Allied Sci.* 4(3): 177- 184.
- 29- Zadoks, J. C. T. T. Chang and C. F. Kouzak. 1974. A decimal code for growth stages of cereals. *Weed Res.* 14: 415-421.
- 30- Zein, A. M. K. 2002. Rapid determination of soil moisture content by the microwave oven drying method. *Sud. Engi. Soc. J.* 48(40): 43- 54.
- 19- Mollasadeghi, V., M. Valizadeh, R. Shahryari and A. A. Imani. 2011. Evaluation of end drought tolerance of 12 wheat genotypes by stress indices. *World Appl. Sci. J.* 13(3): 545- 551.
- 20- Moosavi, S. S., S. B. Yazdi, M. R. Naghavi, A. A. Zali, H. Dashti and A. Pourshahbazi. 2008. Introduction of New Indices to Identify Relative Drought Tolerance and Resistance in Wheat Genotypes . *DESERT* 12 165-178. <http://www.jdesert.ut.ac.ir>.
- 21- Nezhadahmadi, A., H. Proshan and G. Farug. 2013. Drought tolerance in wheat. *The Scientific World Journal*. Article ID 610721. [Http://dx. Doi. Org/10. 1155/2013/610721](http://dx.doi.org/10.1155/2013/610721).
- 22- Nouri, A., A. Etminan, J. A. Teixeira da Silva and R. Mohammadi. 2011. Assessment of yield, yield-related traits and drought tolerance of durum wheat genotypes (*Triticum turgidum* var. durum Desf.). *Aust. J. Crop Sci.* 5(1): 8-16.
- 23- Payne, R. W., D. A. Murray, S. A. Harding, D. B. Baird and D. M. Soutar. 2009. An Introduction to Gen Stat for Windows (12th ed.). VSN Inter. Hemel Hempstead, UK
- 24- Ramirez, P. and J. D. Kelly. 1998. Traits related to drought resistance in common bean. *Euphytica*. 99: 127-136.
- 25- Rosielle, A. A. and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Sci* 2: 943- 946.
- 26- Talebi, R., F. Fayaz and N. Naji. 2009. Effective selection criteria for assessing drought stress tolerance in