تطبيق تحليل المتغيرات المتعددة لتشخيص التراكيب الوراثية المتحملة للجفاف في الذرة الصفراء

مقداد صلاح الدين احمد
باحث
mksa_85@yahoo.com

فوزي عبد الحسين كاظم
استاذ
قسم المحاصيل الحقلية–كلية الزراعة –جامعة بغداد
fawzikadhem@yahoo.com

المستخلص

استخدمت عدة ادلة لتحمل الجفاف من اجل تشخيص التراكيب الوراثية المتحملة للجفاف من الذرة الصفراء.zea mays L في ظروف المنطقة الوسطى من العراق. وتحديد كفاءة تلك المعايير او الادلة للجفاف وتفسير العلاقة بين معايير الجفاف المستخدمة بواسطة تحليل العوامل المتعددة ومنها تحليل المكون الرئيسي والتحليل العنقودي وكذلك تحليل الرتب. اظهرت النتائج ان الادلة Mp, GMP, STI مرتبطة ارتباط موجب ومعنوي مع Yp وYs، لذا فانهم على قدرة عالية من تشخيص التراكيب الوراثية ذات القدرة الانتاجية العالية في ظرفي الاجهاد وعدم الاجهاد. وفيما يخص التراكيب الوراثية فان التركيب الوراثي G8 (Zm32*Zm21)، G2 (Zm60*Zm49)، G1 (Zm60*Zm61)، وG11 (Zm49*Zm60) في الزراعة الربيعية، والتراكيب الوراثية G8 (Zm32*Zm21)، G2 (Zm60*Zm49)، G15 (Zm49*Zm19)، وG18 (Zm60*Zm51) في الزراعة الخريفية لها قدرة على تحمل الجفاف وذو قابلية انتاجية عالية تحت ظروف الاجهاد وعدم الاجهاد.

كلمات مفتاحية: ادلة تحمل الجفاف، تحليل المكون الرئيسئ، التحليل العنقودي، مجموع الرتب.

جزء من اطروحة دكتوراه للباحث الاول

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences –972-983: (4) 48/ 2017 Ahmed & Kadhem

APPLICATION OF MULTIVARIATE ANALYSIS TO IDENTIFY DROUGHT TOLERANCE GENOTYPES OF MAIZE

M. S. Ahmed
Researcher
mksa_85@yahoo.com

F. A. Kadhem
Prof.
Fieled Crops Dept. College of Agriculture
University of Baghdad
fawzikadhem@yahoo.com

ABSTRACT

In order to identify maize (*Zea mays* L.) genotypes had tolerate drought, Seven drought indices and 18 maize genotypes were used, to determine the efficiency of theses indices to identify tolerant and susceptible genotypes, Also interpretation the relationship between these indices using principle component , cluster of multivariate analysis and rank-sum method. The results indicated that MP, GMP, and STI were positively and significant correlated with Yp and Ys. Therefore, these indices have the potential to identify genotypes own well performance to stress and non-stress conditions. Screening drought tolerant genotypes using these indices discriminating G8 (Zm32*Zm60) G2 (Zm69*Zm49), G (Zm60*Zm61), and G11 (Zm49*Zm60) in spring season; and G8 (Zm32*Zm60) G2(Zm69*Zm49), G15 (Zm49*Zm19) and G18 (Zm60*Zm51) for autumn season as tolerant genotypes and have a higher potential productivity under stress and non-stress conditions.

Key words: drought tolerance index, cluster analysis,
Part of ph. D. Dissertation of first anther.

Received:23/6/2016
Accepted:13/12/2016

المقدمة

عُرِفَ تحمل الجفاف من قبل Hall (12) على انه الحاصل النسبي للتركيب الوراثي مقارنة ببقية التراكيب الوراثية المتعرضة لنفس ظرف الاجهاد. ان الاداء النسبي لحاصل التراكيب الوراثية تحت ظروف الاجهاد وعدم الاجهاد تبدو كنقطة انطلاق مشتركة لتشخيص التراكيب الوراثية المرغوبة في المناطق التي تعاني من شحة في الموارد المائية والجفاف وفي مناطق الزراعة الديمية بسبب قلة الامطار او سوء توزيعها خلال الموسم. هناك رأي مشترك من قبل بعض الباحثين بان التراكيب الوراثية التي لها قابلية انتاجية عالية تحت ظروف عدم الاجهاد سيكون ادائها جيد تحت ظروف الاجهاد المعتدل، بينما التراكيب الوراثية التي لها قابلية انتاجية واطئة ومتحملة للإجهاد تكون مفيدة في حالة الاجهاد القاسي (24, 16) بينما هناك باحثين آخرين يختارون الوسطية اي يكون الانتخاب تحت ظرفي الاجهاد وعدم الاجهاد (5,17). استعملت طرائق عديدة لتمييز التراكيب الوراثية التي لها قابلية انتاجية جيدة تحت ظروف الاجهاد او الجفاف (19)، بعضهم استخدم بعض المعادلات الرياضية لمقارنة الحاصل تحت ظرفي الاجهاد وعدم الاجهاد.(20). قسم Fernandez (8) استجابة التراكيب الوراثية للذرة الصفراء لظرفي الاجهاد وعدم الاجهاد الى اربعة مجاميع، المجموعة الاولى (A) تضم التراكيب التي لها قابلية انتاجية اعلى من المعدل العام في ظرف الاجهاد وعدم الاجهاد، وتضم المجموعة الثانية (B) التراكيب الوراثية التي لها قابلية انتاجية اعلى من المعدل في ظرف عدم الاجهاد فقط، وتضم المجموعة الثالثة (C) التراكيب الوراثية التي لها قابلية انتاجية اعلى من المعدل في ظرف الاجهاد فقط، وتضم المجموعة الرابعة (D) التراكيب الوراثية التي لها قابلية انتاجية اوطأ من المعدل في ظرفي الاجهاد وعدم الاجهاد. عرف Rosielle وHamblin (20) تحمل الاجهاد على انه الفرق في الحاصل تحت ظرفي الاجهاد (**Ys**) وعدم الاجهاد (**Yp**)، وعرفا دليل معدل الانتاج (Mean Productivity **MP**) على انه المتوسط الحسابي بين Yp وYs. وعرفا دليل تحمل الاجهاد(Stress Tolerance **TOL**) على انه الفرق بين الحاصل تحت ظرفي الاجهاد Ys وعدم الاجهاد Yp، فالقيمة العالية لهذا الدليل يشير الى حساسية ذلك التركيب الوراثي الى الاجهاد. كما اقترح Fischer وMaurer (9) دليل حساسية الاجهاد (Stress Susceptibility Index **SSI**) للتراكيب الوراثية على اساس الحاصل تحت ظرف الاجهاد كدالة للإنتاج تحت ظرف عدم الاجهاد، واضاف بان الانتخاب على اساس الادلة **TOL** و**SSI** سيكون من صالح التراكيب الوراثية التي يكون انتاجها عالي تحت ظرف عدم الاجهاد Yp وواطئ تحت ظرف الاجهاد Ys (10). اقترح Ramirez وKelly (18) بان الانتخاب على اساس دليلي **GMP** و**SSI** قد يكون اكثر كفاءة في تشخيص التراكيب الوراثية المتحملة للجفاف في محصول الفاصوليا. اضافا Rosielle وHamblin (20) دليل آخر يسمى دليل تحمل الاجهاد (Stress Tolerance Index **STI**) والذي يمكن استعماله لتشخيص التراكيب الوراثية التي لها القابلية على الانتاج تحت ظرفي الاجهاد وعدم الاجهاد. والدليل الاخر المستعمل هو الوسط الهندسي للإنتاجية geometric mean (**GMP**) والذي يفضله بعض مربي النبات الذين يهتمون في الاداء النسبي، علماً بان الاجهاد يمكن ان يختلف في شدته من سنة لأخرى او من بيئة لأخرى (18). تم تعريف المحددات من استعمال الادلة **SSI** و**TOL** اذ ان الدليل SSI لا يميز التراكيب الوراثية التي لها القابلية على تحمل الجفاف وبين التراكيب الوراثية التي تكون قابليتها للإنتاج واطئة. وعلى الرغم بان القيمة الواطئة لدليل TOL قد استعملت كقاعدة لانتخاب التراكيب الوراثية المتحملة للإجهاد، وعلى الارجح ستكون النتيجة انتخاب التراكيب الوراثية الواطئة الانتاجية والتي الفرق بين Yp وYs قليل كما هو متوقع.(18). كما ان الدليل **STI** محسوب بالاعتماد على**GMP** ولهذا فان معامل الارتباط الذي يعتمد على رتب التراكيب الوراثية المنسوبة الى قيم هذه الادلة يكون 1، اي ان القيمة العالية للدليل STI تعني تحمل اكثر للإجهاد وقابلية انتاجية عالية تحت ظرفي الاجهاد وعدم الاجهاد وكذلك فان قيمة شدة الاجهاد (Stress Intensity **SI**) متضمنة عند حساب **STI**، لهذا من المتوقع ان يكون **STI** هو الدليل المفضل لتشخيص التراكيب الوراثية المتحملة للإجهاد، نفس الاستنتاج توصل اليه Imamjomah (13) وFarshadfar وSutka (7). كما اقترح Blum (2) دليل آخر هو دليل مقاومة الجفاف DRI Drought Resistance Index

والذي هو الآخر مقترح بان يميز التراكيب الوراثية التي تتميز بإنتاجها تحت ظروف الاجهاد وعدم الاجهاد. لقد وجد تحت ظروف تجريبية مختلفة بان معامل الارتباط بين الحاصل عند ظرفي الاجهاد Ys وعدم الاجهاد Yp يتراوح بين 0 و05 (7). وهذا يعني بان الانتخاب للتراكيب الوراثية في ظرف عدم الاجهاد سوف يزيد من متوسط الانتاج تحت ظرف الاجهاد. وبما ان دليل MP يعتمد على الوسط الحسابي لذا سيكون هناك تحيز نتيجة للفرق النسبي الناتج من حاصل Yp وYs. بينما دليل الوسط الهندسي للإنتاجية GMP هو اقل حساسية للفرق بين انتاجية Yp وYs (21). الانتخاب الذي يعتمد على التوافيق بين مجموعة من ادلة تحمل الجفاف يمكن ان يعطي معايير لتحسين تحمل الاجهاد في عدة محاصيل زراعية. وكذلك فان دراسة معامل الارتباط مهمة ومفيدة لإيجاد درجة العلاقة الخطية بين الادلة المستخدمة لتحديد التراكيب الوراثية المتحملة للجفاف. وجد تحليل المكونات الرئيسية Principle Components Analysis (PCA) والذي يعد أحد التقنيات المستخدمة لتلخيص البيانات واختصارها، حيث يقوم بتحويل العدد الكبير من المتغيرات المترابطة ضمنا ولو بشكل جزئي إلى مجموعة أصغر بكثير من المتحولات المستقلة، وهي تدعى عادة بالمكونات الرئيسية وتحسب أساسا من المتغيرات الأصلية بنسب ومقادير تزيد أو تنقص بحسب دور وتأثير كل منها، .لذا فان استعمال الرسم البياني الثنائي (Biplot) الذي يعتمد على معامل الارتباط بين الادلة وذلك لبيان العلاقة بين هذه الادلة والتراكيب الوراثية المرتبطة بالنتيجة المستحصل عليها من تصنيف التراكيب الوراثية حسب تحملها للإجهاد من هذه الادلة بطريقة بيانية واضحة ومختصره (25). كما يستخدم التحليل العنقودي (Cluster Analysis) والغرض منه هو اجراء بعض العمليات الاحصائية لتكوين مجموعات متجانسة داخل كل عنقود Cluster ومختلفة عن العناقيد الاخرى. تهدف هذه الدراسة الى تشخيص التراكيب الوراثية المتحملة للجفاف في ظروف المنطقة الوسطى من العراق. وتحديد كفاءة معايير او مؤشرات الجفاف المستخدمة في تشخيص التراكيب الوراثية المتحملة او المتحسسة للجفاف وتفسير العلاقة بين معايير الجفاف المستخدمة بواسطة تحليل العوامل المتعددة (Multivariate Analysis) ومنها تحليل المكون الرئيسي (Principle Component Analysis) والتحليل العنقودي(Cluster analysis).

المواد وطرائق العمل

بهدف تحقيق الاهداف من هذه الدراسة اجريت تجربة حقلية في حقل التجارب التابع لقسم المحاصيل الحقلية في كلية الزراعة _جامعة بغداد خلال موسمي الزراعة الربيعي والخريفي 2015 والواقعة ضمن خط عرض (33.2 °) شمالا وخط طول (44.22 °) شرقا وارتفاع (34.1) م فوق سطح البحر. استخدم ترتيب الألواح المنشقة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وبثلاثة مكررات. حيث وزعت التراكيب الوراثية (G) (جدول1) على الالواح الثانوية اما الالواح الرئيسية حيث مثلت معاملات الري (S)، معاملة الري Yp التي تمثل استنزاف 25% من الماء الجاهز وYs تمثل استنزاف 75% ماء جاهز في كل مرحلة من مراحل النمو. زرعت البذور بتاريخ 15 اذار2015 للموسم الربيعي و15تموز2015 للموسم والخريفي. كانت مساحة الوحدة التجريبية (3×2) م، اشتملت على أربعة خطوط بطول 2م وبمسافة 75 سم بين الخطوط وبمسافة 25 سم بين النباتات والمسافة بين الوحدات التجريبية 1.5 م مع ترك فواصل 2م بين المكررات وبكثافة نباتية قدرها 53333 نبات/هـ$^{-1}$.استخدم سماد اليوريا (46% N) بمعدل 400 كغم N.هـ$^{-1}$، أضيف بثلاث دفعات متساوية الأولى عند الزراعة والثانية عند ارتفاع 30سم والثالثة عند 50% تزهير. أضيف سماد السوبر فوسفات الثلاثي (46% P_2O_5) بمعدل 200 كغم P_2O_5.هـ$^{-1}$ دفعة واحدة خلط مع التربة مع خطوط الزراعة. كوفحت حشرة حفار ساق الذرة*Seamia Criterce* تلقيحاً بمبيد الديازينون المحبب (10%) مادة فعالة بمعدل 6 كغم.هـ$^{-1}$ على دفعتين الأولى بعد 20 يوماً من البزوغ والثانية بعد 15 يوما من الدفعة الأولى.

المادة الوراثية

شملت هذه الدراسة على 18 تركيب وراثي (اصناف تركيبية + هجن) منها 12 من الهجن الواعدة المستنبطة تم الحصول عليها من د. مدحت الساهوكي قسم المحاصيل الحقلية/ كلية الزراعة – جامعة بغداد و6 اصناف تم الحصول عليها من دائرة البحوث الزراعية وكما مبين تفاصيلها في الجدول 1.

جدول 1. التراكيب الوراثية المستخدمة في الدراسة، ومصادرها

Code	Genotype	Origin	Code	Genotype	Origin
G1	Zm60*Zm61	سلالة واعدة	G10	ZM51* ZM 4	سلالة واعدة
G2	ZM60* ZM49	سلالة واعدة	G11	Zm49*Zm60	سلالة واعدة
G3	Surur	صنف محلي معتمد	G12	Maha	صنف محلي معتمد
G4	ZM51* ZM 49	سلالة واعدة	G13	Zm61*Zm19	سلالة واعدة
G5	Buhooth106	صنف محلي معتمد	G14	Zm61*Zm21	سلالة واعدة
G6	Sarah	صنف محلي معتمد	G15	Zm49*Zm19	سلالة واعدة
G7	Fajir	صنف محلي معتمد	G16	Zm51*Zm60	سلالة واعدة
G8	2m32*2m21	سلالة واعدة	G17	5018	صنف محلي معتمد
G9	Zm61*Zm51	سلالة واعدة	G18	Zm60*Zm51	سلالة واعدة

طريقة الري حساب كميات مياه الري

تم الإرواء بواسطة أنابيب بلاستيكية مربوطة بمضخة مزودة بعداد لقياس كميات الماء المضافة الى كل وحدة تجريبية. أضيفت كميات متساوية من الماء من الحوض الذي طولة 6x5 وعمقه 2 متر للألواح عند الزراعة وان معدل تصريف المضخة 60 لتراثانية. استخدمت الطريقة الحجمية بأخذ عينة من التربة قبل الري بيوم واحد ووضعت في علب الألمنيوم ووزنت وهي رطبة، ثم وضعت في الفرن بدرجة حرارة 105 °م لمدة 24 ساعة ثم وزنت، وحسب المحتوى الرطوبي فيها. رويت النباتات عند استنزاف 25% وعند استنزاف 75%من الماء الجاهز على العمق حسب فترات النمو وطول الجذر في الاعمدة البلاستيكية المرافقة للتجربة الحقلية في معاملات القياس Yp وYs للتجربتين. تم حساب كمية الماء المضاف بحسب معادلة Allen واخرون 1998 (2) وعلى ضوء ما سبق فقد تم اضافة 29 رية للمعاملة Yp ومجموع كمية الماء المضاف 904.57 مم وكذلك فقد تم اضافة 9 رية للمعاملة Ys مم خلال الموسم الربيعي ومجموع كمية الماء المضاف خلال الموسم 501.95 مم والموسم الخريفي فقد تم اضافة 23 رية للمعاملة Yp ومجموع كمية الماء المضاف 864.86 مم وكذلك فقد تم اضافة 9 ريات للمعاملة Ys مم خلال الموسم الربيعي ومجموع كمية الماء المضاف خلال الموسم 474.60 مم.

جمع وتحليل البيانات

بعد حصاد الخطين الوسطيين وبطول 1.5 م وبصافي المساحة المحصودة 2.25 م^2. جففت العرانيص وفرطت ووزنت وحسب حاصل الحبوب الكلي وحول الى حاصل طن هكتار$^{-1}$. حللت النتائج احصائياً باستخدام تحليل التباين، بالإضافة الى حساب ادلة الجفاف المستخدمة ورتبها (جدول 2) باستخدام MS Excel، وكذلك تم حساب معامل الارتباط بين الحاصل (Yp وYs) وادلة الجفاف، وتم تحليل المتغيرات المتعددة ومنها تحليل المكون الرئيسي والتحليل العنقودي باستخدام برامجية GenStat 12 (25) وبرامجية Minitab (11)، لغرض تشخيص وتصنيف التراكيب الوراثية الى حساسة ومتحملة للجفاف.

ادلة تحمل الجفاف_Drought Tolerance Indices

حسبت ادلة الجفاف حسب العلاقات الرياضية المبينة في جدول (2).

جدول 2. ادلة الجفاف، رمزها ومعادلتها الرياضية ومصدرها

	دليل الجفاف	الرمز	المعادلة الرياضية	المصدر
1	Mean Productivity	MP	$MP = (Y_p + Y_s)/2$	24
2	Stress Tolerance	TOL	$TOL = Y_p - Y_s$	24
3	Stress Susceptibility Index	S S I	$SSI = [1-(Y_s/Y_p)]/1-(\bar{Y}_s/\bar{Y}_p)$	8
4	Geometric mean Productivity	GMP	$GMP = \sqrt{Y_p * Y_s}$	8
5	Stress Tolerance Index	STI	$STI = (Y_p x Y_s)/\bar{Y}_p^2$	9
6	Relative drought index	RDI	$RDI = (Y_S/Y_P)/(\bar{Y}_S/\bar{Y}_P)$	10
7	Ranksum	RS	$RS = Rank\ Mean(\bar{R}) + Rank\ SD$	6

- Yp و Ys تمثل حاصل الحبوب تحت معاملة 25% و75% استنزاف من الماء الجاهز باتتابع .
- $\bar{Y}p$ و $\bar{Y}s$ متوسط حاصل التراكيب الوراثية تحت معاملة 25% و75% استنزاف من الماء الجاهز باتتابع.
- SD الانحراف القياسي للرتب.

النتائج والمناقشة

بينت نتائج تحليل التباين للموسمين الربيعي والخريفي التأثير المعنوي لمعاملات الري والتراكيب الوراثية والتداخل بينهما (جدول 3). كان متوسط حاصل الحبوب في المعاملة 25% استنزاف من الماء الجاهز (Yp) 5.566 و6.723 طن هكتار$^{-1}$ للموسمين الربيعي والخريفي بالتتابع، و 2.149 و2.451 لمعاملة 75% استنزاف من الماء الجاهز (Ys) للموسمين بالتتابع. ومدى الانتاج للمعاملة Yp يتراوح بين 3.257 (G16) الى 6.626 (G8) طن هكتار−1 للموسم الربيعي و4.355 (G13) الى 8.170 (G15) طن هكتار$^{-1}$ للموسم الخريفي. بينما كان مدى انتاج حاصل حبوب المعاملة المجهدة (Ys) 1.280 (G 12) الى 2.840 (G 6) طن هكتار−1، وهذه البيانات تؤكد هناك انخفاض في الحاصل بحدود 61 % و63% نتيجة تاثير اجهاد الجفاف للموسمين الربيعي والخريفي بالتتابع. اشارت نتائج الموسم الربيعي الى ان التراكيب الوراثية G8، G 10، G 17، وG2، اعطت اعلى حاصل حبوب تحت معاملة الري Yp، في حين اعطت التراكيب الوراثية G 16، G 15، G14 اوطأ حاصل حبوب تحت معاملة الري نفسها. بينما اعطت التراكيب الوراثية G8، G1، G13، وG18 اعلى حاصل تحت ظروف المعاملة المجهدة (Ys)، بينما اعطت التراكيب الوراثية G16، G17، وG12 اوطأ حاصل حبوب تحت معاملة الري Ys (جدول 4). وبينت النتائج ان التركيب الوراثية G8 تميز في انتاجه في كلا من معاملتي الري، بينما التراكيب الوراثية G16، وG17 اعطت اوطأ حاصل في كلا معاملتي الري (جدول 5). وتوضح نتائج الموسم الخريفي على ان التراكيب الوراثية G15 و G 8 وG17 G وG16 اعطت اعلى حاصل حبوب تحت معاملة الري Yp، اما التراكيب الوراثية G13 وG4 G وG3 فاعطت اوطأ حاصل حبوب تحت معاملة الري Yp. بينما اعطت التراكيب الوراثية G2، G4، G8، وG15 اعلى حاصل تحت ظروف المعاملة المجهدة (Ys)، بينما اعطت التراكيب الوراثية G13، G16، وG7 اوطأ حاصل حبوب تحت معاملة الري Ys (جدول5). وبينت النتائج ان التركيب الوراثية G8 تميز في انتاجه في كلا معاملتي الري، بينما التراكيب الوراثية G16، وG13 اعطت اوطأ الانتاج في كلا معاملتي الري (جدول 6).

جدول 3. متوسط المربعات لتحليل التباين لحاصل حبوب 18 تركيب وراثي تحت ظروف الري الاعتيادي(Yp) والاجهاد (Ys).

Source of Variation	df	Mean Square	
		الفصل الربيعي	الفصل الخريفي
Block	2	0.041	0.059
Stress Level	1	315.21***	492.74***
Error (a)	2	0.0018	0.053
Genotypes	17	1.625***	2.499***
Stress * Genotypes	17	0.800***	1.27***
Error (b)	68	0.290 ه	0.035
Total	107		

معنوي عند مستوى معنوية α 0.05 ، ** معنوي عند مستوى معنوية α 0.1 ، *** معنوي عند مستوى معنوية α 0.01 ، * معنوي عند مستوى معنوية α 0.001**

مقارنة التراكيب الوراثية حسب ادلة تحمل الجفاف

تم حساب ستة معايير او ادلة استخدمت من قبل عدة باحثين بناءاً على حاصل الحبوب تحت الظروف المجهدة Ys والظروف غير المجهدة Yp، وقد اكد Mitra (14) بان الدليل او المعيار المناسب هو الذي يرتبط ارتباط موجب مع الحاصل في كلا ظرفي الاجهاد وعدم الاجهاد. واستناداً الى الدليل MP (متوسط حاصل Yp وYs) فقد صنف التراكيب الوراثية G8 ,G1 ,G2 وG13 على انها متحملة للجفاف في الموسمين الربيعي والخريفي، والتراكيب الوراثية16 ,G12 G ,G15 وG5 على انها متحسسة للجفاف وللموسمين (جدول 5 و 6). وبما ان دليل MP يعتمد على الوسط الحسابي لذا قد سيكون هناك تحيز نتيجة للفرق النسبي الناتج من حاصل Yp و Ys، اي انه يتأثر بالقيم المتطرفة وانه لا يميز التراكيب الوراثية ذات القدرة الانتاجية العالية في ظرفي Yp وYs فقط وانما يشمل التراكيب الوراثية ذات القدرة الانتاجية العالية في Yp او Ys. ولتجاوز هذا التحيز اقترح دليل الوسط الهندسي للانتاجية GMP والذي يفضله مربو النبات المهتمين بالحاصل النسبي والذي هو اقل حساسية من MP للفرق بين انتاجية Yp وYs (21). وبناءاً على النتائج المستحصلة من تصنيف التراكيب الوراثية على ضوء هذا الدليل فقد صنفت التراكيب الوراثية G8 ,G1 ,G2 وG13

على انها متحملة للجفاف في الموسمين الربيعي والخريفي، والتراكيب الوراثية G12, G15, G16 وG17 على انها متحسسة للجفاف وللموسمين (جدول 6 و7) وهي نتائج مقاربة لما افرزه MP. وقد اقترح Ramirez وKelly (18) بان الانتخاب على اساس دليلي **GMP** قد يكون اكثر كفاءة في تشخيص التراكيب الوراثية المتحملة للجفاف في محصول الفاصوليا. استناداً الى دليل تحمل الجفاف **STI** والمحسوب بالاعتماد على **GMP**، فكلما كان الفرق في الحاصل كبير بين معاملتي الري (**Yp** و**Ys**) كانت قيمة STI صغيرة اي تحملها للجفاف اقل والعكس صحيح. ومن هذا يتضح بان التراكيب الوراثية G2, G1, G8 وG13 مصنفة على انها متحملة للجفاف في الموسمين الربيعي والخريفي، والتراكيب الوراثية G12, G15, G16 وG17 على انها متحسسة للجفاف وللموسمين (جدول 6 و7) اما بقية التراكيب الوراثية توزعت بين شبه المتحملة وشبه الحساسة للجفاف وهي نتائج مطابقة لما افرزه **GMP** و**MP** . ومن هذا يتضح بان الادلة **STI**، **GMP** و**MP** متساوية في فرز التراكيب الوراثية التي لها قابلية انتاجية عالية في الظرفين **Yp** و**Ys** اي تحديد التراكيب الوراثية التي تنتمي الى المجموعة الاولى حسب تصنيف Fernandez (8) اي المجموعة التي لها قابلية انتاجية عالية في الظرفين **Yp** و**Ys**. استناداً الى دليل حساسية الاجهاد(**SSI**) Stress Susceptibility Indexالذي اقترحه Fischer وMaurer (9) والذي اعتمد على اساس الحاصل تحت ظرف الاجهاد كدالة للانتاج تحت ظرف عدم الاجهاد وان الانتخاب على اساس هذا الدليل سيكون من صالح التراكيب الوراثية التي يكون انتاجها عالي تحت ظرف عدم الاجهاد Ypوواطئ تحت ظرف الاجهاد Ys (10)، اي انه سيفرز التراكيب الوراثية التي تنتمي الى المجموعة الثانية (B) حسب تصنيفFernandez (8) اي المجموعة التي لها قابلية انتاجية عالية في الظرف **Yp**. من هذا يتضح من جدول 6 و7 بان التراكيب الوراثية G17, G12, G10 وG3 مصنفة على انها متحسسة للجفاف في الموسمين الربيعي والخريفي، والتراكيب الوراثية G18, G15, وG14 على انها متحملة للجفاف وللموسمين. الانتخاب على ضوء قيم SSI سينتج عنه اختيار التراكيب الوراثية التي لها قابلية انتاجية واطئة تحت ظرف Ys وقدرة انتاجية عالية تحت ظرف Yp. وتتراوح قيمه بين 0 و1 وكلما كانت قيمته عالية تعني اكثر حساسية للاجهاد. والمساوئ الرئيسية لهذا الدليل هو عدم تمييز التراكيب الوراثية التي تعود للمجموعة A والمجموعة C حسب تصنيف Fernandez(8). كما ان Clarke وآخرون (13) اوضحوا بان SSI لا يميز بين التراكيب الوراثية المتحملة للجفاف وبين التراكيب الوراثية التي لها قابلية انتاجية واطئة. كذلك فان دليل تحمل الاجهاد **TOL** (Stress Tolerance) الذي يعتمد على الفرق بين الحاصل تحت ظرفي الاجهاد Ys وعدم الاجهاد Yp، فالقيمة العالية لهذا الدليل يشير الى حساسية ذلك التركيب الوراثي الى الاجهاد، اي سيكون من صالح التراكيب الوراثية التي يكون انتاجها عالي تحت ظرف عدم الاجهاد Yp وواطئ تحت ظرف الاجهاد Ys. وعلى هذا الاساس فان التراكيب الوراثية G10 , G12, G17 وG2 مصنفة على انها متحسسة للجفاف في الموسمين الربيعي والخريفي، والتراكيب الوراثيةG14 G18, G15 على انها متحملة للجفاف وللموسمين. يصنف دليل الجفاف النسبي (Relative Drought Index **RDI**) التراكيب الوراثية التي تنتمي الى المجموعة الثالثة (C) حسب تصنيف Fernandez (8) اي التراكيب الوراثية التي ترتبط بقابليتها الانتاجية في ظروف الجفاف Ys. وصنفت التراكيب الوراثية G18 , G14, (G15 وG4) و(G8, G2, G4 و G18) على انها متحملة للجفاف في الموسمين بالتابع، والتراكيب الوراثية (G12 , G17, G10 وG3) و(G17 , G7, G14 وG18) على انها متحسسة للجفاف في الموسم الربيعي بالتتابع (جدول 6 و7).

معامل الارتباط بين ادلة الجفاف

من اجل تحديد ادلة الجفاف المرغوبة من قبل مربي النبات لغرض تشخيص التراكيب الوراثية الاكثر تحملاً للجفاف والتي اعطى خصائصها Mitra (14) والتي تتميز بارتباطها العالي والموجب مع الحاصل تحت ظروف الاجهاد (Ys) وعدم الاجهاد (Yp). ولهذا تم تقدير معامل الارتباط بين الحاصل تحت ظرفي الاجهاد وعدم الاجهاد وادلة الجفاف المستخدمة (جدول 7 و8). حاصل الحبوب Ys ارتبط ايجابياً مع Yp (*0.50 , 0.39 =r) للموسمين بالتتابع، مما

يشير الى ان الانتخاب على اساس القدرة الانتاجية العالية تحت ظروف عدم الاجهاد (Yp) قد نتج عنه تراكيب وراثية ذات قدرة انتاجية تحت ظرف الاجهاد (Ys).وهذا يتفق مع نتائج Moosavi وآخرون (15)، وTarabideh وآخرون (22). ارتبط حاصل (Yp) و(Ys) ايجابياً مع الادلة MP, STI وGMP في الموسمين (جدول 7 و 8) مما يؤكد قابلية هذه الادلة على تشخيص التراكيب الوراثية التي لها القابلية على تشخيص التراكيب الوراثية التي لها قابلية انتاجية عالية تحت ظرفي الانتاج (Yp) و(Ys) وهذه الادلة هي التي يرغب مربو النبات من استخدامها. وقد ارتبط دليل الجفاف TOL ايجابياً مع Yp (0.75** , 0.81** =r) للموسمين بالتتابع، وسلبياً مع Ys (0.20 -, 0.22- =r) للموسمين بالتتابع. وهذا يعني قدرة هذا الدليل على تشخيص التراكيب الوراثية التي لها قابلية انتاجية في ظرف عدم الاجهاد فقط.

جدول 4. ادلة الجفاف ورتبها لثمانية عشر تركيب وراثي تحت مستوى الاجهاد Ys وعدم الاجهاد Yp للموسم الربيعي 2015

G	Yp	R	Ys	R	MP	R	TOL	R	SSI	R	GMP	R	STI	R	RDI	R	RS	R
G1	5.95	5	2.586	2	4.268	2	3.364	11	0.89	14	3.923	2	0.354	2	1.126	5	10.03	5
G2	6.192	3	2.313	9	4.253	3	3.879	4	0.986	7	3.784	5	0.329	5	0.968	12	9.16	2
G3	5.8	9	1.933	14	3.867	10	3.867	5	1.049	4	3.348	13	0.258	13	0.863	15	14.51	12
G4	5.637	12	2.479	5	4.058	7	3.158	13	0.882	15	3.738	6	0.321	6	1.139	4	12.67	8
G5	5.172	15	1.987	13	3.58	15	3.185	12	0.969	9	3.206	14	0.236	14	0.995	10	15	13
G6	5.774	10	2.21	10	3.992	9	3.564	7	0.971	8	3.572	8	0.293	8	0.991	11	10.23	6
G7	5.319	14	2.188	11	3.754	13	3.131	14	0.926	10	3.411	12	0.268	12	1.065	9	13.68	10
G8	6.626	1	2.84	1	4.733	1	3.786	6	0.899	12	4.338	1	0.433	1	1.11	7	7.92	1
G9	5.642	11	2.085	12	3.864	11	3.557	8	0.992	6	3.43	10	0.271	10	0.957	13	12.36	7
G10	6.228	2	1.921	15	4.075	6	4.307	3	1.088	3	3.459	9	0.275	9	0.799	16	13.28	9
G11	5.855	7	2.464	6	4.16	5	3.391	9	0.911	11	3.798	4	0.332	4	1.09	8	9.24	3
G12	5.809	8	1.28	17	3.545	16	4.529	2	1.227	1	2.727	17	0.171	17	0.571	18	19.21	16
G13	5.927	6	2.56	3	4.244	4	3.367	10	0.894	13	3.895	3	0.349	3	1.119	6	9.7	4
G14	4.907	16	2.383	7	3.645	14	2.524	16	0.809	17	3.42	11	0.269	11	1.258	2	16.93	14
G15	4.427	17	2.32	8	3.374	17	2.107	17	0.749	18	3.205	15	0.236	15	1.357	1	19.45	17
G16	3.257	18	1.185	18	2.221	18	2.072	18	1.001	5	1.965	18	0.089	18	0.942	14	20.49	18
G17	6.175	4	1.443	16	3.809	12	4.732	1	1.206	2	2.985	16	0.205	16	0.605	17	17.47	15
G18	5.49	13	2.507	4	3.999	8	2.983	15	0.855	16	3.71	7	0.317	7	1.183	3	14.07	11
Mean	5.566		2.149		3.858		3.417		0.961		3.44		0.278		1.00		13.63	

جدول 5. ادلة الجفاف ورتبها لثمانية عشر تركيب وراثي تحت مستوى الاجهاد Ys وعدم الاجهاد Yp للموسم الخريفي 2015

G	Yp	R	Ys	R	MP	R	TOL	R	SSI	R	GMP	R	STI	R	HMP	R	RS	R
G1	6.52	11	2.54	9	4.53	2	3.981	11	0.96	14	4.07	2	0.381	2	1.048	6	11.92	6
G2	7.39	4	3.51	1	5.45	3	3.875	4	0.83	7	5.09	5	0.596	5	1.278	2	5.76	1
G3	6.03	15	2.08	13	4.05	10	3.943	5	1.03	4	3.54	13	0.288	13	0.928	10	14.37	11
G4	5.29	16	3.44	2	4.37	7	1.851	13	0.55	15	4.27	6	0.419	6	1.749	1	14	9
G5	7.03	6	2.57	8	4.8	15	4.464	12	1	9	4.25	14	0.415	14	0.984	9	14.19	10
G6	6.94	7	2.16	11	4.55	9	4.779	7	1.08	8	3.87	8	0.345	8	0.837	15	11.82	5
G7	6.21	14	1.64	17	3.93	13	4.566	14	1.16	10	3.19	12	0.234	12	0.71	17	16.07	12
G8	7.75	2	3.43	3	5.59	1	4.314	6	0.88	12	5.16	1	0.612	1	1.191	3	7.4	2
G9	6.76	9	2.61	7	4.69	11	4.146	8	0.97	6	4.2	10	0.406	10	1.039	8	10.31	4
G10	6.7	10	2.13	12	4.42	6	4.57	3	1.07	3	3.78	9	0.329	9	0.855	13	11.92	7
G11	6.41	12	2.65	6	4.53	5	3.762	9	0.92	11	4.12	4	0.39	4	1.112	5	10.21	3
G12	6.27	13	1.97	14	4.12	16	4.3	2	1.08	1	3.51	17	0.284	17	0.845	14	18.25	16
G13	4.36	18	1.41	18	2.88	4	2.941	10	1.06	13	2.48	3	0.142	3	0.87	11	16.23	13
G14	7.24	5	2.24	10	4.74	14	4.997	16	1.09	17	4.03	11	0.373	11	0.832	16	16.54	14
G15	8.17	1	3.17	4	5.67	17	5.004	17	0.96	18	5.09	15	0.595	15	1.044	7	18.44	17
G16	5.11	17	1.65	16	3.38	18	3.463	18	1.07	5	2.91	18	0.194	18	0.869	12	19.87	18
G17	7.66	3	1.91	15	4.79	12	5.758	1	1.18	2	3.82	16	0.336	16	0.671	18	17.53	15
G18	6.86	8	3.01	5	4.94	8	3.851	15	0.88	16	4.55	7	0.475	7	1.18	4	13.15	8
Mean	6.594		2.451		4.524		4.142		0.987		3.996		0.379		1.00		13.77	

وارتبط حاصل (Ys) سلبيا مع SSI (r= −0.77 0.82) للموسمين بالتتابع وعدم ارتباطه مع Yp (r=0.29,07) للموسمين بالتتابع اي انه يشخص التراكيب الوراثية المتحسسة والغير منتجة في ظرف الاجهاد Ys. هذا وقد ارتبط TOL مع SSI (r=0.79 , 0.70) وسلبياً مع RDI (r= − 1.00) في كلا الموسمين. وعلى العكس من SSI فقد ارتبط RDI ايجابياً مع Ys (r= 0.77 , 0.82) اي انه يشخص التراكيب الوراثية المتحملة والمنتجة في ظرف الاجهاد Ys. وهذه النتائج جاءت متفقة مع ما وجده Farshadfar وآخرون (6) و Moosavi وآخرون (15).

جدول 6. معامل الارتباط التراكيب الوراثية حسب قيم ادلة الجفاف للموسم الربيعي

Yp								
Ys	0.39							
MP	0.91	0.73						
TOL	0.81	-0.22	0.51					
SSI	0.29	-0.77	-0.13	0.79				
GMP	0.72	0.92	0.94	0.19	-0.45			
STI	0.69	0.92	0.92	0.16	-0.46	0.99		
RDI	-0.28	0.77	0.13	-0.79	-1.00	0.45	0.46	
	Yp	Ys	MP	TOL	SSI	GMP	STI	RDI

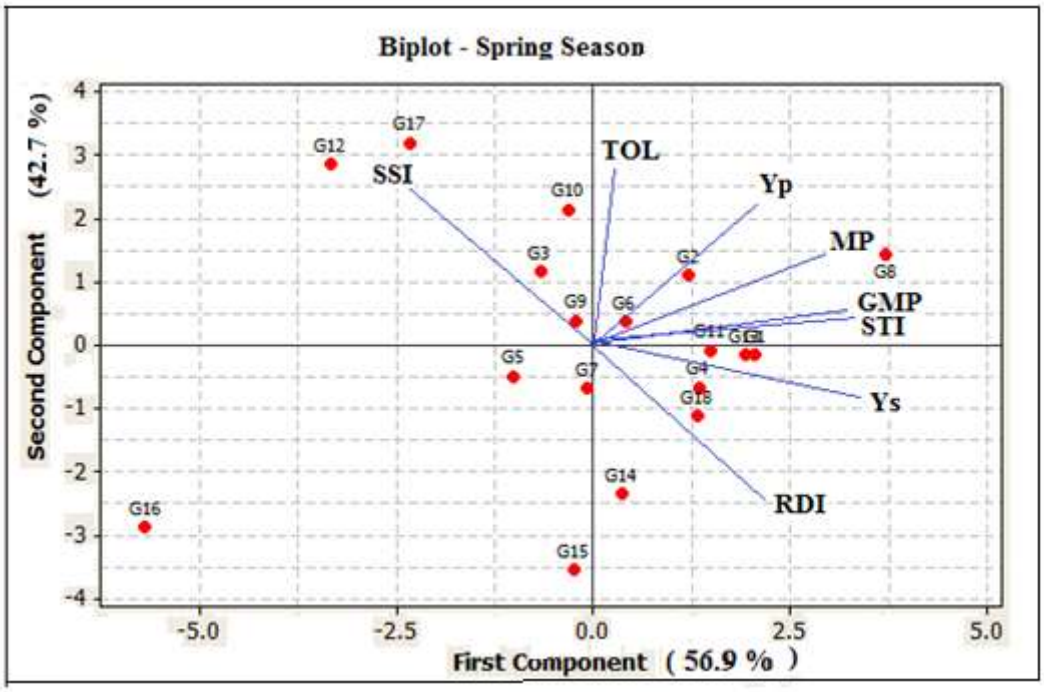
جدول 7. معامل الارتباط التراكيب الوراثية حسب قيم ادلة الجفاف للموسم الخريفي

Yp								
Ys	0.5							
MP	0.92	0.8						
TOL	0.75	-0.2	0.42					
SSI	0.07	-0.82	-0.33	0.7				
GMP	0.78	0.93	0.97	0.18	-0.55			
STI	0.76	0.93	0.95	0.15	-0.55	0.99		
RDI	-0.07	0.82	0.33	-0.70	-1.00	0.55	0.55	
	Yp	Ys	MP	TOL	SSI	GMP	STI	RDI

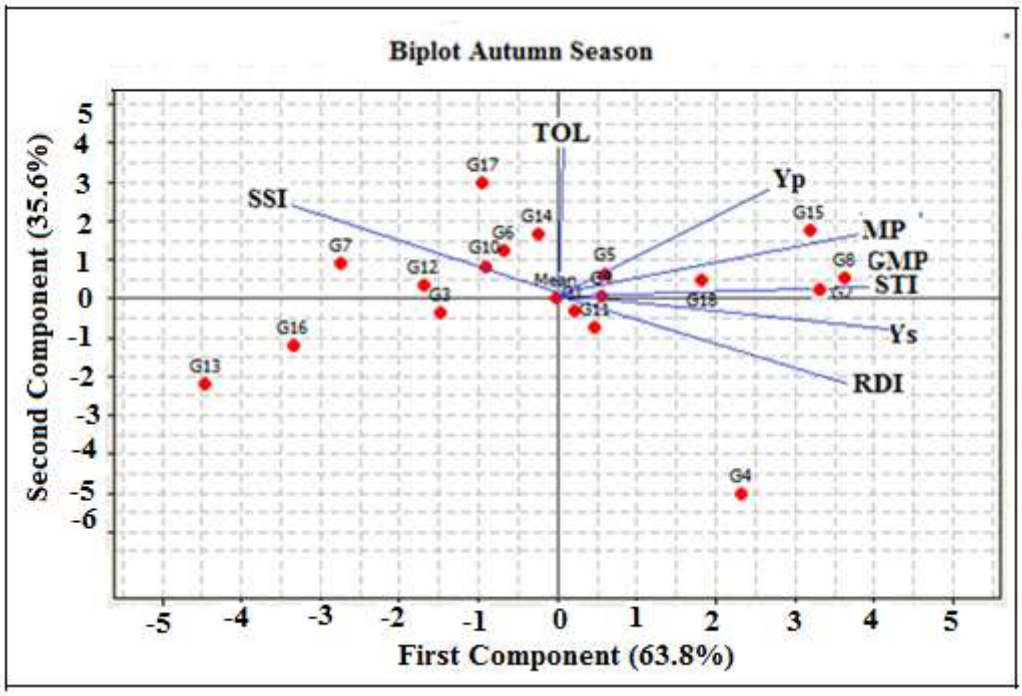
تحليل المكون الرئيسي Principal (PCA) Component Analysis

من اجل فهم العلاقة، والتشابه والاختلاف بين ادلة تحمل الجفاف تم استخدام تحليل المكون الرئيسي الذي يعتمد على مصفوفة معامل الارتباط بين ادلة تحمل الجفاف. والميزة الاساسية من هذا التحليل هو تصنيف الادلة الى مجاميع مختلفة. والتفسير المثير للاهتمام للرسم البياني الثنائي هو ان جيب تمام الزاوية (cosin) بين متجهين (متغيرين) يمثل تقريباً معامل الارتباط بين المتغيرين. فالزاوية بين المتجهات هي انعكاس لمعامل الارتباط بينهما وهو تمثيل بسيط وواضح لرسم العلاقات بين المتغيرات (25). وعلى ضوء ما سبق فان العلاقة بين ادلة تحمل الجفاف يمكن اظهارها بصيغة بيانية ثنائية (PCA1 وPCA2) لتبيان العلاقة بين ادلة التحمل والتراكيب الوراثية. ان المحورين PCA1 وPCA2 تفسران 99.6% و99.4% من التغاير الكلي للموسمين بالتتابع. وان المكون الرئيسي الاول PCA1 تمثل 56.9 و63.8 من التغاير الكلي للموسمين بالتتابع، وعلى ارتباط موجب بالأدلة Ys, Yp, MP, GMP, STI ويمكن تسمية هذا المكون بمكون قابلية الانتاج وتحمل الجفاف، والتراكيب الوراثية التي تكون قيمة PCA1 عالية وموجبة تكون قابليتها الانتاجية عالية تحت ظرفي Yp وYs. اما المكون الرئيسي الثاني PCA2 فيمثل 42.7 و35.6% من التغير الكلي ومرتبط ايجابياً Yp، TOL و SSI ويمكن تسمية هذا المكون بقابلية تحمل الاجهاد وهو يفصل التراكيب الوراثية المتحملة وغير المتحملة للإجهاد. وتحت هذا السياق فان انتخاب التراكيب الوراثية ذات القيم العالية للمكونين PCA1 وPCA2 تكون ملائمة تحت ظروف الاجهاد Ys وعدم الاجهاد Yp. لذا فان التراكيب الوراثية G13,G1,G8 وG6 هي الملائمة تحت ظروف الاجهاد وغير الاجهاد في الموسم الربيعي (شكل1)، والتراكيب الوراثيةG15 G2,G8, G18 وG5 هي الملائمة تحت ظروف الاجهاد وغير الاجهاد في الموسم الخريفي(شكل 2). التراكيب الوراثية ذات القيم السالبة للمكونين PCA1 وPCA2 تكون غير ملائمة تحت ظروف الاجهاد Ys وعدم الاجهاد Yp، فالتراكيب الوراثية G15, G16وG 5 في الموسم الربيعي والتراكيب الوراثية G13, G16وG 3 في الموسم الخريفي هي الادنى في الانتاج تحت الظرفين Yp وYs(جدول 6 و7 ، شكل 1 و2). التراكيب الوراثية ذات القيم الموجبة للمكونPCA1 وسالبة PCA2 تكون ملائمة تحت ظروف الاجهاد Ys، فالتراكيب الوراثية G18, G13 ,G4 وG 1 في الموسم الربيعي والتراكيب الوراثية G2, G18, G4 وG 11 في الموسم

الخريفي هي ذات الانتاج الاعلى في ظرف الاجهاد (جدول6 و 7، وشكل 1 و2).



شكل 1. معامل المكون الرئيسي للتراكيب الوراثية حسب قيم ادلة الجفاف للموسم الربيعي



شكل 2. معامل المكون الرئيسي للتراكيب الوراثية حسب قيم ادلة الجفاف=== للموسم الخريفي

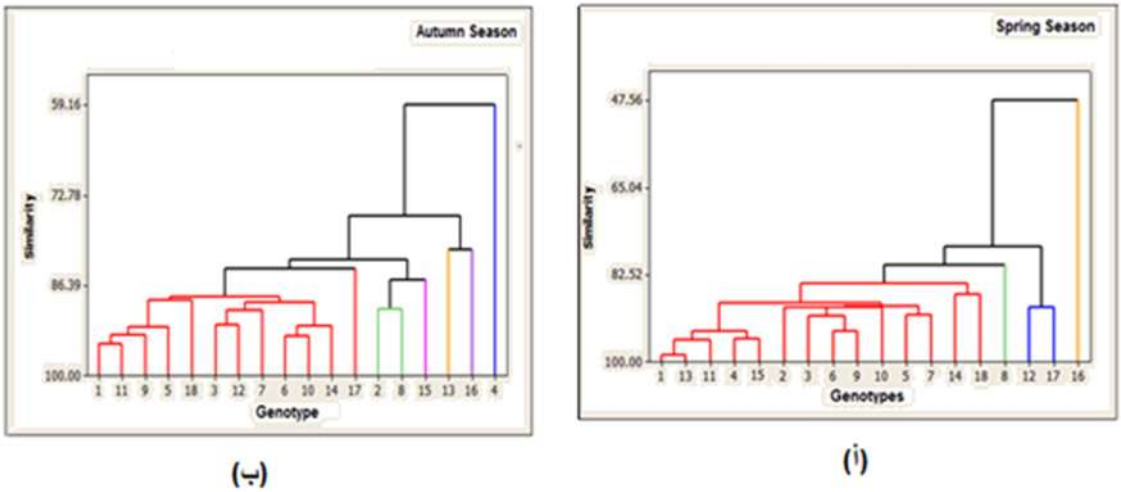
تحليل الرتب

ان النتائج المستحصلة من ادلة الجفاف المستخدمة افرزت نتائج متناقضة في بعض الاحيان من ناحية تحديد رتب التراكيب الوراثية من ناحية تحملها للجفاف (جدول5 و6)، لذا اصبح من الضروري ايجاد دليل ياخذ بنظر الاعتبار نتائج جميع هذه الادلة المستخدمة اخذاً بنظر الاعتبار المتوسط والانحراف ++القياسي للرتب لكل تركيب وراثي عبر جميع ادلة الجفاف المستخدمة وقد سمي هذا الدليل بمجموع الرتب **RS** Ranksum (4). وعلى ضوء نتائجه فقد افرز التراكيب الوراثية ,G11 ,G8 و G2 على انها تراكيب وراثية متحملة للجفاف والتراكيب الوراثية G15,G16 ,و G12 على انها تراكيب وراثية متحسسة للجفاف وللموسمين (جدول 5 و6). وقد استعملت هذه الطريقة من قبل عدة باحثين ولعدة محاصيل(1، 4 ،13). ان النتائج المستحصلة من ادلة

الجفاف المستخدمة افرزت نتائج متناقضة في بعض الاحيان من ناحية تحديد رتب التراكيب الوراثية من ناحية تحملها للجفاف (جدول5 و6)، لذا اصبح من الضروري ايجاد دليل ياخذ بنظر الاعتبار نتائج جميع هذه الادلة المستخدمة اخذاً بنظر الاعتبار المتوسط والانحراف ++القياسي للرتب لكل تركيب وراثي عبر جميع ادلة الجفاف المستخدمة وقد سمي هذا الدليل بمجموع الرتب Ranksum **RS** (4). وعلى ضوء نتائجه فقد افرز التراكيب الوراثية ,G8,G11 وG2 على انها تراكيب وراثية متحملة للجفاف والتراكيب الوراثية , G15,G16وG12 على انها تراكيب وراثية متحسسة للجفاف وللموسمين (جدول 5 و6). وقد استعملت هذه الطريقة من قبل عدة باحثين ولعدة محاصيل(1، 4 ،13).

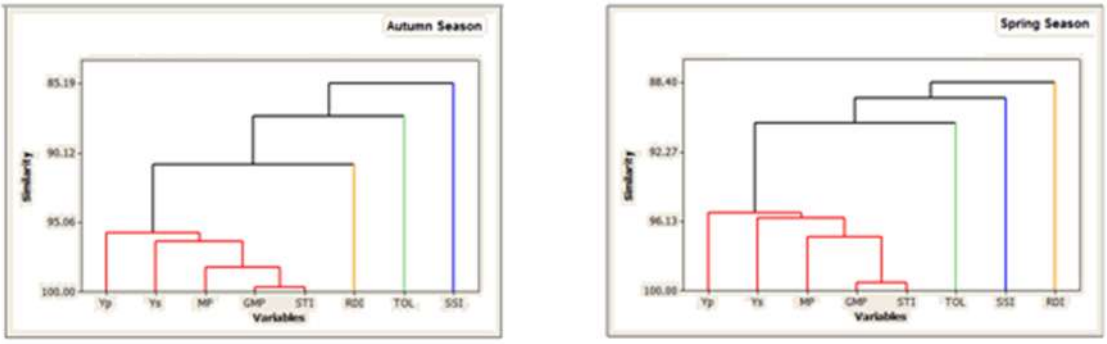
التحليل العنقودي

الغرض من التحليل العنقودي هو اجراء بعض العمليات الاحصائية لتكوين مجموعات متجانسة داخل كل عنقود Cluster ومختلفة بين العناقيد الاخرى اي دراسة الاختلاف او المظهري وتكوين مجموعة من التراكيب الوراثية متشابه فيما بينها استناداً الى النتائج المستحصلة من تطبيق ادلة الجفاف، وكذلك تكوين مجاميع متشابهة من ادلة الجفاف المستخدمة على ضوء نتائج استجابة التراكيب الوراثية لهذه الادلة. اجري التحليل العنقودي بالاعتماد على قيم Yp وYs وبقية ادلة الجفاف المستخدمة على التراكيب الوراثية للذرة الصفراء. وفي الشكل3 عرضت التراكيب الوراثية على المحور السيني ونسبة التشابه في المسافة الاقليدية (مجموع مربعات الفروقات في القيمة لكل متغير) بين التراكيب الوراثية. وقد افرز التحليل خمسة مجموعات من التراكيب الوراثية في الموسم الربيعي والخريفي. حيث تمثل المجموعة الاولى للموسم الربيعي التركيب الوراثي 16 وهو ينتمي للمجموعة D حسب تصنيف Fernandez (8) اي ضعيف الانتاج في Yp وYs، والمجموعة الثانية التركيب الوراثي G12 وG17 وهو ينتمان للمجموعة B اللذان يجود انتاجهما تحت ظروف عدم الاجهاد فقط، والمجموعة الثالثة تشمل التركيب الوراثي G8 وهو ينتمي للمجموعة A اي عالي الانتاج في Yp وYs. والمجموعة الرابعة تشمل التركيبان G14 وG18 وهما ينتمان للمجموعة C اللذان يجود انتاجهما تحت ظروف الجفاف فقط، اما المجموعة الخامسة فتضم بقية التراكيب الوراثية التي لا تنتمي بصورة واضحة للمجاميع الاربعة السابقة A– D (شكل 3). وفي الموسم الخريفي حيث تمثل المجموعة الاولى التركيب الوراثي 4 وهو ينتمي للمجموعة C، والمجموعة الثانية هي التراكيبب الوراثية G13 وG16 وهما ينتميان للمجموعة D، والمجموعة الثالثة هي التراكيب الوراثية G15 وG2 وG8 الذين ينتمون للمجموعة A، والمجموعة الرابعة تضم التركيب الوراثي G17 الذي ينتمي للمجموعة B، اما المجموعة الخامسة فتضم بقية التراكيب الوراثية التي لا تنتمي بصورة واضحة للمجاميع الاربعة السابقة (شكل 4).



(أ) (ب)

شكل 3. مخطط نتائج التحليل العنقودي لتصنيف التراكيب الوراثية ادلة عدم الجفاف في الموسم الربيعي (أ) والموسم الخريفي (ب)



(أ) (ب)

شكل 4. مخطط نتائج التحليل العنقودي لتصنيف ادلة الجفاف في الموسم الربيعي (أ) والموسم الخريفي (ب)

واستعمل التحليل العنقودي لتصنيف ادلة الجفاف المستخدمة الى مجاميع. وقد تشابه التصنيف في الموسمين الربيعي والخريفي الى اربعة مجاميع الاولى تضم YP, Ys, MP, GMP, STI، والمجموعة الثانية TOL، والمجموعة الثالثة SSI، والمجموعة الرابعة RDI (شكل 4). استناداً الى مقياس معامل الارتباط وتحليل المكون الرئيسي والرسم البياني الثنائي (Biplot) والتحليل العنقودي وتحليل الرتب فان الادلة Mp, GMP, STI مرتبطة ارتباط موجب ومعنوي مع Yp وYs، لذا فانهم على قدرة عالية في تشخيص التراكيب الوراثية ذات القدرة الانتاجية العالية في ظرفي الاجهاد وعدم الاجهاد. وفيما يخص التراكيب الوراثية فان التركيب الوراثي G8 (Zm32*Zm21)، G2 (Zm60*Zm49)، G1 (Zm60*Zm61)، و G11 (Zm49*Zm60) في الزراعة الربيعية، والتراكيب الوراثية G8 (Zm32*Zm21)، G2 (Zm60*Zm49)، G15 (Zm49*Zm19)، و G18 (Zm60*Zm51) في الزراعة الخريفية لهم قدرة على تحمل الجفاف وذو قابلية انتاجية عالية تحت ظروف عدم الاجهاد.

REFERENCES

1. Abd El-Mohsen,A.; M. Abd El-Shafi, E. Gheith. and H. Suleiman.2015 .Using Different Statistical Procedures for Evaluating Drought Tolerance Indices of Bread Wheat Genotypes. Adv. Agric. Biol. 4 (1): 19-30.

2. Allen, R.G., L.S Pereira, D. Raes and M.Smith.1998. Crop Evapotranspiration. FAO Irrigation and Drainage. Paper 65, Rome.

3. Campos, H., M.,Cooper, G.O Edmeades, C., Loffer, J.R., Schussler, and M, Ibanez, .2006.Changes in drought tolerance in maize associated with fifty years of breeding for yield in the US corn belt. Maydica 51: 369-381.

4. CIMMYT Maize., 2010. Global Alliance for Improving Food Security and the Livelihoods of the Resource-poor in the Developing Wood. Draft Proposal submitted by CIMMYT and IITA to the CGIAR Consortium Board. Available at: http://www.cimmyt.org/en/what-we-do/maize and wheat-mega -programs.

5. .Abdel-Rasoul, M., A. T. Gaber, H. A. El-Zeiny, and A. Paafat. 1988. Effect of CCC and B.9 at different water regimes on some metabolic aspects of maize plant. Annals Agric. Fac. Agric. Ain shams Univ., Cairo, Egypt. 33(1): 49-65.

6. Farshadfar, E, B. Jamshidi and M. Aghaee.2012. Biplot analysis of drought tolerance indicators in bread wheat *(Triticum aestivum*) lanraces of Iran. Intl J Agri Crop Sci. Vol., 4 (5), 226-233.

7. Farshadfar, E. and J. Sutka, 2003.Multivariate analysis of drought tolerance in wheat substitution lines. Cereal Research Communication., 31: 33-40.

8. Fernandez, G.C.J. 1992. Effective Selection Criteria for Assessing Plant Stress Tolerance. In: Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress Tolerance, Kuo, C.G. (Ed.). Asian Vegetable Research and Development Center, Taiwan, pp: 257-270/.

9. Fischer, R.A. and R. Maurer1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Australian Journal of Agriculture Research. 29: 897-912.

10. Gavuzzi, P., G. Delogu, G. Boggini, N. Di Fonzo and B. Borghi. 1993. Identification of bread wheat, durum wheat and barley cultivars adapted to dry areas of southern Italy Euphytica, 68:131-145.

11. Golabadi, M.,A. Arzani, and S.A.M. Maibody, 2006.Assessment of drought tolerance in segregating populations in durum

wheat. African Journal of Agriculture Research., 1(5): 162-171.
12. Hall AE 1993. Is dehydration tolerance relevant to genotypic differences in leaf senescence and crop adaptation to dry environments? In: Close TJ, Bray EA (Eds.) Plant Responses to cellular Dehydration during environmental stress. The American Soc. Plant Pathologists, Rockville, Maryland.
13. Imamjomah, A. 1999. Determination of Genetic Distances by RAPD-PCR, Evaluation of Drought Tolerance Criteria and Analysis of Adaptation in Chickpea. M.Sc. Thesis, College of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.
14. Mitra, J. 2001. Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants Current Science., 80: 758-762.
15. Moosavi SS, Yazdi B Samadi, MR Naghavi, AA 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.
16. Panthuwan, G., S. Fukai,, M.,Cooper S.O. Rajatasereekul, and J.C. Toole, 2002. Yield response of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to different types of drought under rainfed lowlands. Part 1. Grain yield and yield components. Field Crop Reserach. 73: 153-168.
17. Rajaram, S and M. VanGinkel, 2001. Mexico, 50 years of international wheat breeding. In TheWorld Wheat Book: A History of Wheat Breeding. Bonjean, A. P. and Angus, W. J. (Eds). pp. 579–604. Rue Lavoisier, Paris, France: Lavoisier Publishing.
18. Ramirez-Vallejo, P. and. J.D, Kelly. 1998. Traits related to drought resistance in common bean. Euphytica. 99: 127-136.
19. Reynolds, M.P., C.S., Pierre, , A.S.I Saad., M. Vargas, and A.G. Condon, 2007. Evaluating potential genetic grains in wheat associated with stress-adaptive trait expression in elite genetic resources under drought and heat stress. Crop Science. 47: 172-189.
20. Rosielle, A.A. and. J. Hamblin, 1981.Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Science. 21: 943-946.
21. Solomon, K.F. and M.T. Labuschagne, 2003**.** Expression of drought tolerance in F1 hybrids of a diallel cross of durum wheat (*Triticum turgidum* var. *durum* L.). Cereal Research Communication, 31: 49-56.
22. Tarabideh, A. H. , M. Farshadfar , and H. Safari.2014**.** Efficiency of screening techniques for evaluation corn (*Zea mays* L.) hybrids under drought conditions. Int. J Agri Crop Sci. Vol., 7(3), 107-114.
23. UNESCO .2007**.** Vital water graphics, water use and management. United Nations Education Scientific and Cultural Organisation p p.
24. Voltas, J., I. Romagosa, A. Lafarga, A.P. Armesto, A. Sombrero, and J.L. Araus, 1999. Genotype by environment interaction for grain yield and carbon isotope discrimination of barley in Mediterranean Spain. Australian Journal of Agricultural Research. 50:1263-1271.
25. Yan W, and M.S. Kang. 2003. Biplot Analysis: A graphical Tool for Breeders, Geneticists and Agronomist, CRC Press, Boca Raton, FL. Pp313.