

## ثبات حاصل تراكيب وراثية من فول الصويا في موقعين

جاسم محمد الجميلي

استاذ مساعد

قسم علوم المحاصيل الحقلية - كلية الزراعة - جامعة بغداد

Dr.jumailly@yahoo.com

## المستخلص

تم استخدام طريقة تحليل GGE-Biplot في هذا البحث لتحليل حاصل بذور سبعة تراكيب وراثية من فول الصويا منزرعة في موقعين هما بغداد وصلاح الدين لمدة سنتين متعاقبتين 2008 و2009 في العراق وقد جمعت معا لتصبح اربع بيئات لتقدير ثبات حاصل التراكيب الوراثية. نفذت التجربة بتصميم القطاعات الكاملة المعشاة بثلاثة مكررات. كان التأثير الرئيس للتراكيب الوراثية عالي المعنوية ( $G\ effect = 95.7\% = PC1$ )، كما كان تداخل التراكيب الوراثية مع البيئات معنويا ( $GEI = 3.4\% = PC2$ ). لقد اظهر التركيب الوراثي F415 اعلى حاصل 2.47 و2.42 ط. ه<sup>-1</sup> في البيئتين صلاح الدين 2008 و2009، بالتتابع، واعطى التركيب الوراثي G111 اعلى حاصل 2.73 و2.53 ط. ه<sup>-1</sup> في البيئتين بغداد 2008 و2009، بالتتابع. اوضحت ادوات تحليل GGE-Biplot ان التركيب الوراثي F415 كان اكثر ثباتا في البيئات تبعه G111 ثم التركيب الوراثي SE22 وارتبط الحاصل العالي بالثبات تحت البيئات. يستنتج ان تقانة GGE-Biplot قد تمثل صندوق ادوات لباحثي المحاصيل ومربي النبات والوراثة والاحصائيين لتفسير وفهم بيانات GEI في METs لتقدير الفعل الجيني ومواقع الصفات الكمية. يحوي هذا البرنامج عدة ادوات واجهات بها تعرض التراكيب الوراثية المتفوقة ذات الثبات العالي، فقد كانت فعالة في استخلاص التركيب الوراثي الثابت بأداء عال. لذا تبين ان التركيبين الوراثيين F415 وG111 اكثر ثباتا من بقية التراكيب الوراثية الاخرى.

كلمات مفتاحية: تراكيب وراثية، تداخل وراثي x بيئي، GGE-Biplot، ثبات.

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences – 44(2): 200-205, 2013 Al-jumailly

## YIELD STABILITY OF SOYBEAN GENOTYPES IN TWO LOCATIONS

Jasim M. Al-jumailly

Assist. Prof.

Dept. of Field Crop Science - Coll. of Agriculture - Univ. of Baghdad

Dr.jumailly@yahoo.com

## ASBTRACT

This research reports the analysis by using GGE biplot methodology, for seed yield of 7 genotypes of soybean (*Glycine max* L.) grown at 2 locations (Baghdad and Salah din) in Iraq over 2 successive seasons 2008 and 2009 combined to give four environments to determine yield stability and performance of genotypes. The experiments were carried out using a randomized complete block design with three replicates in each experiment. The main effect of genotypes was highly significant and the genotype x environment interaction was significant. F415 genotype produced significantly higher yields 2.47 and 2.42 t .h<sup>-1</sup> at Saladin 2008 and Baghdad 2009 and G111 genotype produced 2.73 and 2.53 t .h<sup>-1</sup> at Baghdad 2008 and 2009 respectively. The GGE biplot analysis showed that F415 was the most desirable genotype across all environments followed by G111 and SE22 and high yield was associated with stability across environments. It could be concluded that GGE-biplot represented on excellent toolbox for agronomists, plant breeders, geneticists and biometricians to interpret and understand GEI data in METs to assess gene action and quantitative traits loci. That technique was effective to derive the most stable genotype with high yield and in extracting stable genotype with high yield. The F415 and G111 genotypes were the best for being more stable than others for comparing soybean genotypes for stability.

Keywords: soybean genotypes, genotypes X environment interaction GGE biplot, , stability.

## المقدمة

البيئات يمكن ان يسهم في زيادة تقدير قابلية التوريث للصفات المقاسة ويعجل من معدل الحاصل الانتخابي ويقوي من القابلية التنافسية لإنتاج البذور ورفع حاصل البذور في وحدة المساحة (3). اتضح من عدد من المقالات ان طريقة GGE biplot كانت فعالة لتحليل بيانات البيئات وتقييم التراكيب الوراثية وتميز بيئة الاختبار بسبب خاصية inner-product، واطهرت طريقة GGE biplot ان البيئات وقعت في بيئتين كبيرين وان تأثير GE في الحاصل يمكن ان يكشف من خلال الانتخاب غير المباشر لوزن الحبة والازهار المبكر(23). اشار Kaya وآخرون (12) ان قيم PC1 للتراكيب الوراثية كان اكبر من صفر وهذا يعني التراكيب الوراثية اكثر تطبعا واعلى حاصلًا بينما الاقل من الصفر مثلت التراكيب الوراثية غير المتطبعة والاقل حاصلًا. اما قيم PC1 و PC2 القريبة من صفر فإنها تمثل التراكيب الوراثية الاكثر ثباتًا باستخدام طريقة GGE biplot كما استخدم تقانة الرسم Biplot لعرض بيانات تداخل G+GE لتجارب البيئات المتعددة METs. فقد انشأت هذه التقانة من تحليل Multivariate بفصل بيانات GEI بتحليل المكون الرئيس (10). كما افترض Yan وآخرون (19) ان GGE-Biplot تعتمد على تحليل القيمة الشاذة (SVD) لبيانات GE المركزة بيئيًا او المعدلة ضمن البيئة -Environmental-centered or within-environment standardized. فقد استخدمت هذه التقانة في تحليل بيانات GEI في البحوث الزراعية (2 و 3 و 9 و 11 و 13 و 15 و 16 و 17). كانت هذه التقانة مفيدة لباحثي المحاصيل لتقييم الثبات لعدة محاصيل. وجد Dehghani وآخرون (5) ان تطبيق تقانة GGE-Biplot كانت فعالة في صنع قرار الانتخاب في مواقع مختلفة. في الجزائر استخدم Meziani وآخرون (14) AMMI Biplot لتحليل بيانات تراكيب وراثية من الشعير في مواقع متباينة. اذ شخصت تركيبين وراثين قد تفوقا في تلك المواقع. يهدف العمل البحثي الحالي الى تحليل بيانات حاصل بذور فول الصويا بتقانة GGE-Biplot وتقييم مواقع الاختبار وتحديد اداء تراكيب وراثية مختلفة في موقعين في العراق وتحديد ثباتية حاصل البذور.

يعد محصول فول الصويا من المحاصيل المهمة في العالم، لذا فالتداخل بين التركيب الوراثي والبيئة ينتج عنه اختلافات مهمة في اداء تلك التراكيب الوراثية عندما تقيم في مواقع مختلفة (25). ان فهم التداخل بين التراكيب الوراثية والمواقع ضرورة ملحة للكشف عن اداء تلك التراكيب الوراثية عندما تقيم في مواقع مختلفة، لذا اهتم الباحثون في دراسة تأثير التداخل الوراثي x البيئي (GEI) Genotype x Environment وتحليل تجارب الاصناف المزروعة في بيئات متعددة باستخدام Biplot analysis لإعطاء التوصية بزراعة التركيب الوراثي المناسب لهذه البيئات (24). افترض Yan وآخرون (24) و Yan (21) ان GGE biplot يتألف من مكونين PC1 و PC2 (Principal component analysis). ففي التجارب متعددة البيئات تقيم اصناف عديدة في بيئات مختلفة وهذا يسمح بتقييم تداخل التركيب الوراثي مع البيئة (GEI) لأنه افق مهم في برامج تربية النبات فهو يهدف الى انتخاب التراكيب الوراثية المتفوقة في تجارب اداء المحصول لتحسين وتطوير اصناف خاصة او موصى بها بشكل كبير، وبذا فان اعتماد وتسجيل تلك التراكيب الوراثية يعتمد على استقرار حاصل الصنف في بيئات متعددة، كما يمكن تحديد الصنف الامثل في الاداء والثبات عبر بيئات متغايرة (15 و 19 و 23). يشار الى اغلب الصفات الاقتصادية والحقلية المهمة كحاصل البذور بانها صفات كمية تتداخل مع البيئة في كثير من الاحيان GEI لذا تستخدم باستمرار لتقييم استجابة الاصناف المتميزة للتباين البيئي (2)، واكد ذلك Elshookie و Al-Rawi (8) على ان صفة حاصل التركيب الوراثي والصفات الكمية الاخرى لها اهمية في تحديد صلاحية الصنف المزروع في بيئة معينة، وفي مجال تحليل التداخل البيئي الوراثي باستخدام طريقة GGE-Biplot وجد Abbas (1) ان الاصناف DT84, Lee74, M103 تفوقت في اربع بيئات باعتماد بيانات حاصل البذور. كما اشار Elshookie و Almehemdi (7) الى كفاءة هذه التقانة في استخلاص التباينات الناتجة عن تداخل البيئة مع التراكيب الوراثية وسهولة اختبار الاصناف بدرجة كبيرة في مناطق بيئية متعددة. ان الفهم الجيد للظروف البيئية المختلفة مع تقييم تلك الاصناف في تلك

## المواد والطرائق

## جدول 1. المعلومات التاريخية ومنشأ التركيب الوراثية

## لمحصول فول الصويا

Genotype	Description	Seed source
G111	Cultivar	Industrial Crops Com.
F412	Hybrid	G83 X TN12
F415	Hybrid	G22 X IPA
LS75	Selected	
SE22	Cultivar	Industrial Crops Com
SE83	Cultivar	Industrial Crops Com.
SL50	Selected	

## النتائج والمناقشة

## اداء التركيب الوراثية في المواقع

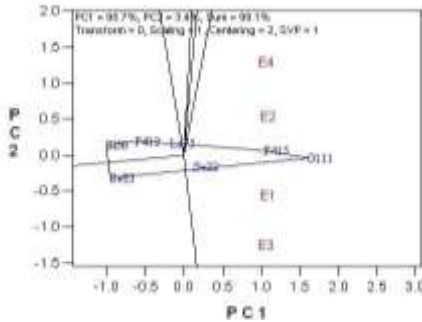
يظهر تحليل GGE-Biplot ان المكون الرئيس PC1 قد استخلص 95.7% و PC2 3.4% من مجموع التباين الكلي (99.1%). فقد قسم تحليل GGE-Biplot الرسم الى لوحتين مزدوجتين ثانويتين sub-biplots، فالأولى فوق خط الصفر الافقي والثانية تحته. اذ يبين شكل 1 العلاقة الممكنة بين البيئات الاربع فقد كانت قريبة من بعضها وعلى خط عمودي واحد، فهذه العلاقة يمكن ان توضحها الزاوية الحادة بين محاور هذه البيئات الممتدة من نقطة الاصل (Midpoint=0). اذ ان التركيب الوراثية الواقعة على المحور الموجب (على يمين نقطة الاصل من المحور) تمتلك اعلى حاصل. لكن تلك الواقعة على الجانب السالب من المحور تعطي ادنى حاصل، اما تلك الواقعة على نفس خط الموازية نسبة للإحداثي العمودي فهي تمتلك نفس الحاصل. لذا تمتلك التركيب الوراثية G111 و SE22 و LS75 و F412 و SL50 اعلى حاصل بالترتيب. بيد ان التركيب الوراثي SE83 يمتلك ادنى حاصل. لكن هذه التركيب الوراثية لم تكن ثابتة. يمكن تصنيف التركيب الوراثية بطريقة Biplot مع اتجاه عقرب الساعة بترتيب F415 < LS75 < SE22 < SE83 < SL50 < F412 < G111. بالنسبة للثباتية، يعد التركيب الوراثي F415 مثالي وثابت. عموماً التركيب الوراثي الواقع قريب من نقطة الاصل (Midpoint) يمكن ان يعد ثابتاً مع تفاعل منخفض مع البيئة. قد يشار للتركيب الوراثي بانه optimal عندما يقع قريب من النهاية الموجبة لمتوسط محور المواقع والمسافة العمودية عن ذلك المحور يجب ان تكون قليلة. وفي هذه

زرعت سبعة تركيب وراثية من محصول فول الصويا في موقعين هما بغداد وصلاح الدين. اختبرت التركيب الوراثية باستخدام تصميم القطاعات الكاملة المعشاة بثلاث مكررات وقد اعيدت التجربة لسنتين متتاليتين (2008 و 2009)، لذا عدت اربع بيئات. زرعت بذور التركيب الوراثي على مروز في الواح 3 x 3 م<sup>2</sup>، المسافة بين مرز واخر 75 سم بكثافة نباتية 150 ألف نبات.ه<sup>-1</sup>. اضيف السماد الفوسفاتي والنتروجيني لكل موقع بمعدل 80 كغم P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ه<sup>-1</sup> و 160 N.ه<sup>-1</sup>، بالتتابع. اخضعت بيانات حاصل البذور لتحليل GGE-Biplot لاختبار تداخل GEI لمتوسطات حاصل بذور التركيب الوراثية لموقعي الدراسة وفي سنتين. استخلص اول مكونين رئيسيين PC<sub>1</sub> و PC<sub>2</sub> يتركب منهما GGE-Biplot من متوسطات الحاصل الممركزة على متوسطات البيئة بتحليل القيمة الشاذة. لم تخضع البيانات للتحويل (Transform=0) ولكنها عدلت حسب مقياس (scale=1) اي بقسمتها على الانحراف القياسي وتمركزها حسب البيئة (centering=2) (G+GE) وهي تمثل تمركز الفاحص وهو البيئة. تم انشاء GGE-Biplot لعرض تحليل الحاصل باستخدام اداء التركيب الوراثية في المواقع ونمط اين منها متفوق وتصنيف التركيب الوراثية على اساس كل من الحاصل والثباتية ومحور متوسط الفاحص لتقييم المدخل (التركيب الوراثي) والعلاقة بين المدخلات (21) المستخلصة من اخضاع بيانات الحاصل الممركزة على متوسطات البيئة لتحليل القيمة الشاذة باعتماد المعادلة

$$Y_{ij} - \beta_j = \lambda_1 \zeta_{i1} \eta_{j1} + \lambda_2 \zeta_{i2} \eta_{j2} + \varepsilon_{ij}$$

اذ يمثل  $Y_{ij}$  حاصل التركيب الوراثي  $i$  في البيئة  $j$  و  $\beta_j$  متوسط حاصل كل التركيب الوراثية في البيئة  $j$  و  $\lambda_1$  و  $\lambda_2$  القيم الشاذة للمكونين الرئيسيين PC<sub>1</sub> و PC<sub>2</sub>، بالتتابع و  $\zeta_{i1}$  و  $\zeta_{i2}$  قيم متجهات eigenvectors للتركيب الوراثي  $i$  للمكونين الرئيسيين PC<sub>1</sub> و PC<sub>2</sub> بالتتابع و  $\eta_{j1}$  و  $\eta_{j2}$  قيم متجهات eigenvectors للبيئة  $j$  للمكونين الرئيسيين PC<sub>1</sub> و PC<sub>2</sub> (Principal component analysis) بالتتابع و  $\varepsilon_{ij}$  هو المتبقي من الانموذج المرتبط بالتركيب الوراثي  $i$  والبيئة  $j$ .

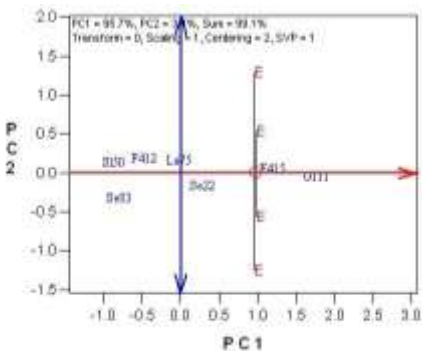
التركيب الوراثي LS75 فقد وقع داخل المضع وقريب من نقطة الاصل مما يعني ان هذا التركيب الوراثي امتلك اقل تداخل مع تغير البيئة. كذلك يلاحظ من المضع ان التركيب الوراثي SE22 قد وقع على الخط الجانبي للمضع الذي رؤوسه G111 و SE83 هذا يعني انه وسط بين هذين التركيبين الوراثيين.



شكل 2. توزيع سبعة تراكيب وراثية من فول الصويا في البيئات الاربع باعتماد اداة المضع

#### ترتيب التراكيب الوراثية باعتماد المتوسط والثباتية

يوضح شكل 3 ترتيب التراكيب الوراثية باعتماد افضل تركيب وراثي. فقد يبين الرسم ان التركيب الوراثي F415 كان قريب جدا من التركيب الوراثي المثالي المائل نحو النهاية الموجبة للمحور باقل فاصلة عمودية عن الخط المتبوع بالتركيب الوراثي G111. قد يعرف التركيب الوراثي او الصنف المثالي Ideal بانه ذلك التركيب الوراثي او الصنف الممتلك لأعلى حاصل اي انه يمثل اكبر اسقاط على احدائي متوسط الفاحص (البيئة) المتمثل بالمحور السيني (x) تجاه بيئات الاختبار كما انه يكون ثابتا ويتمثل بثباته بأقصر اسقاط على احدائي متوسط الفاحص المعبر عنه بالمحور الصادي (y) (19). فمن شكل 3 تمثل الدائرة الصغيرة على المحور السيني ومركز متجهات البيئات هي التركيب الوراثي المثالي.

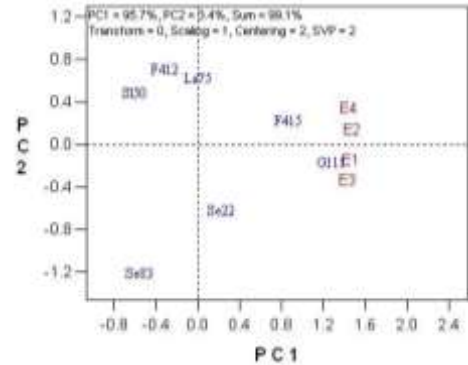


شكل 3. مقارنة سبعة تراكيب وراثية من فول الصويا مع التركيب الوراثي المثالي. يشار للبيئات بالحرف E.

الحالة الخاصة يكون التركيب الوراثي F415 و G111 هما افضل التراكيب الوراثية.

#### جدول 2. متوسط حاصل سبعة أصناف من فول الصويا في أربع بيئات (طن.ه<sup>-1</sup>)

متوسط	البيئات				التركيب الوراثية
	Saladin9	Saladin08	Baghdad9	Baghdad08	
2.5575	2.43	2.54	2.53	2.73	G111
2.0000	2.05	1.95	2.03	1.97	F412
2.4125	2.37	2.42	2.39	2.47	F415
2.1150	2.11	2.00	2.14	2.21	LS75
2.1950	2.11	2.25	2.16	2.26	SE22
1.9325	1.83	2.00	1.89	2.01	SE83
1.9100	1.95	1.85	1.93	1.91	SL50
2.16036	2.12143	2.14429	2.15286	2.22286	متوسط

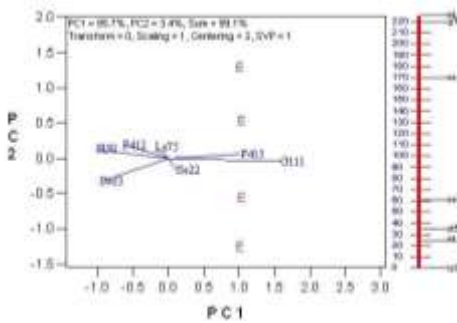


شكل 1. توزيع 7 تراكيب وراثية من فول الصويا بتحليل GGE-Biplot

#### تفوق التراكيب الوراثية في بيئات متعددة

يمتلك عرض نمط which-won-where بتحليل biplot اهمية كبيرة لتقييم وجود بيئات كبرى E-mega متباعدة عند تطبيق تجارب حاصل في بيئات متعددة MEYT لمنطقة ما. لذا فهذا النمط من ادوات Biplot المستخدمة في انشاء مضع لتحديد افضل التراكيب الوراثية لكل بيئة لأنها افضل تقانة تعرض تداخل الانماط بين التراكيب الوراثية والبيئات واكثر طريقة فاعلة في تفسير Biplot. فالمضع يربط التراكيب الوراثية البعيدة عن نقطة اصل Biplot بالرسم. بذا فالتركيب الوراثية في كل مقطع من المضع تمتلك اعلى حاصل في البيئة الواقعة في ذلك المقطع. ففي شكل 2 الخطوط الناشئة من نقطة الاصل لكل جانب من المضع والعمودية على خطوط الجوانب الاخرى من ذلك المضع او امتداداتها تقسم المضع الى مقاطع متعددة لتميز التركيب الوراثي الخاص بأكبر تطبع للبيئة ورؤوسه G111 و SE83 و SL50 و F412. بذا يكون التركيبان الوراثيان F415 و G111 افضل التراكيب الوراثية ثابتا في البيئات الاربع. اما

SE83. بيد ان المجموعة الرابعة وقعت اعلى يسار نقطة الاصل وتضم التراكيب الوراثية SL50 و F412 و LS75. ويتأكد هذا التصنيف بالخريطة الخطية. اذ لوحظ من هذه الخريطة الخطية ان التراكيب الوراثية F415 و G111 وقعت في قمة الخريطة. بينما وقعت التراكيب الوراثية SL50 و F412 و LS75 في اسفل الخريطة. ووقع التركيب الوراثي SE22 في الوسط القريب من القمة ووقع التركيب الوراثي SE83 في اسفل الوسط القريب من اسفل الخريطة. باعتماد هذه الحقيقة الخاصة فان افراد القمة مرتبطة مع بعضها البعض كذلك الافراد الواقعة اسفل الخريطة بسبب الزاوية الحادة بين افراد كل مجموعة من التراكيب الوراثية(شكل 5).



شكل 5. استعراض Biplot للعلاقة بين سبعة تراكيب وراثية من فول الصويا مع الخريطة الخطية

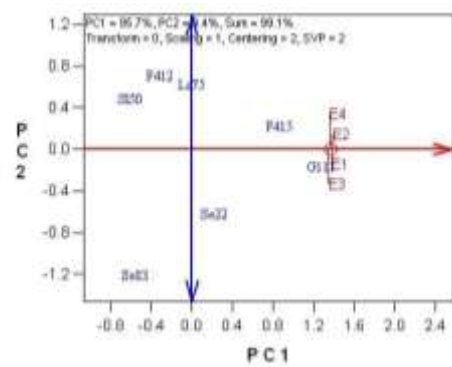
لقد شخص تحليل GGE-Biplot افضل التراكيب الوراثية تجاه البيئات وهو التركيب الوراثي F415 تبعه التركيب الوراثي G111 ثم التركيب الوراثي SE22 وهذه التراكيب الوراثية مرغوب بها في برامج تربية النبات. اما التراكيب الوراثية مثل SE83 و SE50 و F412 و LS75 غير مرغوب بها في هذه البيئات، وهذه النتيجة يوافقها ما اكده الباحثون بان طرائق وادوات GGE-Biplot مفيدة في تمييز البيئات الافضل في التشخيص الوراثي للتراكيب الوراثية ذات المصادر المحدودة (11 و 17 و 18).

## REFERENCES

- 1- Abbas , J. M., A. F. Almeheidi and N. H. Abdullah. 2012. Analysis of genotype x environment interaction and cultivar x trait data for soybean. Iraqi J. Agric. Sci. 43 (2): 35-44
- 2-Akçura, M., S. Taner. And Y.Kaya. 2011. Evaluation of bread wheat genotypes under irrigated multi-environment conditions using GGE biplot analyses. Agric.(Zemdirbyste) 98(1):35-40.

## متوسط الحاصل وثباتية التراكيب الوراثية

يملك GGE-Biplot اختيار خاص يسمح بتكامل اداء الحاصل مع الثباتية من بين افراد التراكيب الوراثية المختبرة في MET. يظهر شكل 4 ان احداثي متوسط الفواحص (ATC x-axis) المار من نقطة الاصل للرسم والسهم يمثل النهاية الموجبة للمحور. اذ يشير محور ATC الى متوسط الحاصل واداء الثباتية للتراكيب الوراثية. فقد تم تقريبها بإسقاطات مؤشرات على محور ATC. فقد صنف تحليل Biplot التراكيب الوراثية المختبرة على اساس اداء حاصلها  $SL50 < SE83 < SE22 < G111 < F415 < F412 < LS75$ . شخص التركيبيان الوراثيان بانهما تركيبا القمة. بيد ان التراكيب الوراثية SE83 و SL50 و F412 و LS75 مثلت تراكيب القعر. بينما كان التركيب الوراثي SE22 وسط بين المجموعتين.



شكل 4. احداثي متوسط الفواحص بطريقة GGE-Biplot.

التراكيب الوراثية على الخط الموازي لخط قيم  $PC_1$  والبيئات على طول الخط الموازي لخط قيم  $PC_2$

## العلاقة بين التراكيب الوراثية

يشير شكل 5 ان متجهات سبعة تراكيب وراثية من فول الصويا قد اظهرت علاقة متداخلة وتوضح الخريطة الخطية الواقعة على يمين Biplot العلاقة بين التراكيب الوراثية. فقد يمثل الارتباط بين كل متجهين خاصين بتركيبيين وراثيين بجيبتمام الزاوية بينهما(11 و 22). لذا يظهر تحليل Biplot الخاص بالعلاقة بين التراكيب الوراثية اربع مجموعات من هذه التراكيب. فالمجموعة الاولى الواقعة على يمين نقطة الاصل للرسم وتضم تركيبيين وراثيين هما F415 و G111. وتقع المجموعة الثانية على اسفل يمين نقطة الاصل وتضم تركيب وراثي واحد وهو SE22 وتقع المجموعة الثالثة اسفل يسار نقطة الاصل وتضم تركيب وراثي واحد وهو

- 3-Badu-Apraku, B.,R.O.,Akinwale.,A. Menkir, K.Obeng-Antwi., A.S. Osuman, N. Coulibaly, J.E. Onyibe, G.C.Yallou, M.S AbdullaI. And A. Didjera. 2011. Use of GGE-biplot for targeting early maturing maize cultivars to mega-environment in West Africa. *Afri. Crop Sci. J.* 19:79-96.
- 4- Zhe,Y., J.G.Lauer, R.Borges and N. de Leon.2010. Effect of genotype X environment interaction on agronomic traits in sorghum. *Crop Sci.* 50: 696-702.
- 5-Dehghani, H., A, Ebad A. and A.Yousaefi. 2006. Biplot analysis of genotype by environment interaction for barley yield in Iran. *Agron.J.* 98:388-393.
- 6-Yan W., M.S.Kang, B.Ma,S. Woods.and P.L. Cornelius. 2007. GGE Biplot vs. AMMI Analysis of Genotype-by-Environment Data. *Crop Sci.* 47:643-653.
- 7- Elsahookie, M. M. and A. F. Almehemdi. 2008. Principal component analysis to test stability of cultivars across environments: A tutorial review article. *Iraqi J. Agric. Sci.* 39(1): 102-115.
- 8-Elsahookie,M.M. and O.H.AL-Rawi. 2011. Efficency of some equations to analyze genotype x environment interactions. *Iraqi J. Agric. Sci.* 42(6): 1-18
- 9-Gabriel, K.R. 1971. The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. *Biometrika* 58:453-467.
- 10-Gauch, H.G. and W Z.R. 1997. Identifying mega-environments and targeting genotypes. *Crop Sci.* 37:311-326.
- 11-Gauch H.G. 1992. *Statistical Analysis of Regional Yield Trials: AMMI Analysis of Factorial Designs* Elsevier, Amsterdam, Netherland.
- 12-Jandong, E.A., M.I U. and B.C O. 2011. Determination of yield stability of seven soybean (*Glycine max*) genotypes across diverse soil pH levels using GGE biplot analysis. *J. Appl. Biosci.* 43:2924-2941.
- 13-Kaya,Y.,M.Akcura and S.Trener. 2006. GGE-Biplot analysis of multi-environment yield trials in bread wheat. *Turk. J. Agric. For.* 30:325-337.
- 14.Meziani,N.,H.Bouzerzour,A.Benmahammed, A. Menad, and A. Benbelkacem. 2011. Performance and adaptation of barley genotypes (*Hordeum vulgare* L.) to diverse locations. *Advan. Environ. Biol.* 5: 1465-1472.
- 15-Mohammadi, R.,R. Haghparast,A. Amri, S. Ceccarelli andH.T. Buck. 2010. Yield stability of rainfed durum wheat and GGE biplot analysis of multi-environment trials. *Crop Past. Sci.* 92:101.
- 16-Mujahid, M.Y., Z. Ahmad,M. Ashraf, M.A.Khan, M. Asif and M. Qamar. 2011. GGE-biplot analysis of advanced bread wheat lines across different sites of Pakistan. *Pak. J. Bot.* 43:293-299.
- 17-Perkins, J.M. and J.L. Jinks. 1968. Environmental and genotype-environmental components of variability III. Multiple lines and crosses. *Heredity* 23:339-356.
- 18-Tonk, F.A., E. Ilker. And M. Tosun. 2011. Evaluation of genotype x environment interactions in maize hybrids using GGE biplot analysis. *Crop Breed. Appl. Biotechn.* 11: 1-9.
- 19-Ullah, H., I. H.Khalil., I.A. Khalil and G.S.S.Khattak. 2011. Performance of Mungbean Genotypes Evaluated in Multi-Environmental Trials Using the GGE Biplot Method. *Atlas J. Biotechn.* 1:1-8.
- 20-Van Eeuwijk, F.A.,M. Malosetti, X.Y.Yin, P.C.Struik and P.Stam. 2005. Statistical models for genotype by environment data: from conventional ANOVA models to eco-physiological QTL models. *Aust. J. Agric. Res.* 56:883-894.
- 21-Yan, W., L.A. Hunt, Q Sheng. and Z.Szlavnic. 2000. Cultivar Evaluation and Mega-Environment Investigation Based on the GGE Biplot. *Crop Sci.* 40.
- 22-Yan, W. 2001. A Windows Application for Graphical Analysis of Multienvironment Trial Data and Other Types of Two-Way Data. *Agron.J.* 93:1111-1118.
- 23-Yan,W. and I.Rajcan.2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. *Crop Sci.* 42:11-20.
- 24-Yan, W. and M.S. Kang. 2003. *GGE Biplot Analysis: A Graphical Tool for Breeders, Geneticists, and Agronomists* Press Boca Raton, FL,USA.
- 25- Yan,W. and N.A.Tinker.2005. An integrated system of biplot analysis for displaying, interpreting and exploring genotype by environment interaction. *Crop Sci.* 45:1004-1016.