

صنع قرار الانتخاب بطريقة GGE Biplot

² زياد اسماعيل عبد

استاذ مساعد

¹ علي فدعم عبدالله المحمدي

استاذ مساعد

¹وحدة الزراعة النسيجية والتقانات الاحيائية-مركز دراسات الصحراء- جامعة الانبار - الرمادي

Dr.ziyad20005@yahoo.com

Agge_biplot@yahoo.com

المستخلص

نفذت تجربة حقلية في محافظة الانبار في الموسم الشتوي 2011-2012 بهدف اتخاذ قرار انتخاب تراكيب وراثية من محصول الكراوية وادخالها في برامج تربية لاحقة واختبار فعالية طريقة GT Biplot وانموذجي الانتخاب لصفات متعددة هما multi-trait selection master و multi-trait selection against checks المرفقين ببرنامج GGE Biplot لسبعة تراكيب وراثية بست صفات لمحصول الكراوية. اذ وزعت التراكيب الوراثية ضمن تصميم القطاعات الكاملة المعشاة بثلاثة مكررات. اظهرت النتائج فعالية هذه التقانات في استخلاص المعلومات، فقد استظهرت طريقة GT Biplot 92.6% من التباين الكلي. كما اشارت الى ارتباط معنوي بين ارتفاع النبات وعدد النورات الثانوية وكانت هاتين الصفتين اقرب الصفات الى حاصل النبات وارتبط عدد الافرع معنويًا مع عدد النورات الرئيسية. لقد ارتبطت التراكيب الوراثية منتخب جيل 1 وبلدي مع حاصل النبات ونسبها مع ارتفاع النبات وعدد النورات الثانوية وموصل ويري مع عدد الافرع وعدد النورات الرئيسية. كما استخلص انموذج الانتخاب لصفات متعددة master خمسة تراكيب وراثية هي بري وموصل وبلدي وسوري ومنتخب جيل 1 من بين سبعة تراكيب وراثية. اذ ينتخب بري لقطر النورة الرئيسية وعدد النورات الرئيسية وموصل على اساس عدد الافرع وبلدي لحاصل النبات وعدد النورات الثانوية وسوري لارتفاع النبات. اما الانموذج الثاني against checks فهو يمثل مرشح لهذه الصفات ومكمل للانموذج الاول فقد مرت صفتا قطر النورة الرئيسية وعددها في التركيب الوراثي بري وارتفاع النبات وعدد النورات الثانوية في التركيب الوراثي بلدي وارتفاع النبات في التركيب الوراثي موصل. يمكن ان يستنتج من التقانات الثلاث ان افضل ثلاثة تراكيب وراثية هي بري وبلدي وموصل وتشابه الانموذج الثاني مع طريقة GT Biplot نوعا ما فقد كانت هذه الادوات الثلاث فعالة في استظهار المعلومات من بيانات الصفات المتعددة. لذا يمكن الايضاء بادخال هذه التراكيب الوراثية x الصفات المتعددة في تجارب سنوات ومواقع مختلفة للخروج بمعلومات اكثر دقة لادخالها في برامج تربية وتحسين محصول الكراوية.

الكلمات المفتاحية: الكراوية، GT Biplot، multi-trait selection master، multi-trait selection against checks

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences – 47(1): 208-215, 2016

Al-Mehemdi & Abed

DECISION MAKING OF SELECTION USING GGE BILOT

¹A. F. A. Al-Mehemdi

Assist Prof.

²Z. A. Abed²

Assist Prof.

¹Tissue Culture and Biotechnology Unit, Center of Desert Studies, University of Anbar, Ramadi²Dept. of Field Crop - Coll. of Agric. – Univ. of Baghdad

Agge_biplot@yahoo.com

Dr.ziyad20005@yahoo.com

ABSTRACT

Field experiment was conducted out Al-Anbar in winter season of 2011/2012 to investigate decision making of selection to the genotypes of caraway *Carum carvi* L. thus, to introduce in consequent breeding program and test effectiveness of GT Biplot and two model of multi-trait selection, master and against checks jointly in GGE Biplot software for seven genotypes by six traits of caraway. Genotypes were randomly distributed underwith RCBD design with three replicates. Results revealed that these techniques were effective to derived information from data. Where, GT Biplot extracted 92.6% of total variation. Furthermore, it was indicated that was significant association between plant height and umbellets no. which those traits were the closest to yield. Also, branches no. significantly correlated with umbels no. the previous technique distributed the genotypes selected F1 and Balady with yield per plant and proportionally with plant height and umbellets no., Mosul and Bery with branches and umbels no. multi-trait selection-master derived five genotypes from seven viz., Bery, Balady, Mosul, Sury and rather selected F1. Where, Bery is selected depended on umbels diameter and umbels no., Mosul on branches no., Balady on yield per plant and umbellets no. and Sury on plant height. Whereas, second model-against checks is represented as a filter for these traits and complementary for first model-master which umbel diameter and umbel no. were passed for genotype Bery, plant height and umbellets in Balady and plant height in Mosul. Finally, it could be inferred from these three techniques that the best three genotypes were namely Bery, Balady and Mosul. Moreover, the second model was rather similar to GT Biplot. Generally, those techniques were effectively mining information from multi-traits. Therefore, it could be recommended to introduce these genotypes by multi-traits in different years by locations trials to obtain most precisely informative data in order to establish breeding program and improvement of caraway.

Key words: *Carum carvi* L., GT Biplot, multi-trait selection master, multi-trait selection against checks

المقدمة

اشار Nasralla وآخرون (7) الى ان الطريقة انفة الذكر كانت فعالة في استخلاص المعلومات بمقدار 86.1 و 85.3% لموسمين من تداخل ستة اصناف من فستق الحقل مع صفات الحاصل لموسمين. قد تستخلص الارتباطات بين الصفات بهذه الطريقة فقد وجد Abbas وآخرون (1) ارتباط معنوي (زاوية حادة) بين حاصل البذور وارتفاع النبات ووزن البذور عند استخدام هذه الطريقة على محصول فول الصويا. في الحنطة، بين Mishra وآخرون (6) ان هذه الطريقة استخلصت ارتباط معنوي موجب بين حاصل الحبوب وعدد الاشطاء بالمتر المربع والقوة المبكرة وارتبط سلبا مع اصفرار اطراف الاوراق فقد اعطى زاوية مقدارها 180° درجة مع هذه الصفة. استنتج Farshadfar وآخرون (4) على المحصول السابق نفسه بهذه الطريقة ان الصفات المرتبطة يمكن ان تستخدم كمعيار انتخابي لتحسين تحمل محصول الحنطة للجفاف. لقد ادخلت طريقة GT-Biplot كاداة احصائية متعددة المتغيرات لاستكشاف افاق البيانات متعددة الاتجاهات من ثم استخلاص اكثر المعلومات من مكونات التداخل فيها. كما تمتلك هذه الطريقة المقدرة على تمييز التركيب الوراثية بصفات مرغوبة ذات النفع لتربية سلالات جديدة. نفذت هذه الدراسة لاختبار فعالية هذه الطريقة في صنع قرار الانتخاب في محصول الكراوية. كذلك لاختبار نموذج multi-trait selection باستخدام selection master multi-trait و multi-trait selection- against checks ومقدرتهما في استخلاص المعلومات للبت بقرار الانتخاب باعتماد عدد من الصفات لمحصول الكراوية.

المواد والطرائق

نفذت تجربة حقلية في احد الحقول الخاصة في الفلوجة/ محافظة الانبار خلال الموسم 2011-2012. طبقت التجربة باستخدام تصميم القطاعات الكاملة المعشاة بثلاثة مكررات، إذ تم تحضير الأرض بحراستها حراثتين متعامدتين وتسويتها ثم تقسيمها إلى وحدات تجريبية بأبعاد 3 × 3 م، ضمت أربعة مروز بين مرز وآخر 0.75 م والمسافة بين وحدة تجريبية وأخرى 0.5 م وبين مكرر وآخر 1 م. تمت زراعة بذور اصناف الكراويا في 2011/10/30 بمسافة 0.25 م بين جورة وأخرى على المرز. أجريت كافة عمليات خدمة التربة والمحصول حسب التوصيات (Almehemdi

ان الصفات الحقلية ومقاومة الافات المحددة للتناقل ونبات الاداء تعد اهداف اساسية في برامج التربية. لذا فالانتخاب على اساس صفات متعددة هدف رئيس لكل مربي النبات، فمن المعلوم ان هذه الصفات هي نتيجة لتاثير عوامل الوراثة والبيئة وتداخلتهما. لذا فتداخل التركيب الوراثي X البيئة يمثل سبب أخر للأسباب الرئيسة في تحديد اختلاف تلك الصفات بين تراكيب وراثية مختلفة، فقد وجد Toxopeus و Lubberts (10) اختلافات معنوية بين عشرة تراكيب وراثية من الكراوية وبين مواقع الزراعة في هولندا لحاصل مركب carvone المكون الرئيس للزيت الطيار في هذا المحصول، إذ لاثبات ذلك واستظهار اكبر قدر ممكن من المعلومات فقد طبقت عدة تقانات فمنها احصائية والبعض الاخر يعتمد على الرسم كطريقتي GGE-Biplot و Biplot AMMI (5 و 8 و 11) هاتين الطريقتين يمكن ان تدرس صفات عدة لعدة تراكيب وراثية لاستصدار رسم جديد يطلق عليه GT-Biplot. درس ثبات صفات انتاجية كحاصل الثمار ومحتوى الزيت الاساسي لعدة اصناف تابعة لانواع من النباتات الطبية تابعة للعائلة المظلية كمحصول الكراوية *Carum carvi* L. اذ بينت طريقة GT- Biplot علاقة ارتباط ايجابية بين نسبة الزيت ومحتوى الكلوروفيل وحاصل الزيت الطيار وحاصل الثمار وكان وزن الف ثمرة اقرب الى هذه المجموعة. بينما ارتبط عدد النورات الثانوية مع الوزن الجاف. ارتبط عدد الفروع ايجابا مع ارتفاع النبات وعدد النورات الرئيسية، تمثل هذه العلاقة الزاوية الحادة بين متجهات الصفات في محصول الكراوية بتاثير مواعيد الزراعة ومواسم النمو في صنفين منها (2). يمكن ان تستخدم طريقة GT-Biplot لمقارنة الاصناف والمواعيد على اساس صفات متعددة ولتميز الاصناف الجيدة بمواعيد مناسبة في افاق معينة. لذا يمكن ان ترشح لتكون اباء وادخالها لاحقا في برامج انتاجية او تربية وتحسين. هذه الطريقة تعد اداة فعالة في استخلاص بيانات الصفات المتعددة (12)، ففي هذه الطريقة للتحليل تعرض بيانات التركيب الوراثية x الصفات بالرسم وتسمح بتوضيح العلاقات بين الصفات تجاه التراكيب الوراثية. استنتج Sabaghnia (9) ان هذه الطريقة هي مفيدة في فهم افضل واكثر استكشافا لنمط التداخل في البيانات.

Multi-trait selection - Against الأداة الثانية checks

تسمح هذه الأداة بانتخاب على أساس صفا متعددة (أو بيانات متعددة) من خلال مقارنة تراكيب وراثية لمقارنات متخصصة لكل صفة. إذ يمكن يدويا انتخاب نقطة الفحص (المقارنة) لكل صفة، أو استخدام متوسط أفضل مجموعة من نقاط الفحص للمقارنة معها. إذا استخدمت كل التراكيب الوراثية كنقاط فحص فيمكن استخدام متوسط أو أفضل فحص كلي باستخدام شريط المهام لكل صفة. على سبيل المثال، يعد التركيب الوراثي مجاز الاختبار أو الفحص إذا كان حاصله أكبر بمقدار 105% من تراكيب الفحص (checks).

يحتوي ملف المخرجات للأداة الثانية على

- 1- البيانات الاصلية
- 2- قيمة المقارنة لكل صفة
- 3- البيانات النسبية (القيم نسبة الى تراكيب الفحص التي خصصت).

4- المارة من الشريط أو لا لكل صفة وعدد الترخيصات لكل تركيب وراثي

طريقة GT-biplot لدراسة الصفات

يمكن لبرنامج GGE-Biplot ان يحلل بيانات ذات اتجاهين (الاعمدة والصفوف)، أو مواقع × اصناف، بيانات × تراكيب وراثية أو صفات × تراكيب وراثية (12)، لذا استخدمت هذه الطريقة لدراسة صفات × التراكيب وراثية، لان هذا البرنامج يعرض النتائج بشكل رسم biplot إذ يعتمد على الانموذج الرياضي:

$$(\alpha_{ij}-\beta_j)/\sigma_j = \sum_{n=1}^2 \lambda_n \xi_{in} \eta_{jn} + \varepsilon_{ij} = \sum \xi_{in} \eta_{jn} + \varepsilon_{ij}$$

اذ تمثل α_{ij} قيمة متوسط التركيب الوراثي i للصفة j . وتمثل β_j قيمة متوسط كل التراكيب الوراثية للصفة j . ويمثل σ_j الانحراف القياسي للصفة j بين متوسطات التركيب الوراثي. والرمز λ_n القيمة المفردة للمكون الرئيس والرمز ξ_{in} قيم المكون الرئيس للتركيب الوراثي i والرمز η_{jn} قيم المكون الرئيس للصفة j . اما الرمز ε_{ij} المتبقي من الانموذج المرتبط بالتركيب الوراثي i في الصفة j .

شكل 2. واجهة العمل للأداة الثانية

النتائج والمناقشة

الاداة الاولى

يبين جدول 1 النتائج المعتمدة على مخطط الانتخاب الشامل المتمثل بشكل 1 و 2 في المواد والطرائق، اذ ان خمسة تراكيب وراثية مشجعة للانتخاب بسبب ان معدل الاهمال المعتمد على دليل الانتخاب كان 75% واثنين منها تهمل. فقد يترك التركيب الوراثي منتخب جيل 1 من بين التراكيب الوراثي المنتخبة عند اعتماد دليل الانتخاب على ادنى قيمة. بدأ قد تكون التراكيب الوراثية بري وموصل وبلدي وسوري كإباء لتحسين صفات مهمة في محصول الكراوية فقد منع مكون الانتخاب المستقل في المخطط في شكل 1 من اهمال هذه التراكيب الوراثي. اذ ان من المهم ان يلاحظ ان نتائج الانتخاب جدول 1 قد قدرت باوزان الصفات وبتخصيص الانتخاب ومعدلات الغريلة culling (شكل 1). اذ ان هذه الاوزان والمعدلات تعد شخصية وتعتمد على اهداف التربية وفهم نسبي للاهداف من لون الباحث ومرحلة التربية (ابتدائية او نهائية) عند الانتخاب المعمول وحجم مجتمع الانتخاب. ففي المرحلة الابتدائية قد تكون البيانات لاغلب الصفات المهمة غير متوفرة او لا يعتمد عليها (انخفاض نسبة التوريث) لذا يكون معدل culling منخفض نسبياً. لقد كانت القيم النسبية لصفات التراكيب الوراثية الخمسة المنتخبة مرتفعة عند الانتخاب لعدد الافرع عالية واهمال صفات الحاصل وعدد النورات الرئيسية والافرع منخفضة فقد سجل التركيب الوراثي بري اعلى قيمة نسبية لارتفاع النبات وعدد النورات الرئيسية وقطر النورة الرئيسية بلغت 0.92 و 1 لكل منها. بينما حقق التركيب الوراثي موصل اعلى قيمة نسبية لصفة عدد الافرع بلغت 1. اما لصفتي عدد النورات الثانوية والحاصل فقد اعطى التركيب الوراثي بلدي اعلى قيمة نسبية لهما بلغت 1 لكل منهما.

الاداة الثانية

قد تعد هذه الاداة مكتملة للاداة الاولى. يبين جدول 2. حالة الصفات باعتماد نقاط الفحص لكل تركيب وراثي سواء تجاوزت كل الصفات لنقاط الفحص لكل تركيب وراثي او جزءا منها. فقد اوضحت النتائج تجاوز صفتين من مجموع ست صفات في التركيب الوراثي بري هما قطر النورة الرئيسية وعدد النورات الرئيسية وفي التركيب الوراثي بلدي تجاوزت

صفتا ارتفاع النبات وعدد النورات الثانوية. بينما مرت صفتا عدد الافرع وارتفاع النبات للتركيب الوراثي منتخب جيل 1 و *konczewicki* و *zwycajny*. بينما مرت صفة واحدة للتركيب الوراثي موصل هي ارتفاع النبات. بيد ان في التركيب الوراثي سوري لم تمر اي صفة من نقاط الفحص. يلاحظ ان صفة ارتفاع النبات كانت مشتركة في كل التراكيب الوراثية للصفات المارة من نقاط الفحص.

طريقة GT-Biplot

تمثل هذه التقانة تداخل التركيب الوراثي X الصفات. اذ اظهرت هذه التقانة علاقات ارتباط متداخلة بين الصفات الستة تحت نموذج هذه التقانة. كما تستخدم هذه التقانة كمعيار للانتخاب المستقل المعتمد على صفات عديدة وفي تجارب الحاصل لاسيما في تقييم حاصل البذور او الثمار (2 و 12)، فهذه العلاقات المتداخلة تعتمد على تقارب متجهي كل صفتين مع بعضهما من تلك الصفات اي جيب تمام الزاوية بين كل متجهين، اذ ان معاملات الارتباط بين اي صفتين يتمثل بجيب تمام الزاوية لمتجهي كل صفتين، فاذا كانت الزاوية اقل من 90° يعني ان الصفتين مرتبطتين ايجابا (زاوية حادة)، اما اذا كانت الزاوية اكبر من 90° فهذا يعني انهما مرتبطتين سلبا (زاوية منفرجة) ومستقلة اذا كانت الزاوية مساوية 90°. يوضح شكل 3 استخلاص نسبة كبيرة من التباين الكلي بهذه التقانة 92.6% من البيانات مدعما بان الرسم الناتج منها يفسر مقدار كبير من ذلك التباين (المعلومات). فقد يلاحظ من شكل 3. ارتباط موجب بين ارتفاع النبات وعدد النورات الثانوية وارتباط معنوي بين عدد النورات الرئيسية وعدد الافرع. بينما كان قطر النورة الرئيسية اقرب الى ارتفاع النبات وعدد النورات الثانوية، كما كان حاصل النبات اقرب الى هاتين الصفتين لكن بدرجة اقل. كما يمكن ان يستخلص من شكل 3. مقاطع صفات التراكيب الوراثية لا سيما تلك الواقعة بعيدا عن نقطة الاصل من الشكل. اذ يمتلك التركيبان الوراثيان بلدي منتخب جيل 1 اعلى حاصل وعدد افرع ونورات رئيسة اقل. بينما يمتلك التركيبان الوراثيان موصل و بري اعلى متوسط لعدد النورات الرئيسية وعدد الافرع حاصل منخفض. بيد ان التركيب الوراثي سوري يمتلك اعلى متوسط ارتفاع النبات. بينما كان قطر النورة الرئيسية وسط بين الاصناف اي وقع على خط الثبات.

جدول 1. قيم الصفات النسبية (0,1) ودليل الانتخاب والقرارات المتخذة من الانتخاب المستقل لسبعة تراكيب وراثية من الكراوية

التركيب الوراثي	ارتفاع النبات	عدد الافرع	عدد النورات الرئيسية	قطر النورة الرئيسية	عدد النورات الثانوية	الحاصل	دليل الانتخاب	منتخب لصفة	Culled_for	مشجع
Weight	0.3	0.5	1	0.7	1	1				
bery	0.92	0.69	1	1	0.96	0.59	0.86	BRANCHES_H	YIELD_L	YES
mosul	0.82	1	0.82	0.88	0.98	0.66	0.85	BRANCHES_H	YIELD_L	YES
balady	0.91	0.52	0.32	0.86	1	1	0.77	BRANCHES_H	PRIMINFLO_L	YES
sury	1	0.5	0.68	0.86	0.80	0.62	0.72	BRANCHES_H	PRIMINFLO_L	YES
selesctedF1	0.91	0.48	0.26	0.86	0.92	0.76	0.68	BRANCHES_H	PRIMINFLO_L	YES
zwyuczajny	0.17	0.31	0.24	0.52	0.61	0.34	0.39	0	BRANCHES_L	NO
konczewicki	0.17	0.31	0.24	0.52	0.61	0.31	0.39	0	BRANCHES_L	NO

جدول 2. حالة الصفات طبقا لنقاط الفحص (متجاوزة او فاشلة) كليا او جزئيا

التركيب الوراثي	عدد الافرع	ارتفاع النبات	قطر النورة الرئيسية	عدد النورات الرئيسية	عدد النورات الثانوية	الحاصل	تجاوز الكل	التجاوز الجزئي 6
bery	F	F	Pass	Pass	F	F	NO	2
balady	F	Pass	F	F	Pass	F	NO	2
selesctedF1	Pass	Pass	F	F	F	F	NO	2
zwyuczajny	Pass	Pass	F	F	F	F	NO	2
konczewicki	Pass	Pass	F	F	F	F	NO	2
mosul	F	Pass	F	F	F	F	NO	1
sury	F	F	F	F	F	F	NO	0

stability: A review article. Iraqi J. Agric. Sci. 39(1): 63-88.

4- Farshadfar, E., S. Kianifar and R. Chaghakabodi. 2015. GT biplot analysis of genetic diversity in bread wheat using in vitro indicators of drought tolerance. Biol. For. Intern. J. 7(1): 1439-1447.

5- Gauch, H. G. 2006. Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE. Crop Sci. 46(4): 1488-1500.

6- Mishra, C. N., V. Tiwari, S. Kumar, V. Gupta, A. Kumar and I. Sharma. 2015. Genetic diversity and genotype by trait analysis for agro-morphological and physiological traits of wheat *Triticum aestivum* L. SABRAO. J. Breed. Genet. 47(1): 44-48.

7- Nasralla, A. Y., I. H. Alhify and A. F. Almehehdi. 2010. Study of boron effect on six peanut cultivars using GGE biplot. Anbar J. Agric. Sci. 8(2): 124-132.

8- Rezene, Y., A. Bekele and Y. Goa. 2014. GGE and AMMI biplot analysis for field pea yield stability in SNNPR state, Ethiopia. Intern. J. Sustain. Agric. Res. 1(1): 28-38.

9- Sabaghnia, N. 2014. Investigation of some morphological traits in studied lentil *Lens culinaris* Medik genotypes grown with foliar application of nanosized ferric oxide. Annl. Univ. Mar. Cur-Sklod. 2: 29-38.

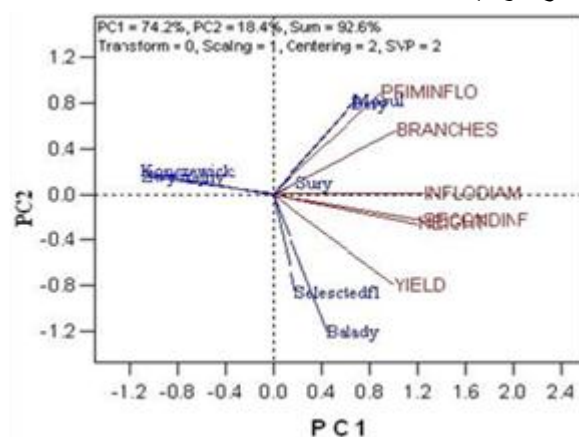
10- Toxopeus, H. and H. J. Lubberts. 1994. Effect of genotype and environment on carvone yield and yield components of winter caraway in the Netherlands. Indust. Crops Prod. 3: 37-42.

11- Yan, W. 2001. GGEbiplot: A windows application for graphical analysis of multi-environment trial data and other types of two-way data. Agron. J. 93: 1111-1118.

12- Yan, W. and I. Rajcan, 2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. Crop Sci. 42: 11-20.

13- Yan, W. and M. S. Kang, 2003. GGE Biplot Analysis: A Graphical Tool for Breeders, Geneticists, and Agronomists. CRC Press, Boca Raton, FL. p. 78.

من نفس شكل، يمثل طول متجه التركيب الوراثي المسافة بين ذلك التركيب الوراثي ونقطة الاصل فهو يقيس ميزة ذلك التركيب الوراثي اي كيف يختلف عن التركيب الوراثي المتوسط فالتركيب الوراثي المتوسط هو تركيب وراثي نظري يمتلك مستوى متوسط لكل الصفات يتمثل بنقطة اصل الرسم. لذا فالتركيب الوراثية ذات المتجهات الطويلة هي تلك التي تمتلك مستويات حادة (متطرفة) لصفة واحدة او اكثر. لذا فمثل هذه التركيب الوراثية قد تكون او لا تكون اصناف فائقة بل تكون مفيدة كإباء. باعتماد طول متجه التركيب الوراثي في شكل 3، فقد تساعد تقانة GT-Biplot الانتخاب المسقل لصفات متعددة. اذ يشير ذلك الشكل الى ان التركيب الوراثية المالكة لاطول المتجهات هي موصل وبري وبلدي ومنتخب جيل 1 فهي نفسها المحتجزة بالانتخاب المسقل (جدول 1) مشيرا الى ان تقانة GT-Biplot قد تدعم الوسائل السريعة والمرئية لتمييز التركيب الوراثي التي تمتلك مقاطع صفات متطرفة ومفيدة.



شكل 3. العلاقة بين الصفات وبين التركيب الوراثية

REFERENCES

- 1- Abbas, J. M., A. F. Almehehdi 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- Almehehdi, A. F. 2011. Effect of sowing dates, GA₃, some plant extracts and vitamins on growth and yield of caraway (*Carum carvi* L.) Ph.D. Dissertation. Dept. of Field Crop, Coll. of Agric., Univ. of Baghdad
- 3- Elsahookie, M. and A. F. Almehehdi. 2008. Principal component analysis to test cultivars

14- 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: 643-655.