

انتخاب طرز وراثية متحملة للجفاف من الحمص (*Cicer arietinum* L.) باستخدام

مؤشرات التحمل للجفاف

هبة الأطرش⁽¹⁾، محمد شفيق حكيم⁽¹⁾، عبدالله اليوسف⁽²⁾، محمد جمال حمندوش⁽¹⁾،أحمد شمس الدين شعبان⁽³⁾

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

(2): الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية

(3): قسم هندسة التقانة الحيوية، كلية الهندسة التقنية، جامعة حلب

*للمراسلة: هبة الأطرش . البريد الإلكتروني: hiba.fad.16@gmail.com

تاريخ القبول: 2020/01/11

تاريخ الاستلام: 2019/12/07

الملخص

تُفذت الدراسة خلال موسم 2017/2016 في حقل تجارب تابع لمركز البحوث العلمية الزراعية في حلب في منطقة السفيرة بهدف انتخاب طرز وراثية من الحمص متحملة للجفاف. زرع 28 طراز وراثي إضافةً للشاهدين (غاب5 وغاب4) في تجربتين (جفاف، وري) بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة لكل تجربة، بمكررين. دُرست صفة الغلة البذرية ونسبة الانخفاض في الغلة نتيجة الجفاف، فُدرت مؤشرات التحمل للجفاف: دليل ثباتية الغلة (YSI)، ودليل تحمل الجفاف (TOL)، ومتوسط الإنتاجية (MP)، ومتوسط قيم الإنتاج الهندسي (GMP)، ومؤشر الحساسية للجفاف (SSI)، ومعامل تحمل الجفاف (STI)، والمتوسط التوافقي للغة (HM) كما دُرست علاقات الارتباط بين مؤشرات الجفاف والغلة تحت كلا الظروف لتحديد أكثرها فعالية لاستخدامها في تقدير قيم مكونات التباين الأساسية PCA للطرز الوراثية من أجل تقسيمها إلى مجموعات تبعاً لدرجة تحملها للجفاف، وتم تحليل التفاعل البيئي الوراثي للطرز الوراثية GGEbiplot من أجل تحديد أفضل الطرز الوراثية في البيئتين. أظهرت النتائج انخفاضاً معنوياً في الغلة البذرية لجميع الطرز الوراثية المدروسة وسجل الطراز الوراثي رقم (23) أعلى غلة تحت ظروف الجفاف 459.9 غ، في حين تفوق الطراز الوراثي رقم (14) بأعلى غلة تحت ظروف الري (638.7) وسُجل فعالية كل من المؤشرات (MP, GMP, HM, STI) في الانتخاب إذ تمكنت تلك المؤشرات من تمييز الطرز الوراثية المتحملة للجفاف عن تلك الحساسة إذ تفوقت الطرز الوراثية (3، 14، 18، 23) معنوياً في تلك المؤشرات، وكان تحليل المكونات الأساسية لمؤشرات تحمل الجفاف فعال إذ استطاع تفسير 99% من التباينات، واستناداً إلى تلك القيم توزعت الطرز الوراثية في أربعة مجموعات ضمت المجموعة الأولى الطرز الوراثية المتفوقة في البيئتين (3، 4، 10، 11، 12، 14، 17، 18، 23) وأشار تحليل التفاعل البيئي الوراثي إلى أن أفضل الطرز الوراثية كان الطرازان الوراثيان (23، 14) وذلك من ناحية الغلة والثباتية في الغلة في البيئات المدروسة.

الكلمات المفتاحية: الحمص، مؤشرات الجفاف، المكونات الأساسية للتباين، تفاعل بيئي وراثي.

المقدمة:

تعد المحاصيل البقولية من المحاصيل الهامة في العالم إذ تعد مصدراً هاماً للبروتين عالي النوعية والغني بالأحماض الأمينية (الترتوفان، السستين، والمثيونين) إذ تتراوح نسبته في البذور (20-25%) والذي يمكن أن يكون بديلاً للبروتين الحيواني في تغذية الانسان، وتستعمل بعض محاصيل العائلة البقولية كالفصّة والبيقية كعلف للحيوانات إما على شكل علف أخضر أو سيلاج أو دريس (Singh et al., 2017).

يعد الحمص *Cicer arietinum* L. ثاني أهم المحاصيل البقولية الغذائية بعد محصول الفول ومصدراً رئيساً للغذاء لنسبة مرتفعة من سكان العالم وخصوصاً في الدول النامية وذلك لاحتواء بذوره على نسبة عالية من البروتين 22%، الكربوهيدرات 60% ودهون 4.5%، إضافةً لاحتوائها على عدد من الفيتامينات كالنياسين والريبوفلافين (Kumar et al., 2018)، ولنبات الحمص كغيره من محاصيل العائلة البقولية القدرة على تثبيت الأزوت الجوي في التربة بمساعدة بكتريا *Rhizobium ciceri* مما يزيد من خصوبة التربة ويحسنها (Namvar et al., 2011).

يُزرع الحمص في سورية بعبلاً بشكل رئيسي إذ لم تتجاوز المساحة المروية (2303 هكتاراً) مقارنةً مع 59009 هكتار مزرعة بشكل بعلي (وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2017)، مع ملاحظة أن مناخ سورية متوسطي ويتعرض بشكل دائم إلى موجات من الجفاف التي تؤثر في الإنتاج كمّاً ونوعاً، لذلك يتعرض محصول الحمص لإجهاد الجفاف وخاصة خلال المراحل الأخيرة من النمو (الإزهار وامتلاء البذور) كون زراعته تعتمد بشكل أساسي على مياه الأمطار مما يؤدي إلى انخفاض كبير في الإنتاج وقد تصل الخسارة إلى 80% عند حدوث الجفاف في هاتين المرحلتين (Maqbool et al., 2017)، فقد وصلت الخسارة في إيران إلى 35% من الإنتاج وذلك نتيجة تعرض محصول الحمص للجفاف في موسم 2005 (Sabaghpour et al., 2006) وإلى 30% في الحمص المزروع بعبلاً في الهند لموسم 2006 (Toker et al., 2007)، أما في سورية لم يتجاوز الإنتاج 22 ألف طن خلال موسم 2008 مقارنةً مع 55 ألف طن خلال موسم 2009 على الرغم من تساوي المساحة المزروعة بعبلاً وذلك بسبب الجفاف الذي حصل خلال ذلك الموسم وتكرر الأمر خلال موسم 2014 وموسم 2016 (وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2017).

يعد إجهاد الجفاف من أهم الاجهادات اللاأحيائية التي تؤثر في نمو وتطور محصول الحمص من جهة وفي غلته البذرية من جهة أخرى (Salehi-Lisar and Agdam, 2016)، وتختلف نسبة الخسارة في الغلة نتيجة الجفاف باختلاف كل من الصنف المزروع ومرحلة حدوث الجفاف وشدته (Daryanto et al., 2015)، إذ تكون نسبة الخسارة في الغلة البذرية أكبر عند حدوث الجفاف في المراحل المتأخرة من نمو النبات مقارنةً مع حدوثه في المراحل المبكرة (Farooq et al., 2016)، إذ أشار (Pang et al., 2017) في دراسته على تأثير الجفاف في الحمص إلى أن حدوث الجفاف في مرحلة امتلاء القرون (تشكل البذور في القرون) يؤدي لانخفاض في عدد البذور المتشكلة وبالتالي انخفاض في الغلة البذرية في حين أشار (Maqbool et al., 2017) إلى أن حدوث الجفاف خلال مرحلة امتلاء البذور يؤدي إلى انخفاض في الغلة البذرية وذلك نتيجة انخفاض في وزن الـ 100 بذرة

إن سلوك الطرز الوراثية تحت كل من الظروف الملائمة للزراعة والظروف التي تتعرض لإجهاد الجفاف يمكن أن تكون الخطوة الأولى في تحديد الصفات المتعلقة بتحمل الجفاف ومن أجل ذلك تم اقتراح العديد من المؤشرات بهدف تقييم الطرز الوراثية المنحمة للجفاف (Singh et al., 1983).

ومن أهم تلك المؤشرات: دليل الحساسية للإجهاد (SSI) (Fischer and Maurer, 1978)، متوسط الإنتاجية (MP) ودليل التحمل للجفاف (TOL) (Rosielle and Hamblin, 1981)، ودليل ثباتية الغلة (YSI) (Bousslama et al., 1984)، ومعامل تحمل

الجفاف (STI) والمتوسط الهندسي للإنتاجية (GMP) والمتوسط التوافقي للغة (HM) (Fernandez, 1992)، ودليل اللغة (YI) (Gavuzzi et al., 1997).

أظهرت دراسة 35 طرازاً وراثياً بمعاملتين (الجفاف والري) باستخدام بعض مؤشرات تحمل الجفاف وجود ارتباط معنوي موجب بين كل من معامل التحمل للجفاف والمتوسط الهندسي للإنتاجية ومتوسط الإنتاجية مع اللغة تحت كل من ظروف الاجهاد و ظروف الري وبالتالي إمكانية الانتخاب للقيم المرتفعة لكل من المتوسط الهندسي للإنتاجية، معامل التحمل للجفاف ومتوسط الإنتاجية في كلا المعاملتين، و الانتخاب للقيم المنخفضة لكل من دليل الحساسية للجفاف ودليل التحمل للجفاف تحت ظروف الاجهاد حيث سُجل ارتباط معنوي سالب بين كل من هذين المؤشرين واللغة تحت ظروف الجفاف، وأظهرت الدراسة أن انتخاب الطرز الوراثية تحت ظروف الجفاف مباشرة من أجل الحصول على طرز وراثية متحملة للجفاف أفضل من الانتخاب تحت الظروف المواتية للزراعة (Talebi et al., 2011).

وكذلك أشار (Jha et al., 2017) في دراستهم لـ 34 طرازاً وراثياً بمعاملتين (الجفاف والري) وباستخدام بعض مؤشرات التحمل للجفاف إلى وجود علاقات ارتباط موجبة عالية المعنوية بين متوسط الإنتاجية ومتوسط قيم الإنتاج الهندسي، وبين متوسط الإنتاجية ودليل ثباتية اللغة، وبين دليل تحمل الجفاف ومتوسط الحساسية للجفاف، ومتوسط قيم الإنتاج الهندسي ودليل ثباتية اللغة، وأشار تحليل مكونات التباين الأساسية لمؤشرات الجفاف أن المكونين PCA1 PCA2 استطاعا تفسير 97.9% من التباينات، إذ فسر المكون الأول PCA1 84.63% من تلك التباينات في حين فسر المكون الثاني PCA2 13.34% من التباينات وبالنتيجة كان كل من متوسط الإنتاجية ومتوسط قيم الإنتاج الهندسي ودليل ثباتية اللغة أفضل المؤشرات لانتخاب طرز وراثية من الحمص تحت إجهاد الجفاف.

وأجرى (Erdemci, 2019) تقييماً لـ 40 طرازاً وراثياً من الحمص بالاعتماد على اللغة البذرية تحت ظروف الجفاف (YS) واللغة البذرية تحت ظروف الري (YP) باستخدام بعض مؤشرات التحمل للجفاف، أظهرت الدراسة وجود ارتباط معنوي موجب بين كل من متوسط الإنتاجية، متوسط قيم الإنتاج الهندسي، المتوسط التوافقي للغة ومعامل التحمل للجفاف مع اللغة في كلتا المعاملتين، وسجل ارتباط معنوي سالب بين مؤشر التفوق واللغة تحت ظروف الجفاف، ومن بين الـ 40 طراز وراثي أُنتخب 4 طرز وراثية متحملة للجفاف، وأشار الباحث من خلال دراسته أن أفضل مؤشرات الجفاف كانت المتوسط التوافقي للغة، معامل التحمل للجفاف ودليل اللغة وبالتالي يمكن استخدامها لغربة الطرز الوراثية المتحملة للجفاف.

وفي دراسة أجريت من قبل (Omar, 2004) لتقييم طرز وراثية من الحمص تحت ظروف إجهاد الجفاف تبين أن بعض الطرز الوراثية اتصفت بتحمل عالي للجفاف وإنتاجية متوسطة وطرز وراثية أخرى اتسمت بإنتاجية مرتفعة إلا أن تحملها للإجهادات كان ضعيفاً نوعاً ما ونتيجة لذلك أشار الباحث إلى ضرورة اختبار الطرز الوراثية في مختلف الظروف البيئية لتحديد القدرة الكامنة للطرز الوراثي من حيث الإنتاجية من جهة والتأقلم مع تلك الظروف البيئية من جهة أخرى.

ونظراً للأهمية الاقتصادية لمحصول الحمص في سورية (والتي تعد أحد المراكز الأساسية للنشوء) وتعرضه للعديد من الإجهادات والتي يعد الجفاف من أهمها من حيث تأثيره في اللغة لذلك كان لا بد من البحث عن طرز وراثية تتميز بالإنتاجية العالية تحت ظروف إجهاد الجفاف دون حدوث انخفاض في اللغة البذرية للطرز المنتخبة من أجل الاستفادة منها في برامج التربية وبذلك يهدف هذا البحث إلى: دراسة تأثير الجفاف في اللغة البذرية لبعض الطرز الوراثية من الحمص، وتحديد أفضل المؤشرات المرتبطة باللغة تحت ظروف الجفاف وظروف عدم الإجهاد للاعتماد عليها في انتخاب الطرز الوراثية المتحملة للجفاف والتي تتميز باللغة العالية والنباتية.

مواد البحث وطرائقه:

1-المادة النباتية:

الجدول 1. الطرز الوراثية المستخدمة في الدراسة

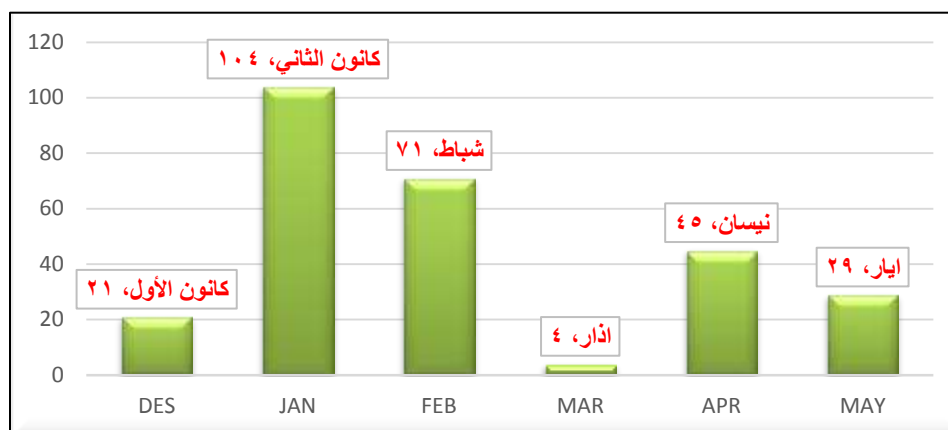
الطرز الوراثي	الرقم	الطرز الوراثي	الرقم	الطرز الوراثي	الرقم
Flip09-241c	21	Flip09-257c	11	Flip09-249c	1
Flip09-74c	22	Flip07-340c	12	Flip07-292c	2
Flip08-93c	23	Flip09-79c	13	Flip09-67c	3
Flip09-253c	24	Flip09-180c	14	Flip09-224c	4
Flip09-265c	25	Flip07-337c	15	Flip09-117c	5
Flp09-187c	26	Flip07-84c	16	Flip09-235c	6
Flp06-53c	27	Flip09-277c	17	Flip09-104c	7
Flp08-69c	28	Flip09-198c	18	Flip07-190	8
غاب 4	29	Flip09-230c	19	Flip09-236c	9
غاب 5	30	Flip08-90c	20	Flip09-88c	10

2- موقع التجربة:

تم إجراء البحث في حقل تجارب تابع لمركز البحوث العلمية الزراعية بحلب في منطقة السفيرة والتي تقع على مسافة 25 كم جنوب شرق حلب (E 37°22'00" 00'N 36°04') وهي منطقة استقرار (ثانية/ثالثة) معدل الأمطار السنوي 246.9 ملم لمتوسط الفترة (1998-2015) وبارتفاع عن سطح البحر بـ 348 م التربة لومية طينية قليلة الملوحة.

3-تصميم التجربة:

زُرعت الطرز الوراثية بتاريخ 2016/12/17 وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة لكل من معاملة الري والإجهاد المائي كلا على حدة، بمكررين بواقع 4 سطور لكل طراز وراثي بطول 2.5 م بفاصل 50 سم بين السطور بالتالي كانت مساحة القطعة التجريبية 4 X 0.52.5 م² بمعاملتين (جفاف، عدم وجود إجهاد الجفاف)، إذ تركت النباتات في المعاملة الأولى للنمو تحت الظروف الطبيعية لمنطقة الدراسة إذ بلغت كمية الهطول المطري في موسم الدراسة 274 ملم الشكل رقم (1) ويلاحظ من الشكل البياني انخفاض كمية الهطول المطري خلال شهري آذار ونيسان إذ لم يتجاوز الهطول خلال شهر آذار 4 ملم لذلك قُدمت رية واحدة خلال شهر آذار في حين أعطيت نباتات المعاملة الثانية كامل المقنن المائي للمحصول.



الشكل رقم 1. كميات الهطول المطري (ملم) خلال موسم الدراسة

4-الصفات المدروسة:

الغلة البذرية تم حصاد الخطين الوسطيين من كل قطعة تجريبية وبذلك تكون مساحة القطعة المحصودة $2.5 \times 0.5 \times 2 = 2.5$ م².
تم تقدير مؤشرات التحمل للجفاف التالية:

(a) (YSI) دليل ثباتية الغلة: $YSI = Y_s / Y_p$ (Bousslama and Schapaugh 1984)
Ys: الغلة تحت ظروف الإجهاد. Yp: الغلة تحت الظروف غير المجهدة.

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

(c) (MP) متوسط الإنتاجية: $MP = (Y_p + Y_s) / 2$ (Rosielle and Hamblin, 1981)

(d) (GMP) متوسط قيم الإنتاج الهندسي: $GMP = \sqrt{Y_p \times Y_s}$ (Fernandez, 1992)

(e) (SSI) مؤشر الحساسية للجفاف: $SSI = [1 - (Y_s / Y_p)] / SI$ (Fisher and Maurer, 1978)

(f) (HM) المتوسط التوافقي للغلة: $HM = [2(Y_p \times Y_s)] / (Y_p + Y_s)$ (Fernandez, 1992)

(g) (STI) معامل تحمل الجفاف $STI = (Y_p) \times (Y_s) / (Y_p)^2$ (Fernandez, 1992)

Yp, Ys متوسط الغلة لكل الطرز الوراثية تحت ظروف الإجهاد وعدم الإجهاد على الترتيب.

5-التحليل الإحصائي:

تم إجراء تحليل التباين ANOVA لكل معاملة على حدة ومقارنة المتوسطات باستخدام أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى ثقة 5%،
وُدُرست علاقات الارتباط بين مؤشرات الجفاف والغلة تحت كلا معاملي الري والإجهاد المائي باستخدام برنامج GenStat V12.0 ثم
تم تحليل التباين المشترك لتجربتي المروي والإجهاد المائي واستخدمت مؤشرات التحمل للجفاف الفعالة في انتخاب طرز وراثية متحملة
للجفاف في تقدير قيم مكونات التباين الأساسية PCA للطرز الوراثية باستخدام برنامج Past V 3.21 (Hammer *et al.*, 2001).
تم تحليل التفاعل البيئي الوراثي للطرز الوراثية GGEbiplot من أجل تحديد أفضل الطرز الوراثية أو ما يعرف بالطرز المثالي الذي
يتميز بالغلة العالية والثباتية عبر بيانات الاختبار باستخدام برنامج GenStat V12.0

النتائج والمناقشة

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي (الجدول 2) لمجموعة الطرز الوراثية وجود فروق معنوية بين الطرز الوراثية المدروسة وبين
المعاملتين (مروي، جفاف) وبين الأثر المشترك لكل من الطراز الوراثي والمعاملة لصفة الغلة الحبية وذلك عند مستوى معنوية 0.05.

الجدول 2. متوسط مربعات التباين لتحليل التباين المشترك لصفة الغلة البذرية (غ)

مصادر التباين	المكررات	الطرز الوراثية	المعاملات	الأثر المشترك	الخطأ التجريبي
درجات الحرية	1	29	1	29	59
متوسط المربعات	60.9	23526.5**	264813.9**	3292.8**	246.3

إذ سبب الجفاف انخفاضاً معنوياً في الغلة البذرية لجميع الطرز الوراثية جدول رقم (3)، وتباينت تلك الطرز في نسبة الانخفاض إذ سجل الطراز الوراثي (23) أقل نسبة انخفاض من بين الطرز الوراثية المدروسة وتميز بأعلى غلة تحت ظروف المعاملة الثانية (الجفاف) 459.9 غ، تلاه الطراز الوراثي (18) وبغلة بلغت 454.3 غ وذلك مقارنةً مع الشاهدين غاب4، غاب5 بغلة 306.1 غ، 315.5 غ على التوالي.

في حين تراوحت قيمة الغلة البذرية في المعاملة الأولى (الري) بين أقل قيمة 299.2 غ في الطراز الوراثي 16 إلى أعلى قيمة 638.7 غ في الطراز الوراثي 14 متفوقاً على الشاهد غاب 5 والذي بلغت قيمة الغلة البذرية لديه 604.1 غ.

الجدول 3. الغلة البذرية (غ) / القطعة التجريبية للطرز الوراثية في معاملي الري والإجهاد المائي

الطرز الوراثية	إجهاد مائي		مروي		الطرز الوراثية	نسبة الانخفاض	إجهاد مائي		مروي		الطرز الوراثية
	نسبة الانخفاض	إجهاد مائي	مروي	مروي			نسبة الانخفاض	إجهاد مائي	مروي		
1	49.23	R	151.9	Q	299.2	16	28.09	HIJK	310.8	NO	432.2
2	27.90	CDE	392.2	GHI	544	17	34.39	FGH	350.1	HI	533.6
3	25.95	A	454.3	ABC	613.5	18	27.22	AB	449.3	AB	617.3
4	36.03	NOP	252.5	P	394.7	19	31.11	EFG	355.6	IJK	516.2
5	60.94	Q	197	JK	504.3	20	43.39	FGHIJ	331.3	CDEF	585.2
6	35.75	JKLM	298.3	LM	464.3	21	44.90	FGHIJ	329.7	BCD	598.4
7	60.07	PQ	225.9	EFG	565.7	22	45.46	IJKL	305.7	FGH	560.5
8	25.47	A	459.9	AB	617.1	23	43.61	KLMN	275.4	KL	488.4
9	38.02	GHIJ	326.3	IJ	526.5	24	44.11	FGHI	344.7	AB	616.8
10	42.87	NOP	238.8	NOP	418	25	31.95	CD	397.6	CDEF	584.3
11	48.64	OPQ	229.1	MN	446.1	26	30.38	BC	414.6	BCDE	595.5
12	43.73	LMNO	267.7	L	475.7	27	31.56	DEF	369.3	GHI	539.6
13	49.73	KLMN	273.8	GHI	544.7	28	32.23	KLMN	273.2	OP	403.1
14	47.02	IJKL	306.1	DEF	577.8	غاب4	28.26	A	458.2	A	638.7
15	47.77	GHIJK	315.5	BCD	604.1	غاب5	38.98	MNOP	257.8	NOP	422.5
	31.41										L.S.D _{0.05}
	3.0										C.V

مؤشرات تحمل الجفاف:

يشير الجدول رقم (4) إلى قيم مؤشرات الجفاف إذ سُجل تفوق الطرز الوراثية (3،11،14،18،23) معنوياً على بقية الطرز الوراثية بقيمة مؤشر متوسط الإنتاج الهندسي GMP ومؤشر المتوسط التوافقي للغة HM مما يشير إلى أنها أفضل الطرز في تحمل الجفاف بالنسبة لهذين المؤشرين في حين كانت الطرز الوراثية (13،15،16،19،20،26) أقل الطرز الوراثية تحملاً للجفاف بأقل قيم مسجلة لهذين المؤشرين.

وتفوقت الطرز الوراثية (3،14،18،23) معنوياً بأعلى قيم مسجلة لمؤشر متوسط الإنتاجية MP (533.3، 548.4، 533.9، 538.5) على التوالي في حين كان الطرازان الوراثيان (16، 19) أقل الطرز الوراثية في قيمة هذا المؤشر (225.5، 323.6) وبالتالي أقل الطرز الوراثية في تحمل الجفاف.

وكذلك سُجل تفوق الطرازان الوراثيان (18، 23) معنوياً على بقية الطرز الوراثية بأعلى قيم لدليل ثباتيه الغلة YSI في حين كان الطرازان الوراثيان (22، 20) أقل الطرز الوراثية في تحمل الجفاف بالنسبة لهذا المؤشر (0.39، 0.40).

أما بالنسبة لدليل تحمل الجفاف STI فقد سُجل تفوق الطرز الوراثية (3، 14، 18، 23) معنوياً بأعلى قيم في حين كان الطراز الوراثي (16) أقل الطرز الوراثية في تحمل الجفاف بالنسبة لهذا المؤشر.

وسُجل تفوق الطرازان الوراثيان (23، 18) بالنسبة لمؤشر الحساسية للجفاف SSI والذي كلما كانت قيمته صغيرة كان الطراز الوراثي أكثر تحملاً للجفاف وذلك بأقل قيم مسجلة في حين كان الطرازان الوراثيان (20، 22) أعلى الطرز الوراثية في قيمة هذا المؤشر وبالتالي أقل الطرز الوراثية في تحمل الجفاف.

أخيراً سُجل تميز الطراز الوراثي (1) بأقل قيمة لمؤشر دليل تحمل الجفاف TOL (121.4)، تلاه مباشرةً الطراز الوراثي (13) بأقل قيم لهذا المؤشر في حين كان الطراز الوراثي 22 أعلى الطرز الوراثية في قيمة هذا المؤشر (339.9) أي انه أقل الطرز الوراثية في تحمل الجفاف بالنسبة لقيمة هذا المؤشر.

الجدول 4. مؤشرات الجفاف المدروسة

	TOL		SSI		STI		YSI		MP		HM		GMP	V
A	121.4	AB	0.46	IJ	0.49	AB	0.72	JK	371.5	H	361.5	G	366.5	1
CDEFG	183.5	ABCD	0.56	EFG	0.68	ABCD	0.66	EFG	441.8	DEF	422.6	DEF	432.1	2
ABCDEF	168	AB	0.44	A	1.01	AB	0.73	A	533.3	A	519.8	A	526.5	3
ABCDEF	160.6	ABC	0.51	EFG	0.67	ABC	0.69	FG	435.9	DEF	420.6	EF	428.2	4
HI	253.9	EFGH	0.71	DEFG	0.71	EFGH	0.57	DEF	458.2	DEF	423	DEF	440.2	5
IJ	268.7	EFGH	0.73	DEF	0.72	EFGH	0.55	DE	464.1	DEF	425	DEF	444.1	6
HI	254.8	FGH	0.74	GH	0.62	FGH	0.55	FGH	433.1	FG	395.2	F	413.7	7
FGH	213	EFGH	0.71	IJK	0.49	EFGH	0.56	J	381.9	HI	351.9	G	366.6	8
IJ	272.1	EFGH	0.72	CD	0.77	EFGH	0.56	BCD	480.8	CDE	442.2	CD	461.1	9
CDEFG	186.8	ABC	0.52	BC	0.85	ABC	0.68	BC	490.9	BC	473	BC	481.9	10
BCDEFG	180.9	ABC	0.5	B	0.9	ABC	0.7	B	505	B	488.8	B	496.9	11
BCDEFG	170.3	ABC	0.52	DE	0.73	ABC	0.68	DEF	454.4	DE	438.5	DE	446.4	12
AB	130	ABC	0.53	JLM	0.4	ABC	0.68	LM	338.2	IJ	325.5	HI	331.8	13
BCDEFG	180.6	AB	0.46	A	1.06	AB	0.72	A	548.4	A	533.5	A	540.9	14
BCDEFG	164.8	CDEFG	0.64	LM	0.4	CDEFG	0.61	LM	340.1	IJ	319.7	HI	329.8	15
ABC	147.3	H	0.81	N	0.17	H	0.51	N	225.5	L	201.2	J	213	16
ABCD	151.9	AB	0.46	Cd	0.78	AB	0.72	CDE	468.1	CD	455.7	CD	461.9	17
ABCDE	159.2	A	0.42	A	1.01	A	0.74	A	533.9	A	522.1	A	528	18
ABC	142.2	BCDE	0.59	M	0.36	BCDE	0.64	M	323.6	JK	307.9	I	315.7	19
JK	307.3	I	1	M	0.36	I	0.39	KL	350.7	K	283.3	I	315.2	20
ABCDEF	166	BCDE	0.58	I	0.5	BCDE	0.64	j	381.3	GH	362.9	G	372	21
K	339.9	I	0.98	IJKL	0.46	I	0.4	IJ	395.8	IJ	322.5	GH	357.3	22
ABCDE	157.2	A	0.42	A	1.03	A	0.75	A	538.5	A	527	A	532.7	23
DEFG	200.2	CDEF	0.62	FGH	0.63	CDEF	0.62	GH	426.4	F	402.9	F	414.5	24
BCDEFG	179.2	DEFGH	0.7	M	0.36	DEFGH	0.57	LM	328.4	JK	303.8	I	315.9	25
GH	217	H	0.79	M	0.37	H	0.52	LM	337.6	JK	302.2	I	319.4	26
EFGH	208	EFGH	0.72	IJKL	0.46	EFGH	0.56	JK	371.7	HI	342.5	GH	356.8	27
IJ	271	H	0.81	HI	0.54	H	0.5	HI	409.3	H	364.2	G	386.1	28
IJ	271.7	FGH	0.77	EFG	0.64	FGH	0.53	EFG	442	F	400.1	EF	420.5	29
IJ	288.6	GH	0.78	DEFG	0.69	GH	0.52	DEF	459.8	EF	414.3	DEF	436.5	30

GMP: مؤشر متوسط الإنتاج الهندسي، HM: مؤشر المتوسط التوافقي للغلة، MP: مؤشر متوسط الإنتاجية، YSI: دليل ثباتيه الغلة، STI: دليل تحمل الجفاف، SSI:

لمؤشر الحساسية للجفاف، TOL: دليل تحمل الجفاف

علاقات الارتباط بين مؤشرات الجفاف والغلة:

دُرست علاقات الارتباط بين مؤشرات الجفاف والغلة في كلا التجريبتين (جفاف، وري) جدول رقم (5) من أجل تحديد أفضل تلك المؤشرات في انتخاب طرز وراثية متحملة للجفاف وتبعاً للعديد من الدراسات يجب أن ترتبط تلك المؤشرات إيجابياً ومعنوياً مع الغلة في كلا الطرفين (Jah *et al.*, 2017)، ويلاحظ من الجدول (5) ارتباط موجب عالي المعنوية بين كل من الغلة تحت ظروف الجفاف ومؤشرات (YSI, GMP, HM, MP, STI) في حين سُجل ارتباط موجب وعالي المعنوية بين كل من الغلة تحت ظروف الري مع كل من المؤشرات (GMP MP, STI, HM) وبالتالي يمكن ملاحظة الارتباط الموجب العالي المعنوية بين المؤشرات (GMP, MP,) (HM, STI) مع الغلة في كلا الطرفين مما يشير إلى فعالية هذه المؤشرات في انتخاب طرز وراثية متحملة للجفاف، في حين سجل ارتباط سلبي معنوي بين المؤشر SSI والغلة تحت ظروف الجفاف.

الجدول 5. الارتباط ما بين مؤشرات الجفاف والغلة الحبية (غ) لطرز الحمص تحت ظروف الري والإجهاد المائي

TOL	STI	SSI	MP	HM	GMP	YSI	YD	YR	
								-	YR
							-	0.742**	YD
						-	0.776**	0.165	YSI
					-	0.585**	0.964**	0.894**	GMP
				-	0.996**	0.655**	0.983**	0.850**	HM
			-	0.980**	0.994**	0.497**	0.930**	0.936**	MP
		-	-0.497**	-0.655**	-0.585**	-1.000**	-0.776**	-0.165	SSI
		-0.602**	0.983**	0.991**	0.992**	0.602**	0.969**	0.869**	STI
-	-0.083	0.822**	0.066	-0.130	-0.040	-0.822**	-0.305	0.412	TOL

تحليل المكونات الأساسية:

أشارت نتائج تحليل مكونات التباين الأساسية للتباين غير المفسر جدول رقم (6) أن المكونين PCA1 PCA2 استطاعا تفسير 99% من التباينات، إذ فسر المكون الأول PCA1 95.21% من تلك التباينات وارتبط إيجابياً مع جميع المؤشرات في حين فسر المكون الثاني PCA2 5.713% من التباينات وارتبط سلبياً مع جميع المؤشرات ماعدا مؤشر متوسط الإنتاجية والغلة تحت ظروف الري إذ كان الارتباط موجب.

الجدول 6. المكونات الأساسية لمؤشرات الجفاف

GMP	HM	MP	STI	YD	YR	VAR%	مكونات التباين الأساسية
0.418	0.416	0.417	0.416	0.402	0.380	95.214	PC 1
-0.038	-0.206	0.158	-0.127	-0.532	0.795	5.713	PC 2

وتراوحت قيم المكون الأول بين أعلى قيمة للطرز الوراثي 14 (4.087) يليه الطراز الوراثي 23 (3.811) وأقل قيمة للطرز 16 - (5.794) في حين تراوحت قيم المكون الثاني بين أقل قيمة للطرز الوراثي 1 (-0.731) وأعلى قيمة للطرز الوراثي 22 (1.266) جدول رقم (7).

واستناداً إلى تلك القيم توزعت الطرز الوراثية في أربعة مجموعات الشكل رقم (2):

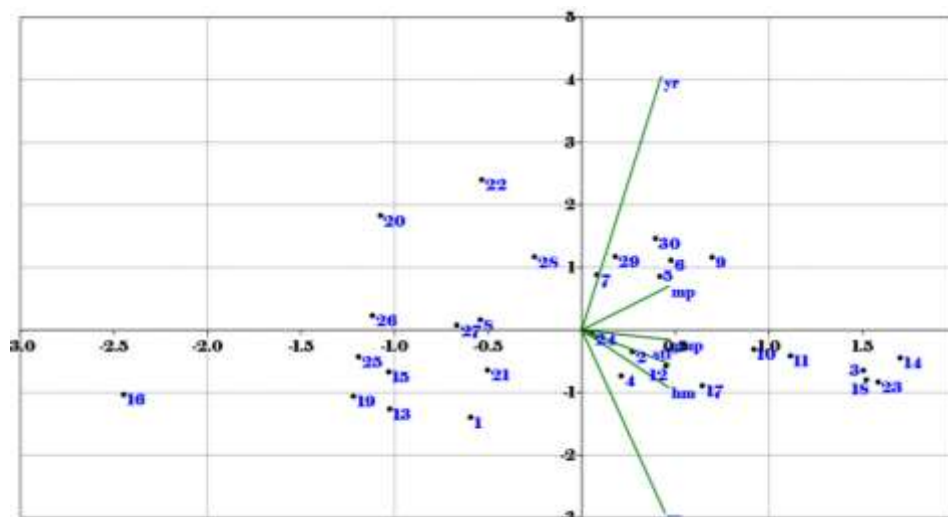
المجموعة الأولى A ضمت الطرز الوراثية ذات السلوك الجيد في البيئتين وهي الطرز ذات القيم الموجبة للمكون الأساسي الأول وقيم سالبة للمكون الثاني (10، 11، 12، 14، 17، 18، 23، 4، 2، 3) في حين ضمت المجموعة الثانية B الطرز الوراثية ذات السلوك الجيد في

البيئة الغير مجهددة مقارنةً مع سلوكها في البيئة المجهددة (9,7,6,5,29,30) وهي الطرز الوراثية ذات القيم الموجبة للمكونين الأساسيين، في حين ضمت المجموعة الثالثة (C) الطرز الوراثية الجيدة في الظروف المجهددة في حين كان سلوكها ضعيفاً في الظروف الغير مجهددة (8، 20، 22، 26، 27، 28) وهذه الطرز ذات القيم السالبة للمكون الأول وموجبة للمكون الثاني، وأخيراً ضمت المجموعة الرابعة (D) الطرز الوراثية ذات القيم السالبة للمكونين الأول والثاني.

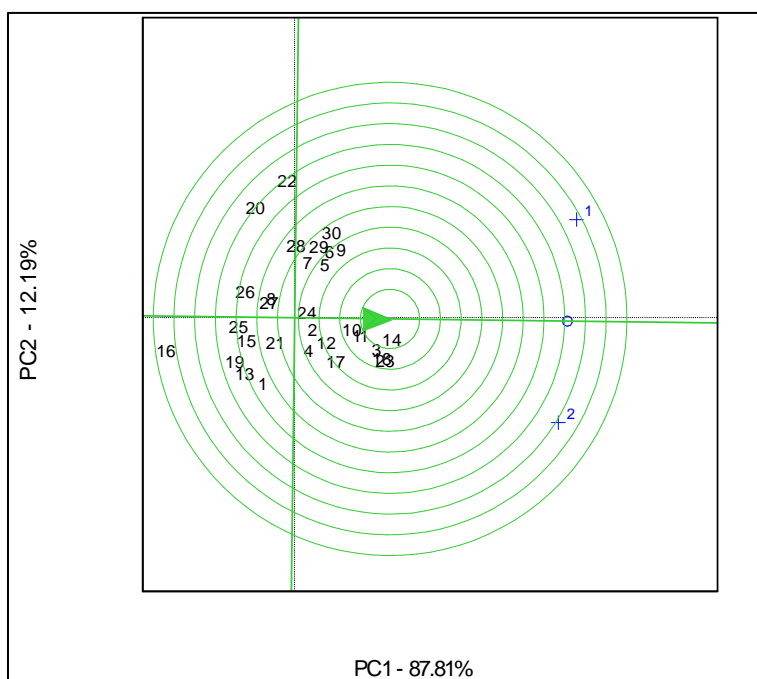
الجدول 7. المكونات الأساسية لمؤشرات الجفاف

PC 2	PC 1	G	PC 2	PC 1	G
-0.575	-5.794	16	-0.731	-1.387	1
-0.457	1.556	17	-0.178	0.654	2
-0.408	3.658	18	-0.330	3.616	3
-0.566	-2.880	19	-0.378	0.518	4
0.961	-2.645	20	0.450	0.975	5
-0.337	-1.188	21	0.585	1.110	6
1.266	-1.368	22	0.464	0.166	7
-0.427	3.811	23	0.083	-1.302	8
-0.030	0.128	24	0.611	1.639	9
-0.235	-2.835	25	-0.156	2.208	10
0.113	-2.683	26	-0.211	2.677	11
0.036	-1.598	27	-0.296	1.086	12
0.614	-0.643	28	-0.668	-2.415	13
0.616	0.394	29	-0.228	4.087	14
0.769	0.902	30	-0.359	-2.443	15

ويلاحظ من الشكل رقم (2) ومن الجدول رقم (7) أن أفضل الطرز الوراثية في المعاملتين المدروستين هو الطراز الوراثي (14) والذي تميز بقيمة عالية موجبة للمكون الأول (4.087) وبقيمة قريبة من الصفر للمكون الثاني (-0.228) ومن الملاحظ تميز هذا الطراز الوراثي بإنتاجية عالية أي سلوك وراثي عالي وبلاستقرارية لصفة الغلة في حين كان الطراز الوراثي (16) الأسوأ حيث كان سلوكه ضعيف في البيئتين.



الشكل 2. تحليل مكونات التباين الأساسية لصفة الغلة البذرية (غ) لـ 28 طراز وراثي من الحمص



الشكل 3. تحليل التفاعل البيئي الوراثي لصفة الغلة البذرية (غ) لـ 28 طرز وراثي للحمص

وهذا ما تم تأكيده أيضاً عند استخدام تحليل التفاعل البيئي الوراثي (GGE) biplot من أجل تحديد أفضل الطرز الوراثية إذ يُلاحظ من الشكل رقم (3) أن أفضل الطرز الوراثية في كلا البيئتين هو الطراز الوراثي (14) ويليه الطرز (3، 18، 23) في حين كان الطراز الوراثي (16) اسوء الطرز الوراثية في كلا البيئتين.

الاستنتاجات:

يلاحظ مما سبق أن الجفاف سبب انخفاضاً في الغلة للطرز الوراثية المدروسة بنسب اختلفت باختلاف تلك الطرز وتراوح رد فعل هذه الطرز بين المتحمل والحساس وكانت نسبة الانخفاض لجميع الطرز الوراثية معنوية، وتفوقت الطرز الوراثية (2، 3، 4، 10، 11، 12، 14، 17، 18، 23) في سلوكها الوراثي في كلا البيئتين إذ تميزت بالإنتاجية العالية تحت ظروف الجفاف فسُجل تفوق الطراز الوراثي (14) معنوياً على بقية الطرز الوراثية في الاستقرار والغلة تحت ظروف الجفاف والري تلاه الطرز الوراثية (3، 18، 23)، وكان تحليل المكونات الأساسية لمؤشرات الجفاف فعال إذ استطاع تفسير 99% من التباينات، ولوحظ أيضاً من الدراسة فعالية كل من المؤشرات (GMP, MP, HM, STI) في انتخاب طرز وراثية متحملة للجفاف إذ تمكنت تلك المؤشرات من تمييز الطرز الوراثية المتحملة للجفاف عن تلك الحساسة إذ تفوقت الطرز الوراثية (3، 14، 18، 23) معنوياً في تلك المؤشرات تلاهم الطرز الوراثية (10، 11) على بقية الطرز الوراثية كما أشار تحليل التفاعل البيئي الوراثي إلى أن أفضل الطرز الوراثية كان الطراز الوراثي (14) ويليه الطرز (3، 18، 23) وذلك من ناحية الغلة والثباتية في البيئات المدروسة.

المراجع:

- وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (2017). قسم الإحصاء، مديرية الإحصاء، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، الجمهورية العربية السورية.
- Bousslama, M.; and W.T. Schapaugh (1984). Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Science*. 24: 933-937.
- Daryanto, S.; L. Wang; and P.A. Jacinthe (2015). Global effects on food legume production. *Plos one*. 16pp.
- Erdemci, I. (2019). Evaluation of Drought Tolerance Selection Indices Using Grain Yield in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Not Sci Biol*.10(3):439-446.
- Farooq, M., N. Gogoi, S. Barthakur, B. Baroowa, N. Bharadwaj, S.S. Alghamdi, and K.H.M. Siddique (2016). Drought Stress in Grain Legumes during Reproduction and Grain Filling. *J Agro Crop Sci*, Pp 0931-2250.
- Fernandez, G.C.J. (1992). Effective selection criteria for assessing stress tolerance. *Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress*. Tainan, Taiwan.
- Fischer, R. A.; and R. Maurer (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. *Australian Journal of Agriculture Research*. 29: 897-912.
- Gavuzzi, P.; F. Rizza; M. Palumbo; R.G. Campaline; G.L. Ricciardi; and B. Borghi (1997). Evaluation of field and laboratory Canadian Journal predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. *Plant Science*. 77: 523–531.
- Hammer, Q.; DA.T. Harper; and P.D. Ryan (2001). Palaeontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 4 (1): 9 pp.
- Jha, CH.; P. Basu; S. Shil; and N.P. Singh (2017). Evaluation of Drought Tolerance Selection Indices in Chickpea Genotypes. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*. 7(6):1244-1248.
- Kumar, A.; SH. Nath; A. Kumar; and A. K. Yadav (2018). Study of variability, heritability and genetic advance for some quantitative traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 487-489.
- Maqbool, M.A.; M. Aslam; and H. Ali (2017). Breeding for improved drought tolerance in Chickpea (*Cicer arietinum* L). *plant breeding*. 1-19.
- Namvar, A.; R.S. Sharifi; and T. Khandan (2011). Growth analysis and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in relation to organic and inorganic nitrogen fertilization. *Ekologija*. 57(3): 97–108.
- Omar, S.A. (2004). Breeding for improving some exotic chickpea genotypes under stress conditions. Stability and selection for yield and drought susceptibility index. *J. Agric. Sci. Mansoura Univ*. 29 (7): 3709 -3722.
- Pang, J.; N.C. Turner; T. Khan; Y.L. Du; J.L. Xiong; and T.D. Colmer (2017). Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to terminal drought: leaf stomatal conductance, pod abscisic acid concentration, and seed set. *Frontiers in Plant Science*.14pp.

- Rosielle, A.A.; and J. Hamblin (1981). Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*, 21, 943–946.
- Sabaghpour, S.H.; A. Mahmodi; A. Saeed; M. Kamel; and R.S. Malhotra (2006). Study on chickpea drought tolerance lines under dryland condition of Iran. In *Indian Journal of Crop Science*. 70–73.
- Salehi-Lisar, S.Y., and H.B. Agdam (2016). *Drought Stress in Plants: Causes, Consequences, and Tolerance*. Springer International Publishing Switzerland.
- Singh, V.; S.C. Vimal; S.H.P. Shrivastav; V. Maurya; and N. Singh (2017). Character association and path analysis of yield contributing traits and quality parameter in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 1488-1492.
- Singh, K.B.; R.S. Malhotra; and J.R. Witcombe (1983). *Kabuli chickpea germplasm catalog*. ICARDA, Aleppo, Syria. 284 pp.
- Talebi, R.; N. Baghebani; E. Karami; and M.H. Ensafi (2011). Defining Selection Indices for Drought Tolerance in Chickpea under Terminal Drought Stresses. *Journal of Applied Biological Sciences*. 5(3): 33-38.
- Toker, C.; C. Lluch; N.A. Tejera; R. Serraj; and K.H.M. Siddique (2007). *Abiotic stresses*. (eds) Chickpea Breeding and Management. CABI. Wallingford. pp. 474–496.

Selection of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Genotypes using Drought Tolerance Indices

Haba ALatrash^(*)2), Mohamad Shfiek Hakim⁽¹⁾, Abdulah ALYoussef⁽²⁾
Mohamad Hamndosh⁽¹⁾ and Ahmad Shaaban⁽³⁾

(1)- Dept. of Field Crops, Faculty of Agriculture, Aleppo University

(2)- General commission for scientific Agriculture research

(3)- Dept. of Biotech Engineering, Faculty of Technological Engineering, Aleppo University

(*Corresponding author: Hiba Al-Atrash. Email: hiba.fad.16@gmail.com).

Received: 07/12/2019

Accepted: 11/01/2020

Abstract

The study was carried out at AL-Sfireh location, Scientific Agriculture Research Center in Aleppo, GCSAR, during 2016/2017 season, in order to select drought tolerance chickpea genotypes. (28) chickpea genotypes and two checks (Ghab4 and Ghab5) were planted in tow experiments (under water stress and irrigated conditions) in randomized complete block design with tow replications. The seed yield trait and the decrease in yield under water stress condition were estimated. Drought tolerance indices mean productivity (MP), geometric mean productivity (GMP), yield index (YI), tolerance index (TOL), stress susceptibility index (SSI). The correlation between tolerance indices and yield trait under both treatments was estimated for determined the most effective indices which were used to estimate Principal component analysis (PCA) for genotypes in order to divided into groups based on drought tolerant. The data were analyzed by (GGB)Biplot design to identify the best genotype under the two water conditions. The results showed significant lose in grain yield between the genotypes, where the genotype (23) showed highest grain yield under water stress (459.9) g, whereas the genotype (14) showed highest yield under irrigated condition (638.7) g. The STI, MP, HM and GMP were the superior criteria for selection of high yielding genotypes and these genotypes (3,14,18,23) were found to be superior genotypes based on drought indices. Principal component analysis based on drought tolerance explained 99% of the variation. Further, group-1 was characterized to have the genotypes with superior performance under the two water conditions, which included the genotypes (3, 4, 10, 11, 12, 14, 17, 18 and 23). Based on (GGB) biplot analysis, the genotypes (23 and 14) were declared as most stable and high yield under both water conditions.

Keyword: *Cicer arietinum*, Drought Tolerance Indices, Principal component analysis, (GGB) biplot