



تأثير التفاعل البيئي الوراثي لصفة الغلة الحبية في بعض الطرز الوراثية من القمح الطري في سورية Effect of Genetic - Environment Interactions for Grain Yield Trait of Some Genotypes of Bread Wheat in Syria

م. عبد اللطيف العساف⁽¹⁾ د. أحمد شمس الدين شعبان⁽²⁾ د. عبد الله اليوسف⁽¹⁾ د. وليد العك⁽³⁾

Abdullatef Al- Assaf⁽¹⁾

Dr. Ahmad Shams Al-Dien Shaaban⁽²⁾

Dr. Abdallah Elyousef⁽¹⁾

Dr. Waleed Alouk⁽³⁾

Shaabany57@gmail.com

(1) البحوث العلمية الزراعية، حلب، سورية.

(1) Agriculture research center of Aleppo, Aleppo, Syria.

(2) كلية الهندسة التقنية، جامعة حلب، سورية.

(2) Faculty of Technical Engineering, Univ. of Aleppo, Syria.

(3) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

(3) General Commission for Scientific Agriculture Research (GCSAR), Administration of Field Crops Research, Damascus, Syria.

الملخص

هدف البحث لتحليل التفاعل البيئي الوراثي لصفة الغلة للقمح الطري، باستخدام تحليل التأثيرات الأساسية التراكمية، والتفاعل المتعدد وتقييم الطرز الوراثية والبيئات (AMMI). زُرعت 24 سلالةً وصنفاً من القمح الطري في 13 موقعاً خلال المواسم الزراعية (2007/2006، 2008/2007، و2009/2008). بينت النتائج أن التأثيرات الأساسية العائدة إلى التأثير البيئي والوراثي والتفاعل البيئي الوراثي كانت معنوية ($P < 0.01$). وبين تحليل الـ GGE Biplot إمكانية تمييز طرز وراثية ذات تكييف واسع، وأخرى ذات تكييف خاص، وأشار إلى إمكانية إيجاد مواقع ذات قدرة للتمييز بين الطرز الوراثية. فأمكن تحديد مجموعتين تؤثران بشكل متشابه في الطرز، إذ ضمت الأولى مواقع حماة والرقعة وحمص والغاب والقامشلي، وضمت الثانية مواقع جلين وكفر صندل ويحمول وإزرع وتل حديا وحران، فيما بقي موقعا دير الزور وتل طير منفردين بتأثيرهما في الطرز، وتم تمييز مواقع جلين والغاب وإزرع كمواقع مثالية لاختبار الطرز على أساس وراثي، وتحديد مجموعة من الطرز الوراثية المتفوقة في الإنتاجية والمستقرة وراثياً، مثل بحوث6 ودوما48114. تقيّد النتائج بإمكانية تحسين عملية انتخاب الطرز الوراثية باستخدام طريقتي التحليل AMMI و GGE Biplot تحت ظروف المواقع المختلفة التي تتم فيها تجارب البيئات المتعددة.

الكلمات المفتاحية: القمح الطري، أنموذج AMMI، تحليل GGE Biplot، التفاعل البيئي الوراثي، الثبات الوراثي.

Abstract

The aim of this investigation was to study the effect of GE-interactions of grain yield of bread wheat using the additive main effects and multiplicative interaction (AMMI) model. Twenty-four genotypes of bread wheat were sown at 13 locations for 3 growing seasons (2006/2007, 2007/2008 and 2008/2009). The results showed that main effects due to E, G, and GE interaction were found to be significant ($P < 0.01$). The GGE Biplot analysis distinguished genotypes with wide and specific adaptation to environments with high and low genotype discrimination ability. There was two groups of sites, first one included the locations of Hama, Raqqa, Homs, Ghab, and Kameshli, second group included Jellin, Kefer Sandel, Yahmoul, Izraa, Tel Hadya and Harran. Der Elzour and Tel Ter, each one has different effect on the genotypes. The sites Jellin, Izraa, AlGhab were found as optimum locations for testing the genotypes, in addition a group of genotypes surpassed in productivity with genetic stability have been distinguished like Bohouth₆ and Douma₄₈₁₁₄. Results showed the possibility of improvement the selection of bread wheat genotypes by applying AMMI model and GGE Biplot methodology in multi- Environment trails.

Keywords: Bread Wheat, AMMI Model, GGE Biplot Analysis, GE Interaction, Genetic Stability.

المقدمة

يُعد القمح *Triticum* spp. أحد أهم المحاصيل الغذائية في العالم، ويُستخدم حالياً في تغذية نحو 40 % من سكان العالم (Gupta وزملاؤه، 2008)، ويُزرع القمح بنوعيه الطري (*T. aestivum* L.) والقاسي (*T. turgidum* spp. *durum* L.) على مساحات شاسعة مقارنةً بأي محصول آخر (Dixon وزملاؤه، 2009). ويُزرع غالباً تحت الظروف البعلية، إذ تتصف البيئات التي يزرع بها بالتقلبات المناخية من حيث كميات الهطولات المطرية وتوزعها.

وصلت المساحة المزروعة بالقمح في العالم عام 2013 إلى نحو 208.5 مليون هكتار، أنتجت 713 مليون طن، بمتوسط إنتاجية قدره 2013 كغ/هكتار (FAO، 2014)، وفي سورية قُدِّرت المساحة المزروعة بالقمح عام 2013 بنحو 1.3 مليون هكتار، أنتجت 3.1 مليون طن، بمرود وسطي بلغ 2316 كغ/هـ¹، وبلغت المساحة المزروعة بالقمح الطري نحو 683 ألف هكتار، أنتجت 1.5 مليون طن، وبمتوسط إنتاجية قدره 2298 كغ/هـ¹، والمساحة المزروعة بالقمح القاسي للعام نفسه نحو 690 ألف هكتار، أنتجت 1.6 مليون طن، وبمتوسط إنتاجية قدره 2333 كغ/هـ¹. ويُزرع القمح في سورية على نطاق واسع في منطقتي الاستقرار الأولى والثانية (وبشكل محدود في منطقة الاستقرار الثالثة) مروياً أو بعلياً، وتنتشر زراعته في مختلف المحافظات، وتُعد محافظات الحسكة والرققة وحلب الخزان الرئيس للقمح، إذ تنتج أكثر من 70 % من مجمل إنتاج القمح في سورية (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2014).

إن غلة الصنف هي نتيجة لتفاعل الطراز الوراثي (Genotype) مع البيئة (Environment) التي ينمو فيها، لذا فإن أداء الطرز الوراثية الذي يتباين في البيئات المختلفة يعكس التفاعل الوراثي مع البيئة ($E \times G$)، وهذا التفاعل يحد من كفاءة تحسين المحاصيل ويزيد من الصعوبات التي تواجه برامج التربية (Cooper و Byth، 1996).

تُنَفَّذ تجارب البيئات المتعددة (MET) Multi-Environment Trials عبر العالم لمعظم المحاصيل الرئيسية، وهناك مجموعة واسعة من الطرائق لتحليل تجارب البيئات المتعددة، ويختبر بها عدد كبير من التراكيب الوراثية والتي يتم من خلالها تفسير الاستجابة البيئية والوراثية والتفاعل البيئي الوراثي، وهدفت العديد من الطرائق الإحصائية إلى تحليل الثبات، إذ يتم استخدام مخرجاتها في تقييم وانتخاب التراكيب الوراثية بوساطة دراسة التفاعل البيئي الوراثي، ويُعدّ أنموذج تحليل التأثيرات الرئيسية التراكمية والتفاعل المتعدد Additive Main Effect and Multiplicative Interaction (AMMI) وسيلةً تحليليةً جيدةً للتعامل مع مجموعة كبيرة من بيانات التفاعل البيئي الوراثي (GE) Environment \times Genetic (Zobel وزملاؤه، 1988؛ Gauch، 1992).

يتم في تحليل AMMI تقدير تأثير الطرز الوراثية والبيئة في وقت واحد، بشكل يسهل تفسير وتحديد التفاعل الخاص لكل منهما، ويستخدم وصف التفاعل البيئي الوراثي في تحليل الـ AMMI من خلال استخدام بعض المؤشرات الإحصائية مثل معامل W^2 (Wricke، 1962)، وقيمة ثباتية "AMMI" ASVi (Purchase وزملاؤه 2000)، ومعامل ثباتية AMMI "Di" لتحديد استقرار الأداء الإنتاجي للطرز الوراثية ومدى استجابتها للتكيف الواسع والتكيف الخاص في تجارب البيئات المتعددة. استُخدم المعامل W^2 لتقدير قدرة البيئة على التمييز بين الطرز وإسهام البيئات في

التفاعل البيئي الوراثي (Burdon، 1977، Isik و Kleinschmit، 2005)، وفي حال أظهرت النتائج أن البيئة أو الطرز الوراثي ذو القيمة الأعلى بالنسبة لهذا المعامل، يُعدّ مؤشراً بأنهما الأكثر إسهاماً في التفاعل البيئي الوراثي، بمعنى أن الطراز الأقل قيمةً يُعدّ الأكثر استقراراً. وقد استخدم Fan وزملاؤه (2001) المؤشرين D_j و ASV، إذ اشتقّ هذان المقياسان من أنموذج تحليل الـ AMMI، واستخدما لوصف إسهام البيئات والطرز الوراثية في التفاعل البيئي الوراثي، إذ يعدّ الطراز الوراثي ذو القيمة المنخفضة في كل من ASV و D_j الأكثر استقراراً من بين الطرز الوراثية المختلفة، وتستند قيم ASV على قيم محاور تحليل المكونات الأساسية (PCA) Principal Component Analysis، كما استخدم مفهوم Shukla في تحليل الاستقرار الوراثي للأصناف، وهو يعتمد على التقدير غير المتحيز لتباين الاستقرار الوراثي للطرز الوراثي عبر البيئات المختلفة، بعد حذف التأثير الرئيسي للبيئة. ويستند تباين الاستقرارية على حساب مصفوفة الأخطاء (GE+e).

قدّم Yan وزملاؤه (2000) تقانة الـ Biplot المعدلة باستخدام أنموذج انحدار الموقع لاختيار الأصناف ذات الأداء الأفضل في عدد من المواقع. وقد استخدم Yan و Hunt (2001) حزمة الـ GGE Biplot لتحليل بيانات تجارب كفاءة أصناف القمح الشتوي في أونتاريو (USA)، للحصول على أول مكونين للتباين (PC1 و PC2)، وهي حزمة برمجية إحصائية تعتمد على دراسة الأثر الوراثي (G) والأثر المشترك البيئي الوراثي (GE) بشكل رسوم بيانية ثنائية الأبعاد (Biplot). إذ أوضحنا أن من أهم فوائد تحليل الـ GGE Biplot هو تحديد الطراز الوراثي ذو الإنتاج العالي والمستقر وراثياً، كذلك تحديد البيئات التي تعطي أفضل تمييز بين الطرز الوراثية، وتكون ممثلةً لبقية البيئات المدروسة. لقد دُرست تفاعلات الطرز الوراثية مع البيئة وذلك لتحديد الأصناف ذات الثبات الوراثي والبيئي داخل الموقع وعبر المواقع المتباينة (Wricke، 1962، Finlay و Wilkinson، 1963، Eberhart، 1966، Russell، 1966، Baker، 1988، Lin و Binns، 1988، Kang، 1993، Yan، 2001)، وتصنيف المواقع أو البيئات إلى مجموعات (Gauch و Zobel، 1997، Atlin و زملاؤه، 2000، Trethowan و زملاؤه، 2003، Yang و زملاؤه، 2005).

فقد درس بعض الباحثين وبشكل نسبي تفاعل الطرز الوراثية مع الموقع لتحديد بيئات الاختبار الملائمة (Yan و Kang، 2003) من خلال استخدام تحليل الـ GGE Biplot. وهدف الباحثان إلى دراسة تفاعل الطرز الوراثية مع البيئة بالنظر لقدرة التمييز (القدرة على التمييز بين الطرز الوراثية، والمقصود بذلك هو ذلك الموقع الذي يعطي أعظم تباين وراثي بين الطرز المدروسة للصفة المختبرة)، وتمثيل المواقع المدروسة كدلالة لقياس ملائمة هذه المواقع لاختبار الطرز. إن كفاءة ودقة انتخاب الطرز للصفة المدروسة تزيد وبشكل كبير في المواقع ذات القدرة العالية على التمييز (التباين) بين الأصناف مقارنةً بتلك المواقع ذات القدرة المنخفضة على التمييز، وبذلك فإن تحديد المواقع ذات القدرة العالية على التمييز بين الأصناف لصفة واحدة أو لمجموعة من الصفات ينبغي أن يأخذ الاهتمام الأكبر من قبل المربين.

هناك العديد من العوامل في هذه المواقع والتي تؤثر في تقييم الأصناف، ومن هذه العوامل الأمطار، وخواص التربة، والعوامل الأحيائية. إن العوامل الثابتة كتركيب التربة، ومحتواها من المكونات والعوامل المتحركة العشوائية (مثل العناصر المناخية)، والتي لا يمكن التحكم بها كلها تؤثر في مواقع الاختبار، وبالتالي فإن المواقع ذات القدرة العالية على التمييز بين الأصناف ينبغي أن تحوي على نظام ملائم من العوامل الثابتة والعشوائية، وبتكرارية معقولة. وينبغي على مربي النبات أن ينفذ مرحلة الاختبار ومرحلة الانتخاب للأصناف في المواقع التي تزوده بمعلومات جيدة حول التمييز بين الأصناف لكل صفة (Lubbers، 2003)، بالإضافة إلى أن الموقع المثالي للاختبار ينبغي أن يقدم مستوى عالٍ من التمييز بين الأصناف لكل صفة مدروسة، وينبغي أيضاً أن يكون ممثلاً لمنطقة زراعة الطرز الوراثية أو للمناطق الفرعية (Lubbers، 2003). ولتحديد أفضل موقع للاختبار، فإن الموقع الذي يتم اختياره ينبغي أن يكون ممثلاً لكل المواقع في منطقة الدراسة (Yan، 2001).

تُعدّ أبحاث تقييم الطرز الوراثية ضمن البيئات المتعددة قليلة في سورية، فقد درس خضر وزملاؤه (2006) تحليل التباين البيئي الوراثي لصفة غلة الشعير لـ 181 طرازاً وراثياً في عشرة مواقع خلال خمس سنوات (من 2001 إلى 2005)، إذ بينت نتائج تحليل الـ GGE Biplot إمكانية تحديد خمس مناطق فرعية تضم كل واحدة منها عدة مواقع متشابهة في تأثيرها في الطرز الوراثية، كما كان التفاعل بين الطرز الوراثية والمواقع الرطبة أقل منه في المواقع الجافة. كما نُفذت تجربة من قبل خضر وزملاؤه (2007) لتحديد مواقع الاختبار الملائمة لتقييم الطرز الوراثية للشعير، وذلك في عشرة مواقع خلال الفترة من 2000 إلى 2006، استُخدم فيها أنموذج تحليل الـ GGE Biplot، وكان موقع مدينة الباب (دورة شعير - بيقية أو كمون) هو الأكثر ملائمةً لاختبار الطرز الوراثية سوداء الحبوب لصفتي الغلة ووزن الـ 1000 حبة ولجميع الصفات المدروسة للطرز البيضاء الحبوب، وموقع مدينة الباب (شعير - شعير) بالنسبة لصفة ارتفاع النبات للطرز سوداء الحبوب، بالاستناد إلى قربه من موقع الاختبار المثالي، وقيمة الانحراف المعياري المنخفضة.

أما في مجال القمح الطري فقد كانت الدراسات أقل إذ قيّم حكيم وزملاؤه (2010) التفاعل الوراثي البيئي، لطرز من القمح الطري، باستخدام تقانة الـ GGE Biplot، في أربعة مواقع من سورية، خلال الموسم 2008/2009، وتوصلوا إلى أن موقع هيمو كان أفضل البيئات من أجل تقييم الطرز

الوراثية في صفة عدد السنابل في المتر المربع، والصنف شام6 أفضل الطرز في هذه الصفة، وكان موقع يحمل الأفضل لانتخاب الطرز الوراثية لصفة عدد الحبوب في السنبل، والصنف بحوث8 الأفضل في هذه الصفة، كما تبين أن الطرازين الوراثيين جولان2 وأكساد981 كانا الأفضل في الغلة الحبية، إذ جمعا الغلة العالية والثباتية عبر بيئات الاختبار.

أهداف البحث:

يعد قطاع الزراعة في سورية أهم القطاعات التي تدعم الأمن الغذائي، وتسعى سورية دائماً لتحقيق الاكتفاء الذاتي من القمح، وتأمين احتياطي يكفي للسنوات القادمة، لذلك يسعى الباحثون دائماً باتجاه تحسين إنتاج القمح بالحصول على الأصناف المتكيفة والمستقرة وراثياً، وذات الإنتاجية العالية. وعليه هدف البحث إلى:

1. تقييم الطرز الوراثية والبيئات، والتفاعل البيئي الوراثي، باستخدام المؤشرات الإحصائية بوساطة تحليل التفاعل البيئي الوراثي لصفة الغلة لطرز وراثية من القمح الطري، باستخدام تحليل التأثيرات الأساسية التراكمية والتفاعل المتعدد، وهو ما يعرف بأنموذج (AMMI).
2. تحديد إمكانية وجود مناطق متشابهة التأثير في الطرز الوراثية للقمح الطري باستخدام تحليل ال-Biplot GGE، الذي يعتمد على تحليل المكونات الأساسية للتفاعل.
3. تحديد موقع الاختبار المثالي لتقييم الطرز الوراثية لسلاسل وأصناف القمح الطري في سورية.

مواد البحث وطرائقه

المادة التجريبية وتصميم التجربة:

تم اختيار 24 طرازاً وراثياً من القمح الطري تم ترميزها من G1 إلى G24، وذلك لكل من الأصناف التالية: بحوث6، شام6، وسلالات دوما48010، دوما48034، دوما48055، دوما48083، دوما48090، شام4، وسلالات دوما48114، دوما48115، دوما48116، دوما48145، دوما48096، دوما48228، دوما48232، شام8، وسلالات دوما48286، دوما48324، دوما48335، دوما48375، دوما48416، دوما48485، دوما2 وشام10 على التوالي. زُرعت الطرز الوراثية السابقة في ثلاثة عشر موقعاً، تمثل مواقع اختبار الطرز الوراثية في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، ومناطق زراعة القمح الطري في سورية، وهذه المواقع هي: حمص وحماة والرقعة ودير الزور ممثلة للزراعة المروية، وجلين والغاب وكفر صندل ويحمول والقامشلي ممثلة للزراعة البعلية في منطقة الاستقرار الأولى، وإزرع وحران وتل حديا للزراعة البعلية في منطقة الاستقرار الثانية، وتل طير في الحسكة ممثلة للزراعة البعلية في منطقة الاستقرار الثالثة.

اختبرت الطرز الوراثية تحت ظروف الزراعة البعلية والمروية، لمدة ثلاثة مواسم زراعية (2007/2006، 2008/2007، 2009/2008). وضعت التجارب وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، وبثلاثة مكررات، وبلغت مساحة القطعة التجريبية في كل موقع 3.75 م² (6 سطور، طول السطر 2.5 م، المسافة بين السطور 20 سم)، وحول الإنتاج الحبي من إنتاج في القطعة التجريبية إلى إنتاج كغ.هـ¹.

التحليل الإحصائي:

نُفذ تحليل ال-AMMI حسب Zobel وزملائه (1988)، بحيث تُحدد المسافة لكل طراز وراثي، ولكل بيئة من المركز الذي حدد بوساطة أول محورين للـ Principle Component Analysis (PCA)، اللذين يشرحان التباين باتجاهين مختلفين استخدمنا لاستخراج ال-Biplot. وقد استخدم تحليل PCA أيضاً كمؤشر لقياس الاستقرار الوراثي لوصف استجابة كل من الطرز الوراثية والبيئات (Grausgruber وزملاؤه، 2000). تعرض القيمة المطلقة لعلامات المحور الأول من تحليل PCA أبسط قياس لاستقرار الطراز الوراثي بطريقة AMMI (Annicchiarico، 1997). يُعد الطراز الوراثي أكثر استجابة للبيئات المختلفة، عندما تكون قيم PCA كبيرة، وقد تكون هذه الاستجابة سالبة أو موجبة. استناداً إلى نتائج تحليل AMMI فإن المسافة للقيمة الإحصائية D ترمز للطرز الوراثية المختبرة بالرمز Di (Zhang وزملاؤه، 1998)، وبيئات الاختبار بالرمز Dj (Fan وزملاؤه، 2001). إذ أن Di تعبر عن المسافة التي تفصل بين النقطة التي تعبر عن الطراز الوراثي ومركز مكونات التفاعل في الفراغ. إن هذه المسافة الإحصائية تعطي تقديراً للتفاعل البيئي الوراثي الذي يسهم فيه كل طراز وراثي وكل موقع. وإن القيمة الأكبر لـ D تعني بُعد الطراز الوراثي أو البيئة عن مركز التفاعل، وإن الطراز الوراثي ذو القيمة الأقل يُعد الأكثر استقراراً (Zhang وزملاؤه، 1998)، والموقع ذو القيمة الأعلى بالنسبة لـ D يُعد الأكثر قدرة على التمييز بين الطرز الوراثية.

استخدم Purchase وزملاؤه (2000) تحليل ال-AMMI لقياس الاستقرار، وقد طُوّر مقياساً للاستقرارية استناداً إلى قيم PCA1 وPCA2 لكل طراز وراثي ولكل بيئة. وسماها بقيم AMMI للاستقرارية (ASV) AMMI Stability Value، واعتمد في حساب هذه القيمة على مجموع

مربعات الانحراف للمكونات الأساسية للتباين PCA1 و PCA2، واستخدم أيضاً معامل Wricke (W^2)، ومعامل Shukla في تحليل الاختلافات في الاستقرار لكل طراز وراثي، فالطراز الوراثي الأعلى قيمة في معامل Wricke (W^2) يُعد الأكثر إسهاماً في التفاعل البيئي الوراثي، ويعد الطراز الوراثي أكثر استقراراً إذا كان أقل تبايناً حسب Shukla.

كما استُخدم تحليل الـ GGE Biplot لدراسة التفاعل البيئي الوراثي، إذ أن تطبيق اختبار GGE Biplot يقدم مجموعة بيانات التجارب للبيئات المتعددة التي تسمح بتحديد عدد من المكونات وعلاقاتها:

1. علاقات التفاعل بين الطرز الوراثية والبيئة، والتي تسهل تحديد العلاقات الداخلية بين البيئات، مما يؤدي إلى تحديد أفضل البيئات لاختبار الأصناف (Cooper، 1983؛ Gauch و Zobel، 1997؛ Yan و Rajcan، 2002).

2. البيئات التي يمكن أن تحذف.

3. العلاقات بين الطرز الوراثية التي تسمح بالمقارنة بين الطرز الوراثية، وترتيبها اعتماداً على متوسط إنتاجها وثباتها في كل بيئة.

تم إجراء التحليل الإحصائي باستخدام برنامجي الـ GenStat 12th edition و GGE Biplot، إذ يتضمن جدول تحليل التباين مصادر التباين لكل من الطرز الوراثية (24)، والمواقع (13)، والأثر المشترك لهما، وتشكل بمجموعها المعاملات، إضافة إلى القطاعات والمكونات الأساسية للتباين المتبقي (IPCA) المعنوية، والخطأ والمتبقي.

النتائج والمناقشة

تحليل الـ AMMI:

تم إجراء تحليل AMMI لصفة الغلة الحبية لـ 24 طرازاً وراثياً، في 13 موقعاً (الجدول 1)، وقد أشارت نتائج التحليل إلى أن التباين التراكمي لكل من التباين البيئي والطرز الوراثية والتفاعل البيئي الوراثي كان عالي المعنوية ($P < 0.01$). ويشير تجزيء مجموع مربعات الانحراف الكلي لمصفوفة التفاعل البيئي الوراثي إلى أن 0.382%، و95.504%، و1.869% من التباين الكلي المحسوب كان للاختلافات بين الطرز الوراثية والمواقع والتفاعل البيئي الوراثي على التوالي. وأن النسبة المرتفعة لمتوسط مربعات المواقع (MS) يدل على تنوع المواقع واختلافها. إن الاختلافات بين متوسطات المواقع أدت إلى معظم التباين في صفة الغلة الحبية.

كما تشير النتائج إلى معنوية التباين البيئي الوراثي، ويشير تحليل الـ AMMI إلى أن التباين الذي تفسره أول خمسة محاور لتحليل الـ PCA كانت معنوية ($P < 0.01$)، إذ فسرت هذه المحاور نحو 67% من تباين التفاعل البيئي الوراثي. وأن مجموع درجات حرية هذه المحاور تشكل درجات حرية المتبقي والتي لم تفسر بالتحليل، وهذا ما يميزها عن الخطأ التجريبي.

الجدول 1. تحليل تباين التأثيرات الرئيسية والتفاعل المتعدد AMMI لصفة الغلة الحبية للطرز الوراثية والمواقع المدروسة.

مصادر الاختلاف	درجات الحرية df	متوسط المربعات	قيمة F المحسوبة	% للتباين المفسر	%	النسبة % التراكمية
المعاملات (طرز + مواقع + أثر مشترك)	311	17670862	121.74**	97.755	-	-
الطرز البيئية (24)	23	933324	6.43**	0.382	-	-
المواقع (13)	12	447425284	294.98**	95.504	-	-
القطاعات	26	1516786	10.45**	0.701	-	-
الأثر المشترك	276	380682	2.62**	1.869	-	-
المحاور الخمسة الأولى	34	1397935	9.63**	0.845	24	24
	32	587998	4.05**	0.335	14	38
	30	362499	2.5**	0.193	12	51
	28	340993	2.35**	0.170	10	61
	26	270562	1.86**	0.125	9	70
المتبقي	126	89407	0.62ns	0.200	-	-
الخطأ	598	145152	-	1.544	-	-

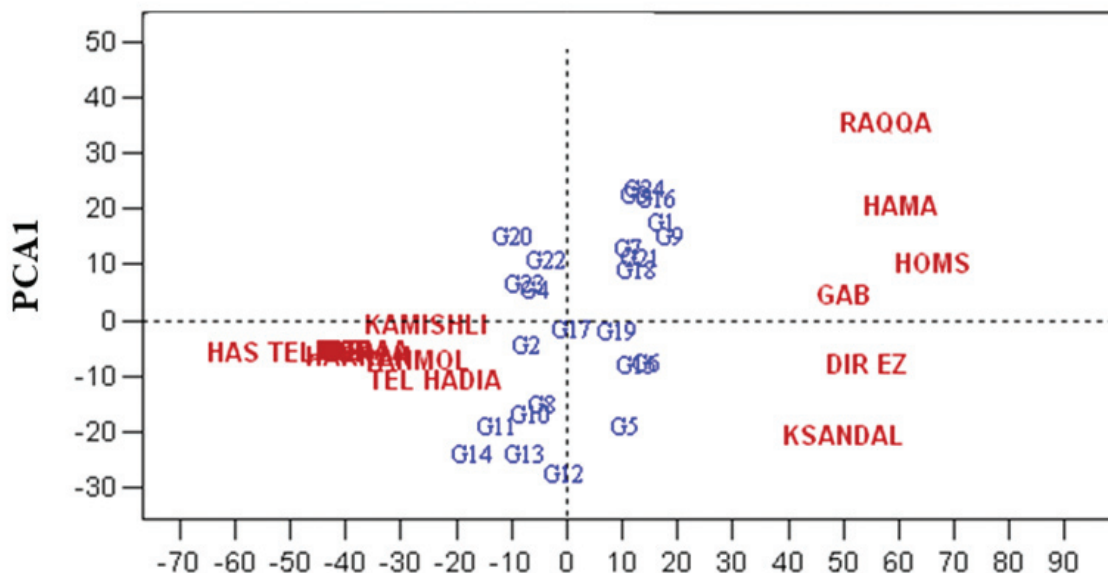
تحليل الـ GGE Biplots

تراوح متوسط الإنتاج للطرز الوراثية بين 92.5 كغ.هـ-1 في موقع تل طير في الحسكة، و9000 كغ.هـ-1 في موقع حمص. إذ إنّ وجود تأثير التفاعل البيئي الوراثي يجعل من الصعب التربية للتكيف الواسع. وقد تم توصيف التفاعل البيئي الوراثي، من خلال تحليل AMM1 Biplot باستخدام متوسطات الإنتاج للطرز الوراثية والمواقع وقيم PCA1 (الشكل 1). وفُسر الـ Biplot 99% من مجموع مربعات الانحراف للمعاملات، وهذا مناسب لتفسير التفاعل البيئي الوراثي والتأثيرات الرئيسية. وقد حُدِّدَت التفاعلات في الـ Biplot باستخدام المواقع النسبية للطرز الوراثية والمواقع، فقد لوحظ التفاعل السلبي الذي يشير إلى الإنتاج المنخفض للطرز الوراثية G12 (دوما 48145)، وG13 (دوما 48096)، وG14 (دوما 48228) والتي أخذت قيماً سلبية على المحور PCA1 في مواقع الرقة وحماة وحمص والغاب، ذات القيم الموجبة على المحور PCA1، في حين أخذت طرز أخرى، مثل G9 (دوما 48114)، وG24 (شام 10)، قيماً موجبة على المحور ذاته وفي المواقع نفسها (الشكل 1). فقد بلغ إنتاج الطرز الوراثية المذكورة في موقع الرقة 5821.4، 5711، 5512 كغ.هـ-1، وفي موقع حماة 6190.9، 6736.3، 9529 كغ.هـ-1، أما في موقع حمص فقد بلغ الإنتاج 8260، 6777 كغ.هـ-1 على التوالي، إلا أن متوسط إنتاج الأصناف الثلاثة في كل المواقع بلغ 4238، 4339، و3938 كغ.هـ-1 على التوالي.

لوحظ التفاعل الإيجابي لهذه الطرز الوراثية الثلاثة في موقعي كفر صندل وتل حديا، إذ أن أداءها الإنتاجي كان مرتفعاً مقارنةً بالطرز الوراثية الأخرى، فقد بلغ الإنتاج للطرز الثلاثة المذكورة في موقع كفر صندل 6125، 6694، و5928 كغ.هـ-1، وفي موقع تل حديا 3171، 3288، و2751 كغ.هـ-1 على التوالي. ويُلاحظ بشكل عام أن الطرز الوراثية G12 (دوما 48145)، وG13 (دوما 48096)، وG14 (دوما 48228) ذات القيمة السالبة لـ PCA، والطرز الوراثية G24 (شام 10) ذو القيمة الموجبة لـ PCA كانت الأكثر إسهاماً في التفاعل البيئي الوراثي. بينما كانت الطرز الوراثية G7 (دوما 48090)، وG19 (دوما 48335) الأقل إسهاماً في التفاعل البيئي الوراثي، لأنهما الأقرب لمركز الإحداثيات (الشكل 1)، وأسهمت بقية الطرز الوراثية بشكل منخفض في التفاعل البيئي الوراثي.

كانت مواقع الحسكة (تل طير)، وتل حديا، وكفر صندل، ويحمول، والقامشلي، وإزرع الأقل إنتاجاً، والأكثر إسهاماً في التفاعل البيئي الوراثي، إذ أخذت قيماً منخفضة بالنسبة لقيم PCA1، بينما يلاحظ أن مواقع الرقة وحماة وحمص والغاب ذات القيمة الموجبة بالنسبة لـ PCA1، وموقعي كفر صندل وتل حديا ذات القيم السالبة لـ PCA1 تميل لأن تأخذ الإسهام الأعلى في التفاعل البيئي الوراثي (الشكل 1).

$$E=97.7\%, G=0.39\%, IPC1=0.9\%, \text{sum} =99\%$$



التأثيرات الرئيسية

حيث: E: البيئة، G: الطرز الوراثية، IPC1: المكون الأساس الأول من

مكونات التباين البيئي الوراثي، sum: مجموع التباين المفسر

الشكل 1. تحليل الـ Biplot للإنتاج الحبي لطرز وراثية من القمح الطري ومواقع مختلفة في سورية استناداً إلى المكون الأول من مكونات التباين البيئي الوراثي PCA1.

تحليل الثباتية الوراثية للطرز الوراثية:

تقدم قيم PCA للطرز الوراثية مؤشراً على الاستقرار الوراثي عبر البيئات (Annicchiarico، 1997؛ Grausgruber وزملاؤه، 2000)، ويظهر الجدول 2 القياسات الإحصائية الوراثية، وترتيب الطرز الوراثية على أساس هذه المؤشرات. ولوحظ في هذه الدراسة أن أقل قيمة من قيم PCA1 كانت للطرز الوراثي G17 (دوما 48286)، تلاه الطرز G19 (دوما 48335)، وG2 (شام 6)، وG4 (دوما 48034). بينما كان الطراز الأقل قيمة على أساس PCA2 هو G17 (دوما 48286)، تلاه الطراز G16 (شام 8)، ثم G1 (بحوث 6)، وG10 (دوما 48115) (الجدول 2). كما يلاحظ أن الطراز الوراثي G17 (دوما 48286) كان الأفضل من ناحية الاستقرار الوراثي، إلا أن ترتيبه هو الثالث عشر في متوسط الإنتاج، بينما كان الطراز G1 (بحوث 6) هو الأفضل من ناحية الإنتاج، ويأتي ترتيبه في المرتبة الثالثة في الاستقرار الوراثي، كذلك الطراز الوراثي G16 (شام 8) الذي كان ترتيبه الثالث في الإنتاج، والثاني في الاستقرار الوراثي على المحور الثاني لـ PCA.

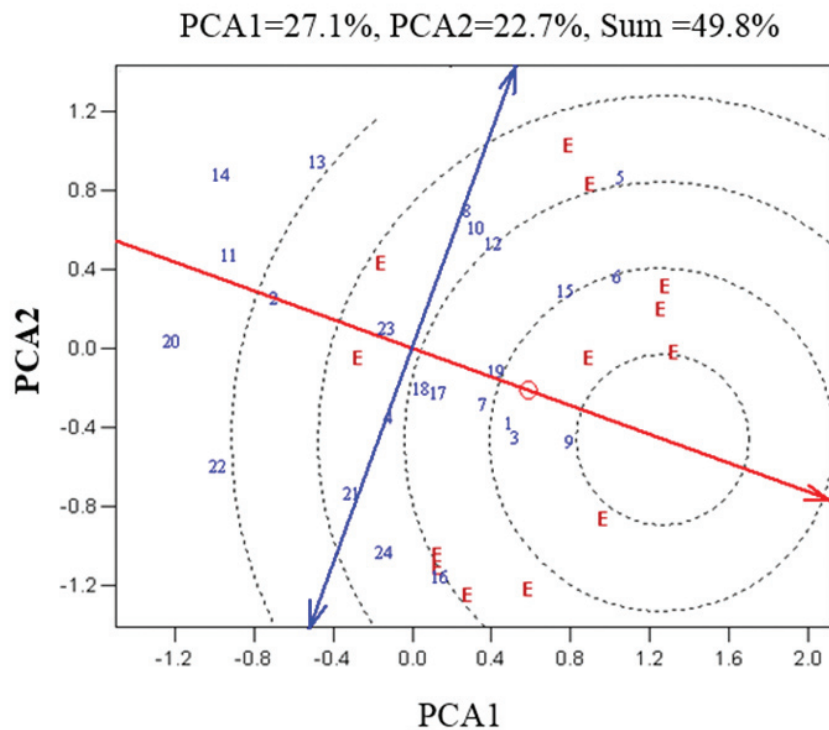
يتبين من تحليل الـ GGE Biplot أن أفضل طراز وراثي مثالي لجميع البيئات ومستقر وراثياً هو الطراز G9 (دوما 48114) وهو الأقرب لمركز الدوائر، تلاه الطراز G3 (دوما 48010)، فالطرز G1 (بحوث 6). إذ أن الطراز الوراثي G9 (دوما 48114) أتى في المرتبة الأولى في الإنتاج، بالإضافة إلى أنه مستقر وراثياً، فقد بلغ متوسط إنتاجه 4624 كغ. هـ⁻¹، تلاه الطراز الوراثي G1 (بحوث 6) الذي بلغ إنتاجه 4576 كغ. هـ⁻¹ (الشكل 2). ويلاحظ من قيمة الاستقرار لـ AMMI (ASV) كمؤشر على أن الطرازين الوراثيين G17 (دوما 48286)، وG18 (دوما 48324) أخذوا أقل قيمة ما يدل على أنهما الأكثر استقراراً من بين الطرز الوراثية في جميع المواقع. فيما يلاحظ أن الطرازين الوراثيين G12 (دوما 48145)، وG3 (دوما 48010) هما الأقل استقراراً وراثياً.

الجدول 2. متوسط الإنتاج الوراثي والمؤشرات الإحصائية، وترتيبها لـ 24 طرازاً وراثياً من القمح الطري.

الطرز الوراثية	الطرز متوسط إنتاج هـ ⁻¹ كغ.	PCA1	PCA2	الترتيب	W ²	الترتيب	Shukla	الترتيب	ASVi	الترتيب	Di	الترتيب
G1	بحوث 6	-14.09	-1.02	16	1401540	12	121644	12	35.60	16	20.61	12
G2	شام 6	3.71	-4.81	3	773096	5	64513	5	10.53	3	15.82	6
G3	دوما 48010	-17.95	22.24	20	2606430	23	231180	23	50.50	23	28.79	21
G4	دوما 48034	-4.46	1.50	4	658634	4	54107	4	11.38	4	13.98	4
G5	دوما 48055	15.30	10.78	17	1450662	13	126110	13	40.11	17	19.82	11
G6	دوما 48083	6.27	11.93	6	823856	7	69127	7	19.84	8	16.69	8
G7	دوما 48090	-10.20	14.03	11	1336930	11	115770	11	29.33	10	20.78	13
G8	شام 4	12.32	8.51	14	1470340	14	127899	14	32.25	14	25.09	17
G9	دوما 48114	-11.98	2.33	12	934756	9	79209	9	30.36	12	17.30	9
G10	دوما 48115	13.65	1.03	15	900208	8	76068	8	34.51	15	14.20	5
G11	دوما 48116	15.32	-14.27	18	1535496	15	133822	15	41.24	18	21.78	14
G12	دوما 48145	22.19	-12.92	24	2729064	24	242328	24	57.52	24	28.14	19
G13	دوما 48096	19.34	-2.88	22	2600765	8	230664	22	48.95	21	28.95	22
G14	دوما 48228	19.44	10.64	23	2493478	15	220911	21	50.25	22	28.50	20
G15	دوما 48232	6.44	-3.67	7	638149	9	52245	3	16.68	6	8.54	1
G16	شام 8	-17.43	0.58	19	2358115	2	208605	20	44.04	20	30.62	24
G17	دوما 48286	1.42	-0.32	1	373970	1	28229	1	3.59	1	13.82	3
G18	دوما 48324	-7.33	-1.64	8	588808	6	47759	2	18.59	7	12.73	2
G19	دوما 48335	1.71	5.44	2	817270	11	68529	6	6.95	6	16.68	7
G20	دوما 48375	-12.12	-14.28	13	2229454	22	196909	19	33.77	19	30.46	23
G21	دوما 48416	-8.96	-12.67	10	1024285	18	87348	10	25.93	10	19.06	10
G22	دوما 48485	-8.66	-19.74	9	1577997	23	137686	16	29.46	16	24.39	15
G23	دوما 2	-5.06	8.44	5	1627061	12	142146	17	15.32	17	26.80	18
G24	شام 10	-18.88	-9.22	21	2077151	14	183063	18	48.57	18	24.66	16

PCA1 و PCA2 المكونات الأوليان الأساسيان ، W²، Shukla، ASVi، و Di: المؤشرات الإحصائية المستخدمة لتقدير الاستقرار، والتباين البيئي الوراثي.

استخدمت أيضاً طريقة Zhang وزملائه (1998) لتقدير المسافة الوراثية للطرز الوراثية، اعتماداً على قيم PCA، فقد تراوحت قيم D بين الطرز الوراثية من 8.54 إلى 30.62 (الجدول 2)، ولوحظت قيم منخفضة لـ D لكل من الطرز الوراثية G15 (دوما 48232)، وG18 (دوما 48324)، وG17 (دوما 48286)، وG4 (دوما 48034)، وG10 (دوما 48115)، وبالتالي فهي الطرز الأقل استقراراً وراثياً من بين الطرز المدروسة وفق هذا المؤشر. بينما لوحظت قيم مرتفعة لـ D لدى الطرز الوراثية G16 (شام 8)، وG20 (دوما 48375)، وG13 (دوما 48096)، وG3 (دوما 48010)، وG14 (دوما 48228)، وبالتالي كانت أكثر الطرز الوراثية ثباتاً وفق هذا المؤشر. ووجد أن الطراز الوراثي الأفضل هو الطراز G9 (دوما 48114)، تلاه الطراز الوراثي G1 (بحوث 6)، الذي يجمع بين الإنتاج العالي والاستقرارية على أساس قيمة D.. أما حسب Shukla فيلاحظ أن أكثر الطرز الوراثية التي كانت مستقرة وراثياً هي G17 (دوما 48286)، وG18 (دوما 48324)، وG15 (دوما 48232)، وG4 (دوما 48034). بينما كانت الطرز الوراثية G12 (دوما 48145)، وG3 (دوما 48010)، وG13 (دوما 48096)، وG14 (دوما 48228) هي الأقل استقراراً وراثياً بين الطرز المدروسة. وقد توافقت نتائج اختبار Wricke's تماماً مع نتائج اختبار Shukla (الشكل 2).



ترتيب الطرز الوراثية تبعاً للمتوسط والثباتية

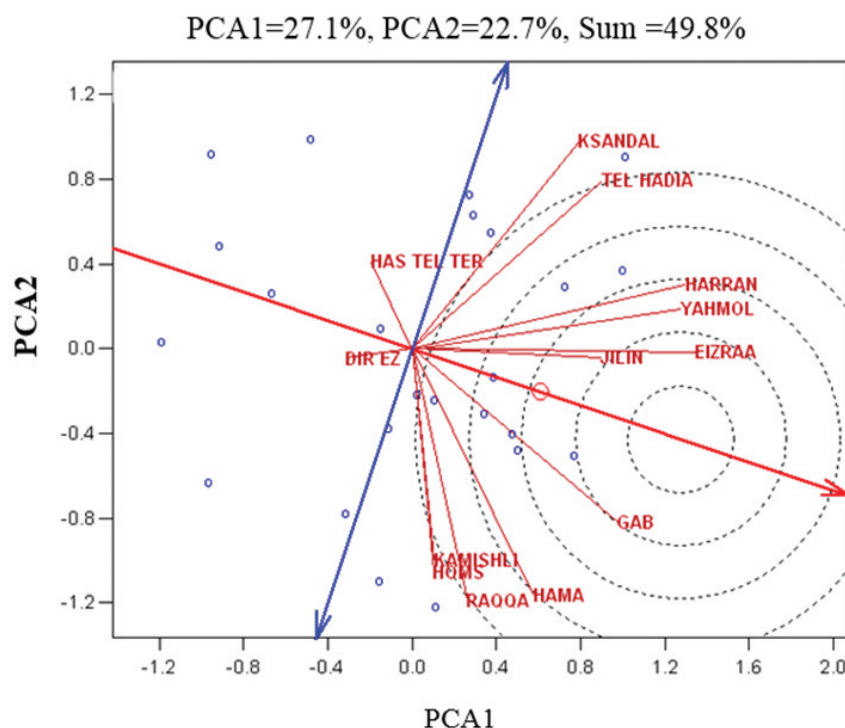
الشكل 2. تحليل الـ Biplot GGE للإنتاج الحبي لطرز وراثية من القمح الطري ومواقع مختلفة في سورية، استناداً إلى المكونين الأول والثاني من مكونات التباين البيئي الوراثي PCA1 و PCA2 يبين الطراز المثالي المتأقلم.

يُعبّر بشكل عام عن التفاعل كتغير في ترتيب إنتاج الطرز الوراثية عبر المواقع والسنوات. والطرز الوراثية التي تقيّم في مدى واسع من البيئات دائماً تتأثر بالتفاعل البيئي الوراثي. إن الهدف الأساس من تجارب البيئات المتعددة في برامج التربية هو تقدير الثباتية الوراثية، لذا يعدّ التفاعل البيئي الوراثي مهماً من أجل تحديد الأداء والتكيف، وبالتالي فإن التقييم المستند إلى عدة سنوات وعدة مواقع، يعدّ ضرورياً في استراتيجيات برامج التربية، إذ أن المزارعين في الدول النامية الذين تتعرض زراعتهم لظروف قاسية وغير متوقعة يحتاجون إلى طرز وراثية مستقرة وراثياً (Amri and Mohammadi, 2008). وفي هذه الحالات يوصى بالحصول على طرز وراثية ذات أداء جيد ومستقرة وراثياً. ويساعد تحليل التفاعل البيئي الوراثي على توصيف استجابة الطرز الوراثية للتغير في البيئات، وتحديد أفضل موقع يمثل التنوع في البيئات في المناطق الرئيسية لأي محصول.

استخدم تحليل Biplot GGE بكفاءة في توصيف التفاعل البيئي الوراثي في تجارب البيئات المتعددة للقمح الطري، فقد استخدم في هذه الدراسة PCA1 و PCA2 لتحديد العلاقات بين الطرز الوراثية والمواقع كما فعل العديد من الباحثين (Zobel وزملاؤه، 1988؛ Yan، 1999؛ Vargas وزملاؤه، 1999؛ Yan وزملاؤه، 2000؛ Ebdon و Gauch، 2002؛ Yan و Rajcan، 2002؛ Li وزملاؤه، 2006؛ Suadric، 2006).

وزملاؤه، 2006؛ Ortiz وزملاؤه، 2007). إذ يسهل استخدام هذا التحليل من رؤية ووصف نماذج العلاقات المختلفة للطرز الوراثية والمواقع المدروسة. واستخدم في الدراسة أول مكونين فقط من مكونات التباين الناتج عن التفاعل البيئي الوراثي، على الرغم من أن بقية المكونات معنوية كما ذكر آنفاً، وبما أن PCA3 و PCA4 و PCA5 كانت معنوية، فقد استخدم المؤشر الاحصائي Di المرتبط بتحليل الـ AMMI، وبالتالي كان استخدامه مفيداً، وبينت قيمة Di في هذه الدراسة أن التفاعل البيئي الوراثي لكل طراز وراثي وكل موقع كان متبايناً (الجدول 2).
تحليل الثباتية البيئية:

أشارت نتائج تحليل الـ GGE Biplot إلى أن نحو 50% من التباين الموجود في البيانات يمكن تفسيره، وتهدف دراسة الثباتية البيئية إلى إيجاد ذلك الموقع الذي يستطيع أن يميز بين الطرز الوراثية المختبرة على أساس التباين الوراثي فيما بينها، ويكون الطراز المنتخب في هذا الموقع ممثلاً للمتوسط العام للبيئات.



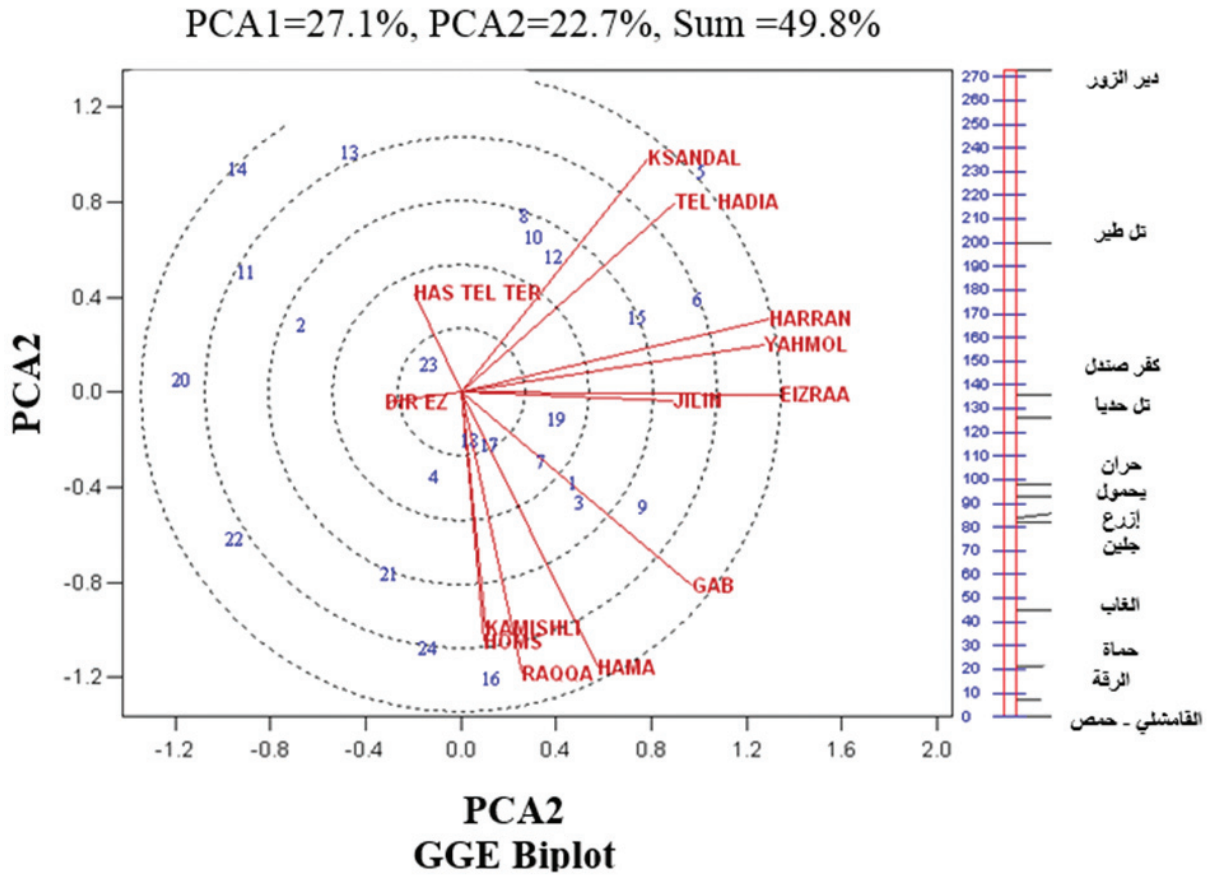
ترتيب المواقع المختبرة تبعاً لقابلية تمييزها للطرز الوراثية وتمثيلها للبيئة المثالية

الشكل 3. تحليل الـ GGE Biplot للإنتاج الحبي للطرز وراثية من القمح الطري ومواقع مختلفة في سورية، استناداً إلى المكونين الأول والثاني من مكونات التباين البيئي الوراثي PCA1 و PCA2 يبين الموقع المثالي لتقييم الطرز الوراثية.

واستناداً إلى تحليل الـ GGE Biplot ينبغي أن يكون مسقط هذا الموقع أعلى ما يمكن على المحور الأفقي PCA1، وأدنى قيمة على المحور العمودي PCA2، وعليه يتضح من الشكل 3 أن مواقع إزرع والغاب وجلين، تعدّ أفضل المواقع لتقييم الطرز الوراثية، كونها تقع ضمن دائرة واحدة وقريبة من الموقع المثالي الذي يمثل مركز الدوائر مجتمعة، إذ تعدّ الفروقات بين الطرز الوراثية في هذه المواقع على أساس وراثي، وانتخاب أي طراز وراثي سوف يكون ممثلاً لانتخاب الطرز الوراثية في المواقع الأخرى إذ يمثل الموقع المثالي في الشكل 3 بالدائرة الصغيرة التي يمر من خلالها السهم المار من مركز الدوائر، وبالتالي فإن الموقع الأقرب إلى مركز الدائرة يكون هو الموقع المثالي لتقييم الطرز الوراثية.
تقسيم المواقع المدروسة إلى مجموعات متشابهة في تأثيرها في الطرز الوراثية:

تم تنفيذ تحليل الـ Biplot لفهم العلاقات القائمة بين الطرز الوراثية والمواقع في تجارب القمح الطري، باستخدام أول محورين أساسيين يشرحان تباين التفاعل البيئي الوراثي PCA1 و PCA2 (الشكل 4). وتشير النتائج في هذا التحليل إلى أن مواقع الرقة وحماة وحمص والقامشلي تميل لأن تكون منفصلة عن بقية المواقع، وكانت بيانات مميزة لاختيار الطرز الوراثية G24 (شام 10)، و G16 (شام 8)، و G21 (دوما 48416)، التي تعدّ من الطرز الأعلى إنتاجاً في هذه المواقع، فيما يلاحظ بأن موقعي كضر صندل وتل حديا ارتبطا مع الطراز الوراثي G5 (دوما 48055) الأعلى إنتاجاً في هذين الموقعين. كما يتضح من الشكل 4 أن الطرازين G17 (دوما 48286)، و G18 (دوما 48324)، وموقعي الحسكة ودير الزور كانوا الأقل إسهاماً في التفاعل البيئي الوراثي (بسبب قربهم من المركز الذي يمثل المتوسط العام للطرز والمواقع). كما يلاحظ أن الطرز الوراثية G16

(شام 8)، وG21 (دوما 48416)، وG22 (دوما 48485)، وG24 (شام 10)، وG13 (دوما 48096)، وG14 (دوما 48228)، وG5 (دوما 48055)، وكذلك مواقع كفر صندل، وتل حديا، والغاب، وحمص، والقامشلي، وحماة، والرقعة، كانوا الأكثر تأثيراً في التفاعل البيئي الوراثي.



الشكل 4. تحليل الـ GGE Biplot لتحديد العلاقة بين طرز الفمح الطري المدروسة ومواقع التجارب في سورية، استناداً إلى المكونين الأول والثاني من مكونات التباين البيئي الوراثي PCA1 و PCA2 بين الموقع المثالي لتقييم الطرز الوراثية.

تظهر نتائج تحليل تفاعل الطرز الوراثية للقمح الطري مع المواقع إمكانية تقسيم هذه المواقع، إذ تم تحديد مجموعتين تؤثران بشكل متشابه في الطرز الوراثية، ضمت الأولى مواقع حماة والرقعة وحمص والغاب والقامشلي، أما المجموعة الثانية فضمت مواقع جلين وكفر صندل ويحمول وإزرع وتل حديا وحران، فيما بقي موقعا دير الزور وتل طير، بحيث انفرد كل منهما في تأثيره في الطرز الوراثية (الشكل 4).

ينبغي أن تكون البيئات أو المواقع المختارة في التجارب التي تزرع في مناطق مختلفة، ممثلة لخصائص المنطقة، إذ أن اختيار المواقع لا ينبغي أن يكون على أساس عدد المواقع، وإنما على أساس نوعية هذه المواقع التي تمثل البيئات المختلفة (Lin و Morrison، 1992). وقد استخدم تحليل الـ Biplot في هذا البحث لفصل المواقع التي تسهم بشكل كبير في التفاعل البيئي الوراثي مقارنة بتلك المواقع التي يعد إسهامها أقل. كما استخدم هذا التحليل والمؤشرات الاحصائية الأخرى في تفسير إسهام الطرز الوراثية بشكل دقيق في التفاعل البيئي الوراثي، وظهر من خلال تحليل الـ AMMI أن الطراز G1 (بحوث 6) كان متفوقاً في ثمانية مواقع، هي حماة والرقعة وجلين والغاب والقامشلي وإزرع وحران وتل طير، كذلك الطراز الوراثي G9 (دوما 48114)، فقد تكرر وجوده بشكل متفوق في سبعة مواقع، مما يدل على أن هذين الطرازين يملكان مدى واسعاً من التأقلم في البيئات الجيدة وفي البيئات المجهددة (الجدول 3). وقد لوحظ أن نسبة التحسين للطرز الوراثية في البيئات غير الملائمة أعلى منه في حالة البيئات الملائمة، وهذه النتيجة تفيد في أن انتخاب السلالات في البيئات غير الملائمة سوف يفيد في تحسين الإنتاج بشكل أكبر منه في حالة البيئات الملائمة بالنسبة للقمح الطري.

الجدول 3. تجميع المواقع المدروسة من خلال استخدام الطرز الوراثية المتفوقة في الإنتاج، والتحسين المتوقع باستخدام أول أربعة طرز وراثية في كل موقع تم اختيارها على أساس تحليل الـ AMMI.

التحسين في صفة الإنتاج (كغ.هـ-1) لأول أربعة طرز وراثية				أول أربعة طرز وراثية تم الحصول عليها من تحليل AMMI								الموقع	
الرابع	الثالث	الثاني	الأول	GY	الرابع	GY	الثالث	GY	الثاني	GY	الأول		المتوسط
626	664	731	888	7844	شام ¹⁰	7882	بحوث ⁶	7949	شام ⁸	8106	دوما ⁴⁸⁰¹⁰	7218	حماة
815	865	873	926	7609	دوما ⁴⁸³⁷⁵	7659	دوما ⁴⁸¹¹⁴	7667	بحوث ⁶	7720	دوما ⁴⁸⁰¹⁰	6794	الرقعة
418	425	453	614	6961	دوما ⁴⁸¹¹⁶	6968	دوما ⁴⁸⁴⁸⁵	6996	دوما ⁴⁸⁴¹⁶	7157	دوما ⁴⁸¹⁴⁵	6543	دير الزور
191	194	222	251	2385	بحوث ⁶	2388	دوما ⁴⁸¹¹⁴	2416	دوما ⁴⁸⁰⁵⁵	2445	دوما ⁴⁸⁰⁸³	2194	جلين
556	639	804	1051	8445	دوما ⁴⁸⁴¹⁶	8528	دوما ⁴⁸¹¹⁴	8693	دوما ⁴⁸⁴⁸⁵	8940	شام ⁸	7889	حمص
289	331	426	457	6690	دوما ⁴⁸³³⁵	6732	بحوث ⁶	6827	شام ⁸	6858	دوما ⁴⁸⁰¹⁰	6401	الغاب
377	609	701	741	6247	دوما ⁴⁸¹⁴⁵	6479	دوما ⁴⁸⁰⁸³	6571	دوما ⁴⁸⁰⁹⁶	6611	دوما ⁴⁸⁰⁵⁵	5870	كفر صندل
141	143	231	239	3131	شام ⁴	3133	دوما ⁴⁸¹¹⁴	3221	دوما ⁴⁸⁰⁵⁵	3229	دوما ⁴⁸⁰⁸³	2990	يحمول
169	195	223	229	3198	شام ¹⁰	3224	دوما ⁴⁸⁴¹⁶	3252	دوما ⁴⁸¹¹⁴	3258	بحوث ⁶	3029	القامشلي
160	201	201	228	2507	دوما ⁴⁸¹¹⁴	2548	بحوث ⁶	2548	دوما ⁴⁸⁰⁵⁵	2575	دوما ⁴⁸⁰⁸³	2347	إزرع
163	225	261	264	3235	دوما ⁴⁸²³²	3297	دوما ⁴⁸⁰⁸³	3333	دوما ⁴⁸⁰⁵⁵	3336	دوما ⁴⁸¹⁴⁵	3072	تل حديا
130	191	249	263	2248	بحوث ⁶	2309	دوما ⁴⁸¹¹⁴	2367	دوما ⁴⁸⁰⁵⁵	2381	دوما ⁴⁸⁰⁸³	2118	حران
151	156	187	193	299.9	دوما ⁴⁸⁰⁸³	305.2	دوما ⁴⁸¹¹⁴	336	بحوث ⁶	341.5	دوما ⁴⁸¹⁴⁵	149	تل طير

GY: Grain Yield (الغلة الحبية كغ.هـ-1)

الاستنتاجات والمقترحات

1. تُعدّ مواقع إزرع والغاب وجلين أفضل المواقع المختبرة لتقييم الطرز الوراثية.
2. قسّمت الدراسة المواقع إلى مجموعتين رئيسيتين: ضمت الأولى مواقع حماة والرقعة وحمص والغاب والقامشلي، أما المجموعة الثانية فضمت مواقع جلين وكفر صندل ويحمول وإزرع وتل حديا وحران، فيما أنفرد موقعا دير الزور وتل طير كل منهما في تأثيره في الطرز الوراثية.
3. أشارت الدراسة إلى إمكانية تحسين عملية انتخاب الطرز الوراثية باستخدام طريقتي التحليل (AMMI) و(GGE Biplot) تحت ظروف المواقع المختلفة التي تتم فيها تجارب البيئات المتعددة.
4. يملك البحث أهمية تطبيقية، إذ يساهم في تحسين تربية القمح الطري، مما ينعكس إيجاباً في إيجاد طرز وراثية متكيفة لظروف كل مجموعة من مجموعات المواقع التي تم تحديدها، إضافة إلى تخفيض تكاليف البحث من خلال اختصار عدد مواقع الاختبار في موقع مثالي يمثل مواقع الدراسة، أو موقع مثالي لكل مجموعة مواقع.
5. أشار البحث إلى وجود مجموعة من الطرز الوراثية المتفوقة في الإنتاجية والمستقرة وراثياً، مثل بحوث⁶ ودوما⁴⁸¹¹⁴ والتي يمكن الاستفادة منها في برامج التربية.

المراجع

- حكيم، محمد شفيق، وعثمان عبد الله، ومحمد جمال حمندوش، ومحمد وليد العك، وخالد الشريدة. 2010. تقييم التفاعل الوراثي البيئي لبعض الطرز الوراثية من القمح الطري (*Triticum aestivum* L.). مجلة بحوث جامعة حلب، سلسلة العلوم الزراعية، 84: 29-47.
- خضر، خالد، وسيلفاتوري شيكاريللي، وغسان ناعسة، وعبد اللطيف العساف. 2006. دراسة تفاعل الطرز الوراثية للشعير مع البيئة لتحديد إمكانية تمييز مناطق فرعية في مناطق زراعة الشعير في سورية. مجلة بحوث جامعة حلب، سلسلة العلوم الزراعية. العدد: 59.
- خضر، خالد، وسيلفاتوري شيكاريللي، وغسان ناعسة، وعبد اللطيف العساف. 2007. تحديد بيئات الاختبار الملائمة لتقييم الطرز الوراثية للشعير في سورية. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية. العدد: 1، المجلد: 29.
- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. 2014. قسم الإحصاء، مديرية الإحصاء، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، الجمهورية العربية السورية.
- Annicchiarico, P. 1997. Joint regression vs AMMI analysis of genotype– environment interactions for cereals in Italy. *Euphytica*, 94:53–62.
- Atlin, G.N., K.B. McRae and X. Lu. 2000. Genotype x region interaction for two-row barley yield in Canada. *Crop Science*, 40:1- 6.
- Baker, R.J. 1988. Tests for crossover genotype-by-environment interactions. *Can. J. Plant Science*, 68: 405-410.
- Burdon, R.D. 1977. Genetic correlation as a concept for studying genotype- environment interaction in forest tree breeding. *Silvae Genet.*, 26:168–175.
- Cooper, J.C.B. 1983. Factor analysis: An overview. *Am. Statist.*, 37:141- 147.
- Cooper, M., and D.E. Byth. 1996. Understanding plant adaptation to achieve systematic applied crop improvement: A fundamental challenge in: Cooper M. and G.L. Hammer (Eds). *Plant Adaptation and Crop Improvement*. CAB International, Wallingford, UK: 5- 23.
- Dixon, J., H.J. Braun, P. Kosina and J. Crouch. 2009. *Wheat Facts and Futures*. Mexico, D.F. CIMMYT.
- Ebdon, J.S., and H.G. Gauch. 2002. Additive main effects and multiplicative interaction analysis of National Turfgrass performance trials: II. Genotype recommendation. *Crop Sci.*, 42:497–506.
- Eberhart, S.A., and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.*, 6:36–40.
- Fan, L.J., B.M. Hu, C.H. Shi and J.G. Wu. 2001. A method of choosing locations based on genotype × environment interaction for regional trials of rice. *Plant Breed*, 120:139–142.
- FAO. 2014. Statistical (FAOSTAT), Food and Agriculture organization of the United Nations. Website: <<http://faostat.fao.org>>.
- Finlay, K.W., and G.N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Aust. J. Agric. Res.*, 14:742- 754.
- Gauch, H.G. 1992. *Statistical analysis of regional yield trials: AMMI analysis of factorial designs*, Elsevier, Amsterdam.
- Gauch, H.G., and R.W. Zobel. 1997. Identifying mega- environments and targeting genotypes. *Crop Science*, 37: 311- 326
- Grausgruber, H., M. Oberforster, M. Werteker, P. Ruckenbauer, and J. Vollmann. 2000. Stability of quality traits in Austrian grown winter wheats. *Field Crops Res.*, 66:257–267.
- Gupta, P.K., R.R. Mir, A. Mohan and J. Kumar. 2008. *Wheat Genomics: present status and future prospects*. *Internat J Plant Genomics*. Special issue on genomics of Major Crops and Model Plant Species, Hindawi Pub Corp, USA (In press), 5: 73.
- Isik, K., and J. Kleinschmit. 2005. Similarities and effectiveness of test environments in selecting and deploying desirable genotypes. *Theor. Appl. Genet.*, 110:311- 322.
- Kang, M.S. 1993. Simultaneous selection for yield and stability in crop performance trials: consequences for growers. *Agron. J.*, 85:754- 757.

- Li, W., Z.H. Yan, Y.M. Wei, X.J. Lan and Y.L. Zheng. 2006. Evaluation of genotype × environment interaction in Chinese spring heat by the AMMI model, correlation, and path analysis. *J. Agron. Crop Sci.*, 192:221- 227.
- Lin, C.S., and M.R. Binns. 1988. Procedural approach for assessing cultivar– location data: Pairwise genotype– environment interactions of test cultivars with checks. *Can. J. Plant Sci.*, 65:1065- 1071.
- Lin, C.S., and M.J. Morrison. 1992. Selection of test locations for regional trials of barley. *Theor. Appl. Genet.*, 83:968–972.
- Lubbers, E.L. 2003. Evaluation of cotton breeding test environments in the Southeast United States, p. 791807-. In *Proc. Beltwide Cotton Conf.*, National Cotton Council of America, Memphis, TN.
- Mohammadi, R., and A. Amri. 2008. Comparison of parametric and non- parametric methods for selecting stable and adapted durum wheat genotypes in variable environments. *Euphytica*, 159:419- 432.
- Ortiz, R., J. Crossa, M. Vargas and J. Izquierdo. 2007. Studying the effect of environmental variables on the genotype × environment interaction of tomato. *Euphytica*, 153:119- 134.
- Purchase, J.L., H. Hatting and C.S. Van Deventer. 2000. Genotype × environment interaction of winter wheat in South Africa: II. Stability analysis of yield performance. *S. Afr. J. Plant Soil*, 17:101- 107.
- Suadric, A., D. Simic and M. Vratric. 2006. Characterization of genotype by environment interactions in soybean breeding programmes of southeast Europe. *Plant Breed.*, 125:191–194.
- Trethowan, R.M., M Van Ginkel, K. Ammar, J. Crossa, T.S. Payne, B. Cukadar, S. Rajaram and E. Hernandez. 2003. Associations among twenty years of international bread wheat yield evaluation environments. *Crop Science*, 43: 1698- 1711.
- Vargas, W., J. Crossa, F.A. Van Eeuwijk, M.E. Ramirez and K. Sayre. 1999. Using partial least squares regression, factorial regression, and AMMI models for interpreting genotype-by environment interaction. *Crop Sci.*, 39:955–967.
- Wricke, G. 1962. Über eine methode zur erfassung der ökologischen streubreite in feldversuchen. *Z. Pfl Anzuecht*, 47:92–96.
- Yan, W. 1999. A study on the methodology of yield trial data analysis with special reference to winter wheat in Ontario. PhD thesis. Univ. of Guelph, ON, Canada.
- Yan, W., L.A. Hunt, Q. Sheng and Z. Szlavnic. 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE Biplot. *Crop Sci.*, 40:597–605.
- Yan, W. 2001. GGEBiplot a windows application for graphical analysis of multienvironment trial data and other types of two-way data. *Agron. J.*, 93:1111- 1118.
- Yan, W. and L.A. Hunt. 2001. Genetic and environmental causes of genotype by environment interaction for winter yield in Ontario. *Crop Science*, 41(1):19- 25.
- Yan, W., and I. Rajcan. 2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. *Crop Sci.*, 42:11- 20.
- Yan, W. and M.S. Kang. 2003. GGEBiplot analysis: a graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists. CRC press.
- Yang, R., S.F. Blade, J. Crossa, D. Stanton and M.S. Bandara. 2005. Identifying isoyield environments for field pea production. *Crop Science*, 45:106- 113.
- Zhang, Z., C. Lu and Z.H. Xiang. 1998. Stability analysis for varieties by AMMI model. *Acta Agron. Sin.*, 24:304- 309.
- Zobel, R.W., M.J. Wright and H.G. Gauch. 1988. Statistical analysis of a yield trial. *Agron. J.*, 80:388- 393.

N° Ref: 779