The Effect of Genotype x Environment Interaction on Stability Performance for Bread Wheat Genotypes at Diverse Locations

Dr. Boulos Khoury*
Hiba Mansour**

(Received 5 / 7 / 2023. Accepted 2 / 10 /2023)

□ ABSTRACT □

Nineteen genotypes of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) were tested at four diverse locations in Syria during the 2020-2021season under rain-fed conditions. To evaluate these genotypes and study the Genotypes x Environments Interactions, and stability performance across environments using 6 statistical measures of stability:{Mean performance across tested locations ($\bar{X}_i$), Regression Coefficient (**b*i***), and Deviation from Regression Coefficient ($S^2\bar{d}_i$), Stability Variance Index (σ^2_i), Ecovalance Stability Index (***Wi***), and Coefficient of Determination (r^2_i) }.

Genetic material included **13** promising lines and **6** local varieties (provided by ACSAD and GCSAR).The experiment was designed using randomized complete block design with three replications, statistical data analysis was done, and least significant difference (L.S.D) test at 5% was applied for comparison of means. Significant differences were observed among bread wheat genotypes. Combined analysis of variance of grain yield across the four locations showed significant mean squares due to genotypes, environments and genotypes x environments interaction, suggesting differential responses of genotypes across studied environments and validity of stability analysis.

Stability analysis for grain yield revealed that; the promising line DOUMA**66241**, ACSAD-**1147** and DOUMA**6** were more stable than other genotypes. Due to they had superior ranks for both average yield over environments and yield stability, While the promising line ACSAD**1304** showed tolerance to unfavorable environmental conditions, which reveals the importance of invest these genotypes to reach varieties that combine relatively high yield and adapted to a wide range of environmental changes in any future breeding programs.

Keywords: Bread Wheat, Genotype x Environment Interaction, Stability Analysis, Diverse Locations.

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* **Professor -Plant Breeding, Field Crop Department, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University-lattakia-Syria b19572009@gmail.com**
****Postgraduate Student (PhD) Student, Field Crops Department, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University. lattakia-Syria hibamuhammedmansour@gmail.com**

تأثير التفاعل الوراثي x البيئي على ثباتية أداء طرز وراثية من القمح الطري في مواقع بيئية متباينة

د. بولص خوري*

هبة منصور**

(تاريخ الإيداع 5 / 7 / 2023. قبل للنشر في 2 / 10 / 2023)

□ ملخّص □

أُختبِر تسعة عشر طرازاً وراثياً من القمح الطري (*Triticum aestivum* L.) في أربعة مواقع بيئية مختلفة خلال موسم 2020-2021 م تحت ظروف الزراعة المطرية بهدف تقييم هذه الطرز ودراسة التفاعل الوراثي X البيئي (GXE)، وتحليل ثباتية أدائها عبر هذه المواقع باستخدام 6 مؤشرات وراثية إحصائية للثباتية وهي: {متوسط أداء الطراز الوراثي عبر المواقع المختبَرة ($\bar{X}_i$)، معامل الانحدار (b_i)، معامل الانحراف عن الانحدار ($S^2\bar{d}_i$)، معامل تباين الثباتية (σ^2_i)، دليل استقرار المكافئ البيئي (W_i)، ومعامل التحديد (r^2_i) }.

تضمنت المادة الوراثية ثلاث عشرة سلالة مبشرة وستة أصناف محلية معتمدة تم الحصول عليها من المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (ACSAD) والهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية (GCSAR)، صممت التجربة في المواقع الأربعة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة في ثلاثة مكررات، حللت البيانات إحصائياً وتمت المقارنة وفق اختبار أقل فرق معنوي عند مستوى دلالة 5%، وأظهر تحليل التباين التجميعي لصفة الغلة الحبية وجود تباينات معنوية بين كلٍ من الطرز الوراثية، المواقع البيئية المختبَرة، وتفاعل الطرز الوراثية* بيئات، مما يشير إلى استجابات مختلفة للطرز الوراثية عبر البيئات المدروسة وفعالية تحليل الثباتية.

أظهرت نتائج تحليل الثباتية أن الطرز الوراثية (السلالة دوما**66241**، أكساد **1147**، والصنف دوما**6**) امتلكت ترتيباً متفوقاً في كل من الغلة الحبية والثباتية العالية بالنسبة لمعظم المؤشرات الوراثية الإحصائية المستخدمة، وأبدت ملاءمةً مع جميع البيئات المختبَرة، بينما أظهرت السلالة أكساد**1304** تحملها للظروف البيئية غير المواتية، مما يدل على أهمية هذه الطرز وضرورة استثمارها في برامج تربية القمح المستقبلية للحصول على أصناف ذات غلة متفوقة ومتأقلمة مع مدى واسع من التغيرات البيئية.

الكلمات المفتاحية: قمح طري، تفاعل وراثي x بيئي، تحليل الثباتية، مواقع بيئية متباينة.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

*أستاذ تربية نبات – قسم المحاصيل الحقلية – كلية الهندسة الزراعية – جامعة تشرين. اللاذقية-سورية b19572009@gmail.com

**طالبة دكتوراه – قسم المحاصيل الحقلية – كلية الهندسة الزراعية – جامعة تشرين. . اللاذقية-سورية

hibamuhammedmansour@gmail.com

مقدمة:

يعد القمح المحصول الحبي الأول في العالم، ويؤمّن 40–50 % من الاحتياجات الغذائية في مختلف البلدان نظراً لقيمته الغذائية وتنوع منتجاته؛ تنتشر زراعته في أكثر من 220.8 مليون هكتار عالمياً ويقدّر الإنتاج العالمي منه 775.7 مليون طن بمعدل 3.51 طن/هـ (FAO, 2022)، وتشير الإحصائيات العالمية إلى أنه بحلول عام 2050 سيكون هناك حاجة ملحة لزيادة إنتاج القمح العالمي بنسبة 60% لتلبية الطلب المتزايد، وبسبب تغير المناخ عالمياً مما سيقلل من إنتاجية القمح في الدول الرئيسة (Tilman *et al*., 2011).

لذلك فإن ضمان الحصول على إنتاج عالٍ ومستقر منه هو أمر بالغ الأهمية لتحقيق الأمن الغذائي؛ وتربية طرز وراثية ذات مدى واسع من التأقلم مع مختلف الظروف البيئية كان وما يزال أحد أهم أهداف برامج التربية (Dehghani *et al*.,2008).

إنّ تربية طرز وراثية ذات مدى واسع من التأقلم في مختلف الظروف البيئية كان وما يزال أحد أهم أهداف برامج التربية، لكن تأثير التفاعلات الوراثية x البيئية في أداء الطرز الوراثية وثباتيتها يشكّل تحدياً صعباً لمربي النبات عند تطوير أصناف جيدة وذات تأقلم واسع (El- Morshidy *et al*., 2001).

إن الوعي المتنامي لأهمية التفاعلات الوراثية x البيئية قد زاد من دور البيئات المتعددة والحقول الاختبارية عند اعتماد الأصناف أو خلال المراحل النهائية من برامج التربية، كما أن تحليل تأثيرات التفاعل الوراثي x البيئي باستخدام الطرق المناسبة بدلاً من تجاهلها سيفيد في الكشف عن المزيد من الفرص لتحسين الأصناف المزروعة، والحد من المساوئ التي تحدثها هذه التأثيرات (Annicchiarico, 2002).

تعد تجارب البيئات المتعددة Multi Environment Trial الأساس في تربية المحاصيل في جميع أنحاء العالم، حيث يتم تقييم سلالات عدة في مواقع مختلفة ممثلة لبيئات مختلفة (موقع + سنة)؛ والطرز الوراثية التي تمتلك ترتيباً متفوقاً في كل من متوسط الغلة عبر البيئات وثباتية عالية تعد مهمة جداً سواء لاعتمادها أم لانتخاب أفضلها للوصول إلى أصناف تجمع بين الغلة الجيدة نسبياً في الظروف الجافة مع استجابتها لتحسن الظروف الزراعية وإعطاء غلة عالية (Mohammadi *et al*., 2012)، والتي غالباً ما يكون انتخابها صعباً بسبب التفاعلات الوراثية x البيئية؛ كونها تُضعِف الارتباط بين الطراز المظهري Phenotype والطراز الوراثي Genotype، مما يقلل من كفاءة الانتخاب وفعاليته ويعيق تحقيق التقدم الوراثي المنشود، ولاسيما عندما تكون البيئات المستهدفة متباينة ومجهِدة (Singh *et al*., 2006).

يهتم مربو النبات في دراسة تأثير التفاعل بين الطرز الوراثية والبيئة لسببين: الأول أنه يخفض التقدم المتوقع من العملية الانتخابية، والثاني أنه يجعل عملية اعتماد الأصناف صعبة حيث أنه من الصعب إحصائياً تفسير العامل الأساس المؤثر في أداء الصنف (Gauch and Zobel,1997).

ويعد التفاعل الوراثي x البيئي هاماً **فقط** إذا تغير ترتيب أداء الطرز الوراثية من بيئة إلى أخرى (Kang, 2002)، لذلك فإنَّ دراسة التفاعل الوراثي x البيئي (ثباتية الصنف) مهمة جداً عندما يختلف الأداء النسبي للطرز الوراثية في البيئات المختلفة، وكلما قل التفاعل الوراثي x البيئي كان دليلاً على أن الصنف أكثر تكيفاً مع الظروف البيئية (Pingali and Rajarm, 1999) .

ولتقدير التفاعلات الوراثية x البيئية وتحليل ثباتية الغلة الحبية نفَّذ Akcura وآخرون (2005) تجربة في ثلاثة مواقع بيئية متباينة في تركيا لاختبار 30 طرازاً وراثياً من القمح القاسي في ظروف الزراعة البعلية، باستخدام: معامل الانحدار ($\mathbf{b_i}$)، ومعامل الانحراف عن الانحدار ($\mathbf{Sd_i^2}$)، أظهرت النتائج معنوية التفاعل الوراثي x البيئي وتباين ترتيب

الأداء النسبي للطرز الوراثية المدروسة عبر البيئات، وتبعاً لقيم المؤشرات الوراثية الإحصائية المستخدمة كان الطرازان الوراثيان Cakmak-79 و Kiziltan-91 الأكثر ثباتية بين الطرز الوراثية المدروسة وبمتوسط غلة حبية أعلى من المتوسط العام عبر البيئات ($b_i = 1, Sd_i^2 = 0, \bar{X}_i > \bar{X}$).

درس Parveen وآخرون (2010) ثباتية الأداء لدى 30 صنف من القمح الربيعي في 5 مواقع مختلفة من المنطقة الشمالية الغربية لباكستان تبعاً لنموذج Eberhart & Russell (1966)، أظهرت نتائج تحليل التباين التجميعي وجود فروق معنوية بين: الطرز الوراثية، البيئات، والتفاعل بينهما، لم تكن قيم معامل الانحدار ($\mathbf{b}_i$) لدى أي من الطرز الوراثية المدروسة مساوية للواحد، لكن دلت قيم معامل الانحدار والانحراف عن الانحدار لدى الأصناف Pirsabak-85, Bakhtawar-92, Nowshera-96 و Fakhre Sarhad على تحملها للبيئات غير المواتية بالنسبة لصفة الغلة الحبية.

قام Abd El-Shafi وآخرون (2014) بتحليل الثباتية لعشرة طرز وراثية من القمح الطري عبر ثماني بيئات مختلفة في مصر (مكونة من موسمين زراعيين، معدلين مختلفين للري، موعدين للزراعة)، وباستخدام خمسة مقاييس إحصائية مختلفة للثباتية تضمنت: { متوسط الغلة الحبية للطراز الوراثي عبر البيئات ($\bar{X}i$)، معامل الانحدار ($\mathbf{b}_i$)، معامل الانحراف عن الانحدار ($\mathbf{S^2\bar{d}_i}$)، معامل Wricke ($\mathbf{W^2}_i$)، ومعامل التحديد ($\mathbf{r^2}_i$)}، بينت النتائج وجود فروق معنوية بين كلٍ من الطرز الوراثية، البيئات، والتفاعل بينها وبالتالي فاعلية تحليل الثباتية، وتميزت الطرز الوراثية بحوث 8، شام8، L-R 40 ، شام 10 و Sahel 1 بكونها أكثر ثباتيةً والأقل تأثراً بالتفاعلات البيئية تبعاً لِـ 4، 4، 3، 3، 3، 3 من المقاييس الإحصائية الخمسة المستخدمة على التوالي مقارنة مع باقي الطرز المدروسة، لذلك فإن هذه الطرز يمكن أن يوصى بها كأصناف تجارية مستقرة وعالية الغلة، أو/ و استخدامها كمخزون وراثي في برامج التربية المستقبلية الهادفة إلى إنتاج سلالات عالية الغلة من القمح الطري.

أجرى Patel *et al*. (2014) تحليل ثباتية الغلة الحبية لثمان سلالات مبشرة وأربعة شواهد تمثل أصناف القمح الطري المحلية في ثلاثة مواقع مختلفة من الهند خلال موسم 2009–2010، وأظهرت النتائج معنوية التفاعل الوراثي x البيئي، وتفوُّق الطراز الوراثي GW-411 على باقي الطرز الوراثية المدروسة، حيث كان متوسط غلته الحبية عبر البيئات (2910.22 Kg/ ha) أعلى من المتوسط العام (2817.35 Kg/ha)، ومعامل انحداره مساوٍ للواحد وانحرافاً أصغرياً عن الانحدار؛ لذلك اعتبر بأنه الطراز الوراثي الأكثر استقراراً وملاءمةً لجميع المواقع المختبَرة.

يعتمد نجاح أي برنامج تربية للقمح على مدى قدرة الأصناف المحسنة على التكيف والتأقلم مع البيئات المستهدفة، وأيضاً قدرة هذه الأصناف على تحمل الإجهادات الأحيائية واللاأحيائية السائدة في هذه البيئات؛ ولذلك اختبر Altay (2012) ثباتية الغلة الحبية لِـ 8 أصناف شتوية من القمح الطري في 10 مواقع مختلفة من منطقة الأناضول Anatolia غرب تركيا بين أعوام 2007–2011 باستخدام ($\mathbf{b}_i$ ، $\mathbf{S^2\bar{d}_i}$ ، $\mathbf{r^2}_i$ ، $\mathbf{W^2}_i$)، وأظهرت النتائج ملاءمة الصنفين Kate A1 و Mufit bey لجميع البيئات، بينما كان أداء الصنف Gerek-79 الأفضل في البيئات المجهدة.

استخدم Shah *et al*. (2009) مؤشرات الثباتية الآتية: W^2_i ، σ^2_i ، b_i ، $S^2\bar{d}_i$ و $\mathbf{r^2}_i$ لتحليل ثباتية 10 أصناف من القمح الطري وتقدير تأثير التفاعلات الوراثية x البيئية في 9 مواقع مختلفة في الباكستان وخلال 3 سنوات؛ أظهرت النتائج معنوية التفاعل الوراثي x البيئي بالنسبة لجميع الصفات المدروسة دلالةً على تأثُّرها الكبير بالتغيرات البيئية. كما عكست قيم المؤشرات الوراثية الإحصائية المستخدمة تبايناً كبيراً في الثباتية ومدى التأقلم مع المواقع البيئية المختبَرة بالنسبة لجميع المعاملات ومكونات الغلة المدروسة.

أجرت منصور وخوري (2018) تحليل ثباتية لـ 11 طرازاً وراثياً من القمح الطري عبر ثلاثة مواقع بيئية مختلفة في الساحل السوري باستخدام مؤشرات الثباتية: b_i، $S^2\overline{d}_i$، W_i، σ^2_i، أظهرت النتائج معنوية التفاعل الوراثي x البيئي مما يشير إلى استجابات مختلفة للطرز الوراثية عبر المواقع المختبرة وفعالية تحليل الثباتية، امتلك الطرازان الوراثيان (السلالة أكساد 1147، الصنف دوما6) ترتيباً متفوقاً في كل من متوسط الغلة عبر البيئات وثباتية الغلة وأبديا ملاءمة مع جميع البيئات المختبرة؛ مما يدل على أهمية استخدامهما في برامج تربية القمح المستقبلية، كما أشارت النتائج إلى دقة تحليل الثباتية تبعاً لطريقة العالمَين Eberhart and Russell (1966) وفعاليتها في سبر الطرز الوراثية وفرزها بشكل أفضل تبعاً للمواقع البيئية الملائمة لكل منها.

تعاني سورية في السنوات العشر الأخيرة من عجز في إنتاج القمح وانخفاض مخزونه الاستراتيجي بسبب التغيرات المناخية وظروف الجفاف، فضلاً عن خروج مساحات واسعة من مناطق إنتاج القمح في سورية عن السيطرة وصعوبة إيصال مستلزمات الإنتاج إليها. لم تتجاوز المساحة المزروعة بالقمح عام 2021 (1567) ألف هكتار، أنتجت (1952) ألف طن بمعدل 1.2 طن/هـ، بما يعادل نصف المساحة والإنتاج المحققَين في عام 2019 (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية السورية،2021)؛ مما يتطلب ضرورة العمل على انتخاب طرز وراثية تتميز بإنتاجية عالية وتكيف مع مدى واسع من التغيرات البيئية، وذلك من أُولى مهام المراكز البحثية وبرامج التربية الوطنية، التي تُجرى فيها عمليات التقييم والانتخاب للوصول إلى سلالات مبشّرة تدخل في تجارب الكفاءة الإنتاجية الأولية، ومن ثم يُقيم أداؤها ضمن تجارب حقول موسعة في عدة مناطق بيئية وتقارن مع أفضل الأصناف المعتمدة، في عملية تعتمد على خبرة المربي وملاحظاته الحقلية فقط والاكتفاء بإجراء تحليل إحصائي مركب لتحديد المتفوق منها ؛ لذلك فإن المعلومات المستنبطة من هذا البحث تساعد مربّي النبات في إعطاء معلومات دقيقة عن سلوك الطرز الوراثية المدروسة والكشف عما تتمتع به من مواصفات من خلال:

1- تقييم أداء مجموعة من الطرز الوراثية للقمح الطري في مواقع بيئية متباينة.

2- تقدير التفاعلات الوراثية x البيئية، وتحليل ثباتية هذه الطرز وفق العديد من المقاييس الوراثية الإحصائية الخاصة بالثباتية.

3- تحديد أفضل الطرز الوراثية المدروسة التي تجمع بين الغلة المتفوقة والثباتية العالية، واقتراح الطرز الملائمة لكل موقع بيئي مختبَر.

طرائق البحث ومواده:

المادة النباتية:

تضمنت المادة النباتية 19 طرازاً وراثياً من القمح الطري، تم الحصول عليها من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية (GCSAR)، ومن المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (ACSAD) الواردة في الجدول (1).

جدول (1): الطرز الوراثية المدروسة، نسبها وبعض مواصفاتها.

الرمز	الطراز الوراثي	النسب وبعض المواصفات
G1	السلالة دوما 66233	4WON-IR-257/5/YMH/HYS//HYS/TUR3055/3/DGA /4/ VPM / MOS
G2	السلالة دوما 68010	VEE/PJN//2*KAUZ/3/SHUHA-4/FOW-2
G3	السلالة دوما 66241	ATTILA 50Y//ATTILA/BCN/3/PFAU/MILAN
G4	السلالة دوما 66981	SERI.1B*2/3/KAUZ*2/BOW//KAUZ/4/TEVEE'S'/BOBWHITE #1
G5	السلالة دوما 68467	ATTILA*2/PBW65//PFAU/MILAN
G6	السلالة دوما 68017	SERI.1B//KAUZ/HEVO/3/AMAD/4/FLAG-2
G7	السلالة دوما 68498	P1.861/RDWG//DAJAJ-10
G8	السلالة أكساد 1300	ACSAD 901/3/NAC/VEE'S'//TEMMU196.74/TITO'S' ACS – W – 10472 (2007) – 5IZ – 11Z-11Z-01Z
G9	السلالة أكساد 1302	ACSAD 901/3/NAC/VEE'S'//TEMMU196.74/TITO'S' ACS – W – 10472 (2007) – 5IZ – 11Z-21Z-01Z
G10	السلالة أكساد 1304	ACSAD 901/3/NAC/VEE'S'//TEMMU196.74/TITO'S' ACS – W – 10472 (2007) – 5IZ – 11Z-31Z-01Z
G11	السلالة مبشرة 1	P1.892/RDWG//DAJAJ-8
G12	السلالة أكساد 1115	W3918A/ JUP// NS732/ Her /3/ Florkwa -3 ACS – W -9523- 6IZ -1IZ- 0IZ
G13	السلالة أكساد 1147	Chat′s′ // KVZ/ cgn /3/ BAU′s′ /4/ Karawan2 ACS – W -9669- 15IZ -1IZ - 1IZ- 0IZ
G14	الصنف دوما 4	ACSAD 529 /4/ C182-24 / C168.3 /3/ Con*2/ 7C // Cc/ Tob ACS – W -8024 -14IZ – 1IZ – 3IZ –OIZ اعتمد عام 2007، غلته 2.375 طن/هـ في منطقة الاستقرار الثانية.
G15	الصنف دوما 6	Snb′s // shi # 4414/ crow′s′/ crow′s′ ACS – W -9678- 23IZ -2IZ -0IZ اعتمد عام 2014، غلته 4.2 طن/هـ.
G16	شام 6	صنف معتمد من ICARDA، اعتمد عام 1991، غلته 3.320 طن/هـ.
G17	شام 4	صنف معتمد من ICARDA، اعتمد عام 1986، غلته 4.335 طن/هـ.
G18	بحوث 6	صنف معتمد من GCSAR ، اعتمد عام 1991، غلته 3.785 طن/هـ.
G19	جولان 2	صنف معتمد من GCSAR ، اعتمد عام 2007، غلته 4.575 طن/هـ.

مواقع تنفيذ البحث:

نفِّذت التجربة في أربعة مواقع بيئية متباينة وهي:

- الموقع الأول: قرية حريصون الواقعة بين منطقتي (بانياس–محافظة طرطوس) و (جبلة –محافظة اللاذقية)، على بعد 15 كم جنوب مدينة جبلة، وترتفع حوالي 10م فوق سطح البحر.
- الموقع الثاني: في قرية درميني التابعة لمحافظة اللاذقية، تبعد 20 كم عن مدينة جبلة، وترتفع 750م فوق سطح البحر.
- الموقع الثالث: في قرية حمين التابعة لمحافظة طرطوس ناحية الدريكيش، تبعد عنها 25 كم، وترتفع 400م فوق سطح البحر.
- الموقع الرابع: ناحية جب رملة – منطقة الغاب–محافظة حماة، تبعد عنه 8 كم، وترتفع 190 م عن سطح البحر.

يوضح الجدول (2) متوسط درجات الحرارة ومعدلات الهطول المطري في المواقع الأربعة:

جدول(2): متوسطات درجات الحرارة (مْ) ومعدلات الهطول المطري (مم) في المواقع البيئية المختبرة خلال موسم 2020_2021.

الموقع	حريصون			درميني			حمين			الغاب		
الشهر	متوسط درجة الحرارة الصغرى (مْ)	متوسط درجة الحرارة العظمى (مْ)	كمية الهطول المطري (مم)	متوسط درجة الحرارة الصغرى (مْ)	متوسط درجة الحرارة العظمى (مْ)	كمية الهطول المطري (مم)	متوسط درجة الحرارة الصغرى (مْ)	متوسط درجة الحرارة العظمى (مْ)	كمية الهطول المطري (مم)	متوسط درجة الحرارة الصغرى (مْ)	متوسط درجة الحرارة العظمى (مْ)	كمية الهطول المطري (مم)
ك1	9.80	18.35	50	7.01	13.67	66.4	7.40	14.82	51.8	6.6	14.8	191
ك2	8.50	15.41	185	6.20	11.86	238	6.38	13.01	210	3.7	12.6	129.4
شباط	11.11	20.42	60	4.13	10.61	90	7.50	11.90	85.2	5.8	15.1	90.6
آذار	13.32	20.58	101	6.75	13.84	160	8.21	16.12	151	7.5	18.4	80
نيسان	13.66	21.73	15	8.15	16.60	18.6	10.58	18.22	16	9.9	22.2	25.9
أيار	17.50	24.19	31.3	11.53	18.21	36.7	15.13	20.50	60	16.4	33.2	20.6
حزيران	20.1	25.73	10	15	20.3	11	16.7	22.14	17	20.1	35.6	0
المجموع	93.99	146.41	452.3	58.77	105.09	620.7	71.9	116.71	591	70	151.9	537.5

تشير المعطيات المناخية إلى أن الظروف البيئية في جميع المواقع البيئية المختبرة كانت ملائمة لنمو وتطور محصول القمح.

طريقة وموعد الزراعة:

زُرعت التجارب في المواقع الأربعة خلال موسم 2020–2021 م في بداية شهر كانون أول، بثلاثة مكررات، تمت فلاحة الأرض عميقاً من أجل التخلص من الأعشاب الضارة وبقايا المحصول السابق. عند الزراعة قسمت الأرض إلى قطع تجريبية، تضمنت كل قطعة 4 سطور، طول السطر 1 متر، والمسافة بين سطر وآخر 25 سم، بين نبات وآخر 3 سم، وبين كل قطعة تجريبية وأخرى 50 سم. أجريت عمليات الخدمة اللازمة من فلاحة وتعشيب وتسميد حسب توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. تم تقدير متوسط الغلة الحبية (غ/نبات) لكل طراز وراثي ثم حُوِّلت إلى طن/هـ.

التحليل الإحصائي:

نُفِذَت التجربة في المواقع البيئية الأربعة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D)، لحساب أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى 5% بين الطرز الوراثية والمواقع والتفاعل بينهما، وحساب معامل الاختلاف (C.V%)، وتحليل التباين التجميعي لصفة الغلة الحبية عبر البيئات المختبرة باستخدام برنامج الـ EXCEL 2010، ومن أجل تحليل الثباتية تم استخدام عدة طرائق وراثية إحصائية لتحديد أفضل الطرز الوراثية ثباتيةً في البيئات المختبرة.

تحليل الثباتية:

أصبحت العديد من المقاييس الوراثية الإحصائية متاحةً الآن لاختبار ثباتية أداء الطرز الوراثية عبر البيئات بعد الاهتمام الكبير الذي حظيت به من مربِّي النبات، وفي هذه التجربة قُدّرت الثباتية باستخدام طرق إحصائية مختلفة لتحديد أفضل الطرز الوراثية في المواقع البيئية المختبَرة.

الطريقة الأولى: تبعاً للعالمَين Eberhart and Russell (1966) والتي تعد أفضل الطرق الإحصائية في تقدير الثباتية وأكثرها دقةً؛ كونها تأخذ بعين الاعتبار معنوية التفاعل الوراثي x البيئي (GXL)، حيث اقترح العالمان ثلاثة مقاييس إحصائية لتقدير ثباتية الطرز الوراثية وهي:

❖ متوسط أداء الطراز الوراثي عبر البيئات المدروسة ($\bar{X}_i$).

❖ معامل الانحدار The Regression Coefficient (b_i): الذي يحدد استجابة الطراز الوراثي للبيئات المختلفة والتي تقاس بالانحدار الخطي لمتوسط طراز معين على متوسط جميع الطرز الوراثية في كل البيئات.

❖ معامل الانحراف عن الانحدار The Deviation from Regression Coefficient ($S^2\bar{d}_i$): الذي يقيس حساسية الطرز الوراثية ومدى تأثرها بالتفاعلات الوراثية x البيئية.

كما عرَّف العالمان الطراز المثالي Ideal Genotype المرغوب من مربي النبات والذي يتميز بغلة مرتفعة وثباتية عالية عبر البيئات بأنه الطراز الذي يتصف بكل من:

1- متوسط أداء عبر البيئات أفضل من المتوسط العام ($\bar{X}_i > \bar{X}$) بالنسبة للصفة المدروسة.

2- معامل انحدار مساوٍ للواحد ($b_i = 1$).

3- معامل انحراف عن الانحدار مساوٍ للصفر ($S^2\bar{d}_i = 0$).

وفقاً لقيم معامل الانحدار فإن الطرز الوراثية ذات معامل انحدار أعلى من الواحد($b_i > 1$) تعد ملائمة للبيئات المثالية التي تتوافر فيها المتطلبات الحيوية للنمو، بينما تعد الطرز الوراثية التي يكون معامل انحدارها أقل من الواحد ($b_i < 1$) متحملة ومتكيفة مع البيئات المجهدة فقط. والطرز التي يكون معامل انحرافها عن الانحدار مغايراً للصفر ($S^2\bar{d}_i \neq 0$) تتصف بحساسيتها وتأثرها بالتغيرات البيئية. علماً أن قيم معامل الانحدار والانحراف **لا يمكن الاعتداد بها دون دلالتها المعنوية** (Singh and Chaudhary, 1985 ; Eberhart & Russell, 1966).

الطريقة الثانية: قُدِّرت الثباتية باستخدام دليل استقرار المكافئ البيئي Ecovalance Stability Index (W_i) تبعاً للعالم Wricke (1962) (معامل Wricke)، ومعامل تباين الثباتية Stability Variance Index (σ^2_i) تبعاً لِـ Wricke & Weber (1980) (معامل Shukla) اللذَين يفيدان في تحديد مساهمة كل طراز وراثي في التفاعلات الوراثية x البيئية، كما يفيدان في تقييم المواقع المختبَرة وتحديد البيئات التي يسودها نمط متشابه من التفاعلات الوراثية x البيئية (Glaz *et al.*, 1985). تتناسب ثباتية الطراز الوراثي عكساً مع قيم معاملَي Wricke و Shukla؛ أي أن الطراز الوراثي **المستقر** يتميز بقيمٍ منخفضة بالنسبة لهما.

الطريقة الثالثة: اقترح العالم Pinthus (1973) استخدام معامل التحديد Coefficient of Determination (r^2_i) في تقدير استجابة الطرز الوراثية للتغيرات البيئية، الذي يشير إلى الجزء من تباين إنتاج الصنف العائد للانحدار الخطي، ويفضّل استخدامه بدلاً من معامل الانحراف عن الانحدار كونه أكثر ارتباطاً منه بمتوسط الغلة الحبية (Bilbro and Ray, 1976). تتراوح قيم معامل التحديد بين الصفر والواحد [0-1]، وهي مستقلة عن وحدات القياس والقيم العالية المرغوبة منه (الأقرب إلى الواحد) تدل على ثباتية عالية، وعلى دقة وميثاقية الاستجابة الخطية، وبالتالي القدرة على التنبؤ بأداء الطراز الوراثي عبر البيئات. كما يفيد في تقدير التشتت والتبعثر حول خط الانحدار (تقدير فعالية وموثوقية الانحدار الخطي وبالتالي إمكانية التنبؤ بأداء الطرز الوراثية عبر البيئات).

النتائج والمناقشة:

يبين الجدول(3) متوسط الغلة الحبية للطرز الوراثية المدروسة في كل موقع بيئي، ومتوسط أدائها عبر البيئات. كان المتوسط العام للغلة الحبية عبر البيئات ($\bar{X}$ = 4.023) طن/هـ، حيث تميزت الطرز الوراثية الآتية: (السلالة دوما 66981، السلالة أكساد 1115، السلالة دوما 66241، دوما6، السلالة دوما 68010 ، دوما

68467، أكساد 1147، أكساد 1304، دوما 66233، أكساد 1302، دوما4) بمتوسط أداء عبر البيئات أعلى من المتوسط العام ($\bar{X}_i > \bar{X}$)، بينما كان متوسط أداء باقي الطرز الوراثية أدنى من المتوسط العام.

حققت السلالة المبشرة دوما 66981 المرتبة الأولى بمتوسط الغلة الحبية عبر البيئات (4.469 طن/هـ)، وبتفوق معنوي على جميع الطرز الوراثية المدروسة باستثناء السلالة أكساد 1115 بفرق ظاهري، وكان متوسط الغلة الحبية الأدنى لدى الصنف جولان2 بمتوسط أداء (2.944 طن/هـ)، أما السلالتان مبشرة1 وأكساد 1300 فقد كان متوسط أدائهما عبر البيئات مقارباً للمتوسط العام بفروق ظاهرية. تعود الفروق المعنوية بين الطرز الوراثية المدروسة إلى اختلافاتها الوراثية واختلاف أصولها ونسبها.

كما تشير نتائج الجدول (3) إلى وجود فروق معنوية عند مستوى دلالة 5% بين متوسطات المواقع البيئية الأربعة بالنسبة لصفة الغلة الحبية (طن/هـ)، وتفوق موقع (الغاب) معنوياً على المواقع الأخرى بمتوسط غلة حبية ($\bar{X}_{j_4}$=4.278)، واعتماداً على قيم المكافئات البيئية في المواقع المختبرة يصنَّف هذا الموقع على أنه الموقع البيئي الأفضل للطرز المدروسة، وذلك لتوافر الظروف البيئية الملائمة لزراعة القمح، يليه موقع (درميني) بفروق معنوية عن موقعَي حريصون وحمين، تعزى هذه الفروق المعنوية لاختلاف المواقع البيئية المدروسة في العوامل المناخية (معدل الهطولات المطرية، درجات الحرارة، والارتفاع عن سطح البحر، الجدول (2).

جدول(3): متوسط الغلة الحبية (طن/هـ) للطرز الوراثية المدروسة في المواقع البيئية الأربعة ومتوسط أدائها عبر البيئات.

الطرز الوراثية	حمين	درميني	حريصون	الغاب	$\bar{X}_i$
السلالة دوما 66233	3.686	4.430	4.221	4.458	4.199 bcd
السلالة دوما 68010	4.032	4.182	4.196	4.651	4.265 bcd
السلالة دوما 66241	3.990	4.758	4.086	4.612	4.362 ab
السلالة دوما 66981	4.266	4.444	4.755	4.411	4.469 a
السلالة دوما 68467	4.099	4.367	4.271	4.196	4.233 bcd
السلالة دوما 68017	3.196	4.246	3.208	4.102	3.688 hi
السلالة دوما 68498	3.674	3.760	3.701	4.428	3.891 fg
السلالة أكساد 1300	3.640	4.221	3.659	4.196	3.929 fg
السلالة أكساد 1302	4.120	4.130	4.150	4.102	4.126 cde
السلالة أكساد 1304	4.048	4.103	4.171	4.512	4.208 bcd
السلالة مبشرة 1	3.799	3.936	4.063	4.000	3.949 efg
السلالة أكساد 1115	3.957	4.575	4.608	4.314	4.364 ab
السلالة أكساد 1147	4.206	4.291	4.221	4.176	4.224 bcd
بحوث6	4.099	3.768	3.299	4.136	3.825 gh
شام4	3.196	3.522	3.680	3.843	3.560 i

شام6	3.720	3.847	3.645	4.037	3.812 gh
دوما4	3.607	3.979	4.163	4.558	4.077 def
دوما6	4.120	4.261	4.191	4.637	4.302 abc
جولان2	2.432	2.577	2.861	3.906	2.944 j
$\bar{X}j$	3.783 d	4.074 b	3.955 c	4.278 a	$\bar{X}$ = 4.023
C.V%	1.856	5.366	2.50	1.718	$C.V\%_{GXL}$ = 11.50
$L.S.D_{5\%}$	0.116	0.362	0.164	0.122	$L.S.D_{GXL}$ 5% = 0.205
$L.S.D_{Loca.}$ 5% = 0.047			$L.S.D_{Geno.}$ 5% = 0.103		

$\bar{X}i$: متوسط الغلة الحبية للطراز الوراثي *i* عبر المواقع البيئية المختبرة. $\bar{X}j$: متوسط الغلة الحبية في كل موقع بيئي مختبَر.

$L.S.D_{Geno.}$ 5%: أقل فرق معنوي بين الطرز الوراثية المدروسة. $L.S.D_{Loca.}$ 5%: أقل فرق معنوي بين المواقع البيئية.

$L.S.D_{GXL}$ 5% : أقل فرق معنوي للتفاعل بين الطرز الوراثية المدروسة والمواقع البيئية المختبرة.

$C.V_{GXL}$% : معامل الاختلاف للتفاعل بين الطرز الوراثية المدروسة والمواقع البيئية المختبرة.

تحليل التباين التراكمي لصفة الغلة الحبية:

أجري تحليل التباين التجميعي لصفة الغلة الحبية وتقدير مكوناته بهدف التأكد من وجود تفاعل معنوي بين الطرز الوراثية المدروسة والمواقع البيئية المختبرة، إذ لا يمكن تقدير الثباتية المظهرية بمقاييسها الإحصائية المختلفة ما لم يكن هذا التفاعل بين الطرز الوراثية والمواقع البيئية (GXL) معنوياً (Annicchiarico, 2002).

بينت نتائج تحليل التباين التجميعي لصفة الغلة الحبية (طن/هـ) عبر البيئات المدروسة وجود فروق معنوية بين كلٍ من الطرز الوراثية (G)، المواقع (L)، والتفاعل بين الطرز الوراثية x البيئة (GxL). وتشير معنوية التفاعل الوراثي x البيئي إلى عدم ثباتية الغلة وتذبذبها لحدٍ كبير مع تغير الظروف البيئية، ولاستجابات مختلفة للطرز الوراثية المدروسة، وبالتالي فاعلية تحليل الثباتية (Mohammadi and Amri, 2013; Kang, 2002)، كما تشير إلى ضرورة اختبار الطرز الوراثية في بيئات متعددة ومتباينة قبل أن يوصى بها لأية بيئة.

جدول (4): تحليل التباين التجميعي للغلة الحبية (طن/هـ).

مصادر التباين	df	SS	MS
الطرز الوراثية (G)	**18**	28.025	1.557*
المواقع (L)	3	7.378	2.460*
GxL	54	10.715	0.198*
Error	152	2.453	0.016*
Total	227	48.571	----

ولتقدير الثباتية أجري تحليل التباين التراكمي (الجدول 5) Accumulated Analysis of Variance for Stability تبعاً لـِ (Singh and Chaudhary, 1985) الذي يوضح متوسط مربعات الانحرافات (التباين) لكل طراز وراثي على حدا، فضلاً عن انحدار كل طراز وراثي على متوسط المواقع البيئية المختبرة، وهذا ما يميزه عن التحاليل الإحصائية التقليدية التي تقدر تحليل التباين للطرز الوراثية المدروسة مجتمعةً، لذلك فإن تحليل الثباتية تبعاً للعالمين

(Eberhart and Russell, 1966) المستنِد إلى تحليل التباين التراكمي هو تحليل وراثي إحصائي وبمؤشرات وراثية إحصائية (b_i و $S^2\bar{d}_i$)، كما يقدِّر معنوية تباين أداء كل طراز وراثي عبر البيئات.

جدول (5): Accumulated Analysis of Variance for Grain Yield Stability

Prob.	MS	SS	df	S.O.V
----	0.205	15.373	75	Total
*	0.519	9.342	18	Genotypes
*	0.106	6.031	57	Env.+(GxE)
*	2.459	2.460	1	Env.= Loca.
*	0.100	1.795	18	G x E (Linear)
*	0.058	2.192	38	Pooled Deviation
*	0.039	0.078	2	السلالة دوما 66233
FALSE	0.015	0.030	2	السلالة دوما 68010
*	0.075	0.150	2	السلالة دوما 66241
*	0.063	0.126	2	السلالة دوما 66981
*	0.017	0.033	2	السلالة دوما 68467
*	0.165	0.331	2	السلالة دوما 68017
*	0.047	0.095	2	السلالة دوما 68498
*	0.045	0.089	2	السلالة أكساد 1300
FALSE	0.000	0.001	2	السلالة أكساد 1302
FALSE	0.016	0.032	2	السلالة أكساد 1304
FALSE	0.013	0.026	2	السلالة مبشرة 1
*	0.112	0.224	2	السلالة أكساد 1115
FALSE	0.003	0.007	2	السلالة أكساد 1147
*	0.217	0.435	2	بحوث6
*	0.028	0.056	2	شام4
FALSE	0.011	0.022	2	شام6
*	0.040	0.080	2	دوما4
FALSE	0.010	0.020	2	دوما6
*	0.178	0.356	2	جولان2

تحليل الثباتية:

تبعاً لِـ Eberhart & Russell (1966):

يوضح الجدول (6) قيم معامل الانحدار ومعامل الانحراف عن الانحدار ومتوسط الغلة الحبية (طن/هـ)، وترتيب الطرز الوراثية تبعاً لها. تراوحت قيم معامل الانحدار (bi) بين { 0.164 – 1.540 }، ويشير هذا المدى الواسع لقيم معامل الانحدار إلى استجابات مختلفة للطرز الوراثية مع تغير الظروف البيئية، تتوافق هذه النتائج مع (Abd El-Shafi *et al*., 2014; Mohammadi and Amri, 2013; Altay, 2012).

تميزت الطرز الوراثية (السلالات المبشرة: دوما68010، دوما68467، دوما 66233، أكساد 1300، والصنف دوما4) بقيم معامل انحدار أكبر معنوياً من الواحد، وبمتوسط غلة حبية أعلى من المتوسط العام ($b_i > 1$ و $\bar{X}_i > \bar{X}$)؛ مما يشير إلى استجابتها العالية وملاءمتها للبيئات الفضلى التي تتوافر فيها المتطلبات البيولوجية للنمو والتطور من جهة، وإلى حساسيتها للتغيرات البيئية من جهة أخرى.

وفي المقابل كانت قيم معامل انحدار السلالات المبشرة (أكساد1304، أكساد1302، ومبشرة1) أصغر معنوياً من الواحد، ومتوسط غلة حبية أعلى أو مساوٍ للمتوسط العام ($b_i < 1$ ، $\bar{X}_i \geq \bar{X}$)، مما يدل على تحملها للظروف البيئية غير المواتية، وقلة تأثُّرها بالتفاعلات البيئية، كما يدل على استجابتها لتحسن الشروط البيئية.

بينما امتلك الصنفان (بحوث6، شام6) قيم معامل انحدار أصغر معنوياً من الواحد، ومتوسط غلة حبية أقل من المعدل العام ($\mathbf{b_i < 1}$ ، $\mathbf{\bar{X}_i < \bar{X}}$)، مما يشير إلى تأثرهما الكبير بالتغيرات البيئية وانخفاض تكيفهما مع البيئات المجهدة؛ ولذلك ينصح بزراعتهما في البيئات المواتية فقط.

على النقيض من ذلك، كانت قيم معامل انحدار الطرز الوراثية (السلالتان دوما68498 و68017، شام4، وجولان2) أكبر من الواحد معنوياً، ومتوسط غلة حبية أقل من المعدل العام ($b_i > 1$ ، $\bar{X}_i < \bar{X}$)، مما يدل على حساسيتها للتغيرات البيئية واستجابتها المنخفضة إلى تحسين مدخلات العملية الزراعية، وبالتالي لا ينصح بزراعتها في أي من المواقع البيئية المختبرة، أو المواقع البيئية المماثلة.

بالنسبة لقيم معامل الانحراف عن الانحدار $\mathbf{S^2\bar{d}_i}$: فإن بعض الطرز الوراثية المدروسة امتلكت قيماً لم تختلف معنوياً عن الصفر مما يشير إلى ثباتيتها عبر المواقع المختبرة، والبعض الآخر كانت قيمه مختلفة معنوياً عن الصفر، مما يعكس حساسيتهم العالية للتغيرات البيئية وعدم استقرارهم واستجابتهم المنخفضة لتحسُّن الظروف البيئية، الجدول (6).

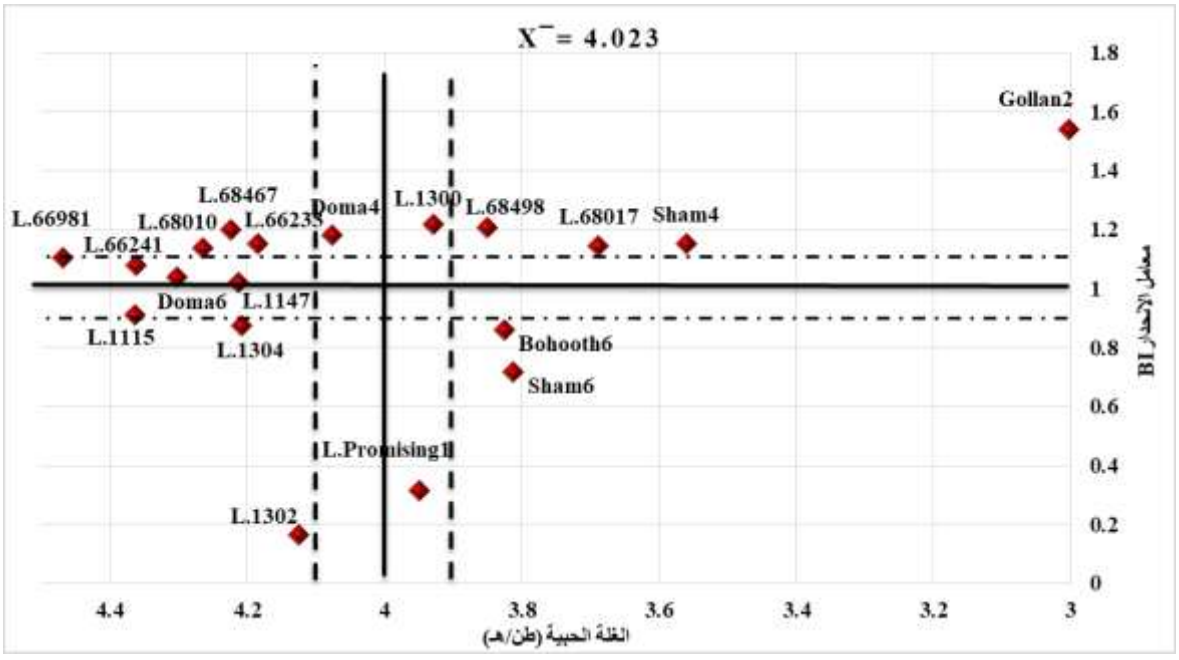
أما الطرز الوراثية (السلالة دوما66981، السلالة دوما 66241، أكساد 1147 و الصنف دوما6) فقد تفوقت على جميع الطرز الوراثية المدروسة، و تميزت بثباتية عالية وغلة متفوقة ($\bar{X}_i > \bar{X}$ ، $b_i = 1$ ، $S^2\bar{d}_i = 0$)، مما يشير إلى ملاءمتها وتكيفها مع جميع البيئات، وبالتالي تصنف بأنها الأكثر ثباتية وتمثل الطراز الوراثي **المثالي** الذي يرغب فيه مربو النبات، تتوافق هذه النتائج مع (Akcura *et al.*, 2009) الذين تمكنوا من تحديد 4 طرز وراثية معامل انحدارها مساوٍ للواحد ($b_i = 1$)، ومتوسط غلتها الحبية أعلى من المتوسط العام عبر البيئات المختبرة ($\bar{X}_i > \bar{X}$).

جدول(6): ترتيب الطرز الوراثية تبعاً لمقاييس Eberhart and Russell (1966).

الطرز الوراثية	$\bar{X}_i$	الترتيب	b_i	الترتيب	$S^2\bar{d}_i$	الترتيب
السلالة دوما 66233	4.199	9	1.153*	12	0.034*	10
السلالة دوما 68010	4.265	5	1.138*	9	0.010	6
السلالة دوما 66241	4.362	3	1.080	3	0.007	5
السلالة دوما 66981	4.469	1	1.103	4	- 0.005	3
السلالة دوما 68467	4.233	6	1.180*	8	0.011	8
السلالة دوما 68017	3.688	17	1.144*	10	0.160*	17
السلالة دوما 68498	3.891	14	1.206*	14	0.042*	13
السلالة أكساد 1300	3.929	13	1.217*	15	0.039*	12
السلالة أكساد 1302	4.126	10	0.164*	18	0.058*	14
السلالة أكساد 1304	4.208	8	0.874*	6	0.011	7

السلالة مبشرة 1	3.949	12	0.314	17	0.070*	15
السلالة أكساد 1115	4.364	2	0.910	5	0.107*	16
السلالة أكساد 1147	4.223	7	1.032	1	-0.002	1
بحوث6	3.825	15	0.858*	7	0.023*	9
شام4	3.560	18	1.150*	11	0.212*	19
شام6	3.812	16	0.715*	16	0.006	4
دوما4	4.077	11	1.182*	13	0.035*	11
دوما6	4.302	4	1.040	2	0.005	2
جولان2	2.944	19	1.540*	19	0.173*	18
المتوسط	4.023	----	1.000	----	0.052	----

يوضح الشكل(1) موقع كل طراز وراثي تبعاً لمتوسط غلته الحبية وثباتيته: حيث تمثل المنطقة I (في النصف الأعلى الأيسر من الشكل) البيئات المواتية التي تتوافر فيها الظروف البيئية المناسبة لنمو وتطور النباتات، أما المنطقة II (النصف السفلي الأيسر) فهي تمثل البيئات المجهِدة، والطرز الوراثية الموجودة ضمنها تتميز بتحملها لإجهادات هذه البيئات (السلالة أكساد 1304، مبشرة1، وأكساد 1302)، أما الطرز الوراثية الواقعة ضمن المنطقتين III و IV (النصف الأيمن من الشكل) فهي لا تستجيب للزراعة في المواقع المختبرة لكون غلتها الحبية منخفضة وأقل من المتوسط العام بكثير. وأفضل الطرز الوراثية هي الطرز التي تقع على خط الانحدار المساوي للواحد أو القريبة منه، بحيث يكون متوسط أدائها أعلى من المتوسط العام (السلالة دوما66981، السلالة دوما 66241، أكساد 1115، أكساد1147 والصنف دوما6) والتي تتميز بملاءمتها لجميع البيئات.

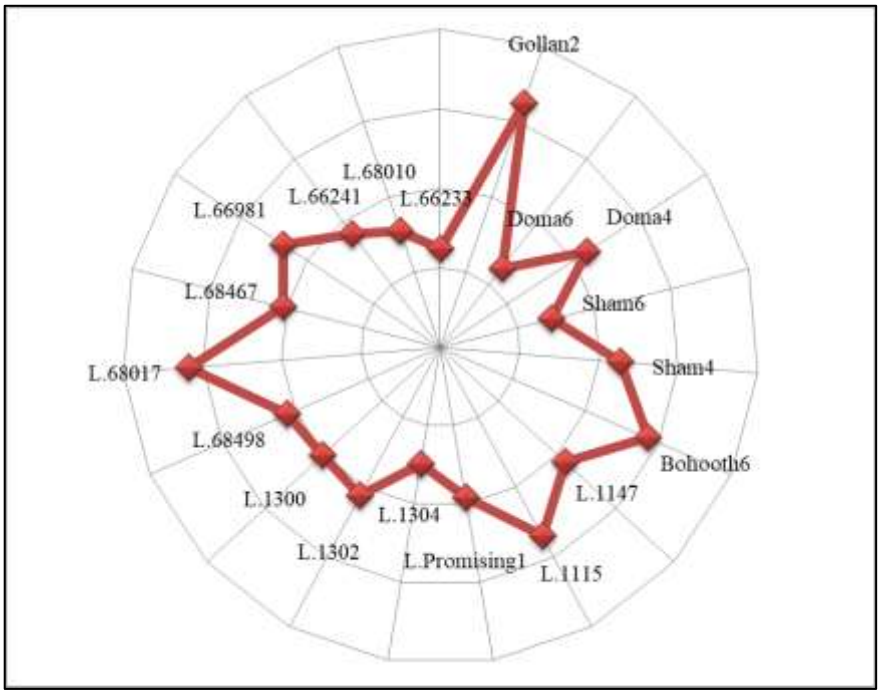


الشكل(1): العلاقة بين قيم معامل الانحدار ومتوسط الغلة الحبية (طن/هـ) للطرز الوراثية المدروسة.

تبعاً لِـ Wricke & Shukla:

كان الترتيب النسبي للطرز الوراثية المدروسة تبعاً لمعاملَي Wricke و Shukla متشابهاً تماماً، الجدول (7)، مما يدل على دقة النتائج وتوافقها مع (Shah *et al*., 2009; Metin Kara,1997) الذين أوضحوا أن معاملي Wricke و Shukla يقودان إلى النتائج نفسها.

يوضح الشكل (2) توزُّع الطرز الوراثية المدروسة حول موقع الطراز الوراثي الأمثل الذي يجمع بين الغلة المتفوقة والثباتية العالية، كانت الطرز الوراثية: السلالة دوما 66233، الصنف دوما6، السلالة أكساد 1304 والسلالة دوما68010، دوما66241 الأقرب لهذا الموقع مقارنةً مع باقي الطرز، وتميزت بمتوسط غلة حبية مرتفع وبترتيب متفوق تبعاً لقيم معاملي Wricke و Shukla، تتوافق هذه النتيجة مع (Mohammadi *et al*., 2012; Yaghotipoor *et al*., 2017) الذين أكّدوا على إمكانية تطبيق الانتخاب المتزامن للغلة العالية والثباتية باستخدام هذه الطريقة، بينما كانت الطرز: بحوث6، السلالة دوما68017 وجولان2 الأبعد عن الموقع المثالي وقيم المعاملَين لديها هي الأعلى نسبياً دلالةً على مساهمتها الكبيرة بالتفاعلات البيئية وتذبذب ثباتيتها.



الشكل (2): توزُّع الطرز الوراثية المدروسة تبعاً لقيم معاملي Wricke و Shukla

تبعاً لِـ Pinthus (1973):

تراوحت قيم معامل التحديد (r^2i) لصفة الغلة الحبية بين {0.01 – 0.89}، مما يدل على تباين كبير في هذه الصفة، ويعكس تباين استجابة الطرز الوراثية عبر المواقع البيئية المختبرة، كما يشير إلى اختلاف ثباتية الطرز الوراثية المدروسة، تتوافق هذه النتائج مع (Aycicek and Yildirim, 2006).

أظهرت النتائج في الجدول (7) أن معظم الطرز الوراثية المدروسة قد امتلكت قيماً عالية من معامل التحديد (r^2i) باستثناء: السلالة مبشرة1، أكساد 1302، أكساد 1115، دوما68467، بحوث6، دوما 68017، وجولان2. أما الطرز الوراثية: دوما6، السلالة دوما68010، دوما66233، دوما4، السلالة 66241 على التوالي، فقد تفوقت على باقي الطرز الوراثية المدروسة، مما يدل على موثوقية ودقة الاستجابة الخطية لهذه الطرز وبالتالي إمكانية التنبؤ بأدائها

في أية بيئة بدقة، تتوافق هذه النتائج مع (Akcura *et al*., 2005) الذي أشار إلى أن قيم معامل التحديد المرتفعة تؤكّد ثباتية الطرز الوراثية.

جدول (7): قيم باقي مؤشرات الثباتية لصفة الغلة الحبية (طن/ هـ).

الطرز الوراثية	W^2_i	الترتيب	σ^2_i	الترتيب	r^2_i	الترتيب
السلالة دوما 66233	0.017	1	0.003	1	0.864	3
السلالة دوما 68010	0.035	5	0.009	5	0.869	2
السلالة دوما 66241	0.064	6	0.020	6	0.776	5
السلالة دوما 66981	0.229	15	0.082	15	0.742	8
السلالة دوما 68467	0.111	9	0.038	9	0.129	16
السلالة دوما 68017	0.525	18	0.192	18	0.024	18
السلالة دوما 68498	0.127	10	0.044	10	0.651	12
السلالة أكساد 1300	0.104	8	0.035	8	0.719	10
السلالة أكساد 1302	0.135	11	0.046	11	0.249	14
السلالة أكساد 1304	0.031	4	0.008	4	0.768	7
السلالة مبشرة 1	0.084	7	0.027	7	0.311	13
السلالة أكساد 1115	0.250	16	0.089	16	0.156	15
السلالة أكساد 1147	0.137	12	0.047	12	0.736	9
بحوث6	0.470	17	0.171	17	0.048	17
شام4	0.185	14	0.065	14	0.655	11
شام6	0.028	3	0.007	3	0.771	6
دوما4	0.158	13	0.055	13	0.821	4
دوما6	0.018	2	0.003	2	0.891	1
جولان2	0.758	19	0.279	19	0.011	19
المتوسط	0.183	-----	0.064	-----	0.536	-----

أشارت نتائج التحليل الوراثي الإحصائي لثباتية الغلة الحبية إلى أن الطرز الوراثية: **السلالة دوما 66241، دوما6، دوما 68010، أكساد1147، أكساد 1304، دوما66233، ودوما68467** أظهرت ثباتيةً وفقاً لمعظم المؤشرات الوراثية الإحصائية المستخدمة، وبالتالي تعدُّ هذه الطرز الوراثية أكثر ثباتاً واستقراراً مقارنةً مع باقي الطرز الوراثية المدروسة؛ مما يدل على أهمية هذه الطرز وضرورة استثمارها في تحسين ثباتية صفة الغلة الحبية (طن /هـ)، والحصول على أصناف ذات غلة متفوقة ومتأقلمة مع مدى واسع من التغيرات البيئية.

أثبتت النتائج أن الطرز عالية الغلة يمكن أن تكون أيضاً عالية الثباتية بما يتوافق مع (Becker and Leon, 1985؛ Nashit & Elouafi, 2004؛ Letta, 2007؛ Mohammadi *et al*., 2012؛ Mohammadi and Amri, 2013؛ Abd El-Shafi *et al*., 2014).

من المؤكَّد أن هذه الطرز المتفوقة التي جمعت بين الغلة والثباتية العالية تتمتع بتنوع وتعدد مورثي ونتجت من عمليات انتخاب وتحسين وراثي أدت لتراكم المورثات المرغوبة المسؤولة عن الصفات المرتبطة إيجاباً مع الغلة العالية، أو قد تكون ناتجة من آباء متآلفة ومتكاملة، كما يدل ذلك على أنها قد اُختبرت في مواقع متعددة ومتباينة في المراحل الأخيرة

من برنامج التربية قبل اعتمادها، مما ضمن تحقيق نجاح وتقدم جوهري في برامج التربية الهادفة لتحسين الغلة وثباتيتها.

وبمقارنة نتائج تحليل الثباتية وفقاً لطريقة العالمَين Eberhart and Russell (1966) مع نتائج باقي مؤشرات وطرق تقدير الثباتية المستخدمة، نجد أن هذه الطريقة قد أفادت في سبر الطرز الوراثية وفرزها بصورة أفضل، فضلاً عن إمكانية التنبؤ بسلوك هذه الطرز واقتراح كلٍ منها للمواقع البيئية الملائمة له؛ مما يشير إلى دقة وفعالية وموثوقية تحليل الثباتية تبعاً لها.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1- تفوق الموقع البيئي (الغاب) معنوياً على كافة المواقع البيئية المختبرة، واعتماداً على قيم المكافئات البيئية في المواقع المختبرة يصنَّف هذا الموقع على أنه الموقع البيئي الأفضل، وذلك لتوفر الظروف البيئية الملائمة لزراعة القمح.

2- أشارت نتائج تحليل التباين التجميعي إلى وجود فروق معنوية بين كل من: الطرز الوراثية المدروسة، المواقع البيئية المختبَرة، والتفاعل بينها بالنسبة لصفة الغلة الحبية، وبالتالي فاعلية إجراء تحليل الثباتية باستخدام مؤشراتها الوراثية الإحصائية المتعددة.

3- تفوقت (السلالة دوما66241، دوما6، دوما68010، أكساد1147، أكساد1304، دوما66233، ودوما68467) على جميع الطرز الوراثية المدروسة وفقا لمعظم مؤشرات الثباتية المستخدمة، مما يدل على أهمية استغلال هذه الطرز في برامج التربية.

4- أفاد تحليل الثباتية وفق طريقة Eberhart and Russell (1966) في تحديد الطرز الوراثية التي تجمع بين الغلة المتفوقة والثباتية العالية والملائمة لجميع المواقع البيئية المختبرة (السلالة دوما66981، دوما66241، الصنف دوما6، السلالة أكساد 1147)، بينما تكيفت السلالات المبشرة: دوما68010، دوما68467، ودوما66233 مع البيئات الفضلى التي تتوافر فيها جميع الاحتياجات البيولوجية والظروف البيئية الملائمة لنمو وتطور القمح، أما السلالة أكساد1304 فقد أظهرت تحملاً للبيئات غير المواتية.

التوصيات:

1. ضرورة إجراء تحليل الثباتية للطرز الوراثية واعتمادها كطريقة علمية ودقيقة، قائمة على مقاييس وراثية إحصائية عدة، ومكملة لخبرة وجهود مربي النبات وبديلة عن الطريقة التقليدية المتبعة في برامج التربية الوطنية القائمة على طرق إحصائية بحتة (تحليل إحصائي مركب) عند اعتماد الأصناف الجديدة.

2. زراعة السلالات المبشرة دوما66241، أكساد1147 والصنف دوما6 في جميع المواقع البيئية المختبرة، حيث امتلكت ترتيباً متفوقاً في كل من متوسط الغلة عبر البيئات وثباتية عالية، وتعد مهمة جداً سواءً للاعتماد أم للإستخدام في برامج التربية الهادفة للحصول على أصناف متحملة للإجهادات البيئية وذات غلة عالية.

3. لا ينصح بمتابعة الدراسة على السلالة المبشرة دوما68017 كونها لا تبدي أية استجابة مع المواقع البيئية المختبرة فضلاً عن انخفاض غلتها الحبية مقارنةً مع باقي الطرز الوراثية المدروسة.

4. متابعة دراسة وتقييم السلالات المبشرة (أكساد 1115، أكساد 1300، دوما 68498، مبشرة1) في عدة مواسم ومواقع متباينة بيئياً وبمساحات أكبر؛ كونها أبدت استجابات مختلفة للمواقع البيئية المختبرة.

5. تحليل الثباتية وفق عدة مؤشرات إحصائية، ثم انتخاب الطرز الوراثية التي أبدت ثباتيةً وفق العدد الأكبر من هذه المؤشرات، مع الأخذ بعين الاعتبار أهمية تحليل الثباتية وفق طريقة العالمين (Eberhart and Russell, 1966) ودقتها؛ التي تفيد في اقتراح كل طراز وراثي للمواقع البيئية التي يتلاءم معها، فضلاً عن اختيار المؤشرات الوراثية التي تكشف جوانب ومفاهيم مختلفة من الثباتية.

6. ضرورة تجديد الأصناف بحوث6، شام6 وشام4 من خلال إنتاج نويات جديدة من بذار المربي، بسبب تدهورهما الوراثي وتراجع أدائهما عبر سنوات عديدة من الاستثمار الزراعي.

References:

[1] المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية السورية. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. الجمهورية العربية السورية.2021.
Syrian Annual Agricultural Statistical Book. Ministry of Agriculture and Agrarian Reform. Syrian Arab Republic. 2021.

[2] منصور هبة، خوري بولص. *التفاعل الوراثي X البيئي وتحليل الثباتية لبعض الطرز الوراثية من القمح الطري* (*Triticum aestivum* L.) *في مواقع بيئية متباينة من الساحل السوري*. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية– سلسلة العلوم البيولوجية، 2018، المجلد (40)، العدد (4).
Mansour Hiba, Khoury Boulos. *Genotype x Environment Interaction and Yield Stability Analysis of Some Bread Wheat* (*Triticum aestivum* L.) *Genotypes at Different Locations in the Syrian Coast*. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies- Biological Sciences Series. 2018, Vol (40), No (4).

[1] ABD EL-SHAFI M.A, GHEITH E.M.S, ABD EL-MOHSEN A.A, SULEIMAN H.S. *Stability Analysis and Correlations among Different Stability Parameters for Grain Yield in Bread Wheat*. Sci. Agri.6, 3. 2014. 135-140.

[2] AKCURA. M, KAYA. Y, TANER. S. *Genotype-Environment Interaction and Phenotypic Stability Analysis for Grain Yield of Durum Wheat in the Central Anatolian Region*. Turk. J. for Agric. 29. 2005. 369- 375.

[3] AKCURA. M, KAYA. Y, TANER. S. *Evaluation of Durum Wheat Genotypes Using Parametric and Nonparametric Stability Statistics*. Turk. J. Field Crops 14. 2009. 111-122.

[4] ALTAY FAHRI. *Yield Stability of Some Turkish Winter Wheat (Triticum aestivum* L.*) Genotypes in the Western Transitional Zone of Turkey*. Turkish Journal of Field Crops. 17(2). 2012. 129-134 .

[5] ANNICCHIARICO P. *Defining Adaptation Strategies and Yield Stability Targets in Breeding Programs.* In M.S. Kang, ed. Quantitative genetics, genomics, and plant breeding. 2002. p. 365–383. Wallingford, UK, CABI.

[6] AYCICEK, M. and YILDIRIM, T. *Adaptability Performances of Some Bread Wheat* (*Triticum aestivum* L.) *Genotypes in the Eastern Region of Turkey.* International Journal of Science & Technology 1(2). 2006. 83-89.

[7] BECKER, H.C. and J. LEON. *Stability Analysis in Plant Breeding*. Plant Breeding 101. 1988. 1- 23.

[8] BILBRO, JD. RAY, IL. *Environmental Stability and Adaptation of Several Cotton Cultivars*. Crop Sci. 16. 1976. 821–4.

[9] DEHGHANI, H., S.H. SABAGHPOUR, N. SABAGHNIA. *Genotype × Environment Interaction for Grain Yield of Some Lentil Genotypes and Relationship among Univariate Stability Statistics*. Spanish J. Agric. Res. 6. 2008.385–394.

[10] EBERHART S.A and RUSSELL, W. A. *Stability Parameters for Comparing Varieties*. Crop Sci. 6. 1966. 36-40.

[11] EL-MORSHIDY, M.A. KHEIRALLA, K.A. ABDEL GHANI, A.M. and ABDEL KARIM, A.A. *Stability Analysis for Earliness and Grain Yield in Bread Wheat*. The Second Pl. Conf., October 2. Assiut University. 2001.
[12] GAUCH HG, ZOBEL RW. *Identifying Mega-Environments and Targeting Genotypes*. Crop Sci. 37. 1997. 311–326.
[13] FAO. Food and Agriculture Organization of United Nations. *World Food and Agriculture-Statistical Yearbook*. Rome, Italy, 2022. Website: http://faostat.fao.org/.
[14] GLAZ, B. MILLER, J.D. and KANG, M.S. *Evaluation of Cultivar-Testing Locations in Sugarcane*. Theoretical and Applied Genetics.71. 1985. 22–25.
[15] KANG, M. S. *Genotype – Environment Interaction: Progress and Prospects*. CAB International. Quantitative Genetics, Genomics and Plant Breeding. 2002.
[16] LETTA T. *Genotype-Environment Interactions and Correlation among Some Stability Parameters of Yield in Durum Wheat* (*Triticum durum* desf) *Genotypes Grown in South East Ethiopia*. African Crop Sci. Conference Proceeding, 8. 2007. 693-698.
[17] METIN KARA .S. *Genotype X Environment Interactions and Stability Analysis for Yield of Bread Wheat.* Rachis. 16,(1 / 2). 1997. 58-62.
[18] MOHAMMADI, R. AMRI, A. *Genotype x Environment Interaction and Genetic Improvement for Yield and Yield Stability of Rainfed Durum Wheat in Iran*. Euphytic. 192. 2013. 227- 249.
[19] MOHAMMADI, M. KARIMZADEH, R. SABAGHNIA, N. SHEFAZADEH, M.K. *Genotype* X *Environment Interaction and Yield Stability Analysis of New Improved Bread Wheat Genotypes* .Turk. J. Field Crops.17, 1. 2012. 67-73.
[20] NACHIT, M. M. and I. ELOUAFI. *Durum Wheat Adaptation in the Mediterranean Dry land: Breeding, Stress Physiology, and Molecular Markers*. In: Challenges And Strategies for Dry land Agriculture. CSSA Special publication no. 32. 2004. 203-218.
[21] PARVEEN L, KHALIL IH, and KHALIL SK. *Stability Parameters for Tillers, Grain Weight and Yield of Wheat Cultivars in North-West of Pakistan.* Pak. J. Bot. 42. 2010. 1613-1617.
[22] PATEL B.C. Y.M ROJASARA. V.R AKBARI and J.A PATEL. *Stability Analysis for Grain Yield in Bread Wheat (Triticum aestivum* L.*) for Irrigated Ecosystems.* Journal of Wheat Research 6(2). 2014.160-162.
[23] PINGALI, P., and S. RAJARAM. *Global Wheat Research in a Changing World: Options for Sustaining Growth in Wheat Productivity*. In: Global Wheat Research in a Changing World: Challengers and Achievements. Pingali, P.L. CIMMYT 98-99 World Wheat Facts and Trends. 1999. 1-18.
[24] PINTHUS, J.M. *Estimate of Genotype Value: a Proposed Method*. Euphytica. 22. 1973. 121-123.
[25] SHAH S.I.H, SAHITO M.A, TUNIO S, PIRZADO A.J. *Genotype-Environment Interactions and Stability Analysis of Yield and Yield Attributes of Ten Contemporary Wheat Varieties of Pakistan*. Sindh Univ. Res. J. 41. 2009.13-24.
[26] SINGH M, GRANDO S, and CECCARELLI S. *Measures of Repeatability of Genotype by Location interactions Using Data from Barley Traits in Northern Syria.* Expl Agric. Cambridge University Press. 42. 2006. 189-198.
[27] SINGH, R.K. and CHAUDHARY, B.D. *Biometrical Method in Quantitative Genetics Analysis*. Kalyani Publishers. 1985. New Delhi.
[28] TILMAN D. BALZER.C. HILL.J. BEFORT B.L. *Global Food Demand and the*
[29] WRICKE G. and WEBER W.E. *Erweiterte Analyse von Wechsel wirkungen in Versuchsserien.* In: KOPCKE, W., and K. UBERLA (eds.), Biometrie - heute und Morgen. 1980. 87—95. Berlin—Heidelberg New York: Springer-Verlag.
[30] WRICKE G. *Über eine Methode zur Erfassung der Ökologischen Streubreite in Feldver suchen.* Z. Pf Lanzenz. 47.1962. 92–96.
[31] YAGHOTIPOOR A. FARSHADFAR E. and SAEIDI M. *Evaluation of Phenotypic Stability in Bread Wheat Accessions Using Parametric and Non-Parametric Methods*. The Journal of Animal & Plant Sciences. 27.4. 2017. 1269-1275.