مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (40) العدد (4) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (40) No. (4) 2018

التفاعل الوراثي x البيئي وتحليل الثباتية لبعض الطرز الوراثية من القمح الطري (*Triticum aestivum* L.) في مواقع بيئية متباينة من الساحل السوري.

د. بولص خوري[1]
هبة محمد منصور[2]

(تاريخ الإيداع 9 / 1 / 2018. قبل للنشر في 10 / 7 / 2018)

ملخّص

اختبر 11 طرازاً وراثياً من القمح الطري (*Triticum aestivum* L.) عبر ثلاثة مواقع بيئية مختلفة في الساحل السوري خلال موسم 2015– 2016 م تحت ظروف الزراعة المطرية بهدف تقييم هذه الطرز ودراسة التفاعل الوراثي X البيئي (GXE)، وثباتية الغلة الحبية للطرز الوراثية المدروسة عبر هذه المواقع باستخدام 5 مؤشرات إحصائية للثباتية وهي:{ $\bar{X}_i$، b_i، $S^2\bar{d}_i$ تبعاً للعالمَين Eberhart and Russell (1966)، معامل تباين الثباتية (σ^2_i) تبعاً لـِ Wricke & Weber (1980)، ودليل استقرار المكافئ البيئي (W_i) تبعاً للعالم Wricke(1962) }.

تضمنت المادة الوراثية خمس سلالات 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 الثلاثة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة في ثلاثة مكررات، حللت البيانات إحصائياً وتمت المقارنة وفق اختبار أقل فرق معنوي عند مستوى دلالة 5%، حيث لوحظت فروق معنوية بين الطرز الوراثية بالنسبة لصفة الغلة الحبية (طن/هـ)، وأظهر تحليل التباين التجميعي لصفة الغلة الحبية عبر البيئات وجود تباينات معنوية بين كلٍ من الطرز الوراثية، البيئات، وتفاعل طراز* بيئة، مما يشير إلى استجابات مختلفة للطرز الوراثية عبر البيئات المدروسة وفعالية تحليل الثباتية.

أظهرت نتائج تحليل الثباتية تفوق الطرازَين الوراثيين (السلالة المبشرة أكساد 1147، والصنف دوما6) على جميع الطرز الوراثية المدروسة؛ حيث امتلكا ترتيباً متفوقاً في كل من متوسط الغلة الحبية عبر البيئات وثباتية في الغلة، وأبديا ملاءمةً مع جميع البيئات المختبَرة، مما يدل على أهمية استخدامهما في برامج تربية القمح المستقبلية للوصول إلى أصناف تجمع بين الغلة المتفوقة والثباتية العالية.

الكلمات المفتاحية: قمح طري، تفاعل وراثي x بيئي، ثباتية الغلة.

[1] أستاذ تربية نبات ، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.
[2] طالبة ماجستير، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (40) العدد (4) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (40) No. (4) 2018

Genotype x Environment Interaction and Yield Stability Analysis of Some Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes at Different Locations in the Syrian Coast.

Dr. Boulos Khoury [3]
Hiba Mansour [4]

(Received 9 / 1 / 2018. Accepted 10 / 7 /2018)

□ ABSTRACT □

Eleven genotypes of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) were tested at three diverse locations in the Syrian Coast during the 2015-2016 season under rain-fed conditions to assess these genotypes and to study the Genotypes x Environments Interactions, and yield stability across environments using 5 statistical measures of stability:{ $\bar{X}i$, b*i*, and $S^2\bar{d}_i$ according to Eberhart and Russell (1966), Stability Variance Index ($\sigma^2{}_i$) according to Wricke and Weber (1980), Ecovalance Stability Index (W_i) according to Wricke (1962)}.
Genetic material included **5** 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 for grain yield (ton/ha), combined analysis of variance of grain yield across the three environments 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 ACSAD-1147 and Doma6 were more stable than other genotypes. Due to they had superior ranks for both average yield over environments and yield stability, which reveals the importance of these genotypes to reach varieties that combine relatively high yield and better stability in any future breeding programs.

Key words: Bread Wheat**,** Genotype X Environment Interactions, Yield Stability.

[3] **Prof in Plant Breeding, Field Crops Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University.**
[4] **Master Student, Field Crops Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University.**

مقدمة

يعد القمح المحصول الغذائي الأول في العالم، ويعتمد استقرار أي بلد على مدى توفر محصول القمح زراعةً وإنتاجاً وتخزيناً نظراً لاستخداماته المتنوعة وكونه المادة الأولية للعديد من الصناعات الغذائية (الخبز، المعجنات، المعكرونة،....) (علي ديب وسوسي، 2004).

تولي الحكومة السورية اهتماماً كبيراً لمحصول القمح نظراً لأهميته في تحقيق الأمن الغذائي، لذلك يجري العمل دائماً على استنباط أصناف جديدة من القمح تُجمَع فيها الصفات الكمية والنوعية المتفوقة للغلة والمتحملة للإجهادات البيئية، وبلغت المساحة المزروعة بالقمح في سورية عام 2014 (1.288) ألف هكتار أنتجت (2.024) ألف طن بمعدل 1572 كغ/هـ (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية السورية، 2014).

تهدف معظم برامج التربية إلى انتخاب الطرز الوراثية المتفوقة والتي تتميز بثباتية عالية ضمن ظروف بيئية متباينة، والتي غالباً ما يكون انتخابها صعباً بسبب التفاعل الوراثي x البيئي (Knight,1970)، لذلك فإن دراسة التفاعلات الوراثية البيئية في غاية الأهمية بالنسبة لتحسين وتقييم الأصناف النباتية، كون هذه التفاعلات تُضعِف الارتباط بين الطراز المظهري Phenotype والطراز الوراثي Genotype، مما يقلل من كفاءة الانتخاب وفعاليته ويعيق تحقيق التقدم الوراثي المنشود، وخاصة عندما تكون البيئات المستهدفة متباينة ومجهِدة (Singh *et al.*,2006).

إن التربية في القرن الماضي أدت لزيادة الطاقة الإنتاجية للقمح عن طريق زيادة معامل الحصاد، لكنها أدت في الوقت نفسه لإنقاص ثباتية الغلة؛ لأن أغلب برامج التربية تنفَّذ في البيئات المواتية، مما أدى إلى تطوير أصناف تتلاءم مع الأنظمة الزراعية المواتية لكنها غير متحملة للإجهادات البيئية (Plamarchuk, 2005).

ولهذا تحظى دراسة ثباتية الغلة في مدى واسع من البيئات باهتمام بالغ من قبل مربي النبات في برامج تربية المحاصيل حالياً، بهدف الوصول إلى أصناف تجمع بين الغلة المتفوقة والثباتية العالية، والطرز الوراثية التي تمتلك ترتيباً متفوقاً في كل من متوسط الغلة عبر البيئات وثباتية عالية تعد مهمة جداً سواء لاعتمادها أو انتخاب أفضلها للوصول إلى أصناف تجمع بين الغلة الجيدة نسبياً في الظروف الجافة مع استجابتها لتحسن الظروف الزراعية وإعطاء غلة عالية (Mohammadi *et al.*,2012).

كما تفيد دراسة ثباتية الغلة في تحديد وانتخاب الطرز التي تناسب الزراعة العامة وأخرى تناسب مناطق وتحت بيئات محددة، ويعتبر الصنف مستقراً (Stable) إذا كان ترتيبه **ثابتاً** نسبياً في البيئات المتباينة (Hill *et al.*, 1998).

لكن التربية أو الانتخاب لثباتية الغلة ليست ممكنة ما لم يتوفر نموذج (Model) مُرفَق ومدعَّم بمقاييس إحصائية مناسبة تستخدم كمعيار أو مقياس لترتيب الأصناف تبعاً لثباتيتها، لذلك كان هدف العديد من الأبحاث هو اقتراح أو وضع هذا النموذج وتوضيح فائدته (Eberhart & Russell, 1966).

أُقترحت طرق عديدة ومؤشرات إحصائية مختلفة لقياس استجابة الطرز الوراثية وثباتية إنتاجها في البيئات المختلفة، كان الوصف الأول أو الطريقة الأولى في وصف الثباتية المظهرية للعالمين Finlay & Wilkinson (1963) اللّذين عرفا الثباتية بأنها العلاقة الخطية لغلة الطراز الوراثي عبر البيئات، وعبرا عنها بواسطة معامل الانحدار، بحيث يعد الطراز الوراثي الذي يكون معامل انحداره مساوياً للواحد (bi =1) طرازاً مستقراً ومتكيفاً مع مدى واسع من البيئات.

طوَّر العالمان Eberhart and Russell (1966) الفكرة من خلال تقدير معامل متوسط مربعات الانحرافات عن الانحدار(Sd_i^2) كمقياس للثباتية، وأوصيا بأن الطراز الوراثي ذو المتوسط العالي للغلة عبر البيئات (أعلى من المتوسط العام)، ومعامل انحداره مساوياً للواحد ومعامل الانحراف عن الانحدار يساوي الصفر سيكون الخيار الأفضل كطراز مستقر ومتكيف مع مجال واسع من البيئات.

بينما اقترح العالم Wricke (1962) استخدام التفاعل الوراثي x البيئي (GXE) كمقياس للثباتية والذي اصطلح على تسميته بدليل استقرار المكافئ البيئي Ecovalance Stability Index أو معامل Wricke.

توصَّل العالم Shukla (1972) أيضاً لمقياس جديد للثباتية المظهرية عرف بمعامل تباين الثباتية Stability Variance أو معامل Shukla ، والذي يعبر عن توزع الطرز الوراثية حول الموقع الأمثل الذي يجمع بين الثبات والغلة العالية.

بَّين Annicchiarico (1997) أن تفاعل الطرز الوراثية مع المواقع (G X L) له أهمية خاصة في برامج التربية لأنه يقود للتكيف الخاص وتقسيم المنطقة المستهدفة إلى تحت مناطق بيئية (sub regions) تتصف كل منها بتشابه أداء الطرز ضمنها.

حيث أن السلوك المظهري للتركيب الوراثي ليس بالضرورة أن يكون ذاته تحت ظروف زراعية متباينة، أي أن الطراز الوراثي الجيد لا يستطيع ان يظهر صفاته إلا إذا توفرت الظروف البيئية الملائمة، كما يعجز الطراز الوراثي الرديء عن إعطاء صفات جيدة في البيئات الفضلى (Hebert *et al*.,1995).

قارن داؤد وآخرون (2012) 22 طرازاً وراثياً من القمح الطري مدخلة من ايكاردا مع ثلاثة أصناف محلية معتمدة في صفة الغلة الحبية ومكوناتها، وذلك في ثلاثة مواقع بيئية متباينة في العراق لتقدير ثباتية هذه الطرز الوراثية تبعاً لطريقة (Eberhart & Russell, 1966) ومقاييسها الإحصائية الثلاثة (متوسط الغلة الحبية، معامل الانحدار، معامل الانحراف عن الانحدار)، وأظهرت نتائج تحليل الثباتية أن أربعة طرز وراثية تميزت بثباتية عالية لمعظم الصفات، واستجابت ستة طرز وراثية للبيئات الجيدة فقط لمعظم الصفات، بينما استجابت ستة طرز وراثية أخرى للبيئات غير الملائمة ولصفات محدودة.

اختبر لقمس وآخرون (2016) ثباتية 12 طرازاً وراثياً من القمح القاسي في ثلاثة مواقع بيئية متباينة في محافظة حماة خلال موسمي 2014– 2015 باستخدام خمسة مقاييس إحصائية مختلفة للثباتية (من بينها معامل الانحدار ومعامل الانحراف عن الانحدار)، أظهرت النتائج الدور المهم للتفاعل الوراثي x البيئي في أداء الطرز الوراثية المدروسة وترتيبها في مواقع الاختبار، وامتلكت بعض السلالات ترتيباً متفوقاً في كل من متوسط الغلة عبر البيئات وثباتية الغلة.

قيَّم Amin وآخرون (2005) 10 سلالات مبشرة من القمح الطري بالنسبة لصفة ثبات الغلة الحبية تحت بيئات مختلفة وذلك في تسعة مواقع مختلفة شمال غرب الباكستان، وكان التفاعل بين الطرز الوراثية والبيئات (GXE) معنوياً في هذه الدراسة، وأبدى الطراز الوراثي SAW-98063 أداءً مستقراً عبر البيئات المختبرة، حيث تميز بمتوسط غلة مرتفع ومعامل انحدار قريب من الواحد (bi= 0.98) ومعامل انحراف منخفض عن الانحدار (Sd_i^2= 0.055).

قام Abd El-Shafi وآخرون (2014) بتحليل الثباتية لعشرة طرز وراثية من القمح الطري عبر ثمان بيئات مختلفة في مصر وباستخدام ستة مقاييس إحصائية مختلفة للثباتية (تضمنت: متوسط الغلة الحبية، معامل الانحدار، معامل الانحراف عن الانحدار، ومعامل Wricke)، بينت النتائج معنوية التفاعلات بين الوراثة والبيئة، وتميزت الطرز الوراثية

بحوث 8، شام8، L-R 40 ، شام 10 و Sahel 1 بكونها أكثر ثباتيةً مقارنة مع باقي الطرز المدروسة والأقل تأثراً بالتفاعلات البيئية، وبالتالي إمكانية زراعتها في مواقع مختلفة في مصر.

أهمية البحث وأهدافه:

أهمية البحث:

تعاني سورية مؤخراً من عجز في إنتاج القمح وانخفاض في مخزونه الاستراتيجي بسبب التغيرات المناخية وظروف الجفاف بالإضافة إلى خروج مساحات واسعة من مناطق إنتاج القمح في سورية عن السيطرة وصعوبة إيصال مستلزمات الإنتاج إليها، وحسب تقرير منظمة FAO (2017) باسم Counting the Coast: Agriculture in "Syria after 6 Years of Crisis" قُدِّرت الأضرار التي أصابت القطاع الزراعي خلال الست سنوات من الأزمة التي عانت منها البلاد بـ 16 بليون دولار أميركي، والقيمة التقديرية لتكاليف إعادة بناء القطاع الزراعي بحدود 11-17 بليون دولار! مما يتطلب ضرورة العمل على استنباط أصناف محسنة تتميز بإنتاجية عالية وتأقلم مع مدى واسع من التغيرات والإجهادات البيئية. إضافةً إلى أهمية اختبار منطقة الساحل السوري كمنطقة رافدة للمناطق الرئيسية في إنتاج القمح بمواقعها البيئية المختلفة (الجبلية والسهلية) ضمن منطقة الاستقرار الأولى (معدل هطول مطري > 350 مم سنوياً) وخاصةً في الظروف الراهنة. لذلك فإن المعلومات المستنبطة من هذا البحث تساعد مربِّي النبات في تحديد الطرز الوراثية المتميزة بالغلة العالية والثباتية الجيدة عبر البيئات المدروسة.

أهداف البحث:

1. تقييم أداء مجموعة من الطرز الوراثية للقمح الطري في مواقع بيئية متباينة من الساحل السوري.
2. تقدير الثباتية المظهرية لهذه الطرز باستخدام مقاييس ومؤشرات إحصائية عديدة للثباتية.
3. تحديد أفضل الطرز الوراثية التي تجمع بين الغلة المتفوقة والثباتية العالية في المواقع البيئية المدروسة.

طرائق البحث ومواده:

1. المادة النباتية:

اختبر 11 طرازاً وراثياً تضمنت **5** سلالات مبشرة و **6** أصناف محلية معتمدة من القمح الطري، تم الحصول عليها من المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (ACSAD)، ومن الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية (GCSAR). الجدول (1).

جدول(1): الطرز الوراثية المدروسة ونسبها.

التسلسل	الطراز الوراثي	النسب
1	السلالة المبشرة أكساد 899	ACSAD 529 /4/ C182-24 / C168.3 /3/ Con*2/ 7C // Cc/ Tob ACS – W -8024 -14IZ – 1IZ – 2IZ -OIZ
2	السلالة المبشرة أكساد 981	CHAM 6 / ACSAD 791 ACS – W -8705- 32IZ -1IZ – 1IZ- 0IZ
3	السلالة المبشرة أكساد 1115	W3918A/ JUP// NS732/ Her /3/ Florkwa -3 ACS – W -9523- 6IZ -1IZ- 0IZ

4	السلالة المبشرة أكساد 1147	Chat's' // KVZ/ cgn /3/ BAU's' /4/ Karawan2 ACS – W –9669– 15IZ –1IZ – 1IZ– 0IZ
5	السلالة المبشرة أكساد 1149	Snb's // shi # 4414/ crow's'/ 3/ Karawan2 ACS – W –9677 –14IZ – 1IZ – 2IZ –OIZ
6	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.
7	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.
8	شام 6	صنف معتمد من ICARDA ، اعتمد عام 1991، غلته 3.320 طن/هـ.
9	شام 4	صنف معتمد من ICARDA ، اعتمد عام 1986، غلته 4.335 طن/هـ.
10	بحوث 6	صنف معتمد من GCSAR ، اعتمد عام 1991، غلته 3.785 طن/هـ.
11	جولان 2	صنف معتمد من GCSAR ، اعتمد عام 2007، غلته 4.575 طن/هـ.

مواقع تنفيذ البحث:

نفّذ البحث في ثلاثة مواقع بيئية متباينة من الساحل السوري وهي:

- الموقع الأول: محطة بحوث السن (بانياس) التابعة للمركز العربي لأبحاث المناطق الجافة والأراضي القاحلة (ACSAD)، التي تقع على بعد 15 كم جنوب مدينة جبلة، وترتفع حوالي 10 أمتار فوق سطح البحر.
- الموقع الثاني: في قرية درميني التابعة لمحافظة اللاذقية ناحية القطيلبية، وتبعد حوالي 20 كم عن مدينة جبلة، وترتفع 700 متر فوق سطح البحر.
- الموقع الثالث: في قرية حمين التابعة لمحافظة طرطوس ناحية الدريكيش، وتبعد عنها 25 كم، وترتفع حوالي 450 متر فوق سطح البحر.

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

جدول(2): متوسطات درجات الحرارة (مْ) و معدلات الهطول المطري(مم) في المواقع الثلاثة خلال موسم 2015 _ 2016.

الموقع	السن			حمين			درميني		
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)
ت2	14.88	23.36	15	10.64	19.20	18	8.76	18.72	32.7
ك1	9.50	18.34	45	7.45	15.32	50.4	7.01	13.67	64.4
ك2	8.70	15.47	185	6.35	12.68	216	6.20	11.89	234

شباط	11.61	20.52	60	6.80	11.90	85.2	4.13	10.61	92
آذار	13.42	20.54	101	8.11	16.12	155	6.76	13.84	151
نيسان	13.66	21.73	12	10.58	18.22	16	8.15	17.60	18.4
أيار	17.58	24.19	31.3	14.91	20.50	61	11.54	18.21	39.7
المجموع	89.35	144.15	449.30	64.84	113.94	601.50	52.55	104.54	633.10

موعد وطريقة الزراعة:

زرعت التجارب في المواقع الثلاثة خلال موسم 2015– 2016 م في النصف الثاني من شهر تشرين الثاني، بثلاثة مكررات، حيث 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، وبين نبات وآخر 3 سم. أجريت كافة عمليات الخدمة اللازمة من فلاحة وتعشيب وتسميد حسب توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. تم تقدير متوسط الغلة الحبية (غ/نبات) لكل طراز وراثي ثم حولت إلى طن/هـ.

التحليل الإحصائي:

نفذت التجربة في المواقع الثلاثة 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 EXEL 2010، ومن أجل تحليل الثباتية تم استخدام عدة طرائق إحصائية لتحديد أفضل الطرز الوراثية ثباتيةً في البيئات المختبرة.

تحليل الثباتية:

أصبحت العديد من المقاييس الإحصائية متاحةً الآن لاختبار ثباتية الطرز الوراثية عبر البيئات بعد الإهتمام الكبير الذي حظيت به من قبل مربِي النبات، وفي هذه الدراسة قُدرت الثباتية باستخدام طرق إحصائية مختلفة لتحديد أفضل الطرز الوراثية في بيئات الاختبار.

الطريقة الأولى: تبعاً للعالمَين Eberhart and Russell (1966) والتي تعتبر 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 (bi) The Regression Coefficient: الذي يحدد استجابة الطراز الوراثي للبيئات المختلفة والتي تقاس بالانحدار الخطي لمتوسط طراز معين على معدل الطرز في كل بيئة.
- معامل الانحراف عن الانحدار ($S^2\bar{d}_i$) The Deviation from Regression Coefficient: الذي يقيس حساسية الطرز الوراثية ومدى تأثرها بالتفاعلات الوراثية x البيئية.

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

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

2- معامل انحدار مساوي للواحد (**b*i* = 1**).

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

وفقاً لقيم معامل الانحدار فإن الطرز الوراثية ذات معامل انحدار أعلى من الواحد(**b*i* >1**) تعتبر ملائمة للبيئات المثالية التي تتوفر 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 (Eberhart & Russell,1966، , Abd El-Shafi., *et al*, 2014).

الطريقة الثانية:

قدرت الثباتية أيضاً باستخدام دليل استقرار المكافئ البيئي Ecovalance Stability Index (W_i) تبعاً للعالم Wricke (1962) (معامل Wricke)، ومعامل تباين الثباتية Stability Variance Index ($\sigma^2 i$) تبعاً لِـ Wricke & Weber (1980) (معامل Shukla) اللذَين يفيدان في تحديد مساهمة كل طراز وراثي في التفاعلات الوراثية x البيئية، وتتناسب ثباتية الطراز الوراثي عكساً مع قيم معاملَي Wricke و Shukla؛ أي أن الطراز الوراثي المستقر يتميز بقيم منخفضة بالنسبة لهما.

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 ($\bar{X}$= 4.012) طن/هـ، حيث تميزت الطرز الوراثية التالية: (السلالة المبشرة 1147، السلالة المبشرة 1115، دوما6، السلالة 899، سلالة 981، دوما 4) بمتوسط أداء عبر البيئات أعلى من المتوسط العام ($\bar{X}i > \bar{X}$)، بينما كان متوسط أداء الطرز(شام6، شام4، السلالة المبشرة 1149، جولان2) أدنى من المتوسط العام.

احتلت السلالة المبشرة 1147 المرتبة الأولى بمتوسط الغلة الحبية عبر البيئات (4.613 طن/هـ)، وبتفوق معنوي على جميع الطرز الوراثية المدروسة، تلتها مباشرةً السلالة 1115 بفرق ظاهري عن الصنف دوما 6 والسلالة 899، بينما كان متوسط الغلة الحبية الأدنى لدى الصنف جولان2 بمتوسط أداء (3.195 طن/هـ)، لكنه تميز بمتوسط غلة حبية أعلى نسبياً في الموقع البيئي الثاني (درميني)؛ مما قد يشير إلى توفر شروط نمو وظروف بيئية في هذا الموقع مشابهة للظروف البيئية التي نشأ فيها الصنف. أما الصنف بحوث 6 فقد كان متوسط أدائه عبر البيئات مقارباً للمتوسط العام بفروق ظاهرية ($\bar{X}i$ = 3.985)، تعود هذه 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 الثلاثة بالنسبة لصفة الغلة الحبية (طن/هـ)، حيث تفوق الموقع البيئي الثاني (درميني) معنوياً على الموقعين الآخرين بمتوسط غلة حبية ($\bar{X}j_2$= 4.311)، واعتماداً على قيم المكافئات البيئية في المواقع المختبرة يصنَّف هذا الموقع (درميني) على أنه الموقع البيئي الأفضل للطرز المدروسة، وذلك لتوفر الظروف البيئية الملائمة لزراعة القمح، يليه الموقع الثالث(حمين) بفروق معنوية عن الموقع الأول (السن)، تعزى هذه الفروق المعنوية لاختلاف المواقع البيئية المدروسة

في العوامل المناخية (معدل الهطولات المطرية، درجات الحرارة، الارتفاع عن سطح البحر)، أما معامل الاختلاف فقد تأرجح في حدود (11.439%) في درميني إلى (15.699%) في حمين و (12.173%) في السن، مما يعكس اختلاف التعبير المورثي للطرز الوراثية المدروسة في المواقع البيئية المختبرة.

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

الطرز الوراثية	السن	درميني	حمين	$\bar{X}i$
دوما 6	4.094	4.558	4.314	4.322
سلالة 1115	4.054	4.989	4.196	4.413
سلالة 899	4.033	4.751	4.069	4.284
سلالة 1147	4.263	4.908	4.667	4.613
سلالة 981	4.098	4.354	4.266	4.239
سلالة 1149	3.196	3.697	3.242	3.378
شام 6	3.859	3.967	3.949	3.926
شام 4	3.689	3.677	3.658	3.675
دوما 4	4.150	4.110	4.119	4.127
جولان 2	2.432	4.239	2.823	3.165
بحوث 6	3.798	4.169	3.987	3.985
$\bar{X}j$	3.788	4.311	3.936	$\bar{X}$ = 4.012
CV%	12.173	11.437	15.699	$CV\%_{GXL}$ = 11.803
L.S.D 5%	0.137	0.414	0.255	$L.S.D_{GXL}$ 5% = 0.270
L.S.D Geno. 5% = 0.156			L.S.D Loca. 5% = 0.081	

$\bar{X}i$: متوسط الغلة الحبية للطراز الوراثي i عبر المواقع البيئية الثلاثة. **$\bar{X}j$:** 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 التجميعي 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، حيث لا يمكن تقدير الثباتية المظهرية بمقاييسها الإحصائية المختلفة ما لم يكن هذا **التفاعل بين الطرز الوراثية والبيئة (GXE) معنوياً (** Annicchiarico,2002) **.**

بينت نتائج تحليل التباين التجميعي لصفة الغلة الحبية (طن/هـ) عبر البيئات المدروسة (جدول 4) 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 واستجابات مختلفة للطرز الوراثية المدروسة وبالتالي فاعلية تحليل الثباتية.

كما أشارت النتائج في الجدول (4) إلى أن النسبة الأعلى من الاختلافات في هذه الدراسة تعود إلى التباينات العائدة لتفاعل الطرز الوراثية والمواقع البيئية (**$C.V_{GXL}$%** = 11.804)، تليها الاختلافات العائدة للطرز الوراثية (**$C.V_{Geno.}$%** = 11.144)، ومن ثم الاختلافات العائدة للتباينات بين المواقع البيئية المختبرة (**$C.V_{Loca.}$%** = 6.722)، مما يشير إلى الأثر الكبير للبيئة على أداء الطرز الوراثية المدروسة، وبالتالي أهمية تقدير الثباتية بمؤشراتها الإحصائية المختلفة، ويعكس أيضاً أهمية وضرورة التربية للتأقلم مع مدى واسع من التغيرات البيئية.

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

مصادر التباين	df	SS	MS
الطرز الوراثية G	10	17.985	1.799*
المواقع.(L)	2	4.454	2.226*
G x L	20	5.231	0.262*
Error	66	1.807	0.027
Total	98	29.478	-
$C.V_{GXL}$% = 11.804		$C.V_{Geno.}$% = 11.144	$C.V_{Loca.}$% = 6.722

تحليل الثباتية:

تبعاً لـِ Eberhart & Russell (1966):

يوضح الجدول (5) قيم معامل الانحدار ومعامل الانحراف عن الانحدار ومتوسط الغلة الحبية (طن/هـ)، وترتيب الطرز الوراثية تبعاً لها. تراوحت قيم معامل الانحدار (bi) بين {3.5- 0.004}، وهذا المدى الواسع لقيم معامل الانحدار يشير إلى الاستجابات المختلفة للطرز الوراثية تبعاً للتغيرات البيئية.

تميزت السلالتان المبشرتان أكساد (1115 و 899) بقيم معامل انحدار > الواحد معنوياً، وبمتوسط غلة حبية أعلى من المتوسط العام ($\bar{X}i > \bar{X}$ و $bi > 1$)، مما يشير إلى استجابتهما العالية وتكيفهما مع البيئات المواتية التي تتوفر فيها المتطلبات الحيوية للنمو والتطور من جهة، وإلى حساسيتهما للتغيرات البيئية من جهة أخرى.

بالمقابل كانت قيم معامل انحدار الطرز الوراثية (السلالة المبشرة أكساد981، بحوث 6، دوما 4) أصغر من الواحد، ومتوسط غلة حبية أعلى من المتوسط العام ($\bar{X}i > \bar{X}$ ، $bi < 1$)، مما يدل على تحملها للظروف البيئية غير المواتية وثباتها واستقرارها، وقلة تأثرها بالتفاعلات البيئية، كما يدل على استجابتها لتحسن الظروف البيئية.

بينما امتلك الطرزان الوراثيان (شام6، شام 4) قيم معامل انحدار أصغر من الواحد، ومتوسط غلة حبية أقل من المعدل العام، مما يشير إلى تأثرهما بالتغيرات البيئية وانخفاض تكيفهما مع البيئات المجهدة؛ ولذلك ينصح بزراعتهما في البيئات المواتية فقط.

على النقيض من ذلك، كانت قيم معامل انحدار الطرازين الوراثيين (جولان2، السلالة 1149) أكبر من الواحد معنوياً، ومتوسط غلة حبية أقل من المعدل العام بكثير، مما يدل على حساسيتهما للتغيرات البيئية واستجابتهما المنخفضة لتحسين مدخلات العملية الزراعية، وبالتالي لا ينصح بزراعتهما في أي من المواقع البيئية المختبرة أو المواقع البيئية المماثلة.

بالنسبة لقيم معامل الانحراف عن الانحدار $\mathbf{S^2\bar{d}_i}$: فإن معظم الطرز الوراثية المدروسة امتلكت قيم لم تختلف معنوياً عن الصفر مما يشير إلى ثباتيتها عبر المواقع البيئية الثلاثة، ما عدا الصنف جولان2 ($S^2\bar{d}_i$= 0.112*) الذي تميز بحساسيته العالية للتغيرات البيئية وعدم استقراره واستجابته المنخفضة.

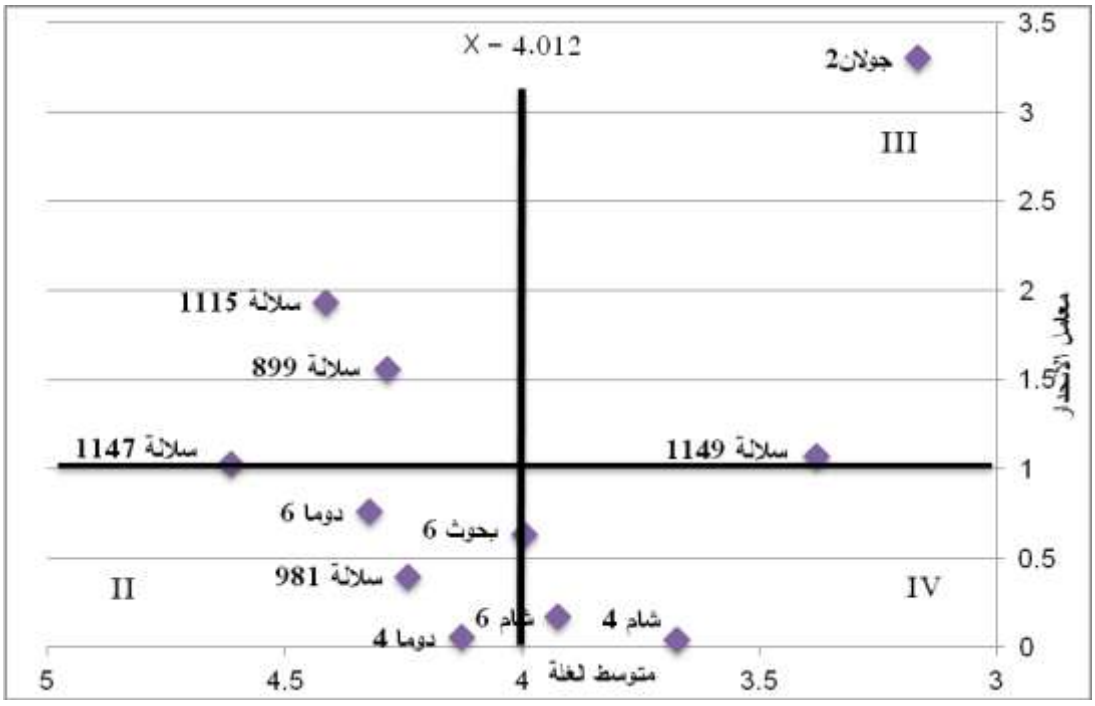
أما الطرازان الوراثيان (السلالة 1147 و الصنف دوما 6) فقد تفوقا على جميع الطرز الوراثية المدروسة، و تميزا بثباتية عالية وغلة متفوقة ($\bar{X}i > \bar{X}$ ، $bi = 1$ ، $S^2\bar{d}_i = 0$)، مما يشير إلى ملاءمتهما وتكيفهما مع جميع البيئات، وبالتالي يصنفان بأنهما الأكثر ثباتية ويمثلان الطراز الوراثي **المثالي** الذي يرغب به مربو النبات.

جدول(5): ترتيب الطرز الوراثية المدروسة تبعاً لمقاييس Eberhart and Russell (1966).

الطرز الوراثية	$\bar{X}i$	الترتيب	bi	الترتيب	$S^2\bar{d}_i$	الترتيب
دوما 6	4.322	3	0.762	2	0.020	3
سلالة 1115	4.413	2	1.934*	5	−0.0053	5
سلالة 899	4.284	4	1.558*	6	−0.0091	10
سلالة 1147	4.613	1	1.027	1	0.0612	4
سلالة 981	4.239	5	0.398	4	0.0031	1
سلالة 1149	3.378	10	1.057*	10	−0.0062	7
شام 6	3.926	8	0.149	8	−0.0054	6
شام 4	3.675	9	0.004	9	−0.0086	8
دوما 4	4.127	6	0.053	7	−0.0087	9
جولان 2	3.165	11	3.534*	11	0.112*	11
بحوث 6	3.985	7	0.635	3	0.0054	2
المتوسط	4.012	−	1	−	0.014	−

يوضح الشكل(1) موقع كل طراز وراثي تبعاً لمتوسط غلته وثباتيته: حيث تمثل المنطقة I (في النصف الأعلى الايسر من الشكل) البيئات المواتية التي تتوفر فيها الظروف البيئية المناسبة لنمو وتطور النباتات، أما المنطقة II فهي

تمثل البيئات المجهِدة، والطرز الوراثية الموجودة ضمنها تتميز بتحملها لهذه الإجهادات (السلالة أكساد 981، دوما6، دوما4)، أما الطرز الوراثية الواقعة ضمن المنطقتين III و IV 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 المبشرة أكساد 1147 و دوما6) والتي تتميز بملاءمتها لجميع البيئات.



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

تحليل الثباتية تبعاً لِـ Wricke & Shukla :

كان ترتيب الطرز الوراثية المدروسة تبعاً لمعاملَي Wricke وShukla منسجماً لحدٍ كبير، مما يدل على دقة النتائج وتوافقها مع كل من { Metin Kara,1997 , Weber and Wrick,1990 , Lin *et al*.,1986 } الذين أوضحوا أن الارتباط بين هذين المعاملَين كان ارتباطاً تاماً (r = 1*)، وإلى أن ترتيب الطرز الوراثية تبعاً لهذين المقياسين كان متشابهاً تماماً.

تميزت معظم الطرز الوراثية المدروسة بقيم منخفضة من معاملي Wricke وShukla مشيرةً إلى قلة مساهمتها بالتفاعلات البيئية وثباتيتها العالية. باستثناء الطرازين: السلالة أكساد 1115 والصنف جولان2 اللذَين امتلكا قيم عالية نسبياً من هذين المؤشرين مقارنةً مع باقي الطرز الوراثية المدروسة مما يدل على تأثرهما الكبير بالتفاعلات البيئية، جدول(6).

جدول (6) ترتيب الطرز الوراثية المدروسة تبعاً لمؤشرَي .Wricke & Shukla.

الطرز الوراثية	W_i	الترتيب	σ^2_i	الترتيب
دوما 6	0.036	3	0.006	2
سلالة 1115	17.784	11	10.852	11
سلالة 899	0.042	4	0.009	3
سلالة 1147	0.070	6	0.027	6
سلالة 981	0.061	5	0.021	5
سلالة 1149	0.003	1	−0.015	4
شام 6	0.102	7	0.046	7
شام 4	0.134	8	0.066	8
دوما 4	0.152	9	0.076	9
جولان 2	0.988	10	0.587	10
بحوث 6	0.033	2	0.004	1

بمقارنة نتائج تحليل الثباتية وفقاً لِـ Eberhart and Russell مع نتائج مؤشرات Wricke وShukla نجد أن معظم الطرز الوراثية المدروسة قد أبدت ثباتية عالية واستقراراً في الأداء عبر البيئات تبعاً للطريقة الثانية، بينما نلاحظ أن الطريقة الأولى قد أفادت في سبر الطرز الوراثية وفرزها بشكل أفضل تبعاً للمواقع البيئية الملائمة لكل منها؛ مما يشير إلى دقة وفعالية تحليل الثباتية تبعاً لطريقة العالمين Eberhart and Russell (1966).

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1- تفوق موقع درميني معنوياً على الموقعين الآخرين بمتوسط الغلة الحبية، كما تفوق موقع حمين معنوياً على موقع السن، مما يدل على أهمية المواقع البيئية الجبلية مقارنةً بالمواقع السهلية الساحلية في زراعة وإنتاج القمح.

2- تفوق السلالة المبشرة أكساد 1147 والصنف دوما 6 على كافة الطرز الوراثية المدروسة، واللذَين جمعا بين الغلة العالية والثباتية الجيدة وملاءمتهما لجميع المواقع البيئية المختبرة والبيئات المماثلة لها.

3- الطرز الوراثية (السلالة المبشرة أكساد 981، بحوث 6، ودوما 4) متحملة بشكل جيد للبيئات المجهِدة، بينما تتكيف السلالتان المبشرتان أكساد (899، 1115) مع البيئات الفُضلى التي تتوفر فيها الظروف البيئية الملائمة لنمو وتطور نبات القمح.

4- أبدى الطرازان الوراثيان (شام6، شام4) تكيفاً منخفضاً مع البيئات المجهدة، لذلك يفضل زراعتها في البيئات المواتية فقط. أما الطرازان الوراثيان (جولان2 ، السلالة أكساد 1149) لم يبديا تكيفاً مع أي موقع من المواقع البيئية المختبرة.

التوصيات:

1. زراعة السلالة المبشرة أكساد 1147 والصنف دوما6 في جميع المواقع البيئية المختبرة، حيث امتلكا ترتيباً متفوقاً في كل من متوسط الغلة عبر البيئات وثباتية عالية ويعدان مهمان جداً سواءً كان للاعتماد أو الإدخال في برامج التربية الهادفة للحصول على أصناف متحملة للإجهادات البيئية وذات غلة عالية.

2. لا ينصح بمتابعة الدراسة على السلالة المبشرة أكساد 1149 كونها لا تبدي أي استجابة مع المواقع البيئة المختبرة فضلاً عن انخفاض غلتها الحبية مقارنةً بالمتوسط العام.

3. متابعة دراسة وتقييم السلالات المبشرة أكساد(1115، 981، 899).

المراجع:

1. داؤد خالد، كنوش خليل، العامري مثنى. *التداخل الوراثي البيئي ومعلمات الاستقرارية لتراكيب مدخلة من حنطة الخبز*. جامعة الموصل. المؤتمر العلمي لكلية الزراعة. 2012.

2. علي ديب طارق، سوسي فاتن. *دراسة تطور استهلاك القمح في الجمهورية العربية السورية*. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، مجلد (20)، العدد(1)، 2004.

لقمس عبد الكريم، بكور فيصل، مولود ماجد. *التفاعل الوراثي البيئي وثباتية الغلة لطرز وسلالات مبشرة من القمح القاسي في مواقع بيئية سورية متباينة*. مجلة جامعة البعث، المجلد 38، العدد 1، 2016، 117- 140.

3. المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية السورية. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. الجمهورية العربية السورية. 2014.

المراجع الأجنبية

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. AMIN M, MOHAMMAD T, KHAN AJ, IRFAQ M, ALI A, TAHIR GR. *Yield Stability Of Spring Wheat (Triticum aestivum L.) In North West Frontir Province, Pakistan*. Songklanakarin J. Sci. Technol. 27, 2005, 1147-1150.

3. ANNICCHIARICO P. *Additive Main Effects and Multiplicative Interaction (AMMI) in Variety Trials Repeated over Years.* Theoretical and Applied Genetics. 4, 1997, 1072-1077.

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

5. EBERHART S.A AND RUSSELL, W. A. *Stability Parameters for Comparing Varieties*. Crop Sci. 6, 1966, 36-40**.**

6. FAO REPORT**.** *Counting the Coast: Agriculture in Syria after 6 Years of Crisis***.**2017.

7. FINLAY K.W AND WILKINSON G.N. *The Analysis of Adaptation in a Plant-breeding Programme*. J. Agric. Res. 14, 1963, 742-754.

8. HEBERT Y.C, PLOMION AND HARZIC N. *Genotypic x Environmental Interaction For Root Traits in Maize as Analyses with Factorial Regression Models*. Euphytica. 81, 1995, 85-92.

9. HILL J, BECKER H.C. AND TIGERSTEADT P.M.A. *Quantitive and Cological Aspects of Plant Breeding*. London: Chapman & Hall. 1998.

10. KNIGHT R. *The Measurement and Interpretation of Genotype Environment Interactions*. Euphytica. 19, 1970, 225–35.

11. LIN C.S, BINNS M.R, LEFKOVITCH L.P. *Stability Analysis: Where Do We Stand?* Crop Sci. 26, 1986, 894 -900.

12. METIN KARA .S. *Genotype X Environment Interactions and Stability Analysis for Yield of Bread Wheat*. Rachis. 16,(1 / 2), 1997, 58-62.

13. 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.

14. PLAMACHUK A. *Selection Strategies for Traits Relevant for Winter and Facultative Durum Wheat.* In: Durum Wheat Breeding Current Approaches and Future Strategies. Food Products Press, New York**.** 2005, 599-644.

15. SHUKLA G.K. *Some Statistical Aspects of Partitioning Genotype Environmental Components of Variability*. Heredity. 29, 1972, 237–245.

16. 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.42, 2006, 189-198.

17. WEBER W.G. and WRICKE G. *Genotype X Environment Interactions and Its Implications in Plant Breeding.* In: Genotype-by-Environment Interaction and Plant Breeding. Louisiana State University, LA, USA, 1990, 1-19.

18. WRICKE G. *Über eine Methode zur Erfassung der Ökologischen Streubreite in Feldver suchen. Z. Pf Lanzenz* 47, 1962, 92–96.

19. WRICKE G. and WEBER W.E. *Erweiterte Analyse von Wechselwirkungen in Versuchsserien.* In: KoPCKE, W., and K. UBERLA (eds.), Biometrie — heute und Morgen, 1980, 87—95. Berlin—Heidelberg New York: Springer-Verlag.