

دراسة مواقع ذات أثر تراكمي QTLs لبعض الصفات الزراعية المهمة في هجينين من نبات الشعير

شهيناز عباس⁽¹⁾ و حامد كيال⁽²⁾ ومايكل باوم⁽³⁾
و أحمد جاهور⁽⁴⁾ و غونتر باكس⁽⁴⁾

الملخص

استخدم الهجين (مالتون X سكارلت X تدمر) والهجين (مالتون X سكارلت X زنبقة) بهدف الحصول على سلالات تجمع بين الإنتاج العالي وصفات التأقلم مع البيئة الجافة. وضعت خريطة الارتباط الوراثي للهجينين المدروسين، وأظهرت النتائج تبايناً ملحوظاً في الخصائص والصفات المدروسة بحسب البيئات التجريبية تل حديا (استقرار ثانية) وبريدا (استقرار ثالثة)، كما بينت النتائج أن النباتات الهجينة الناتجة أبدت تحملاً أفضل للجفاف من السلالات المحلية تدمر وزنبقة حيث تفوقت أفضل 10% من النباتات الهجينة من كل من الهجينين على كل من تدمر وزنبقة. كما ظهرت علاقة ارتباط معنوية بين الصفات المدروسة. وقد تم تحديد 20 QTLs مرتبطة بصفات مهمة بالنسبة للهجين الأول، وحددت 33 QTLs في الهجين الثاني، مما يؤكد أهمية توسيع القاعدة الوراثية واستثمار المصادر الوراثية المتاحة لإدخال مورثات جديدة مفيدة لتربية الشعير ولاسيما للتأقلم مع ظروف الإجهادات الحادة. واعتماداً على أداء نواتج الهجن بالمقارنة مع الآباء المحلية فقد انتخب عدد من الطرز الوراثية لاختبارها بشكل أكثر تفصيلاً وانتخاب أفضلها ضمن ظروف الجفاف.

الكلمات المفتاحية: الشعير، تحمل الجفاف، المؤشرات الجزيئية، المواقع ذات الأثر التراكمي.

(1) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دوما، دمشق، ص ب: 113. سورية.

(2) كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

(3) المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا)، حلب، سورية.

(4) جامعة KVL، كوبنهاغن، الدنمارك.

Study of QTLs for Some Important Agronomic Traits in Two Barley Crosses

S. Abbas⁽¹⁾, H. Kayal⁽²⁾, M. Baum⁽³⁾,
A. Jahoor⁽⁴⁾, and G. Backes⁽⁴⁾

ABSTRACT

Two crosses (Malton X Scarlrt X Tadmor) and (Malton X Scarlrt X Zambaka) were studied aiming to produce lines suitable for the dry environmental conditions of Syria, joined with high yield potential. The linkage maps of the two crosses were constructed. The two populations showed a large variation for the traits examined in the two locations, Tel Hadya (semi dry area) and Breda (dry area). In addition, the new genotypes showed better drought tolerance than the local landraces Tadmor and Zambaka, and the best 10% of the new genotypes could perform significantly better than both of Tadmor and Zambaka. Significant correlations were observed between traits. 20 QTLs were localized for the first cross while 33 QTLs were localized for the second, which emphasis on the importance of the investment of all available genetic resources in breeding barley for drought tolerance. Also, depending on the performance of the two populations we selected a number of genotypes for further experiments and to select the superior ones under drought.

Key words: Barley, Drought tolerance, Molecular markers, QTLs.

⁽¹⁾ General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Douma, Damascus, Syria, P.O.Box 113.

⁽²⁾ Faculty of Agriculture, Damascus university, Syria.

⁽³⁾ International Center for Agricultural Researches in Dry Areas (ICARDA).

⁽⁴⁾ KVL, Denmark, Copenhagen.

المقدمة

يعدُّ الشعير (*Hordeum vulgare* L.) من المحاصيل المهمة في آسية، أفريقية، أمريكا، وأوروبا، ويغطي أكثر من 40 مليون هكتار في المناطق الجافة حيث يعد المحصول البعلي الوحيد الذي يستطيع المزارعون زراعته (Ceccarelli, 1994).

ويعد الشعير محصولاً رئيساً في سورية التي تحتل المركز الثاني عربياً من حيث المساحة المزروعة بعد المغرب والمركز الثالث من حيث الإنتاج بعد المغرب والجزائر (FAO, 2005). يأتي محصول الشعير في سورية في المقدمة من حيث المساحة المزروعة التي وصلت إلى 1.38 مليون هكتار متوسط ما بين عامي 1996-2005 وإنتاج قدره 939 ألف طن وبمعدل 680 كغ/هكتار (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية-2005).

وترجع قلة مردودية وحدة المساحة إلى عدد من العوامل منها الإصابات المرضية وأهمها البياض الدقيقي *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*، والسفحة *Rhynchosporium secalis* اللذان يؤديان إلى خفض سنوي في الإنتاج بحدود 30-40% (سيد، 2001)، فضلاً عن زراعة الشعير في مناطق الاستقرار الثانية والثالثة ذات معدل الهطول المطري القليل سيء التوزيع.

وتتبع أهمية الشعير من كونه قادراً على النمو والإنتاج في البيئات التي تتصف عادة بالجفاف ودرجات الحرارة المنخفضة وهي إجهادات تؤدي إلى إنقاص في الغلة في المناطق التي يشكل الشعير فيها مصدراً أساسياً للغذاء (Ceccarelli and Grando, 1996).

وعليه فإن التربية للحصول على طرز وراثية مقاومة للجفاف لها أهمية كبرى، وهذا ينطبق على الحاجة إلى استثمار التنوع الحيوي المتوافر من أجل مقاومة الجفاف وإلى ضرورة فهم أعمق وأوسع للآلية الفيزيولوجية للنبات لمقاومة الجفاف، وهما أمران ضروريان لضمان الحصول على غلة جيدة عند حدوث الإجهاد الجفافي (Rizza et al., 2004).

ولا بد من الأخذ بالحسبان أن الغلة العالية والتأقلم مع إجهادات الجفاف تعتمدان على آليتين متضادتين فالصفات المتعلقة بتحمل الجفاف مثل حجم النبات الصغير، وحجم المساحة الورقية الأصغر، والنضج المبكر، تقود إلى الإقلال من عملية فقد النبات للماء، ولكنها أيضاً تقلل من إنتاج المادة الجافة ومن ثم تؤدي إلى غلة أقل، ويتفق هذا مع ما أشار إليه (Fischer and Wood, 1979; Karamanos and Papatheohari, 1999).

وقد اقترح (Ceccarelli et al., 1991, 1998) أن الإستراتيجية المتبعة في تربية الشعير ممكن أن تختلف تبعاً للبيئة المدروسة، مجهدة أم غير مجهدة. وأوضح آخرون أن

التربية للوصول إلى غلة أعلى مطلوبة في البيئات متوسطة الإجهادات، في حين تكون الأصناف ذات الغلة الأقل مترافقة مع تحمل عال للجفاف ضرورية أكثر في حالات الإجهادات الحادة (Panthuwan *et al.*, 2002; Voltas *et al.*, 1999)، ومن الجدير بالذكر أن الانتخاب الحقلية معقد وذلك بسبب التباين البيئي من موسم إلى آخر إلى جانب الاختلافات الكبيرة في شدة الجفاف من موقع إلى آخر وهذا ما يسهم في إيجاد تفاعل كبير بين البيئة والنمط الوراثي مما يفسر بطء تطوير أصناف جديدة مناسبة لظروف إجهادات الجفاف (Fukai *et al.*, 1999).

إن استخدام تقانات المؤشرات الجزيئية التي طورت بالشكل الكافي لاستخدامها في برامج التربية يمكن أن يقلل من تعقيدات إدخال عدد من الصفات المرغوب فيها في النمط الوراثي الواحد. هذه التقانات تجعل من الممكن رسم خرائط وراثية للشعير (Graner *et al.*, 2000; Ramsay *et al.*, 1996; Qi *et al.*, 1996; al., 1991) وتستخدم برامج إحصائية معينة لتحديد مواقع ذات أثر تراكمي QTLs ودراسة تأثيراتها في النمط الظاهري (Backes *et al.*, 1995; Teulat *et al.*, 1998; Bezant *et al.*, 1997; Tinker *et al.*, 1996; Foster *et al.*, 2000; Zhu *et al.*, 1999; Yin *et al.*, 1999; Teulat *et al.*, 2000; Hayes *et al.*, 2001) حيث يزودنا تحليل مواقع الصفات ذات الأثر التراكمي QTLs بأداة قوية وفعالة لتحديد المورثات المسؤولة عن الصفة على الصبغي وبالتالي فإن تحديد المؤشر الجزيئي المرتبط عن قرب بال-QTL ذا الأهمية الزراعية أو بالصفة السلبية سيسمح لنا باستخدام ما يسمى بالانتخاب بمساعدة المؤشرات الجزيئية Marker-assisted Selection ومن ثم زيادة فعالية استخدام المصادر الوراثية المتاحة.

أهداف البحث

- استنباط طرز وراثية جديدة من الشعير أكثر تحملاً للإجهاد الجفافي الذي يتعرض له الشعير المزروع وذلك من خلال التهجين والاستفادة من التنوع الوراثي المحلي، ومن خلال استخدام التقانات الحيوية الحديثة.
- وضع خريطة وراثية للهجن المدروسة وتحديد المواقع ذات الأثر التراكمي QTLs المرتبطة بمقاومة الإجهاد الجفافي.

مواد البحث وطرقه

1- المادة النباتية:

دُرست الهجن الآتية من الشعير:

- 1- الهجين الأول: (مالتون X سكارلت X تدمر)، أجري التهجين على مرحلتين حيث تم التهجين في السنة الأولى بين الصنفين مالتون وسكارلت، وهما صنفان أوريبيان يتصفان بالغلة العالية، وفي السنة التالية تم تهجين الجيل الأول مع السلالة المحلية تدمر.

2- الهجين الثاني: (مالتون X سكارلت X زنبقة)، أُجري التهجين أولاً بين الصنفين مالتون وسكارلت، وفي السنة التالية تم تهجين الجيل الأول الناتج مع السلالة المحلية زنبقة.

ويذكر أن السلالتين المحليتين تدمر وزنبقة منتخبتان من الصنف المحلي عربي أسود وتتميزان بتحمل الجفاف وبالطول المناسب للحصاد الآلي.

نفذ التهجينان المذكوران في مركز ريزو الوطني للبحوث -الدنمارك. وقد تم الحصول على 72 ناتجاً من الهجين الأول، و70 ناتجاً من الهجين الثاني. تم إكثار نواتج الهجين المذكورة كلها وزرعت في تجارب حقلية في موسمي 2002 /2003 (F3) و2003 /2004 (F4) إلى جانب الأباء المحلية.

2- مواقع التجربة وطريقة الزراعة:

زرعت التجربة في محطتي بحث تل حدبا وبريدا التابعتين للمركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة ICARDA.

تقع محطة تل حدبا على بعد 30 كم جنوب غرب مدينة حلب وعلى ارتفاع 284م عن سطح البحر، ضمن منطقة الاستقرار الثانية، وبمعدل هطول سنوي 336 ملم. تربتها طينية كلسية ثقيلة، قليلة العمق ذات لون بني محمر، يتصف مناخ المنطقة بشتاء رطب بارد وصيف حار وجاف. بلغت كمية الهطول المطري 490 و400 ملم/ سنة للموسمين 2002/2003 و2003/2004 على التوالي.

تقع محطة بريدا على بعد 85 كم جنوب شرق مدينة حلب على ارتفاع 300 م عن سطح البحر، تتصف بتربة سلتية غضارية طينية ثقيلة ذات لون بني محمر، وتقع ضمن منطقة الاستقرار الثالثة حيث يبلغ معدل الهطول المطري 280 ملم. وتتميز المنطقة بمناخ قاري قاس، وقد بلغت كمية الهطول المطري 386 و303 ملم لكل من الموسمين 2002/2003 و2003/2004 على التوالي.

ومن الجدير بالذكر تميز الهطول المطري بسوء التوزيع خلال فترة نمو المحصول وذلك في كلا الموقعين وخلال موسمي الدراسة.

تمت زراعة كل من الطرز الهجينة الناتجة على 8 خطوط بلغ طول الخط 3 م وكانت المسافة بين الخطوط 30 سم.

3- الصفات المدروسة حقلياً:

درست الصفات الحقلية حسب ما يبينه الجدول (1).

الجدول (1) الصفات المدروسة حقلياً وطريقة القياس.

الموسم	مواقع الدراسة	طريقة القياس	وحدة القياس	الصفة الحقلية
2003/2 و 2004/3	تل حديا وبريدا	الطول من مستوى سطح الأرض حتى قاعدة السنبلية	سم	طول النبات
2003/2 و 2004/3	تل حديا وبريدا	حسب بطرح طول النبات من الطول الكلي المحسوب بدءاً من مستوى سطح الأرض حتى نهاية السنبلية	سم	طول السنبلية
2003/2 و 2004/3	تل حديا وبريدا	متوسط ثلاث عينات، كل عينة مؤلفة من 100 حبة	غرام	وزن الألف حبة
2003/2 و 2004/3	تل حديا وبريدا	قيست وذلك بعد حصاد كل قطعة تجريبية باستثناء الخطين الجانبيين	كغ/هـ	الغلة الحبية
2004/3	تل حديا وبريدا	في مرحلة 5-6 أوراق كمقياس من 1-5 حيث 1 تعني قوة نمو جيدة و 5 تعني نمواً ضعيفاً ومتأخراً	مقياس من 5-1	قوة النمو المبكر
2003/2 و 2004/3	تل حديا	مرحلة 5-6 أوراق كمقياس من 1-5 حيث 1 تعني نباتات ذات نمط نمو قائم و 5 تعني نباتات ذات نمط نمو مفترش	مقياس من 5-1	نمط النمو
2003/2 و 2004/3	تل حديا	مرحلة النضج وذلك على مقياس من 1-5 حيث 1 تعني نباتات قائمة بالكامل و 5 تعني رقاد بالكامل	مقياس من 5-1	الرقاد
2004/3	تل حديا	جمعت السنابل من خط طوله 50 سم وحسب متوسط عدد الحبوب في السنبلية.	حبة /سنبلية	عدد الحبوب في السنبلية
2003/2 و 2004/3	تل حديا	عدد الأيام من الإنبات وحتى إنبال 50% من النباتات في كل قطعة تجريبية	يوم	عدد الأيام حتى الإنبال
2004/3	تل حديا	في مرحلة 5-6 أوراق كمقياس من 1-5 حيث 1 تعني غياب الضرر الناجم عن الصقيع، 5 تعني الأوراق متضررة بشكل كامل من الصقيع	مقياس من 5-1	الضرر الناجم عن الصقيع

4- الدراسات المخبرية:

• استخلاص الـ DNA:

استخلصت الـ DNA المشيحية Genomic DNA من 2-3 أوراق سبق أخذها من بادرات بعمر 3-4 أسابيع بالاعتماد على طريقة استخلاص الحمض النووي بمادة الـ Cetyltrimethylammonium bromide (CTAB) وذلك وفق ما أشار إليه (Saghai- Maroof *et al.*, 1984). ويذكر أنه تم استخلاص الـ DNA من نباتات الجيل الأول (F1) للهجينين الثلاثين المدروسين. تم استخدام جهاز (BIO-TEK Instruments, Inc.) PowerWawexTM لتقدير كمية الـ DNA وتقييم نقاوتها.

• التقانات الحيوية المستخدمة:

استخدمت تقنيات المؤشرات الجزيئية (SSR و AFLP) التي تعتمد على التفاعل السلسلي البوليميريزي Polymerase Chain Reaction (PCR) وذلك حسب ما هو موصوف في (سيد، 2001).

- تقنية تكرار التسلسل البسيط (SSR) Simple Sequence Repeats:

استخدمت البادئات الموصوفة من قبل (Liu *et al.*, 1996; Struss and Plieske, 1998; Ramsay *et al.*, 2000, Becker and Heun, 1995; Pillen *et al.*, 2000). وقد أُجري التفاعل السلسلي البوليميريزي (PCR) وفق (Saghai-marooft *et al.*, 1994; Morgante *et al.*, 1994). وقد استخدمت 120 بادئة للكشف عن التعددية الشكلية polymorphism لانعزال صنويات alleles الـ DNA وذلك بهدف فرز البادئات التي تظهر تعدداً شكلياً بين صنويات الآباء، وقد أظهرت 38 بادئة تعدداً شكلياً بين صنويات الآباء في كل من الهجين (مالتون X سكارلت X تدمر) والهجين (مالتون X سكارلت X زنبقة)، ونتيجة لذلك استخدمت تلك البادئات مع كلا الهجينين.

- تقنية عديد التكوين ذي القطعة الطويلة المضخمة الـ Amplified

Fragment Length Polymorphism (AFLP): اعتمدت الطريقة الموصوفة من قبل (Zabeau and Vos, 1993; Vos *et al.*, 1995; Powell *et al.*, 1997) حيث مرّت العينات بعدة مراحل بدأت بتقطيع الـ DNA بأنزيمات التقطيع (التحديد) بالمولفات (adaptors) (*PstI*, *MseI* adaptors)، ثم ببادئات موجهة preselective primers (*PstI*, *MseI* primers)، ثم ببادئات انتقائية selective primers (*PstI*, *MseI* primers). أُجريت غربلة للآباء للكشف عن التعددية الشكلية polymorphism لانعزال صنويات alleles الـ DNA وذلك للتوصل إلى توليفات البادئات الانتقائية التي تظهر تبايناً شكلياً أكثر بين صنويات الآباء، ونتيجة لذلك استخدمت 6 توليفات مع كل من الهجينين المدروسين.

أُجري التفاعل السلسلي البوليميريزي (PCR) للـ SSR ولجميع مراحل الـ AFLP بواسطة جهاز التدوير الحراري (thermocycler): GeneAmp 2700 from Applied Biosystems.

فصلت نواتج التفاعل السلسلي البوليميريزي (PCR) على هلامة من البولي أكريلاميد polyacrylamide gel بتركيز 6% إذ تمت عملية الرحلان الكهربائي باستخدام جهاز ABI PRISM™ 377 DNA sequencer من شركة Perkin Elmer. أُجريت التقنيات الحيوية المذكورة أعلاه في مركز ريزو الوطني للبحوث في الدنمارك وفي مخابر جامعة KVL - الدنمارك.

5- تحليل النتائج:

حلّ الانعزال Segregation analysis تبعاً لـ (Lander *et al.*, 1987) وذلك باستخدام البرنامج الحاسوبي Gmandel الذي يعتمد على المقارنات الثنائية والثلاثية للمؤشرات الجزيئية المدروسة من أجل إنشاء خريطة الارتباط الوراثي Linkage map، كما عكست قيم التأسيس Recombination fraction إلى مسافات وراثية بالسنتيمورغان (CM) Centi Morgans باستخدام Kosambi mapping function (Kosambi, 1944).

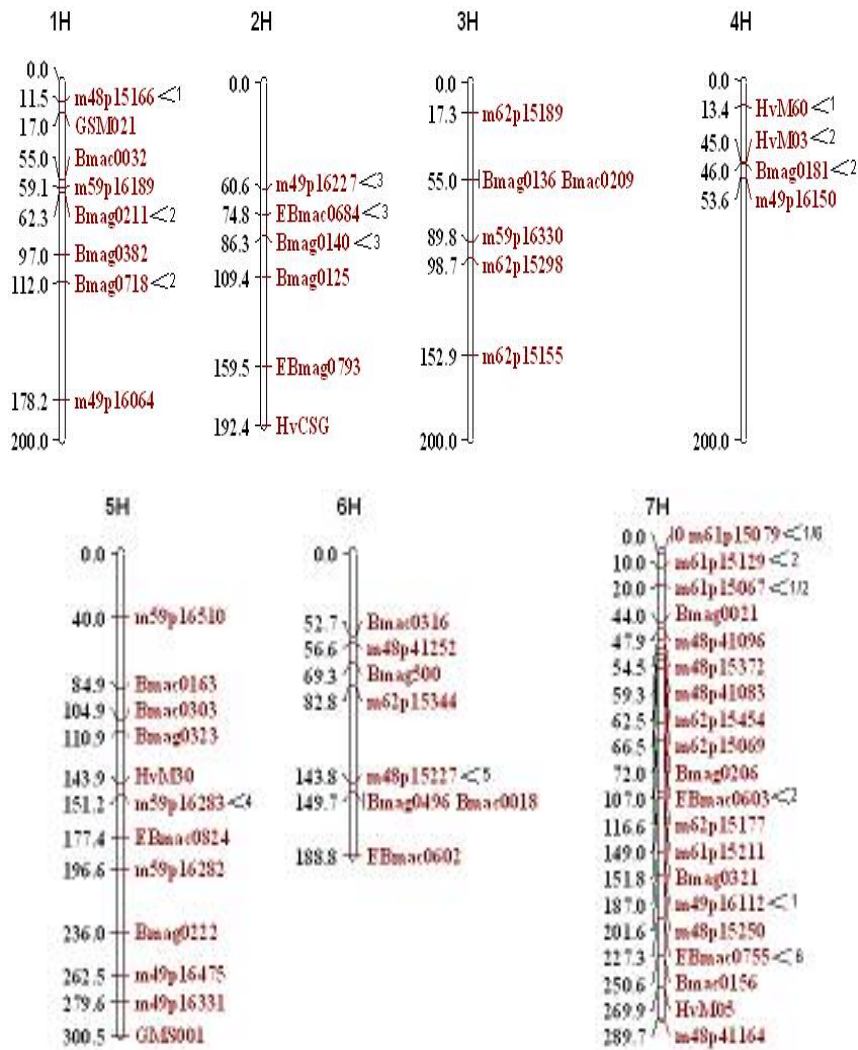
استخدم برنامج MapQTL5 (Van Ooijen, 2004) لتحليل المواقع ذات الأثر التراكمي QTLs حيث استخدمت طريقة الـ Interval mapping الموصوفة من قبل (Lander and Botstein, 1989)، إذ تم حساب نسبة احتمالية وجود موقع ذي أثر تراكمي QTL (LOD score) لكل موقع موافق للمؤشرات الجزيئية المدروسة على خريطة الارتباط الوراثي. كما استخدمت طريقة تحليل Kruskal-wallis حيث حُسب مربع كاي Chi-square لكل مؤشر جزيئي بمستوى احتمالية $P= 0.001$ وذلك وفق (Mather, 1957).

ومن الجدير بالذكر أنه تم قبول تواجد موقع ذي أثر تراكمي إذا أظهر مربع كاي معنوية عند المؤشر الجزيئي المدروس، أو إذا تجاوزت نسبة احتمالية وجود موقع ذي أثر تراكمي (LOD score) 2.5.

النتائج و المناقشة

1- خريطة الارتباط الوراثي Linkage map:

يبين الشكل (1) خريطة الارتباط الوراثي للهجين (مالتون X سكارلت X تدمر)، والتي تم التوصل إليها اعتماداً على 80 مؤشراً جزيئياً منها 38 مؤشراً جزيئياً للـ SSR Markers موصوفة في معظمها من قبل (Ramsay *et al.*, 2000) ومن ثم فهي معروفة الموقع على الصبغيات (Anchor markes) فضلاً عن 42 مؤشراً جزيئياً للـ AFLP. إلا أن 16 من هذه المؤشرات الجزيئية لم تتمكن من تحقيق أي ارتباط على الصبغيات (Unlinked). بلغ طول خريطة الارتباط الوراثي للهجين المذكور 1160 CM.

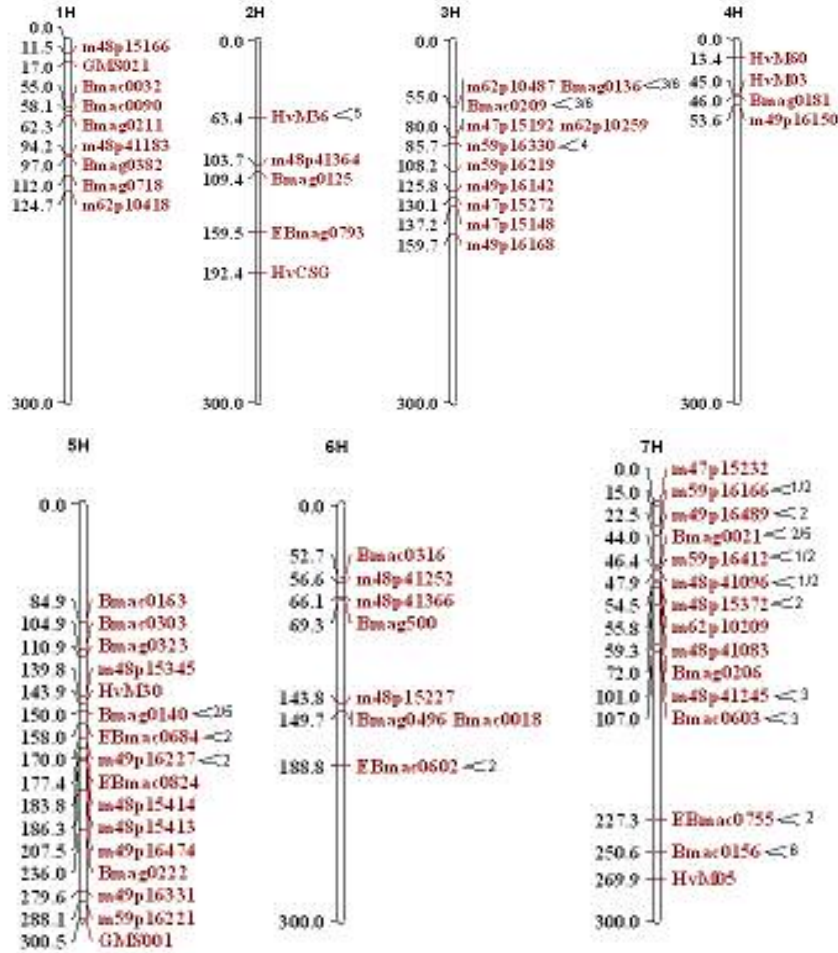


يشير الرقم الظاهر على يمين اسم المؤشر الجيني إلى الصفة النباتية المرتبطة بالموقع:

1 الغلة الحبية، 2 طول النبات، 3 وزن ألف حبة، 4 الضرر الناتج عن الصقيع، 5 نمط النمو، 6 طول السنبلية

الشكل (1) خريطة الارتباط الوراثي للهيجين (مالتون X سكارلت X تدمر).

بينما يبين الشكل (2) خريطة الارتباط الوراثي للهجين (مالتون X سكارلت X زنبقة)، والتي تم التوصل إليها اعتماداً على 83 مؤشراً جزيئياً منها 38 مؤشراً جزيئياً للـ SSR Markers فضلاً عن 45 مؤشراً جزيئياً للـ AFLP. لم يتمكن 15 مؤشراً جزيئياً من تحقيق أي ارتباط على الصبغيات (Unlinked). وبلغ طول خريطة الارتباط الوراثي للهجين المذكور CM 1008.5.



يشير الرقم الظاهر على يمين اسم المؤشر الجزيئي إلى الصفة النباتية المرتبطة بالموقع:
1 الغلة الحبية، 2 وزن ألف حبة، 3 عدد الأيام حتى الإنبال، 4 طول السنبلة، 5 نمط النمو، 6 قوة النمو المبكر
الشكل (2) خريطة الارتباط الوراثي للهجين (مالتون X سكارلت X زنبقة).

2- تحليل التباين:

ومن خلال تحليل التباين بين الصفات الحقلية المدروسة وجد أن هناك تبايناً ملحوظاً بينها بحسب البيئات التجريبية لكل من الهجينين (جدول 2).

الجدول (2) متوسط الصفات لكل من الهجينين المدروسين ولموسمي الدراسة.

الهجين (مالتون X سكارلت X تدمر)							الصفة المدروسة	
5% LSD بين موسمي الدراسة	الموسم الثاني			الموسم الأول				
	LSD5 %	بريدا	تل حديا	LSD5%	بريدا	تل حديا		
10.0	13.2	46.6	65.9	12.5	76.0	102.0	سم	طول النبات
2.1	1.5	7.8	7.7	1.0	8.2	8.6	سم	طول السنبلية
964.5	1200	1475.2	3726.9	1100	2746.9	5984.7	كغ/هـ	الغلة الحبيبية
2.4	4.1	43.2	48.2	3.9	35.8	40.7	غ	وزن ألف حبة
-	1.8	1.9	2.02	-	-	-	5-1	قوة النمو المبكر
0.5	-	-	2.4	-	-	3.11	5-1	نمط النمو
0.10	-	-	1.03	-	-	1.14	5-1	الرقاد
7	-	-	92.0	-	-	97.4	يوم	عدد الأيام حتى الإسيال
-	-	-	24.7	-	-	-	بذرة/سنبلية	عدد الحبوب في السنبلية
-	-	-	1.46	-	-	-	5-1	الضرر الناجم عن الصقيع
الهجين (مالتون X سكارلت X زنبقة)							الصفة المدروسة	
LSD 5% بين موسمي الدراسة	الموسم الثاني			الموسم الأول				
	LSD5 %	بريدا	تل حديا	LSD5%	بريدا	تل حديا		
17.6	18.5	47.6	68.7	17.6	79.8	105.8	سم	طول النبات
1.9	1.7	7.8	8.3	1.9	8.4	9.0	سم	طول السنبلية
810	995.7	1438.1	3575.7	810	2785.7	5954.1	كغ/هـ	الغلة الحبيبية
3.4	3.9	42.13	47.05	3.4	35.95	41.12	غ	وزن ألف حبة
-	1.5	2.0	2.01	-	-	-	5-1	قوة النمو المبكر
0.4	-	-	2.47	0.4	-	3.06	5-1	نمط النمو
0.10	-	-	1.03	0.10	-	1.14	5-1	الرقاد
4.9	-	-	90.6	4.9	-	96.4	يوم	عدد الأيام حتى الإسيال
-	-	-	25.3	-	-	-	بذرة/سنبلية	عدد الحبوب في السنبلية
-	-	-	1.48	-	-	-	5-1	الضرر الناجم عن الصقيع

إذ يتبين من الجدول (2) أن التباين في صفة طول النبات كان معنوياً ما بين الموقعين تل حديا وبريدا وكذلك بين الموسمين الأول والثاني وذلك لكل من الهجينين. أما صفة طول السنبلية فلم يكن هناك تباين معنوي بالنسبة للهجين (مالتون X سكارلت X تدمر) كما وأنه لم يكن هناك تباين بين للهجين (مالتون X سكارلت X زنبقة).

أما بالنسبة لصفة الغلة الحبية ووزن الألف حبة فقد كان التباين ما بين الموقعين وما بين الموسمين معنوياً لدى كل من الهجينين المدروسين. وفي صفة قوة النمو المبكر لم يكن التباين معنوياً بين الموقعين وذلك لكل من الهجينين المدروسين.

وكان التباين معنوياً بين الموسمين في تل حديا وذلك لكل من الهجينين في صفتي تحمل الرقاد ونمط النمو. أما في صفة عدد الأيام حتى الإنبال فقد وجد أن هناك تبايناً معنوياً ما بين الموسمين المدروسين في موقع تل حديا بالنسبة للهجين (مالتون X سكارلت X زنيقة)، في حين لم يكن هناك أي تباين بالنسبة للهجين (مالتون X سكارلت X تدمر). الجدول (3) متوسط طول النبات، الغلة الحبية ووزن الألف حبة لأفضل 10% من النباتات الهجينة لكل من الهجينين المدروسين خلال موسمي الدراسة مقارنة بالآباء المحلية تدمر وزنيقة.

الهجين (مالتون X سكارلت X تدمر)					
الموسم الثاني		الموسم الأول		الصفة المدروسة	
بريدا	تل حديا	بريدا	تل حديا		
50	73	85	109	أفضل 10% من النباتات الهجينة	طول النبات (سم)
39	59	73	88	تدمر	
9	12	11	15	LSD5%	
1763	4364	3216	6732	أفضل 10% من النباتات الهجينة	الغلة الحبية (كغ/هـ)
1505	3274	3010	4368	تدمر	
198	978	106	1760	LSD5%	
45	50	38	43	أفضل 10% من النباتات الهجينة	وزن ألف حبة (غ)
43	46	35	37	تدمر	
1	3	2	4	LSD5%	
الهجين (مالتون X سكارلت X زنيقة)					
الموسم الثاني		الموسم الأول		الصفة المدروسة	
بريدا	تل حديا	بريدا	تل حديا		
51	76	90	113	أفضل 10% من النباتات الهجينة	طول النبات (سم)
48	74	80	97	زنيقة	
1	1	5	7	LSD5%	
1634	4116	3443	6667	أفضل 10% من النباتات الهجينة	الغلة الحبية (كغ/هـ)
1424	3095	3300	4227	زنيقة	
209	900	120	1003	LSD5%	
44	49	38	43	أفضل 10% من النباتات الهجينة	وزن ألف حبة (غ)
40	42	36	37	زنيقة	
3	6	2	5	LSD5%	

يتبين من الجدول (3) أن تدمر، الأب المحلي للهجين (مالتون X سكارلت X تدمر) لم يستطع أن ينافس النباتات الهجينة الناتجة عن هذا الهجين، إذ تفوقت أفضل 10% من النباتات الهجينة على السلالة المحلية تدمر في طول النبات، الغلة الحبية ووزن الألف حبة وذلك في كل من موقعي الدراسة وخلال الموسمين.

كذلك يبين الجدول (3) تفوق أفضل 10% من النباتات الهجينة الناتجة عن الهجين (مالتون X سكارلت X زنبقة) على السلالة المحلية زنبقة (الأب المحلي) في طول النبات، الغلة الحبية ووزن الألف حبة في كل من موقعي الدراسة وخلال الموسمين.

3- ارتباط الصفات المدروسة:

1- الهجين (مالتون X سكارلت X تدمر):

يشير الجدولان (4 و5) إلى وجود علاقة ارتباط قوية ومعنوية بين الصفات المدروسة في الموسمين وفي موقعي الزراعة تل حديا، وبريدا للهجين (مالتون X سكارلت X تدمر).
الجدول (4) معامل الارتباط بين الصفات المدروسة للهجين (مالتون X سكارلت X تدمر) في محطة تل حديا خلال موسمي الدراسة.

نمط النمو	قوة النمو المبكر	الضرر الناجم عن الصقيع	عدد الأيام حتى الإسيال	الرقاد	طول النبات	طول السنبلة	عدد البذار/السنبلة	الغلة الحبية	وزن الألف حبة
نمط النمو	-	-	**+0.24	-0.10	+0.14	-0.05	-	** -0.31	** -0.24
قوة النمو المبكر	+0.15	-	-	-	-	-	-	-	-
الضرر الناجم عن الصقيع	-0.20	**+0.31	-	-	-	-	-	-	-
عدد الأيام حتى الإسيال	+0.10	**+0.56	+0.05	+0.08	**+0.25	+0.15	-	-0.22	** -0.30
الرقاد	+0.11	+0.09	**+0.26	+0.12	+0.20	+0.06	-	+0.02	+0.00
طول النبات	-0.21	** -0.28	+0.01	+0.04	+0.16	+0.00	-	-0.02	-0.06
طول السنبلة	-0.01	-0.17	-0.17	+0.19	+0.05	+0.21	-	** -0.24	-0.07
عدد البذار/السنبلة	-0.16	-0.09	** -0.28	+0.10	**+0.33	-0.02	+0.17	-	-
الغلة الحبية	-0.09	** -0.36	-0.05	** -0.29	+0.20	+0.12	+0.22	+0.27	**+0.27
وزن الألف حبة	-0.16	+0.12	+0.06	-0.02	+0.04	+0.02	+0.11	+0.13	

بينما الجزء الأعلى من الجدول يبين قيم معامل الارتباط خلال الموسم الأول للدراسة بين الجزء الأسفل قسيم معامل الارتباط خلال الموسم الثاني.
** الارتباط معنوي على مستوى 0.01. + ارتباط إيجابي. - ارتباط سلبي.

الجدول (5) معامل الارتباط بين الصفات المدروسة للهجين (مالتون X سكارلت X تدمر) في محطة بريدا خلال موسمي الدراسة.

قوة النمو المبكر	طول النبات	طول السنبلية	الغلة الحبية	وزن الألف حبة
-	-	-	-	-
-0.19	+0.15	+0.16	**+0.25	**+0.25
-0.03	+0.09	+0.02	**+0.30	**+0.24
** -0.44	+0.02	+0.00	+0.14	**+0.32
+0.02	+0.02	+0.00	+0.14	+0.02

بينما الجزء الأعلى من الجدول يبين قيم معامل الارتباط خلال الموسم الأول للدراسة يبين الجزء الأسفل قيم معامل الارتباط خلال الموسم الثاني. ^{**} الارتباط معنوي على مستوى 0.01. + ارتباط إيجابي. - ارتباط سلبي. لم تدرس بقية الصفات النباتية بسبب الظروف البيئية السائدة.

إذ لوحظ الارتباط المعنوي والإيجابي بين صفة وزن الألف حبة والغلة الحبية في كلا الموقعين خلال الموسم الأول. كما ازداد وزن الألف حبة والغلة الحبية بزيادة نسبة النباتات القائمة في تل حديا خلال موسم الدراسة الأول. وبينت قيم معامل الارتباط زيادة الغلة الحبية بشكل معنوي بزيادة نمو النباتات القوي والمبكر في كل من الموقعين خلال الموسم الثاني، وهذا ما ينسجم مع ما ذكره (Fischer, 1979; Fischer, 1981; Passioura, 1986; Acevedo *et al.*, 1991) إذ أوضحوا أن غلة الشعير العالية في البيئات المتوسطة شديدة الإجهاد ترتبط بقوة النمو المبكر.

كما لوحظ ارتباط وزن الألف حبة والغلة الحبية إيجابياً بطول النبات في بريدا خلال الموسم الأول، وهذا ما يتفق مع ما أوضحه (Baum *et al.*, 2003) الذي بين أنه في الظروف الأكثر جفافاً فإن طول النبات ارتبط إيجابياً بالغلة ومكوناتها.

بينما تأثر وزن الألف حبة سلبياً بزيادة عدد الأيام حتى الإنبال في تل حديا خلال الموسم الأول تناقصت الغلة الحبية عند زيادة عدد الأيام حتى الإنبال خلال الموسم الثاني في تل حديا أيضاً، مما يتفق مع ما ذكره (Cai *et al.*, 1993) بوجود ارتباط سلبي بين عدد الأيام حتى الإنبال والغلة الحبية.

2- الهجين (مالتون X سكارلت X زنبقة):

ويشير الجدولان (6 و7) إلى الارتباط بين الصفات المدروسة في الموسمين في كل من محطتي تل حديا وبريدا للهجين (مالتون X سكارلت X زنبقة).

الجدول (6) معامل الارتباط بين الصفات المدروسة للهجين (مالتون X سكارلت X زنبقة) في محطة تل حديا خلال موسم الدراسة.

نمط النمو	قوة النمو المبكر	الضرر الناجم عن الصقيع	عدد الأيام حتى الإسيال	الرقاد	طول النباتات	طول السنبلية	عدد البذار/السنبلية	الغلة الحبية	وزن الألف حبة
نمط النمو	**+0.32	-	**+0.49	**+0.24	**+0.30	-0.11	-	-0.13	**+0.26
قوة النمو المبكر	-	-	-	-	-	-	-	-	-
الضرر الناجم عن الصقيع	-0.08	+0.18	-	-	-	-	-	-	-
عدد الأيام حتى الإسيال	+0.09	**+0.4	**+0.2	+0.02	**+0.30	+0.01	-	**+0.33	**+0.40
الرقاد	-0.15	+0.04	+0.04	+0.03	+0.21	**+0.29	-	**+0.23	-0.03
طول النباتات	-0.18	**+0.26	+0.06	+0.08	+0.06	+0.06	-	+0.19	+0.22
طول السنبلية	+0.16	+0.00	-0.10	-0.07	-0.04	**+0.40	-	-0.05	-0.03
عدد البذار/السنبلية	+0.18	+0.07	-0.12	0.06	-0.03	-0.07	+0.11	-	-
الغلة الحبية	+0.02	-0.17	+0.04	-0.09	+0.12	+0.11	-0.03	+0.16	**+0.41
وزن الألف حبة	**+0.36	**+0.34	-0.05	-0.19	+0.01	+0.01	-0.06	-0.05	+0.09

بينما الجزء الأعلى من الجدول يبين قيم معامل الارتباط خلال الموسم الأول للدراسة يبين الجزء الأسفل قيم معامل الارتباط خلال الموسم الثاني.
 ** الارتباط معنوي على مستوى 0.01. + ارتباط إيجابي. - ارتباط سلبي.

الجدول (7) معامل الارتباط بين الصفات المدروسة للهجين (مالتون X سكارلت X زنبقة) في محطة بريدا خلال موسم الدراسة.

قوة النمو المبكر	طول النباتات	طول السنبلية	الغلة الحبية	وزن الألف حبة
قوة النمو المبكر	-	-	-	-
طول النباتات	-0.09	+0.23	+0.25	+0.28
طول السنبلية	+0.10	-0.04	+0.01	-0.01
الغلة الحبية	-0.30	+0.26	-0.12	+0.51
وزن الألف حبة	-0.12	+0.01	+0.04	+0.10

بينما الجزء الأعلى من الجدول يبين قيم معامل الارتباط خلال الموسم الأول للدراسة يبين الجزء الأسفل قيم معامل الارتباط خلال الموسم الثاني.
 ** الارتباط معنوي على مستوى 0.01. + ارتباط إيجابي. - ارتباط سلبي.
 لم تدرس بقية الصفات النباتية بسبب الظروف البيئية السائدة.

بينت النتائج وجود ارتباط معنوي وإيجابي بين صفة وزن الألف حبة والغلة الحبية في تل حديا خلال الموسم الأول. كما ازداد وزن الألف حبة بزيادة نسبة النباتات القائمة في تل حديا خلال موسم الدراسة.
 كما ازدادت الغلة الحبية بشكل معنوي بزيادة نمو النباتات القوي والمبكر في بريدا خلال الموسم الثاني، وهذا ما ينسجم مع ما ذكره (Fischer, 1979; Fischer, 1981; Passioura, 1986; Acevedo et al., 1991).

ولوحظ ارتباط وزن الألف حبة إيجابياً بطول النبات في بريدا خلال الموسم الأول. أما الغلة الحبية فقد ارتبطت إيجابياً بطول النبات في بريدا خلال الموسمين، وهذا ما يتفق مع ما أوضحه (Baum *et al.*, 2003).

أما زيادة عدد الأيام حتى الإسيال فقد سببت تناقصاً في وزن الألف حبة وفي الغلة الحبية في ثل حديا خلال الموسم الأول، مما يتفق مع ما ذكره (Cai *et al.*, 1993).

4- دراسة المواقع ذات الأثر التراكمي QTLs:

1- الهجين (مالتون X سكارلت X تدمر):

من دراسة الهجين (مالتون X سكارلت X تدمر)، يبين الجدول (8) المواقع ذات الأثر التراكمي التي تم تحديدها.

الجدول (8) المواقع ذات الأثر التراكمي QTLs للهجين (مالتون X سكارلت X تدمر).

الصفة المدروسة	البيئة ^٤	الموقع		LOD/K ²	الأب المسؤول	X% ^٥
		المؤثر الجزيني	الصيفي			
طول النبات	Th1	1H	Bmag0211	7.4	مالتون	8.2
	Th1	1H	Bmag0718	7.1	مالتون	6.4
	Th2	4H	HvM03	9.4	مالتون	14.4
	Th2	4H	Bmag0181	10.0	مالتون	15.3
	Th2	7H	m61p15129	2.9	مالتون	18.9
	Th2	7H	m61p15067	11.7	سكارلت	23.5
	Th2	7H	Bmac0603	8.0	سكارلت	12.7
طول السنبلية	Br1	7H	m61p15079	9.4	مالتون	17
	Br2	7H	EBmac0755	6.8	سكارلت	6.4
الغلة الحبية	Br1	1H	m48p15166	7.2	سكارلت	9.4
	Th2	4H	HvM60	2.8	سكارلت	16.3
	Th2	7H	m61p15079	9.1	مالتون	13.6
	Th2	7H	m61p15067	6.7	سكارلت	9.7
	Th1	7H	m49p16112	9.2	سكارلت	13.1
وزن الألف حبة	Th2	2H	m49p16227	9.2	مالتون	15.3
	Th2	2H	EBmac0684	3.7	سكارلت	22.2
	Br2	2H	EBmac0684	7.2	مالتون	9.3
	Th2	2H	Bmag0140	3.7	سكارلت	22.5
نمط النمو	Th2	6H	m48p15227	7.9	مالتون	11.2
الضرر الناتج عن الصقيع	Th2	5H	m59p16283	7.6	سكارلت	10

البيئة^٤: Th: ثل حديا- Br بريدا- 1 الموسم الأول- 2 الموسم الثاني.

X%^٥: النسبة المئوية للزيادة في الصفة المدروسة والمفسرة بال-QTL.

يتبين من الجدول (8) أن هناك 7 مواقع ذات أثر تراكمي QTLs مرتبطة بطول النبات، توضع اثنان منها على الصبغي 1H في موقعي Bmag0211 و Bmag0718، وقد بلغت نسبة الزيادة في طول النبات المفسرة بهذين الموقعين 8.2 و 6.4 % على التوالي وكان الأب مالتون مسؤولاً عن تلك الزيادة في كلا الموقعين.

كذلك حُدد موقعان ذوا أثر تراكمي QTLs على الصبغي 4H ظهر تأثيرهما في ثل حديا خلال الموسم الثاني، وذلك في الموقعين HvM03 و Bmag0181 حيث كان الأب مالتون مسؤولاً عن الزيادة في طول النبات المفسرة بالـ QTL والتي بلغت 14.4 و 15.3 % بالنسبة للموقعين المذكورين على التوالي.

كما وحددت 3 مواقع ذات أثر تراكمي QTLs على الصبغي 7H ظهر تأثيرها في ثل حديا خلال الموسم الثاني، توضع على المواقع m61p15067، m61p15129 و Bmac0603 وكان الأب مالتون مسؤولاً عن الزيادة في طول النبات المفسرة بالـ QTL المرتبط بالموقع m61p15129 حيث بلغت نسبة تلك الزيادة 18.9 %، في حين كان سكارلت مسؤولاً عن الزيادة المفسرة بالموقعين الآخرين وبلغت نسبة تلك الزيادة 23.5 و 12.7 % على الترتيب.

وبالنسبة لصفة طول السنبله فقد تم تحديد 2 QTLs مرتبطين بطول السنبله توضع كل منهما على الصبغي 7H، ظهر تأثير الـ QTL الأول المرتبط بالموقع m61p15079 في بريدا خلال الموسم الأول وكان الأب مالتون مسؤولاً عن الزيادة في طول السنبله المفسرة بالـ QTL وبلغت تلك النسبة 17%. بينما ظهر تأثير الـ QTL الثاني المرتبط بالموقع EBmac0755 في بريدا خلال الموسم الثاني وكان الأب سكارلت مسؤولاً عن الزيادة في طول السنبله المفسرة بالـ QTL والتي بلغت نسبتها 6.4 %.

وفي صفة الغلة الحبية فقد تم تحديد 5 مواقع ذات أثر تراكمي أحدها على الصبغي 1H، ظهر تأثيره خلال الموسم الأول، في موقع بريدا، وارتبط بالموقع m48p15166 وكان الأب سكارلت مسؤولاً عن 9.4 % من الزيادة في الغلة الحبية مفسرة بالـ QTL. أما على الصبغي 4H فقد تم تحديد QTL على الموقع HvM60، كان سكارلت مسؤولاً عن الزيادة في الغلة الحبية بنسبة 16.3 %.

تم تحديد QTLs على كل من المواقع m61p15067، m61p15079 و m49p16112 على الصبغي 7H ظهر تأثير الأول والثاني منها في ثل حديا خلال الموسم الثاني، في حين ظهر تأثير الـ QTL المرتبط بالموقع الثالث في ثل حديا خلال الموسم الأول، وقد تراوحت نسبة الزيادة في الغلة الحبية المفسرة بالـ QTLs للمواقع الثلاثة بين 9.7 و 13.6 %.

وفي صفة وزن الألف حبة تم تحديد 4 مواقع ذات أثر تراكمي QTLs توضعت كلها على الصبغي 2H على المواقع: m49p16227، Bmag0140 و EBmac0684 وظهر تأثير الموقعين الأول والثاني في ثل حديا خلال الموسم الثاني، في حين ظهر تأثير الـ QTL المرتبط بالموقع الثالث في كل من ثل حديا وبريدا خلال الموسم الثاني، وتراوحت نسبة الزيادة في وزن الألف حبة المفسرة بالـ QTLs للمواقع الأربعة ما بين 9.3 و 22.5%.

وفي صفة نمط النمو فقد حُدد موقع ذو أثر تراكمي QTL واحد فقط يرتبط بنمط النمو، ظهر أثره في ثل حديا خلال الموسم الثاني وارتبط بالموقع m48p15227 على الصبغي 6H، وكان الأب مالتون هو المسؤول عن الزيادة في نسبة النباتات المفترشة المفسرة بالـ QTL والتي بلغت 11.2%.

وفي صفة تحمل الصقيع ظهر تأثير موقع واحد ذي أثر تراكمي QTL مرتبط بالضرر الناجم عن الصقيع وذلك في ثل حديا خلال الموسم الثاني توضع على الصبغي 5H على الموقع m59p16283 وكان الأب سكارلت مسؤولاً عن 10% من الزيادة في الضرر الناجم عن الصقيع فسرت بالـ QTL.

2- الهجين (مالتون X سكارلت X زنبقة):

وبالنسبة للهجين (مالتون X سكارلت X زنبقة) يبين الجدول (9) المواقع ذات الأثر التراكمي التي تم تحديدها خلال موسمي الدراسة.

يتبين من الجدول (9) أن هناك موقعاً واحداً ذا أثر تراكمي QTL مرتبط بطول السنبلتة توضع على الموقع m59p16330 على الصبغي 3H، وكان الأب مالتون مسؤولاً عن الزيادة في طول السنبلتة المفسرة بالـ QTL، وبلغت نسبة تلك الزيادة 10.9%.

وفي صفة الغلة الحبية تم تحديد 3 مواقع ذات أثر تراكمي QTLs وجدت كلها على الصبغي 7H، ظهر أثر الـ QTLs الثلاثة في موقع بريدا خلال الموسم الثاني، توضع على المواقع: m59p16166، m59p16412 و m48p41096، وكان الأب سكارلت مسؤولاً عن الزيادة في الغلة الحبية المفسرة بالـ QTL في كل من المواقع الثلاثة حيث بلغت تلك النسبة 11.8، 12.4 و 11.4% على الترتيب.

وفي وزن الألف حبة حدد 13 موقعاً ذات أثر تراكمي QTLs مرتبط بوزن الألف حبة توزعت على الصبغيات 5H، 6H و 7H، إذ توضع 3 QTLs على الصبغي 5H في المواقع: Bmag0140، EBmac0684 و m49p16227، ظهر تأثير المواقع الثلاثة في بريدا خلال موسم الدراسة الثاني، وكان الأب مالتون مسؤولاً عن الزيادة في وزن الألف حبة المفسرة بالـ QTL حيث بلغت هذه النسبة 16.2، 18.6 و 18.3% على التوالي بالنسبة للمواقع الثلاثة. أما على الصبغي 6H فقد حُدد موقع واحد فقط ذو أثر تراكمي QTL على الموقع EBmac0602 ظهر تأثيره في ثل حديا خلال موسم الدراسة

الأول، وكانت نسبة الزيادة في وزن الألف حبة المفسرة بالـ QTL 7.4%، وكان الأب مالتون مسؤولاً عنها.

الجدول (9) المواقع ذات الأثر التراكمي للهيجين (مالتون X سكارلت X زنبقة).

X% ^s	الأب المسؤول	LOD/K ²	الموقع		البيئة ^٤	الصفة المدروسة
			المؤشر الجزيئي	الصيفي		
10.9	مالتون	8.5	m59p16330	3H	Th1	طول السنبلية
11.8	سكارلت	6.8	m59p16166	7H	Br2	الغلة الحبيبية
12.4	سكارلت	8.8	m59p16412	7H	Br2	
11.4	سكارلت	8.7	m48p41096	7H	Br2	
16.2	مالتون	2.6	Bmag0140	5H	Br2	وزن الألف حبة
18.6	مالتون	2.9	EBmac0684	5H	Br2	
18.3	مالتون	10.4	m49p16227	5H	Br2	
7.4	مالتون	6.9	EBmac0602	6H	Th1	
13.5	سكارلت	12.2	Bmag0021	7H	Th2	
11.8	سكارلت	7.3	EBmac0755	7H	Br1	
17.1	سكارلت	10.2	m48p15372	7H	Th2	
17.7	سكارلت	11.3	m48p41096	7H	Th2	
11.4	سكارلت	7.1	m49p16489	7H	Th1	
25.4	سكارلت	12.5	m49p16489	7H	Th2	
11.6	سكارلت	7.1	m49p16489	7H	Br2	
15.6	سكارلت	9.2	m59p16166	7H	Th2	
17.4	سكارلت	7.1	m59p16412	7H	Th2	
14.7	سكارلت	8.9	m62p10487	3H	Br2	
14.7	سكارلت	8.6	Bmag0136	3H	Br2	
19.2	سكارلت	9.0	Bmac0209	3H	Br2	
11.9	مالتون	7.4	Bmac0156	7H	Th2	
12	سكارلت	7.9	HvM36	2H	Th2	نمط النمو
16.2	سكارلت	8.2	Bmag0140	5H	Th2	
10.9	مالتون	6.8	Bmac0018	6H	Th2	
9.5	مالتون	8.8	Bmag0021	7H	Th2	
18.3	سكارلت	11.1	m62p10487	3H	Th1	عدد الأيام حتى الإنبال
12.8	سكارلت	8.9	m62p10487	3H	Th2	
18.3	سكارلت	10.0	Bmag0136	3H	Th1	
12.8	سكارلت	8.0	Bmag0136	3H	Th2	
25.6	سكارلت	11.6	Bmac0209	3H	Th1	
12.8	سكارلت	8.9	Bmac0209	3H	Th2	
17.7	سكارلت	8.5	m48p41245	7H	Th1	
17.7	سكارلت	11.0	Bmac0603	7H	Th1	

- البيئة^٤: Th: ثل حديا- Br بريدا- 1 الموسم الأول- 2 الموسم الثاني.
- X%^s النسبة المئوية للزيادة في الصفة المدروسة والمفسرة بالـ QTL.

بينما توضعت 9 QTLs على الصبغي 7H، إذ ظهر تأثير الـ QTL المتوضع على الموقع Bmag0021 في تل حديا خلال الموسم الثاني، في حين ظهر تأثير الـ QTL المرتبط بالموقع EBmac0755 في بريدا خلال الموسم الأول للدراسة، كذلك ظهر تأثير الـ QTLs المرتبط بالموقع m48p15372 والموقع m48p41096 في تل حديا خلال الموسم الثاني للدراسة. أما على الموقع m49p16489 فقط ظهر تأثير الـ QTL في بريدا خلال الموسم الثاني وخلال الموسم الأول والثاني في تل حديا. فيما توضع QTLs على الموقع m59p16166 وعلى الموقع m59p16412 ظهر تأثيرهما في تل حديا خلال الموسم الثاني. وقد كان الأب سكارلت مسؤولاً عن الزيادة في وزن الألف حبة المفسرة بالـ QTLs التسعة وتراوحت نسبة هذه الزيادة ما بين 11.4 و 25.4%.

وحددت 4 مواقع ذات أثر تراكمي مرتبطة بقوة النمو المبكر، ثلاثة منها توضعت على الصبغي 3H على المواقع m62p10487، Bmag0136 و Bmac0209 ظهر تأثيرها في بريدا خلال الموسم الثاني، وكان الأب سكارلت مسؤولاً عن ضعف النمو وتأخره بنسبة تراوحت بين 14.7 و 19.2%. أما على الصبغي 7H فقد توضع QTL واحد فقط على الموقع Bmac0156 ظهر تأثيره في تل حديا خلال الموسم الثاني، وكان الأب مالتون مسؤولاً عن ضعف النمو وتأخره بنسبة 11.9%.

وجدت 4 QTLs مرتبطة بنمط النمو توزعت على الصبغيات 2H، 5H، 6H و 7H. ظهر تأثيرها كلها خلال الموسم الثاني، كان الأب سكارلت مسؤولاً عن الـ QTL المتوضع على الموقع HvM36 على الصبغي 2H وكذلك عن ذلك المتوضع على الموقع Bmag0140 على الصبغي 5H، في حين كان مالتون مسؤولاً عن الـ QTL المتوضع على الموقع Bmac0018 على الصبغي 6H وعن الـ QTL المتوضع على الموقع Bmag0021 على الصبغي 7H، وقد تراوحت نسبة الزيادة في نسبة النباتات المفترشة المفسرة بالـ QTL ما بين 9.5 و 16.2% بالنسبة للـ QTLs الأربعة المذكورة.

وحددت 8 مواقع ذات أثر تراكمي مرتبطة بعدد الأيام حتى الإنبال، توضعت 6 منها على الصبغي 3H توزعت على المواقع: Bmac0209، Bmag0136 و m62p10487 وظهر تأثيرها في تل حديا في كلا الموسمين الأول والثاني. بينما توضع اثنان من QTLs على الصبغي 7H على كل من Bmac0603 و m48p41245 وظهر أثرهما في تل حديا خلال الموسم الأول. وكان الأب سكارلت مسؤولاً عن الزيادة في عدد الأيام حتى الإنبال في المواقع الثمانية المذكورة حيث تراوحت نسبة الزيادة المفسرة بالـ QTL ما بين 12.8 و 25.6%.

الاستنتاجات

نتوصل من هذه الدراسة إلى الاستنتاجات الآتية:

- 1- لم يبد كل من تدمر وزنبقة، الآباء المحلية للهجين (مالتون X سكارلت X تدمر) والهجين (مالتون X سكارلت X زنبقة)، تحملاً للجفاف مقارنة مع النباتات الهجينة، حيث لم يستطع تدمر أو زنبقة أن يتفوق على أفضل النباتات الهجينة الناتجة وذلك ضمن ظروف الإجهاد الجفافي.
- 2- تم انتخاب 25 طرازاً وراثياً من النباتات الهجينة المدروسة استناداً إلى أدائها المتفوق بالنسبة للصفات المختبرة خلال موسمي الدراسة، ويتم حالياً زراعتها واختبارها بشكل مفصل ضمن ظروف الجفاف لانتخاب الطرز الأكثر تأقلاً منها.
- 3- حدد 20 موقعاً ذات أثر تراكمي QTLs بالنسبة للهجين (مالتون X سكارلت X تدمر)، في حين حدد 33 QTLs للهجين (مالتون X سكارلت X زنبقة).
- 4- أهمية استخدام نتائج دراسة المواقع ذات الأثر التراكمي QTLs وتحديد المؤشر الجزيئي المرتبط عن قرب بالـ QTL ذو الأهمية الزراعية، ومن ثم استخدام الانتخاب بمساعدة المؤشرات الجزيئية Marker-assisted Selection لزيادة فعالية برامج التربية.
- 5- يظهر أن هناك أفضلية لوضع إستراتيجية لتربية الشعير تبعاً للبيئة المدروسة.
- 6- تباين أداء النباتات الهجينة الناتجة عن الهجين (مالتون X سكارلت X تدمر) والهجين (مالتون X سكارلت X زنبقة)، ولأسيما في بريداء، الأكثر جفافاً، وذلك على الرغم من أن الهجينين مشتركين بالأبوين مالتون وسكارلت، ويبدو أن التباين الملاحظ يعود إلى اختلاف الآباء المحلية (تدمر وزنبقة) الداخلة في التهجين، وهذا ما يشير إلى ضرورة توسيع القاعدة الوراثية وخلق تباينات جديدة وضرورة استثمار المصادر الوراثية المتاحة كلها.

REFERENCES المراجع

- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية - وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي - 2005.
سيد، محمود هيثم. 2001. استخدام مؤشرات من الدنا DNA في انتخاب مورثات المقاومة للأمراض في الشعير، رسالة دكتوراه مقدمة إلى كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.
- Acevedo, E., P. Q. Craufurd, R.D. Autin, and P.Perez-Marco. (1991). Trait associated with high yield in barley in low rainfall environments. *J. agric. Sci., Camb.* 116,23-36.
- Backes, G., A. Graner, B. Foroughi-Wehr, G. Fischbeck, G. Wenzel, and A. Jahoor. (1995). Localization of quantitative trait loci (QTLs) for agronomic important characters by the use of a RFLP map in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Theor Appl Genet.* 90,294-302.
- Baum, M., S. Grando, G. Backes, A. Jahoor, A. Sabbagh, and S. Ceccarelli. (2003). QTLs for agronomic traits in the Mediterranean environment identified in recombinant inbred lines of the cross 'Arta' x *H. spontaneum* 41-1. *Theor Appl Genet.* 107,1215-1225.
- Becker, J., and M. Heun.(1995). Barley microsatellites: allele variation and mapping. *Plant Mol Biol.* 27,835-845.
- Bezant, J., D. Laurie, N. Pratchett, J. Chojecki, and M. Kearsey. (1997). Mapping QTLs controlling yield and yield components in a spring barley (*Hordeum vulgare* L.) cross using marker regression. *Mol Breed* 3,29-38.
- Cai, Y., M. Tahir, and S.K. Yu. (1993). Relationship of growth vigor, leaf color and other agronomic characters with grain yield in winter and facultative barley in low-rainfed environment. *Rachis* 12(1/12),20-23.
- Ceccarelli, S., S. Grando, and A. Impiglia. (1998). Choice of selection strategy in breeding barley for stress environments. *Euphytica* 103,297-318.
- Ceccarelli, S., and S. Grando. (1996). Drought as a challenge for the plant breeder. *Plant Growth Reg.* 20,149-155.
- Ceccarelli, S. (1994). Specific adaptation and breeding for marginal conditions. *Euphytica* 77,205-219.
- Ceccarelli, S., E. Acevedo, and S. Grando. (1991). Breeding for yield stability in unpredictable environments: single traits, interaction between traits, and architecture of genotypes. *Euphytica* 56,169-185.
- FAO. (2005). Statistics of Food and Agriculture Organization. Rome, Italy.
- Fischer, R.A. (1981). Optimizing the use of water and nitrogen through breeding of crops. *Plant and Soil* 58,249-278
- Fischer, R.A. (1979). Growth and water limitations to dryland wheat yield in Australia: a physiological framework. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* 45,83-94.
- Fischer, R.A., and J.T. Wood. (1979). Drought resistance in spring wheat cultivars. III. Yield association with morph-physiological traits. *Aust. J. Agric. Res.* 30,1001-1020.
- Forster, B.P., R.P. Ellis, W.T.B. Thomas, A.C. Newton, R. Tuberosa, D. This, R.A. El- Enein, H. Bahri, and M. Ben Salem. (2000). The development and application of molecular markers for abiotic stress tolerance in barley. *J Exp Bot.* 51,19-27.
- Fukai, S., G. Pantuwan, B. Jongdee, and M. Cooper. (1999). Screening for drought resistance in rainfed lowland rice. *Field Crop Res.* 64,61-74.

- Graner, A., A. Jahoor, J. Schondelmaier, H. Siedler, K. Pillen, G. Fischbeck, G. Wenzel, and R.G. Herrmann. (1991). Construction of an RFLP map of barley. *Theor Appl Genet* 83,250–256.
- Hayes, P.M., A. Castro, A. Corey, L. Marquez-Cedillo, B. Jones, D. Mather, I. Matus, C. Rossi, and K. Sato. (2000). A summary of published barley QTL reports. <http://www.css.orst.edu/barley/NABGMP/qtlsum.htm>.
- Karamanos, A. J., and A. Y. Papatheohari. (1999). Assessment of drought resistance of crop genotypes by means of the water potential index. *Crop Sci.* 39,1792–1797.
- Kosambi, D. D. (1944). The estimation of map distance from recombination values. *Ann Eugen* 12:172–175.
- Lander, E.S., and D. Botstein. (1989). Mapping mendelian factors underlying quantitative trait using RFLP linkage maps. *Genetics* 121, 185-199.
- Lander, E.S., P. Green, J. Abrahamson, A. Barlow, M.J. Daly, S.E. Lincoln, and L. Newburg. (1987). Mapmaker: an interactive computer package for constructing primary genetic linkage maps of experimental and natural populations. *Genomics* 1,174–181.
- Liu, Z.W., R.M. Biyashev, and M.A. Saghai Maroof. (1996). Development of simple sequence repeat DNA markers and their integration into a barley linkage map. *Theor Appl Genet* 93, 869–876.
- Mather, K. (1957). The measurement of linkage in heredity 1-149.
- Morgante, M., A. Rafalski, P. Bidle, S. Tingey, and A.M. Oliveri. (1994). Genetic mapping and variability of seven soybean simple sequence repeat loci. *Genome* 37,763-769.
- Panthuwan,G., S. Fukai, M. Cooper, S. Rajatasereekul, and J.C. O’Toole. (2002). Yield response of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to different types of drought under rainfed lowlands. Part 1. Grain yield and yield components. *Field Crop Res.* 73,153-168.
- Passioura, J. B. (1986). Resistance to drought and salinity: avenues for improvement. *Aust J Plant Physiol.* 13,191–201.
- Pillen, K., A. Binder, B. Kreuzkam, L. Ramsay, R. Waugh, J. F rster, and J. L on. (2000). Mapping new EMBL-derived barley microsatellites and their use to differentiate German barley cultivars. *Theor Appl Genet.* 101,652–660.
- Powell, W., W.T.B. Thomas, E. Barid, P. Lawreance, A. Booth, B. Harrower, J.W. McNical, and R. Waugh. (1997). Analysis of quantitative traits in barley by the use of Amplified Fragment Length Polymorphisms. *Heredity* 79,48-59.
- Qi, X., P. Stam, and P. Lindhout .(1996). Comparison and integration of four barley genetic maps. *Genome* 39,379–394.
- Ramsay, L., M. Macaulay, S. Degli Ivanisovich, K. Maclean, L. Carsle, J. Fuller, K.j. Edwards, S. Tuveesson, M. Morgante, A. Massari, E. Maestri, N. Marmioli, T. Sjakste, M. Ganal, W. Powell, and R. Waugh. (2000). A simple sequence repeat- based linkage map of barley. *Genetics* 156, 1997- 2005.
- Rizza, F., W. Badeck, L. Cativelli, O. Lidestri, N. Di Fonzo, and M. Stanca. (2004). Use of water stress index to identify barley genotypes adapted to rainfed and irrigated conditions. *Crop science* 44,2127-2137.

- Saghai- Maroof, M.A., R.B. Biyashev, G.P. Yang, Q. Zhang, and R.W. Allard. (1994). Extraordinarily polymorphic microsatellite DNA in barley: species diversity, chromosomal location and population dynamics. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 91, 5466-5470.
- Saghai- Maroof, M.A., K.M. Soliman, R.A. Gorgensen, and R.W. Allard. (1984). Ribosomal DNA spacer length polymorphism in barley: Mendelian inheritance, chromosomal location and population dynamics. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 81, 8014- 8018.
- Struss, D., and J. Plieske. (1998). The use of microsatellite markers for detection of genetic diversity in barley populations. *Theor. Appl. Genet.* 97,308-315
- Teulat, B., C. Borries, and D. This. (2001). New QTLs identified for plant water status, water-soluble carbohydrates, osmotic adjustment in a barley population grown in a growth-chamber under two water regimes. *Theor. Appl. Genet.* 103, 161-170.
- Teulat, B., D. This, M. Khairallah, C. Borries, C. Ragot, P. Sourdille, P. Leroy, P. Monneveux, and A. Charrier. (1998). Several QTLs involved in osmotic adjustment trait variation in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Theor. Appl. Genet.* 96, 688-698.
- Tinker, N.A., D. E. Mather, B.G. Rossnagel, K.J. Kasha, A. Kleinhofs, P.M. Hayes, D.E. Falk, T. Ferguson, L.P. Shugar, W.G. Legge, R.B. Irvine, T.M. Choo, K.G. Briggs, S.E. Ullrich, J.D. Franckowik, T.K. Blake, R.J. Graf, S.M. Dofing, M.A. Saghai Maroof, G.J. Scoles, D. Hoffman, L.S. Dahleen Kilian, F. Chen, R.M. Biyashev, D.A. Kudrna, and B.J. Steffenson. (1996). Regions of the genome that affect agronomic performance in two-row barley. *Crop Sci.* 36,1053-1062.
- Van Ooijen J.W., (2004). MapQTL ® 5, Software for the mapping of quantitative trait loci in experimental population. Kyazma B.V., Wageningen, Netherland.
- Voltas, J., I. Romagosa, A. Lafaraga, A.P. Armesto, A. Sombrero, and J.L. Araus. (1999). Genotype by environment interaction for grain yield and carbon isotope discrimination of barley in Mediterranean Spain. *Aust. J. Agric. Res.* 50,1263-1271.
- Vos, P., R. Hogers, M. Bleeker, M. Reijans, T.V. D. Lee, M. Hornes, A. Frijters, J. Pot, J. Peleman, M. Kuiper, and M. Zabeau. (1995). AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Research* 23(21), 4407- 4414.
- Yin, X., P. Stam, C. Johan Dourleijn, and M.J. Kropff . (1999). AFLP mapping of quantitative trait loci for yield-determining physiological characters in spring barley. *Theor. Appl. Genet.* 99, 244- 253.
- Zabeau, M., and P. Vos. (1993). Selective restriction fragment amplification: a general method for DNA fingerprinting. European Patent Application number: 92402629.7, publication number 0 534 858 A1.
- Zhu, H., G. Brice o, R. Dovel, P. M. Hayes, B. H. Liu, C. T. Liu, T. Toojinda, and S. E Ullrich. (1999). Molecular breeding for grain yield in barley: an evaluation of QTL effects in a spring barley cross. *Theor. Appl. Genet.* 98, 772-779.

Received	2007/12/25	إيداع البحث
Accepted for Publ.	2008/10/13	قبول البحث للنشر