تحديد مواقع مسؤولة عن الصفات الكمية المعنية بالجفاف بمساعدة المؤشرات الجزيئية على الخريطة الوراثية في الشعير

شهيناز عباس [1] و حامد كيال [2] ومايكل باوم [3]
وأحمد جاهور [4] وغونتر باكس [4]

الملخص

استخدم الهجين الناتج عن الصنف ساالينا X *H. spontaneum 695* X زنبقة للحصول على سلالات تجمع بين الإنتاج العالي وصفات التأقلم مع البيئة الجافة. وضعت خريطة الارتباط الوراثي للهجين، 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 السلالة المحلية زنبقة حيث تفوقت أفضل 10% من النباتات الهجينة عليها ضمن ظروف الجفاف. كما ظهرت علاقة ارتباط معنوية بين الصفات المدروسة. وقد حُدّد 91 مواقعاً مسؤولاً عن صفات كمية (QTLs) كان 60 منها مسؤولاً عن صفات مرغوب فيها إنتاجية ومورفولوجية وكان الأب البري مسؤولاً عن 58 % من تلك الصفات المرغوب فيها، مما يؤكد أهمية استثمار الشعير البري لإدخال مورثات جديدة مفيدة للشعير المزروع.

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

[1] الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دوما، دمشق، سورية، ص ب: 113.
[2] كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.
[3] المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا)، حلب، سورية.
[4] جامعة KVL، كوبنهاغن، الدنمارك.

Localization of Quantitativ Trait Loci for Drought Tolerance by Using Molecular Markers on a Barley Map

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

ABSTRACT

A cross was conducted between European spring variety (Salina), barley wild type (*Hordum spontaneum* 695) and Syrian landrace (Zanbaka), aiming to produce lines adapted with the dry environmental conditions of Syria, characterized with high yield potential. The linkage map of the cross Salina X *H. spontaneum* 695 X Zanbaka was constructed. The population showed a large variation for the traits examined between the two locations, Tel Hadya (semi dry area) and Breda (dry area). In addition, the new genotypes showed better drought tolerance than the local landrace Zanbaka, and the best 10% of the new hybrids could perform significantly better than Zanbaka under drought conditions. Significant correlations were observed between traits. 91 QTLs were localized, 60 of them were associated with desirable traits of which wild type was responsible for 58%, which emphasis on the importance of using wild varieties in barley breeding for drought tolerance.

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.

المقدمـــة

يُعدُّ الشعير (*Hordeum vulgare L.*) من المحاصيل المهمة في آسـية، وأفريقيـة، وأمريكا، وأوروبا، ويغطي أكثر من 40 مليون هكتار في المناطق الجافـة حيـث يعـد المحصول البعلي الوحيد الذي يستطيع المزارعون زراعته (Ceccarelli, 1994).

يُعدُّ الشعير محصولاً رئيساً في سورية التي تحتل المركز الثاني عربيـاً مـن حيـث المساحة المزروعة بعد المغرب والمركز الثالث من حيث الإنتاج بعد المغرب والجزائـر (FAO, 2005). يأتي محصول الشعير في سورية في المقدمـة مـن حيـث المـساحة المزروعة التي وصلت إلى 1.38 مليون هكتار كمتوسط للمدة 1996- 2005 وبمتوسط إنتاج قدره 939 ألف طن وبمعدل إنتاجية 680 كـغ/ هكتـار (المجموعـة الإحـصائية الزراعية السنوية- وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي- 2005).

تنبع أهمية الشعير من كونه قادراً على النمو والإنتاج في البيئات التي تتصف بالجفاف وبدرجات الحرارة المنخفضة والتي تمثل إجهادات تؤدي إلى انخفاض الغلة في المناطق التي يشكل الشعير فيها مصدراً أساسياً للغذاء (Ceccarelli and Grando, 1996).

ترجع قلة مردودية وحدة المساحة إلى عدد من العوامل منها الإصـابات المرضـية وأهمهـا البيـاض الـدقيقي *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*، والـسفحة *Rhynchosporium secalis* اللذان يؤديان إلى خفض سنوي في الإنتاج بحـدود 30-40% (سيد، 2001)، فضلاً عن زراعة الشعير في مناطق الاستقرار الثانية والثالثة ذات معدل الهطول المطري القليل والسيئ التوزيع.

تميل البيئات المتوسطية بشكل خاص للجفاف إلى جانب القابليـة الكبيـرة للتغيـرات المناخية، حتى ولو بقيت الهطولات المطرية ضمن معـدلاتها الطبيعيـة إلا أن هنـاك خطورة متزايدة ناتجة عن التبخر الناجم عن درجات الحرارة المتوقع زيادتها بفعل ارتفاع حرارة الجو، ومن ثمّ فإن التربة ستجف بشكل أسرع وسينتـشر الجفـاف بـشكل أكبـر (Bolle, 2003). ومن هنا تأتي أهمية التربية للحصول على طـرز وراثيـة متحملـة للجفاف، فضلاً عن أهمية الاستثمار الأفضل للتنوع الوراثي المتوافر من أجـل تحمـل الجفاف، وإلى ضرورة فهم أعمق وأوسع للآلية الفيزيولوجية التي تـستخدمها النباتـات لتحمل الجفاف، وهما أمران ضروريان لضمان الحصول على غلة جيدة عند التعـرض للإجهاد الجفافي (Rizza *et al*., 2004).

تجدر الإشارة إلى أن الغلة العالية والتأقلم مع إجهادات الجفاف تعتمدان، إلـى حـد كبير، على آليتين متضادتين، فالصفات المتعلقة بتحمل الجفاف مثل: حجم النبات الصغير، وحجم المساحة الورقية الأصغر والنضج المبكر تقود إلى الحد من النتح ومن ثم إلى الحد من فقد النبات للماء، لكنها أيضاً تقلل من إنتاج المادة الجافة ومن ثم تؤدي إلى غلة أقـل

(Fischer and Wood, 1979; Karamanos and Papatheohari, 1999). وأوضح باحثون 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 (Voltas *et al*., 1999; Panthuwan *et al*., 2002).

وقد أشار (Ceccarelli *et al.,* 1991, 1998) إلى أنه يمكن للاستراتيجية المتبعة في تربية المحصول أن تختلف تبعاً للبيئة المدروسة، وللإجهادات التي يتعرض لها.

إن الانتخاب الحقلي لصفة التحمل للجفاف معقد، وذلك بسبب وجود مجموعة من العوامل المتداخلة مع بعضها والتي تؤثر في صفة تحمل الشعير للجفاف، كاختلاف موعد حدوث الجفاف من موسم إلى آخر إلى جانب الاختلاف الكبير في شدة الجفاف من موقع إلى آخر، وهذا يسهم في إيجاد تفاعل كبير بين البيئة والنمط الوراثي ممّا يفسر البطء في تطوير أصناف جديدة مناسبة لظروف إجهادات الجفاف (Fukai *et al*., 1999).

يتميز الشعير البري *Hordeum vulgare ssp. spontaneum* بامتلاكه لمجموعة من المورثات المفيدة في التحمل للعديد من الإجهادات الحيوية مثل المقاومة للتفحم والصدأ ولأمراض أخرى عديدة وأنه من الممكن استخدامه في تربية الشعير للحصول على أصناف مقاومة لتلك الأمراض (Moseman *et al*., 1983; Jahoor and Fischbeck 1987; Gustafsson and Claesson, 1988; Nevo, 1992; Lehmann *et al*., 1988). كما أظهر تنوعاً كبيراً في صفات عديدة كصفة تحمل الملوحة (Nevo *et al.,* 1993)، وصفة حجم الحبوب (Giles, 1990)، والباكورية في الإنتاج، والغلة الحبية، وارتفاع النبات ضمن ظروف الجفاف وتحمل الجفاف (Nevo, 1992; Grando *et al*., 2001; Ellis, 2002). هذا المخزون الضخم من المورثات، لا يزال –إلى حد كبير– غير مكتشف وغير مستثمر، ومن ثم فإن الشعير البري لديه القدرة في المساهمة بإدخال مورثات مفيدة في تحسين الشعير وذلك كمعطٍ لصفات التأقلم ضمن ظروف الإجهادات الحادة (Baum *et al*., 2003).

على الرغم من أن إجراء التهجين بين الشعير البري والشعير المزروع ممكن ويعطي نسلاً خصباً إلا أن عملية إدخال المورثات من الشعير البري إلى الشعير المزروع تُعدُّ عملية صعبة وطويلة وذلك لامتلاك الشعير البري عدداً من الصفات غير المرغوب فيها كصفة انفراط البذور والوزن المنخفض للألف حبة والسفا القاسي (Baum *et al*., 2003).

أدى استخدام التقانات الحيوية على المستوى الجزيئي للمادة الوراثية DNA إلى تسريع تقويم مكونات الصفات الوراثية وعزل تأثيراتها عن المؤثرات البيئية، وقد تم

التوصل إلى إجراء قياسات دقيقة عن التنوع الوراثي Genetic diversity (Powell *et al*., 1996)، ورسم خرائط الارتباط الوراثية Linkage mapping وذلك باستخدام مجموعات انعزالية Segregation populations للهجن النباتية. كما أضحت تقانة خرائط الارتباط الوراثية ضرورة لمتابعة عملية الانتخاب ودراسة المجينات النباتية (Genomes) وتنظيمها (Beckman *et al*., 1986; Landry *et al*., 1987).

وتعدُّ المؤشرات الجزيئية Molecular markers ذات أهمية قصوى على صعيد تربية النبات بفعل عدة عوامل منها: إمكانية تحديد موقع وراثي مطلوب لطراز وراثي معين مباشرة، وعدم تأثر هذه المؤشرات بالشكل الظاهري للنبات أو الطور الفينولوجي والمؤثرات البيئية كما هو الحال في المؤشرات المورفولوجية، والحصول على عدد كبير من المؤشرات بزمن قصير نسبياً، كما أنها تُعدُّ مؤشرات مساعدة في إسراع عمليات الانتخاب والتربية (سيد، 2001). كما أن 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. (Graner *et al*., 1991; Qi *et al*., 1996; Ramsay *et al*., 2000).

وقد أوضح (سيد، 2001) أنه مع بداية الثمانينيات طورت تقانات حيوية جديدة لتسهم إيجابياً في بناء خرائط الارتباط الوراثية وإنشائها، إذ ظهرت تقانات عديدة منها تقانة الـ Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP)، ثم طورت التقانات المعتمدة على التفاعل السلسلي البوليميرازي Polymerase Chain Reaction (PCR) كتقانة الـ Randomly Amplified Polymorphism (RAPD)، الـ Amplified Fragment Length Polymorphism، والـ Simple Sequence Repeats (SSR). وذكر (سيد، 2001) أن من أهم استخدامات المؤشرات الجزيئية دراسة الصفات الكمية Quantitative trait. إذ تستخدم برامج احصائية معينة لتحديد المواقع المسؤولة عن الصفات الكمية Quantitative trait loci (QTLs) وربطها مع النمط الظاهري (Backes *et al*.,1995; Teulat *et al*., 1998; Bezant *et al*., 1997; Tinker *et al*., 1996; Forster *et al*., 2000; Zhu *et al*., 1999; Yin *et al*., 1999; Teulat *et al*., 2001; Hayes *et al*., 2000) حيث يزودنا تحليل المواقع المسؤولة عن الصفات الكمية QTLs بأداة قوية وفعالة لتحديد مواقع المورثات المسؤولة عن الصفة على الصبغي، ومن ثم فإن تحديد المؤشر الجزيئي القريب أو المرتبط بقوة بمواقع الصفات الكمية QTL ذات الأهمية الزراعية أو بالصفة السلبية سيسمح لنا باستخدام ما يسمى الانتخاب بمساعدة المؤشرات الجزيئية Marker-assisted Selection علاوة على رفع كفاءة استخدام المصادر الوراثية المتاحة.

أهداف البحث

هدف هذا البحث إلى:

- إنتاج 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 المؤشرات الجزيئية الحديثة.
- وضع خريطة ارتباط وراثية للهجن المدروسة وتحديد المواقع المسؤولة عن الصفات الكمية QTLs المرتبطة بتحمل الإجهاد الجفافي.

مواد البحث وطرائقه

1- المادة النباتية:

استخدم الهجين الثلاثي (ساليا X *H. spontaneum 695* X زنبقة)، أجري التهجين في مركز ريزو الوطني للبحوث –الدنمارك، على مرحلتين حيث تم التهجين في السنة الأولى بين ساليا، وهو صنف أوربي يتصف بالغلة العالية، والشعير البري *H. spontaneum 695* الذي يحمل صفات تحمل الجفاف والتأقلم مع البيئة المحلية، وفي السنة التالية تم تهجين الجيل الأول مع زنبقة وهي سلالة محلية منتخبة من الصنف المحلي عربي أسود وتتميز بتحمل الجفاف وبالطول المناسب للحصاد الآلي. ويذكر أنه تم التهجين بين الآباء الثلاثة المذكورة بهدف توسيع القاعدة الوراثية للهجين الناتج.

تم الحصول على 144 نباتاً هجيناً، تم إكثارها ثم زرعت في تجارب حقلية في موسمي 2002/ 2003 (F3) و2003/ 2004 (F4) إلى جانب الأب المحلي زنبقة، مع العلم أنه لم تتم زراعة الأب ساليا لعدم قدرته على تحمل الظروف البيئية المحلية.

2- مواقع التجربة وطريقة الزراعة:

زرعت التجربة في محطتي بحوث تل حديا وبريدا التابعتين للمركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة ICARDA– حلب –سورية.

تقع محطة تل حديا على بعد 30 كم جنوب غرب مدينة حلب وعلى ارتفاع 284 م 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 2003/2002 و2004/2003 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.

زرعت كلٌ من الطرز الـ 144 الهجينة الناتجة على 8 خطوط، بلغ طول الخط 3 م وكانت المسافة بين الخطوط 30 سم، وذلك وفق تصميم الـ Augmented design.

3- الصفات المدروسة حقلياً:

درست الصفات الحقلية حسب ما يبينه الجدول (1).

الجدول (1) الصفات المدروسة حقلياً وطريقة القياس.

الصفة الحقلية	وحدة القياس	طريقة القياس	مواقع الدراسة	الموسم
طول النبات	سم	الطول من مستوى سطح الأرض حتى قاعدة السنبلة	تل حديا وبريدا	2003/2 و2004/3
طول السنبلة	سم	حسب بطرح طول النبات من الطول الكلي المحسوب بدءاً من مستوى سطح الأرض حتى نهاية السنبلة	تل حديا وبريدا	2003/2 و2004/3
وزن الألف حبة	غرام	متوسط ثلاث عينات، كل عينة مؤلفة من 100 حبة	تل حديا وبريدا	2003/2 و2004/3
الغلة الحبية	كغ/هـ	قيست وذلك بعد حصاد كل قطعة تجريبية باستثناء الخطين الجانبيين	تل حديا وبريدا	2003/2 و2004/3
قوة النمو المبكر	مقياس من 1-5	في مرحلة 5-6 أوراق كمقياس من 1-5 حيث 1 تعني قوة نمو جيدة و5 تعني نموا ضعيفا ومتأخرا	تل حديا وبريدا	2004/3
نمط النمو	مقياس من 1-5	مرحلة 5-6 أوراق كمقياس من 1-5 حيث 1 تعني نباتات ذات نمط نمو قائم و5 تعني نباتات ذات نمط نمو مفترش	تل حديا	2003/2 و2004/3
الرقاد	مقياس من 1-5	مرحلة النضج وذلك على مقياس من 1-5 حيث 1 تعني نباتات قائمة بالكامل و5 تعني رقادا بالكامل	تل حديا	2003/2 و2004/3
عدد الحبوب في السنبلة	حبة /سنبلة	جمعت السنابل من خط طوله 50 سم وحسب متوسط عدد الحبوب فيها.	تل حديا	2004/3
عدد الأيام حتى الإسبال	يوم	عدد الأيام من الإنبات حتى إسبال 50% من النباتات في كل قطعة تجريبية	تل حديا	2003/2 و2004/3
الضرر الناجم عن الصقيع	مقياس من 1-5	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	تل حديا	2004/3

4- الدراسات المخبرية:

- **استخلاص الـ DNA:**

استخلص الـ Genomic DNA DNA من 2-3 أوراق أُخذت من بادرات بعمر 3-4 أسابيع بالاعتماد على طريقة استخلاص الحمض النووي بمادة الـ (CTAB) Cetyltrimethylammonium bromide وذلك وفق ما أشار إليه (Saghai- Maroof *et al.,* 1984) ويذكر أنه تم استخلاص الـ DNA من النباتات الـ 144 للجيل الأول (F1) للهجين الثلاثي (سالينا X *H. spontaneum 695* X زنبقة) المدروس.

استُخدم جهاز PowerWave$_X^{TM}$ (BIO-TEK Instruments, Inc.) لتقدير كمية الـ DNA وتقييم نقاوتها.

- **المؤشرات الجزيئية المستخدمة:**

استخدمت تقانات المؤشرات الجزيئية (SSR وAFLP) التي تعتمد على التفاعل السلسلي البوليميرازي Polymerase Chain Reaction (PCR) وذلك حسب ما هو موصوف في (سيد، 2001).

– تقانة التوابع الترادفية البسيطة Simple Sequence Repeats (SSR):

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 أجري التفاعل السلسلي البوليميرازي (PCR) بحجم كلي قدره 10 µl تضمن 50 ng من الـ DNA (template DNA)، 0.25 µM من مزيج البادئتين المستخدم (forward & reverse primers)، 200 µM من مزيج الأسس الآزوتية (dATP, dGTP, dTTP, dCTP)، X1 من مزيج وسط التفاعل (1XPCR Buffer)، 1.5 mM من $MgCl_2$، و0.25 U من الأنزيم Taq Polymerase المصنع من قبل شركة Promega وفق (Saghai-Maroof *et al*., 1994). اختبرت 120 بادئة للكشف عن التباينات polymorphism في انعزال قرائن alleles الـ DNA وذلك بهدف فرز البادئات التي تكشف قرائن مختلفة بين الآباء، وبناء على ذلك استخدمت البادئات التي أظهرت اختلافاً بين القرائن عند الآباء مع نواتج التهجين وبلغ عددها 36 بادئة، (جدول 2).

الجدول (2) البادئات المستخدمة في دراسة التوابع الترادفية البسيطة.

البادئة	الصبغي	تتابع مقطع البادئة الأول	تتابع مقطع البادئة الثاني	المرجع
Bmac0018	6H	GTCCTTTACGCATGAACCGT	ACATACGCCAGACTCGTGTG	Ramsay *et al*., 2000
Bmac0134	2H	CCAACTGAGTCGATCTCG	CTTCGTTGCTTCTCTACCTT	Ramsay *et al*., 2000
Bmac0156	7H	AACCGAATGTATTCCTCTGTA	GCCAAACAACTATCGTGTAC	Ramsay *et al*., 2000
Bmac0163	5H	GCAAAGCCCATGATACATACA	TTTCCAACAGAGGGTATTTACG	Ramsay *et al*., 2000
Bmac0209	3H	CTAGCAACTTCCCAACCGAC	ATGCCTGTGTGTGGACCAT	Ramsay *et al*., 2000
Bmac0213	1H	ATGGATGCAAGACCAAAC	CTATGAGAGGTAGAGCAGCC	Ramsay *et al*., 2000
Bmac0029	3H	ATCCAGCGATTCAAACACAAC	CTTCTCACTGACCGACTTATACCA	Ramsay *et al*., 2000
Bmac0090	1H	ACATCAACCCTCCTGCTC	CCGCACATAGTGGTTACATC	Ramsay *et al*., 2000
Bmag0120	7H	ATTTCATCCCAAAGGAGAC	GTCACATAGACAGTTGTCTTCC	Ramsay *et al*., 2000
Bmag0125	2H	AGATAACGATGCACCACC	AATTAGCGAGAACAAAATCAC	Ramsay *et al*., 2000

تتمة الجدول (2)...

البادئة	الصبغي	تتابع مقطع البادئة الأول	تتابع مقطع البادئة الثاني	المرجع
Bmag0173	6H	CATTTTTGTTGGTGACGG	ATAATGGCGGGAGAGACA	Ramsay *et al*., 2000
Bmag0206	7H	TTTTCCCCTATTATAGTGACG	TAGAACTGGGTATTTCCTTGA	Ramsay *et al*., 2000
Bmag0211	1H	ATTCATCGATCTTGTATTAGTCC	ACATCATGTCGATCAAAGC	Ramsay *et al*., 2000
Bmag0222	5H	ATGCTACTCTGGAGTGGAGTA	GACCTTCAACTTTGCCTTATA	Ramsay *et al*., 2000
Bmag0223	5H	TTAGTCACCCTCAACGGT	CCCCTAACTGCTGTGATG	Ramsay *et al*., 2000
Bmag0321	7H	ATTATCTCCTGCAACAACCTA	CTCCGGAACTACGACAAG	Ramsay *et al*., 2000
Bmag0337	5H	ACAAAGAGGGAGTAGTACGC	GACCCATGATATATGAAGATCA	Ramsay *et al*., 2000
Bmag0353	4H	ACTAGTACCCACTATGCACGA	ACGTTCATTAAAATCACAACTG	Ramsay *et al*., 2000
Bmag0490	4H	GGGACTGAGTGTATGAATGAG	TGATACATCAAGATCGTGACA	Ramsay *et al*., 2000
Bmag0496	6H	CTATAGCACGCCTTTGAGA	AGTATAACCAACAGCCGTCTA	Ramsay *et al*., 2000
Bmag0718	1H	CCTGATACTGCCTAGCATTAG	ATCGTGACATCTCAAGAACA	Ramsay *et al*., 2000
Bmag0812	5H	GTCATATGGATCTCCAAAGAG	ATAGTTCTTTCAGGACCAATG	Ramsay *et al*., 2000
EBmac0415	2H	AAACAGCAGCAAGAGGAG	GAAACCCATCATAGCAGC	Ramsay *et al*., 2000
EBmac0541	3H	ACGGATCTACTTTAGCTAGCA	AAACAACCCCACACAATC	Ramsay *et al*., 2000
EBmac0603	7H	TGCAAACTGTGCTATTAAGGG	ACCGAAACTAAATGAACTACTTCG	Ramsay *et al*., 2000
EBmac0635	4H	TGCTGCGATGATGAGAACT	TAGGGTAGATCCGTCCCTATG	Ramsay *et al*., 2000
EBmac0684	5H	ATTGAATCCCAACAGACACAA	TTCCGTTGAGCTTTCATACAC	Ramsay *et al*., 2000
EBmac0701	4H	TGGCACTAAAGCAAAAGAC	ATGATGAGAACTCTTCACCC	Ramsay *et al*., 2000
EBmac0755	7H	CTGCTGGTGTTCTCTAAAAGT	AGCCTTGTGTATCAGGACA	Ramsay *et al*., 2000
GMS027	5H	TGAGTTTGTGAGAACTGGATGG	CTTTTTCTTTGACGATGCACC	Struss and Plieske, 1998
HvLEU	5H	TTGGAAGTGTACAGCAATGGAG	TGAAAGGCCCCACAAGATAG	Becker and Heun,1995
HVM05	7H	AACGACGTCGCCACACAC	AGGAACGAAGGGAGTATTAAGCAG	Liu *et al*.,1996
HVM33	3H	ATATTAAAAAAGGTGGAAAGCC	CACGCCCTCTCCCTAGAT	Liu *et al*.,1996
HVM36	2H	TCCAGCCGAACAATTTCTTG	AGTACTCCGACACCACGTCC	Liu *et al*.,1996
HVM67	4H	GTCGGGCTCCATTGCTCT	CCGGTACCCAGTGACGAC	Liu *et al*.,1996
HVMLOE	4H	CGAACTGGTATTCCAAGG	CTTCCATGTCACCTACAGC	Liu *et al*.,1996

- تقانة الـــ Amplified Fragment Length Polymorphism AFLP):
اعتمدت الطريقة الموصوفة من قبل (Zabeau and Vos, 1993) حيث خضعت العينات لعدة مراحل بدأت بتقطيع الـ DNA بأنزيمات التقطيع (التحديد) endonucleases restriction enzymes (*PstI* و *MseI*) وذلك بتحضين العينات المضاف إليها أنزيمات التقطيع في حرارة 37 °م مدة 6-7 ساعات، ثم أجريت عملية الربط بالمولفات adaptors (*PstI*, *MseI* adaptors) باستخدام أنزيم الربط T4 Ligase الذي أضيف إلى نواتج المرحلة الأولى وتركت في حرارة 37°م مدة 3 ساعات. ثم أجري التفاعل السلسلي البوليميرازي ببادئات موجهة ومتخصصة بمواقع التقطيع الأنزيمي preselective primers (preselective *PstI*, *MseI* primers)، ثم ببادئات انتقائية selective primers (selective *PstI*, *MseI* primers). تم اختبار عدة توليفات للبادئات واختيرت تلك التي تسمح بكشف الاختلافات بين القرائن عند الآباء (6 توليفات) (جدول 3).

الجدول (3) توليفات البادئات المستخدمة لدراسة الـ AFLPs.

توليفة البادئات	التتابع النكليوتيدي لـ Pst-Primer	التتابع النكليوتيدي لـ MseI-Primer
m47p15	GACTGCGTACATGCAGCC	GATGAGTCCTGAGTAACAA
m49p32	GACTGCGTACATGCAGAAC	GATGAGTCCTGAGTAACAG
m59p16	GACTGCGTACATGCAGCG	GATGAGTCCTGAGTAACTA
m60p16	GACTGCGTACATGCAGCG	GATGAGTCCTGAGTAACTC
m60p40	GACTGCGTACATGCAGAGC	GATGAGTCCTGAGTAACTC
m61p41	GACTGCGTACATGCAGAGG	GATGAGTCCTGAGTAACTG

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

فُصلت نواتج التفاعل السلسلي البوليميرازي (PCR) على هلامة من البولي أكريلاميد polyacrylamide gel بتركيز 6% من خلال عملية الرحلان الكهربائي باستخدام جهاز ABI PRISM^{TM} 377 DNA sequencer من شركة Perkin Elmer.

أجريت التحاليل المذكورة أعلاه في مركز ريزو الوطني للبحوث في الدنمارك وفي مخابر جامعة KVL- الدنمارك.

5- تحليل النتائج:

حُلّل الانعزال segregation analysis تبعاً لـ (Lander *et al.*, 1987) وذلك باستخدام البرنامج الحاسوبي Mapmaker واستخدم خيار التهجين الرجعي (BC) عند إجراء المقارنات الثنائية والثلاثية للمؤشرات الجزيئية المدروسة من أجل إنشاء خريطة الارتباط Linkage map، كما حُولت قيم التأشيب Recombination fraction إلى

مسافات وراثية بالسنتمورغان Centi Morgans (cM) باستخدام Kosambi mapping function (Kosambi, 1944).

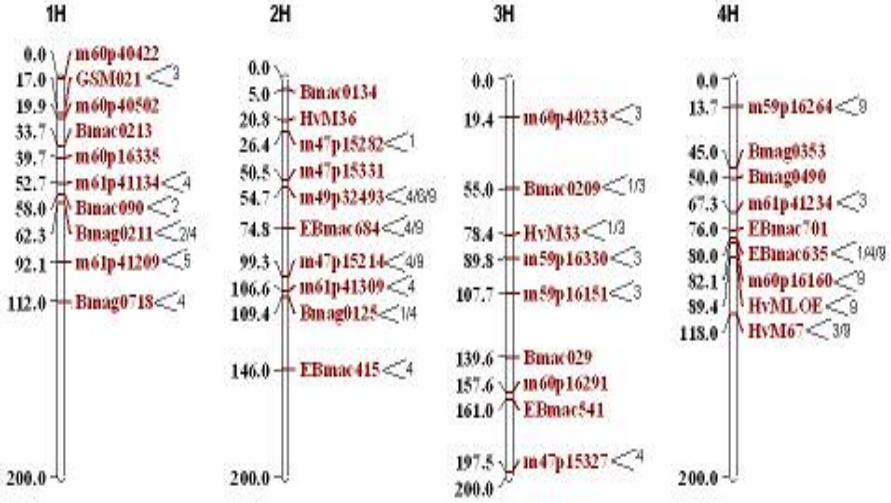
استخدم برنامج MapQTL5 (Van Oojien, 2004) لتحليل المواقع المسؤولة عن الصفات الكمية QTLs حيث استخدمت طريقة الـ Interval mapping الموصوفة من قبل (Lander and Botstein, 1989)، إذ تم حساب احتمال وجود موقع مسؤول عن صفة كمية QTL (LOD score) لكل موقع موافق للمؤشرات الجزيئية المدروسة على خريطة الارتباط. كما استخدمت 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 وجود موقع مسؤول عن صفة كمية إذا أظهر مربع كاي معنوية عند المؤشر الجزيئي المدروس أو إذا تجاوزت احتمال وجود موقع مسؤول عن صفة كمية (LOD score) 2.5.

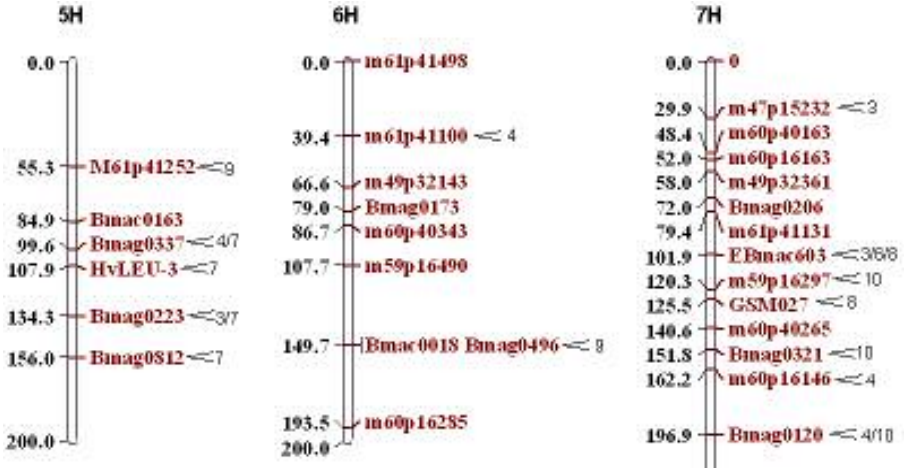
النتائج والمناقشة

1- خريطة الارتباط:

يبين الشكل (1) خريطة الارتباط للهجين (سالينا X *H. spontaneum 695* X زنبقة)، والتي تم التوصل إليها اعتماداً على 81 مؤشراً جزيئياً منها 36 مؤشراً جزيئياً لتوابع ترادفية بسيطة SSR Markers معروفة الموقع على الصبغيات (Anchor markes) فضلاً عن 45 مؤشراً جزيئياً للـ AFLP. إلا أن 12 من هذه المؤشرات الجزيئية لم تتمكن من تحقيق أي ارتباط على الصبغيات (Unlinked). بلغ طول خريطة الارتباط للهجين المذكور 1238 cM.



تتمة الشكل (1)...



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

1 طول النبات	5 الرقاد	9 نمط النمو
2 طول السنبلة	6 عدد الأيام حتى الإسبال	10 قوة النمو
3 الغلة الحبية	7 الضرر الناجم عن الصقيع	
4 وزن ألف حبة	8 عدد الحبوب في السنبلة	

الشكل (1) خريطة الارتباط للهجين (سالينا 695 X *H. spontaneum* X زنبقة).

2- تحليل التباين:

ومن خلال تحليل التباين للصفات الحقلية المدروسة وجد أن هنـــاك تباينـــاً ملحوظـــاً بحسب البيئات التجريبية (جدول 4).

الجدول (4) متوسط الصفات للهجين المدروس ولموسمي الدراسة.

الصـــفة المدروســـــــة		الموسم الأول			الموسم الثاني			LSD 5% بين موسمي الدراسة
		تل حديا	بريدا	LSD 5%	تل حديا	بريدا	LSD 5%	
طول النبات	سم	111.64	90.11	15.2	73.98	49.75	18.5	20.01
طول السنبلة	سم	9.03	8.51	1.7	7.97	8.10	2.8	3.1
الغلة الحبية	كغ/هـ	4501.09	2170.28	1098	2773.25	1364.34	1107	980
وزن ألف حبة	غ	41.83	37.06	6.3	47.34	44.18	4.9	2.7
قوة النمو المبكر	5-1	-	-	-	1.93	2.11	1.2	-
نمط النمو	5-1	3.20	-	-	2.47	-	-	1.8
الرقاد	5-1	1.44	-	-	1.08	-	-	1.2
عدد الأيام حتى الإسبال	يوم	97.64	-	-	91.57	-	-	11.7
عدد الحبوب في السنبلة	حبة/سنبلة	-	-	-	21.86	-	-	-
الضرر الناجم عن الصقيع	5-1	-	-	-	1.63	-	-	-

يبين الجدول (4) وجود تباين في صفة طول النبات ما بين الموقعين تل حديا وبريدا والموسمين الأول والثاني. أما في صفة طول السنبلة فلم يكن التباين معنوياً ما بين الموقعين والموسمين. وبالنسبة إلى صفة الغلة الحبية فقد أظهرت النتائج تبايناً معنوياً ما بين الموقعين تل حديا وبريدا وكذلك بين موسمي الدراسة. وفي صفة وزن الألف حبة أظهرت النتائج وجود تباين معنوي بين موسمي الدراسة الأول والثاني في حين لم يكن التباين معنوياً بين الموقعين تل حديا وبريدا.

فضلاً عن ذلك تم اختيار 14 طرازاً من الطرز الـ 144 الهجينة المدروسة، شكلت أفضل 10% من النباتات الهجينة، وتمت مقارنتها مع الأب زنبقة، (جدول 5).

الجدول (5) متوسط طول النبات، الغلة الحبية ووزن الألف حبة لأفضل 10% من النباتات الهجينة خلال موسمي الدراسة مقارنة مع الأب المحلي زنبقة.

الصفة المدروسة		الموسم الأول		الموسم الثاني	
		تل حديا	بريدا	تل حديا	بريدا
طول النبات (سم)	أفضل 10% من النباتات الهجينة	119	98	80	53
	زنبقة	97	80	74	48
	LSD 5%	16	13	4	3
الغلة الحبية (كغ/هـ)	أفضل 10% من النباتات الهجينة	5557	3400	3423	1580
	زنبقة	4227	3385	3095	1424
	LSD 5%	30	12	55	42
وزن ألف حبة (غ)	أفضل 10% من النباتات الهجينة	46	40	52	48
	زنبقة	37	36	42	40
	LSD 5%	4	2	8	7

يتبين من الجدول (5) أن زنبقة، الأب المحلي للهجين المدروس لم يستطع أن ينافس النباتات الهجينة الناتجة عن هذا الهجين، إذ تفوقت أفضل 10% من النباتات الهجينة على السلالة المحلية زنبقة في طول النبات، الغلة الحبية ووزن الألف حبة وذلك في كل من موقعي الدراسة وخلال الموسمين.

3- ارتباط الصفات المدروسة:

يشير الجدولان (6 و7) إلى وجود علاقة ارتباط قوية ومعنوية بين الصفات المدروسة في الموسمين.

الجدول (6) معامل الارتباط بين الصفات المدروسة للهجين (ساالينا X *H. spontaneum 695*) X زنبقة) في محطة تل حديا خلال موسمي الدراسة.

	نمط النمو	قوة النمو المبكر	الضرر الناجم عن الصقيع	عدد الأيام حتى الإسبال	الرقاد	طول النبات	طول السنبلة	عدد البذار/ السنبلة	الغلة الحبية	وزن الألف حبة
نمط النمو		-	-	+0.31**	-0.43**	+0.02	-0.09	-	-0.06	-0.21**
قوة النمو المبكر	+0.00		-	-	-	-	-	-	-	-
الضرر الناجم عن الصقيع	-0.29**	+0.16		-	-	-	-	-	-	-
عدد الأيام حتى الإسبال	-0.03	+0.45**	+0.30**		-0.29**	+0.15	-0.03	-	+0.04	-0.06
الرقاد	-0.08	-0.24**	-0.17**	-0.44**		-0.22**	+0.14	-	-0.06	-0.19**
طول النبات	-0.03	-0.14	+0.13	-0.08	+0.30**		+0.00	-	-0.03	+0.26
طول السنبلة	-0.11	-0.05	+0.04	0.03	+0.12	+0.20**		-	+0.08	+0.00
عدد الحبوب /السنبلة	+0.01	-0.05	-0.14	-0.11	+0.19**	+0.16	+0.07		-	-
الغلة الحبية	+0.18**	-0.14	-0.25**	-0.15	+0.10	-0.02	-0.08	+0.07		-0.17
وزن الألف حبة	-0.10	+0.11	+0.25**	+0.26**	-0.28**	+0.03	+0.01	-0.20**	-0.20**	

الجزء الأعلى من الجدول يبين قيم معامل الارتباط خلال الموسم الأول للدراسة في حين يبين الجزء الأسفل قيم معامل الارتباط خلال الموسم الثاني. ** الارتباط معنوي على مستوى 0.1 %. + ارتباط إيجابي. – ارتباط سلبي.

الجدول (7) معامل الارتباط بين الصفات المدروسة للهجين ساالينا X *H. spontaneum 695* X زنبقة في محطة بريدا خلال موسمي الدراسة.

	قوة النمو المبكر	طول النبات	طول السنبلة	الغلة الحبية	وزن الألف حبة
قوة النمو المبكر		-	-	-	-
طول النبات	-0.14		+0.34**	-0.26**	+0.17**
طول السنبلة	+0.09	+0.16		-0.15	+0.02
الغلة الحبية	-0.45**	+0.10	-0.22**		-0.09
وزن الألف حبة	+0.16	+0.31**	+0.01	-0.08	

الجزء الأعلى من الجدول يبين قيم معامل الارتباط خلال الموسم الأول للدراسة في حين يبين الجزء الأسفل قيم معامل الارتباط خلال الموسم الثاني. ** الارتباط معنوي على مستوى 0.1 %. + ارتباط إيجابي. – ارتباط سلبي.
لم تتم دراسة بقية الصفات النباتية بسبب الظروف البيئية السائدة.

فقد أظهرت قيم معامل الارتباط وجود ارتباط إيجابي بين وزن الألف حبة وطول النبات في موقع بريدا وذلك في كل من الموسمين الأول والثاني في حين لم يكن هذا الارتباط معنوياً في موقع تل حديا، كذلك بينت النتائج أن الغلة الحبية تأثرت سلباً بزيادة طول النبات في بريدا خلال الموسم الأول فقط، في حين لم يكن الارتباط معنوياً في الموسم الثاني ولا في تل حديا. ومن الجدير بالذكر أن آراء الباحثين قد تباينت فيما يتعلق بعلاقة طول النبات مع مكونات الغلة، إذ ذكرت بعض الدراسات أن من أهم تأثيرات الجفاف إنقاص طول النبات مما يجعل الحصاد الآلي صعباً أو مستحيلاً لذلك فإن زيادة طول النبات سيساعد في استقرار الغلة (Grando *et al.,* 2001)، كما ذكر (Baum *et al.,* 2003) أن زيادة طول النبات ضمن ظروف الجفاف غالباً ما تؤدي إلى إنقاص عدد

الإشطاءات وتؤدي في الظروف المفضلة للنمو إلى زيادة الرقاد، وفي كلتا الحالتين تؤدي إلى إنقاص الغلة الحبية وغلة التبن، وإن طول النبات بشكل عام يرتبط سلباً بالغلة، إلا أنه عاد وذكر أنه في الظروف الأكثر جفافاً فإن طول النبات ارتبط إيجابياً بالغلة، كما أن زيادة طول النبات المرتبطة بزيادة طول الجذور تكون مفيدة في مساعدة النبات على استخدام رطوبة التربة الموجودة في العمق.

وقد تأثرت الغلة الحبية سلباً بطول السنبلة في بريدا خلال الموسم الثاني وهذا ينسجم مع ما ذكره (Acevedo *et al.*, 1991).

كذلك وجد ارتباط معنوي سلبي بين وزن الألف حبة والرقاد، إلى جانب زيادة نسبة الرقاد بشكل معنوي بزيادة طول النبات في تل حديا في كل من الموسمين؛ وهذا ما يتوافق مع نتائج (Baum *et al.*, 2003). كما بينت النتائج أن نسبة الرقاد ارتبطت ارتباطاً إيجابياً مع زيادة عدد الأيام حتى الإسبال في تل حديا في كلا الموسمين. كما أن زيادة عدد الحبوب في السنبلة ارتبط أيضاً بزيادة نسبة الرقاد.

بينما أظهر معامل الارتباط أنه في تل حديا خلال الموسم الأول أدت زيادة عدد الحبوب في السنبلة إلى تناقص في وزن الألف حبة، في حين أدت الزيادة في عدد الأيام حتى الإسبال والزيادة في الضرر الناجم عن الصقيع إلى زيادة وزن الألف حبة.

كما وجد أن وزن الألف حبة يتناقص بزيادة نسبة النباتات المفترشة في تل حديا للموسم الأول في حين لم يكن الارتباط معنوياً في الموسم الثاني.

كما أن الغلة الحبية ارتبطت ارتباطاً معنوياً موجباً بزيادة نسبة النباتات المفترشة في تل حديا خلال الموسم الثاني، وهذا ما يتوافق مع ما ذكره (Ceccarelli *et al.*, 1991) حيث بيّن أن نمط النمو المفترش ينتج عنه تغطية أرضية جيدة تقلل من فقد ماء التربة مما يؤدي إلى ارتباط نمط النمو لمفترش بغلة أعلى ضمن ظروف الجفاف. كما نتج عن زيادة الضرر الناجم عن الصقيع تناقص معنوي في الغلة الحبية خلال الموسم الثاني في تل حديا، وهذا يتوافق مع ما ذكره (Turner 1982) إذ بيّن أن قابلية الشعير للنمو ضمن درجات الحرارة المنخفضة في الشتاء تعدّ إحدى الصفات المهمة للطرز الوراثية المتأقلمة، وذلك بسبب العلاقة المؤكدة والإيجابية بين تراكم المادة الجافة في النبات قبل الإسبال والغلة الحبية.

4- دراسة المواقع المسؤولة عن الصفات الكمية QTLs:

من دراسة الهجين (سالينا X *H. spontaneum 695* X زنبقة)، يبين الجدول (8) المواقع المسؤولة عن الصفات الكمية.

الجدول (8) المواقع المسؤولة عن الصفات الكمية QTLs للهجين (سالينا X *H. spontaneum* 695 X زنبقة).

الصفة المدروسة	البيئة[£]	الموقع		LOD /K^2	الأب المسؤول	$X\%^{\$}$	الصفة المدروسة	البيئة	الموقع		LOD /K^2	الأب المسؤول	X%
		الصيغي	المؤشر الجزيئي						الصيغي	المؤشر الجزيئي			
طول النبات	Th2	2H	m47p15282	8.7	سالينا	9.0	وزن الألف حبة	Th2	2H	m47p15214	*8.5*	سالينا	28.2
	Th1	2H	Bmag0125	9.3	سالينا	4.6		Br1	2H	m47p15214	*6.6*	سالينا	28.7
	Th2	3H	HvM33	*2.6*	*H.sp.*[#]	9.4		Br2	2H	m47p15214	*7.9*	سالينا	31.3
	Th2	3H	Bmac0209	*2.7*	*H.sp.*	11.9		Th1	2H	m47p15214	*8.0*	سالينا	35.1
	Br1	4H	EBmac635	9.1	*H.sp.*	8.6		Br2	2H	m49p32493	8.3	سالينا	12.2
	Br2	4H	EBmac635	9.9	*H.sp.*	7.4		Th2	2H	m49p32493	7.0	سالينا	9.6
طول السنبلة	Br1	1H	Bmag0211	6.6	سالينا	5.3		Th1	2H	m61p41309	*2.7*	سالينا	10.1
	Br1	1H	Bmac090	7.1	سالينا	6.6		Th2	3H	m47p15327	7.7	*H.sp.*	6.3
الغلة الحبية	Br1	1H	GSM021	9.6	*H.sp.*	6.3		Br2	4H	EBmac635	9.1	*H.sp.*	8.3
	Th1	1H	GSM021	8.6	*H.sp.*	5.7		Br2	5H	Bmag0337	9.0	سالينا	6.2
	Br1	3H	Bmac0209	*9.9*	*H.sp.*	33.8		Br1	6H	m61p41100	9.9	سالينا	8.2
	Th1	3H	Bmac0209	*7.9*	*H.sp.*	27.5		Th1	6H	m61p41100	7.0	سالينا	3.6
	Th2	3H	Bmac0209	*4.6*	*H.sp.*	15.8		Th2	7H	Bmag0120	*2.8*	*H.sp.*	17
	Br1	3H	HvM33	*9.1*	*H.sp.*	39.8		Br2	7H	Bmag0120	*3.6*	*H.sp.*	20.8
	Br2	3H	HvM33	6.7	*H.sp.*	5.1		Th1	7H	Bmag0120	*2.7*	*H.sp.*	19.6
	Th1	3H	HvM33	*6.3*	*H.sp.*	30.7		Br1	7H	m60p16146	9.0	*H.sp.*	8.9
	Th2	3H	HvM33	8.1	*H.sp.*	9.0		Br2	7H	m60p16146	*2.6*	*H.sp.*	9.3
	Br2	3H	m59p16151	6.9	*H.sp.*	4.5		Th2	7H	m60p16146	8.8	*H.sp.*	7.7
	Br1	3H	m59p16330	*4.9*	*H.sp.*	18.5	قوة النمو المبكر	Th2	7H	Bmag0120	6.7	سالينا	4.4
	Th1	3H	m59p16330	*3.9*	*H.sp.*	22.2		Br2	7H	Bmag0321	12.5	سالينا	7.3
	Br1	3H	m60p40233	*10.8*	*H.sp.*	48.6		Br2	7H	m59p16297	8.4	سالينا	8.4
	Th1	3H	m60p40233	*3.9*	*H.sp.*	33.8	نمط النمو	Th1	2H	EHmac684	*2.8*	*H.sp.*	13.4
	Th2	3H	m60p40233	*4.5*	*H.sp.*	16.0		Th1	2H	m47p15214	*4.0*	*H.sp.*	23.8
	Br2	4H	HvM67	*2.6*	سالينا	9.8		Th2	2H	m47p15214	8.0	*H.sp.*	9.9
	Br1	4H	m61p41234	8.4	*H.sp.*	8.3		Th1	2H	m49p32493	7.8	*H.sp.*	6.5
	Th1	4H	m61p41234	7.2	*H.sp.*	5.9		Th2	2H	m49p32493	8.9	*H.sp.*	10.5
	Br1	5H	Bmag0223	10.1	*H.sp.*	7.8		Th1	4H	EBmac635	11.2	سالينا	8.3
	Th2	7H	EBmac603	9.3	*H.sp.*	7.7		Th2	4H	EHmac635	8.2	سالينا	7.3
	Br1	7H	m47p15232	6.8	سالينا	29.6		Th1	4H	HvM67	*3.8*	سالينا	18.2
	Th1	7H	m47p15232	7.3	سالينا	35.3		Th1	4H	HvMLOE	*3.6*	سالينا	13.2
وزن الألف حبة	Br1	1H	Bmag0211	6.9	*H.sp.*	7.7		Th1	4H	m59p16264	9.2	*H.sp.*	9.1
	Th1	1H	Bmag0211	*2.6*	*H.sp.*	9.5		Th1	4H	m60p16160	7.1	سالينا	5.7
	Br1	1H	Bmag0718	10.3	*H.sp.*	7.6		Th1	5H	m61p41252	13.7	*H.sp.*	15.5
	Th1	1H	Bmag0718	*2.7*	*H.sp.*	9.6		Th2	6H	Bmag0496	10.2	*H.sp.*	14.4
	Br1	1H	m61p41134	*2.6*	*H.sp.*	9.4	الرقاد	Th2	1H	m61p41209	8.1	سالينا	5.2
	Th1	1H	m61p41134	8.3	*H.sp.*	8.4		Th2	7H	EBmac755	6.8	*H.sp.*	2.9
	Br2	2H	EBmac415	9.9	سالينا	8.9	عدد الأيام حتى الإسبال	Th1	2H	m49p32493	7.1	سالينا	6.3
	Th1	2H	EBmac415	*2.7*	سالينا	9.5		Th2	7H	EBmac603	7.0	*H.sp.*	11.2
وزن الألف حبة	Th2	2H	EBmac415	9.8	سالينا	8.2	الضرر الناجم عن الصقيع	Th2	5H	Bmag0337	10.0	سالينا	9.3
	Br2	2H	EBmac684	11.9	سالينا	8.4		Th2	5H	HvLEU	*4.2*	سالينا	18.9
	Th2	2H	EBmac684	8.3	سالينا	6.2		Th2	5H	Bmag0223	*4.6*	سالينا	20.7
	Br1	2H	Bmag0125	*6.0*	سالينا	20		Th2	5H	Bmag0812	*2.9*	سالينا	10.4
	Br2	2H	Bmag0125	*9.0*	سالينا	28.5	عدد الحبوب في السنبلة	Th2	7H	GSM027	*3.4*	*H.sp.*	16.4
	Th1	2H	Bmag0125	*6.8*	سالينا	22.4		Th2	7H	EBmac603	*3.2*	*H.sp.*	11.8
	Th2	2H	Bmag0125	*8.6*	سالينا	27.4							

- البيئة[£]: Th تل حديا- Br بريدا- 1 الموسم الأول- 2 الموسم الثاني.
- $X\%^{\$}$ النسبة المئوية للزيادة في الصفة المدروسة والمفسرة بالـ QTL - *H.sp.*[#] الأب *H. spontaneum* 695

يبين الجدول (8) أن هناك 6 مواقع مسؤولة عن صفات كمية QTLs معنوية التأثير مرتبطة بصفة طول النبات، حيث تم تحديد موقعين مسؤولين عن صفات كمية QTLs على الصبغي 2H، فعند الموقع m4715282 ظهر تأثير الأب سالينا في تل حديا خلال الموسم الثاني وبلغت نسبة الزيادة في طول النبات المفسرة بالـ QTL 9% في حين بلغت تلك النسبة 4.6 % عند الموقع Bmag0125 وذلك في تل حديا خلال الموسم الأول. بينما ظهر تأثير الأب 695 *H. spontaneum* على الصبغي 3H في الموقعين HvM33 و Bmac0209 وذلك في تل حديا خلال الموسم الثاني حيث بلغت نسبة الزيادة في طول النبات المفسرة بالـ QTL 9.4 و11.9 % لكل من الموقعين على الترتيب. أما على الموقع EBmac635 فقد ظهر تأثير الأب 695 *H. spontaneum* في بريدا خلال موسمي الدراسة وذلك بنسبة زيادة في طول النبات مفسرة بالـ QTL 6.8 و7.4% على التوالي. وهذا ما يتوافق مع نتائج عدد من الباحثين نذكر منهم (Baum, *et al*. 2003; Hayes, *et al*. 1993; Pillen, *et al*. 2000; Pillen, *et al*. 2003; Talame, *et al*. 2004; Teulat, *et al*. 2001; Tinker, *et al*. 1996; Zhu, *et al*. 1999).

تم تحديد موقعين مسؤولين عن صفات كمية QTLs مرتبطين بصفة طول السنبلة، ظهر تأثير كل منهما على الصبغي 1H وظهر تأثيرهما في بريدا خلال الموسم الأول وقد تم تحديدهما على الموقعين Bmag0211 و Bmac090 حيث كان للأب سالنيا الأثر الأكبر في كليهما وذلك بنسبة زيادة في طول السنبلة فسرت بالـ QTL بلغت 5.3 و6.6 في كلا الموقعين على التوالي.

أظهرت النتائج وجود 22 موقعاً مسؤولاً عن صفة كمية QTLs مرتبطاً بصفة الغلة الحبية توضعت على الصبغيات 1H، 3H، 5H و7H. فعلى الصبغي 1H وعلى الموقع GSM021 ظهر QTL في كل من بريدا وتل حديا خلال الموسم الأول حيث أسهم الأب 695 *H. spontaneum* في زيادة الغلة الحبية بنسبة مفسرة بالـ QTL بلغت 6.3 و5.7 في كل من الموقعين على الترتيب. أما على الصبغي 3H فقد وُجد 13 موقعاً مسؤولاً عن صفة كمية QTLs توزعت على خمسة مواقع فعلى الموقعين Bmac0209 و m60p40233 ظهرت QTLs في تل حديا خلال الموسمين الأول والثاني وفي بريدا خلال الموسم الأول، تراوحت نسبة الزيادة في الغلة الحبية المفسرة بالـ QTL المرتبط بالموقع الأول ما بين 15.8 و33.8% في حين تراوحت تلك النسبة ما بين 16 و48.6 % بالنسبة إلى QTL المرتبط بالموقع الثاني مع ملاحظة أن الأب 695 *H. spontaneum* كان المسؤول عن تلك الزيادة في كلا الموقعين. أما على الموقع HvM33 فقد حدد QTL في كل من بريدا وتل حديا وخلال موسمي الدراسة، أسهم في كل منها الأب *H. spontaneum* 695 بزيادة الغلة الحبية، وتراوحت نسبة هذه الزيادة ما بين 9 و39.8%. أما على الموقع m59p16151 فقد ظهر تأثير الـ QTL في بريدا خلال الموسم الثاني وبينت النتائج أن الأب 695 *H. spontaneum* قد ساعد في زيادة الغلة

الحبية بنسبة 4.5 %. وأظهرت النتائج أن موقعين لهما أثر تراكمي QTLs توضعا على الموقع m59p16330 وظهر تأثيرهما خلال الموسم الأول في كل من بريدا وتل حديا. كان الأب *H. spontaneum* 695 مسؤولاً عن زيادة في الغلة الحبية قدرها 18.5 و22.2 % فسرت بالـ QTL في كلتا البيئتين على الترتيب. توضعت ثلاثة مواقع مسؤولة عن صفات كمية QTLs على الصبغي 4H. حيث كان الأب ساليناً مسؤولاً عن زيادة قدرها 9.8 % في الغلة الحبية في الموقع HvM67 وذلك في بريدا خلال الموسم الثاني. بينما توضع QTL على الموقع m61p41234 ظهر تأثيره خلال الموسم الأول في كل من بريدا وتل حديا وكان الأب *H. spontaneum* 695 مسؤولاً عن الزيادة في الغلة الحبية المفسرة بالـ QTL وبلغت نسبة هذه الزيادة 8.3 و5.9 % في كل من البيئتين على التوالي. أما على الصبغي 5H فقد ارتبط QTL بالموقع Bmag0223 حيث أسهم الأب *H. spontaneum* 695 بزيادة الغلة الحبية بنسبة 7.8 % في بريدا خلال الموسم الأول. كذلك كان للأب *H. spontaneum* 695 أثر إيجابي في زيادة الغلة الحبية بنسبة 7.7 % على الموقع EBmac603 على الصبغي 7H وذلك في بريدا خلال الموسم الثاني. أما الموقع m47p15232 فقد ارتبط بـ QTL في كل من بريدا وتل حديا خلال الموسم الأول حيث كان الأب ساليناً مسؤولاً عن زيادة في الغلة بنسبة 29.6 و35.3 % في كل من البيئتين على الترتيب. وهذا ما يتوافق مع نتائج الباحثين (Baum, *et al*. 2003; Bezant, *et al*. 1997; Hayes, *et al*. 1993; Pillen, *et al*. 2000; Pillen, *et al*. 2003; Talame, *et al*. 2004; Teulat, *et al*. 2001; Tinker, *et al*. 1996).

أما في صفة وزن الألف حبة فقد أوضحت النتائج وجود 38 موقعاً مسؤولاً عن صفات كمية QTLs توضعت على 15 موقعاً متوزعة على الصبغيات السبعة. فعلى الصبغي 1H ظهر التأثير الإيجابي للأب *H. spontaneum* 695 في مواقع الـ QTLs الستة التي رصدت على هذا الصبغي، إذ لوحظت الـ QTLs على المواقع: m61p41134، Bmag0211 وBmag0718 وتكررت في كل من البيئتين بريدا وتل حديا خلال الموسم الأول وتراوحت نسبة الزيادة في وزن الألف حبة والتي أسهم بها الأب *H. spontaneum* 695 والمفسرة بالـ QTLs ما بين 7.6 و9.6 % كما هو مبين في الجدول (8). أما على الصبغي 2H فقد توزعت المواقع المسؤولة عن صفات كمية الـ QTLs الـ 16 المرصودة على ستة مواقع. إذ ارتبط الموقع m61p41309 بـ QTL ظهر في تل حديا خلال الموسم الأول. بينما ارتبط كلٌ من الموقعين m49p32493 وEBmac684 بـ QTLs اثنين ظهرا خلال الموسم الثاني في كل من بريدا وتل حديا. وارتبط الموقع EBmac415 بثلاثة QTLs ظهر تأثيرها في بريدا خلال الموسم الثاني وفي تل حديا خلال الموسمين الأول والثاني. أما على الموقعين m47p15214 وBmag0125 فقد ظهر تأثير الـ QTLs في بريدا وتل حديا وخلال موسمي الدراسة، مع ملاحظة أن الأب ساليناً كان مسؤولاً عن النسبة في الزيادة الحاصلة في وزن الألف

حبة التي تفسر بالـ QTLs وتراوحت هذه النسبة ما بين 6.2 و35.1 %. كما رصدت ستة QTLs على الصبغي 7H وُجدت على موقعين حيث ظهر تأثير الـ QTL المتوضع على الموقع Bmag0120 في بريدا خلال الموسم الثاني وفي تل حديا خلال موسمي الدراسة، أما الـ QTL على الموقع m60p16146 فقد ظهر تأثيره في بريدا خلال موسمي الدراسة وفي تل حديا خلال الموسم الثاني، كان الأب *H. spontaneum* 695 مسؤولاً عن الزيادة في وزن الألف حبة المفسرة بالـ QTL في كلا الموقعين حيث تراوحت نسبة تلك الزيادة ما بين 7.7 و20.8 %. أما على الصبغي 6H فقد ارتبط الموقع m61p41100 بـ QTL ظهر تأثيره في كل من بريدا وتل حديا خلال الموسم الأول وكان للأب سالينا تأثير إيجابي في زيادة وزن الألف حبة بنسبة 8.3 و3.6 % لكل من البيئتين على الترتيب. كذلك تم الكشف عن QTL واحد على كل من الصبغيات 3H، 4H و5H حيث ارتبط الموقع m47p15327 على 3H بـ QTL ظهر خلال الموسم الثاني في تل حديا، وكان الأب *H. spontaneum* 695 هو المسؤول عن زيادة وزن الألف حبة المفسرة بالـ QTL وذلك بنسبة 6.3 %. أما على الموقع EBmac635 على الصبغي 4H فقد ظهر تأثير الـ QTL خلال الموسم الثاني في بريدا، وأسهم الأب *H. spontaneum* 695 في زيادة وزن الألف حبة بنسبة 8.3 %. أما على الصبغي 5H فقد ارتبط الموقع Bmag0337 خلال الموسم الثاني في بريدا بـ QTL فسرت 6.2 % من الزيادة في وزن الألف حبة وذلك بتأثير الأب سالينا. وتتفق هذه النتائج مع ما ذكره كلٌ من (Backes, *et al*. 1995; Baum, *et al*. 2003; Bezant, *et al*. 1997; Pillen, *et al*. 2000; Talame, *et al*. 2004; Tinker, *et al*. 1996).

وقد رصدت ثلاثة QTLs فقط مرتبطة بقوة النمو المبكر توضعت كلها على الصبغي 3H وذلك على المواقع Bmag0120، Bmag0321 و m59p16297، وكان الأب سالينا هو المسؤول عن تأخر النمو وضعفه بنسبة تراوحت ما بين 4.4 و8.4 %.

كما بينت النتائج وجود ثلاثة عشر QTLs مرتبطة بنمط النمو توزعت على الصبغيات 2H، 4H، 5H و6H. إذ توضعت ستة QTLs على الصبغي 2H على كل من المواقع EHmac684، m47p15214 و m49p32493 حيث ارتبط الموقع الأولً بـ QTL ظهر تأثيره في تل حديا خلال الموسم الأول بينما ظهر تأثير الـ QTLs في تل حديا خلال موسمي الدراسة بالنسبة إلى الموقعين الآخرين، وكان الأب *H. spontaneum* 695 مسؤولاً عن الزيادة في صفة النباتات المفترشة بنسبة تراوحت بين 6.5 و23.8%. أما على الصبغي 4H فقد ظهرت ستة QTLs إذ ارتبط كلٌ من المواقع HvM67، HvMLOE، m59p16264 و m60p16160 بـ QTLs ظهر تأثيرها كلها في تل حديا خلال الموسم الأول وكان الأب *H. spontaneum* 695 مسؤولاً عن زيادة نسبة النباتات المفترشة المفسرة بالـ QTL المرتبط بالموقع m59p16264 وبلغت نسبة تلك الزيادة 9.1 %، بينما كان الأب سالينا مسؤولاً عن زيادة نسبة النباتات المفترشة المفسرة بالـ QTLs المرتبطة بباقي المواقع بنسبة تراوحت بين 5.7 و18.2 %. كما ارتبط الموقع EBmac635 بـ QTL ظهر تأثيره في تل حديا خلال موسمي الزراعة

وكان الأب ساالينا هو المسؤول عن زيادة نسبة النباتات المفترشة المفسرة بالـــ QTLs. كذلك رصد QTL على كل من الصبغي 5H و6H إذ ارتبط الموقع m61p41252 على 5H بموقع مسؤول عن صفة كمية QTL ظهر في تل حديا خلال الموسم الأول في حين ارتبط الموقع Bmag0496 على 6H بـــ QTL ظهر تأثيره في تل حديا خلال الموســم الثاني وأسهم الأب 695 *H. spontaneum* في زيادة نسبة النباتات المفترشة في كــلا الموقعين بنسبة 15.5 و14.4 % على التوالي. وهذا ينسجم مع نتـــائج (Baum, *et al*. 2003; Talame, *et al*. 2004).

أما بالنسبة إلى صفة الرقاد، رصد QTL واحد على كل مــن الــصبغيين 1H و7H فارتبط الموقع m61p41209 على الصبغي 1H بـــ QTL وكان الأب ساالينا مــسؤولاً عن نسبة زيادة صفة الرقاد المفسرة بالـــ QTL التي بلغت 5.2 %، بينمـــا كـــان الأب 695 *H. spontaneum* مسؤولاً عـــن تلـــك الزيـــادة بنـــسبة 2.9 % علـــى الموقـــع EBmac755 الموجود على الصبغي 7H وقد ظهر كلا الـــ QTLs في تل حديا خـــلال الموسم الثاني. ويتوافق ذلك مع (Hayes, *et al*. 1993; Pillen, *et al*. 2000).

كذلك بالنسبة إلى عدد الأيام حتى الإسبال فقد حدد QTL واحد على كل من الصبغيين 2H و7H إذ ارتبط الموقع m49p32493 على الصبغي 2H بـــ QTL ظهر فـــي تـــل حديا خلال الموسم الثاني وكان الأب ساالينا هو المسؤول عن زيادة عـــدد الأيـــام حتـــى الإسبال بنسبة 6.3 %، بينما سبب الأب 695 *H. spontaneum* زيادة في عدد الأيـــام حتى الإسبال بنسبة 11.2 % على الموقع EBmac603 الموجود علـــى الـــصبغي 7H وذلك في تل حديا خلال الموسم الأول. وهذا ما يتوافق مع نتائج الباحثين (Baum, *et al*. 2003; Hayes, *et al*. 1993; Pillen, *et al*. 2000; Pillen, *et al*. 2003; Talame, *et al*. 2004; Teulat, *et al*. 2001; Tinker, *et al*. 1996).

بينت النتائج وجود أربعة QTLs مرتبطة بصفة الضرر الناجم عن الصقيع توضعت كلها على الصبغي 5H وكان الأب ساالينا هو المسؤول عن نسبة زيادة الضرر الناجم عن الصقيع المفسرة من خلال الـــ QTLs وتراوحت هذه النسبة ما بين 9.3 و20.7 % وقد ارتبطت الـــ QTLs بالمواقع:Bmag0337، HvLEU، Bmag0223 وBmag0812.

وبالنسبة إلى صفة عدد الحبوب في السنبلة، ارتبط كلٌ من الموقع GSM027 والموقع EBmac603 الموجودين على الصبغي 7H بـــ QTLs، وكان للأب *H. spontaneum* 695 تأثير إيجابي في زيادة عدد الحبوب في السنبلة حيث بلغت نسبة تلك الزيـــادة 16.4 و11.8 % بالنسبة إلى الموقعين المذكورين على التوالي.

ومن الجدير بالملاحظة هنا أن دراسة المواقع المسؤولة عن الصفات الكميـــة QTLs طبقت على الجيل الأول لنواتج الهجين الثلاثـــي (ســـالينا X *H. spontaneum 695* X زنبقة)، حيث ظهر بوضوح انعزال أعراس كل من سالينا و*H. spontaneum 695* في

حين كانت مشاركة زنبقة متساوية في جميع نواتج الهجين الثلاثي المذكور ومن ثم فإن لا يمكن رصد تأثيره في تحسين الصفات المدروسة هنا.

الاســـتنتاجـــات

مما تقدم يمكن التوصل إلى الاستنتاجات الآتية:

- لم يبدِ زنبقة الأب المحلي للهجين المدروس تفوقاً على أفضل النباتات الهجينة، إلا أنه أسهم في زيادة تركيز الصفة في تلك النباتات.
- تم تحديد 91 QTLs، منها 60 QTLs مسؤولة عن صفات مرغوب فيها وكان الأب 695 *H.spontaneum* مسؤولاً عن 58 % من الـــ QTLs المرتبطـــة بـــصفات مرغوب فيها، مما يؤكد أهمية استخدام الشعير البري لإدخال مورثات جديـــدة مفيـــدة لتربية الشعير كمعط لصفات تأقلم مع ظروف الإجهادات الحادة.
- ضرورة وضع استراتيجية جديدة لتربية الشعير تبعاً للبيئة المدروسة.
- الوصول إلى 25 طرازاً وراثياً انتخبت من النباتات الهجينة المدروسة استناداً إلى أدائها المتفوق بالنسبة إلى الصفات المختبرة خلال موسمي الدراسة، ويـــتم حاليـــاً زراعتهـــا واختبارها بشكل مفصل ضمن ظروف الجفاف لانتخاب الطرز الأكثر تأقلماً منها.
- أهمية استخدام نتائج دراسة المواقع المسؤولة عن صفات كمية QTLs وتحديد المؤشر الجزيئي المرتبط عن قرب بالـــ QTL ذي الأهمية الزراعية، ومـــن ثـــم اســـتخدام الانتخاب بمساعدة المؤشرات الجزيئية Marker-assisted Selection لزيادة كفاءة برامج التربية.
- استخدام الهجن الثلاثية مفيد في برامج التربية كونه يساعد في توسيع القاعدة الوراثية للهجين المدروس، أما من حيث رسم الخرائط الوراثية فإن الهجن الثلاثية لـــم تثبـــت كفاءتها لذا ينصح باستخدام الهجن الثنائية لرسم الخـــرائط الوراثيـــة التـــي ســـمحت بالحصول على خرائط بدقة وكفاءة أعلى.

REFERENCES المراجع

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية- وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي- 2005.

سيد، محمود هيثم. (2001). استخدام مؤشرات من الدنا DNA في انتخاب مورثات المقاومة للأمـــراض في الشعير، جامعة دمشق، كلية الزراعة، أطروحة دكتوراه.

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.

Beckman, J. S., and M. Soller. (1986). Restriction fragment length polymorphisms and genetic improvement of agricultural species. *Euphytica* 35,111–124.

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.

Bolle, H. J. (2003). Climate, climate variability, and impacts in the Mediterranean Area: An overview. p. 5–86. *In*: "Mediterranean climate: Variability and trends" H.J. Bolle (ed.). Springer, Berlin.

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.

Ellis, R.P. (2002). Wild barley as a source of genes for crop improvement. *In:* "Barley science: recent advances from molecular biology to agronomy of yield and quality" G. A. Slafer, J. L. Molin-Cano, R. Savin, J. L. Araus, I. Romagosa (eds.) Haworth, New York, pp 65–83.

FAO. (2005). Statistics of Food and Agriculture Organization. Rome, Italy.

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.

Giles, B. E. (1990). The effects of variation in seed size on growth and reproduction in the wild barley *Hordeum vulgare ssp. spontaneum*. *Heredity* 64,239–250.

Grando, S., R. von Bothmer, and S. Ceccarelli. (2001). Genetic diversity of barley: use of locally adapted germplasm to enhance yield and yield stability of barley in dry areas. *In*: "Broadening the genetic base of crop production" H. D. Cooper, C. Spillane, T. Hodgink (eds.). CABI/FAO/IPRI, pp 351 372.

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.

Gustafsson, M., and L. Claesson. (1988). Resistance to powdery mildew in wild species of barley. *Hereditas* 108,231–237.

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.

Hayes, P.M., B.H. Liu, S.J. Knapp, F. Chen, B. Jones, T. Blake, J. Franckowiak, D. Rasmusson, M. Sorrells, S.E. Ullrich, D. Wesenberg, and A. Kleinhofs (1993). Quantitative trait locus effects and environmental interaction in a sample of North American barley germ plasm. *Theor Appl Genet* 87: 392-401.

Jahoor, A., and G. Fischbeck. (1987). Sources of resistance to powdery mildew in barley lines derived from *Hordeum spontaneum*. *Plant Breed* 99,274–281.

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 quantitive 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.

Landry, B.S., R.V. Kesseli, B. Farrara, and R.W. Michelmore. (1987). A Genetic map of lettece (Lactuca Sativa L.) with restriction fragment length polymorphism, Isozyme, disease resistance and morphological markers. *Genetics* 116,331–337.

Lehmann, L.C., and R. von Bothmer. (1988). *Hordeum spontaneum* and landraces as a gene resource for barley breeding. *In*: "Cereal breeding related to integrated cereal production" M. L. Jorna, L. A. J. Slootmaker (eds.). Pudoc, Wageningen, The Netherlands, pp 190–194.

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. Methuen, London, pp 1-149.

Moseman, J.G., E. Nevo, and D. Zohary.(1983). Resistance of *Hordeum spontaneum* collected to infection with *Erysiphe graminis hordei*. *Crop Sci* 23,1115–1119.

Nevo, E., T. Krugman, and A. Beiles. (1993). Genetic resources for salt tolerance in the wild progenitors of wheat (*Triticum dicoccoides*) and barley (*Hordeum spontaneum*). *Plant Breed* 110,338–341.

Nevo, E. (1992). Origin, evolution, population genetics and resources for breeding of wild barley, *Hordeum spontaneum*, in the Fertile Crescent. *In*: "Barley: genetics, biochemistry, molecular biology and biotechnology" P.R. Shewry (ed.). CAB International, UK, pp 19–43.

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.

Pillen K., A. Zacharias, and J. Léon. (2003). Advanced backcross QTL analysis in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Theor Appl Genet* 107: 340-352.

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., G.C. Machray, and J. Provan. (1996). Polymorphism revealed by simple sequence repeats. *Elsevier Trends Journals* 1(7),215–222.

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 Ivanissevich, K. Maclean, L. Carsdle, J. Fuller, K.j. Edwards, S. Tuvesson, M. Morgante, A. Massari, E. Maestri, N. Marmiroli, 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.

Talame, V., M.C. Sanguineti, E. Chiapparino, H. Bahri, M. Ben Salem, B.P. Forster, R.P. Ellis, S. Rhouma, W. Zoumarou, R. Waugh, and R. Tuberosa. (2004). Identification of *Hordeum spontaneum* QTL alleles improving field performance of barley grown under rainfed conditions. *Ann Appl Biol* 144: 309-319

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.

Turner, N.C. (1982). The role of shoot characteristics in drought resistance of crop plants. *In:* "Drought resistance in crops with emphasis on rice". IRRI, Los Banos, The Philippines, pp 115–134.

Van Oojien J.W., (2004). MapQTL ® 5, Software for the mapping of quantitive 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.

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