

التغيرات الوراثية لبعض الصفات المرتبطة بتحمل شد عجز الماء في الشوفان

مدحت مجيد الساهوكي ناظم يونس مصطفى الخفاجي
أستاذ أستاذ مساعد مدرس مساعد

Mustafa50039@yahoo.com

Nathemalzobey@yahoo.com

قسم المحاصيل الحقلية – كلية الزراعة – جامعة بغداد

المستخلص

لأجل معرفة مدى تحمل بعض أصناف الشوفان لشد عجز الماء وتشخيص أهم الصفات من ذات التغيرات الوراثية العالي المرتبطة بالتحمل، طبقت تجربة حقلية خلال الموسمين الشتويين 2011-2013. كان ذلك في حقل قسم المحاصيل الحقلية/كلية الزراعة/جامعة بغداد. استخدمت ثلاثة أعماق للري هي 5 و 7 و 9 سم، معاملات رئيسية، وثلاثة أصناف من الشوفان هي Hamel و Pimula و Genzania، معاملات ثانوية بتصميم RCBD في الواح متشقة بأربعة مكررات. روي الحقل من الزراعة حتى النضج خمس ريات ليكون مجموع ماء الري 250 و 350 و 450 ملم في الموسم. تفوق الصنف جنزانيا في حاصل الحبوب للسنتين (5.16 طن.ه⁻¹)، وكان الأبر في التزهير (121 يوماً) ومتوسطاً في أيام النضج (151 يوماً). أدى ذلك إلى إعطاء هذا الصنف أعلى معدل لعدد الراسيم (428 راسيم.م⁻²) مع أعلى وزن حبة (30 ملغم) وأعلى عدد حبوب (17800 حبة.م⁻²). ازداد معدل نمو النبات للأصناف مع زيادة عمق الري، فأعطى الري بعمق 5 سم معدل 10.6، فيما أعطى بعمق 9 سم معدل 12.0 غم.م⁻². يميز عمق الري بعمق 7 سم بإعطاء 419 راسيم.م⁻² وعدد حبوب 18500 حبة.م⁻² وحاصل حبوب 5.14 طن.ه⁻¹. أما بالنسبة لتوليفات الأصناف مع عمق الري فقد تفوق الصنف جنزانيا عند الري بعمق 7 سم فأعطى عدد راسيم 464 راسيم.م⁻² وحاصل حبوب 5.67 طن.ه⁻¹. أدت زيادة معدل الري إلى زيادة معدل النمو، فاضطربت علاقة المصدر بالمصب فانخفض دليل الحصاد لزيادة المادة الجافة، إذ أعطى الصنف بمولاً أعلى مادة جافة (18 طن.ه⁻¹) فأقل حاصل الحبوب. أعطى كل ملم ماء معدل 17.6 و 15.0 و 10.5 كغم حبوب.ه⁻¹ لأعماق الري 250 و 350 و 450 ملم، بالتتابع. تميزت صفات عدد الأيام للتزهير والنضج الفسلجي بأعلى نسبة تغاير وراثي إلى البيئي، تلاهما في ذلك دليل الحصاد. كانت نسبة التوريث ($h^2_{b,s}$) للصفات المذكورة أعلى من 87%. كذلك كانت نسب معامل التغيرات المظهري (P.C.V%) والوراثي (G.C.V%) متقاربتين لهذه الصفات. نستنتج من ذلك أن الصفات الأربع المذكورة يمكن اعتمادها للانتخاب وتحسين أداء المحصول لتحمل شد عجز الماء، وأن أمثل كمية ماء في الموسم كانت 350 ملم، وأن الزيادة عنها تؤدي إلى زيادة النمو الخضري على حساب التكاثري.

كلمات مفتاحية: معدل نمو المحصول، التوريث، التغيرات الوراثي/البيئي، P.C.V%، G.C.V%.

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences – 44(5): 553-567, 2013 Elsahookie et al.

GENETIC VARIATION OF SOME TRAITS RELATED TO WATER DEFICIT STRESS
TOLERANCE IN OATS

M. M. Elsahookie
Professor

N. Younis
Assist Prof.

M. Al-Khafajy
Assist. Instructor

Nathemalzobey@yahoo.com

Mustafa50039@yahoo.com

Dept. of Field Crop – College of Agriculture – University of Baghdad

ABSTRACT

To determine the degree of tolerance to water stress deficit of some oats cultivars and to identify best traits of higher genetic variance related, a field experiment was carried out through two consecutive winter seasons in 2011-2013. That was on the farm of Dept. of Field Crops, Coll. of Agric., Univ. of Baghdad. Three depths of irrigation, 5, 7 and 9 cm (main plots), and three cultivars, Hamel, Pimula and Genzania (sub-plots) were used with RCBD in a split-plot arrangement. The experiment plots were watered 5 times from planting till physiological maturity to give seasonal water of 250, 350 and 450 mm. Genzania cv. gave higher grain yield (5.16 t.ha⁻¹) as average of both years, 121 d to flowering and 151 d to maturity. This cultivar gave 428 racemes.m⁻², 30 mg. kernel⁻¹ and higher kernels.m⁻² (17800). Crop growth rate increased with increasing water. The depth of 5 cm gave 10.6 while depth of 9 cm gave 12.0 g.m⁻².d⁻¹. Irrigating the crop with 7 cm gave best results in raceme.m⁻² (419), kernels.m⁻² (18500) and grain yield (5.14 t.ha⁻¹). The best combination of cultivars x irrigation depth was with Genzania cv. when irrigated with 7 cm, it gave 464 racemes.m⁻² and 5.67 t.ha⁻¹ grain yield. Increasing depth of irrigation from 7 to 9 cm disrupted source/sink relationship, so, harvest index decreased for increased total dry matter. Pimula cv. gave higher dry matter (18 t.ha⁻¹) and lower grain yield. Irrigating with 250, 350 and 450 mm gave 17.6, 15.0 and 10.5 kg/ha grains/mm of water, respectively. Days to flowering and physiological maturity were characterized by higher ratio of genetic to environmental variance, and then harvest index and total dry matter. These three traits had 87% or higher $h^2_{b,s}$. However, these traits had similar values of P.C.V% and G.C.V%. It was concluded that these four traits could be used for selection to improve water stress tolerance for this crop, and that water consumptive use of 350 mm.season⁻¹ is the best, and increasing water more than that will increase vegetative growth on the account of reproductive growth.

Key words: crop growth rate, $h^2_{b,s}$, α^2g / α^2e , P.C.V%, G.C.V%.

المقدمة

المختصين في العالم إلى العمل على استنباط أصناف محاصيل أو تشخيص أنواع وأجناس منها تتحمل شد عجز الماء، فضلا عن ضرورة إدارة المحصول والتربة بصورة علمية تضمن حفظ الماء وحسن استخدامه في كل دولة. إن ذلك يتطلب بالدرجة الأولى تشخيص صفات نباتية في المحصول تتميز بتغايراتها الوراثية العالية المرتبطة بتحمل شد عجز الماء، إذ أن ذلك يساعد مربي النبات على انتخاب النباتات التي تمتلك تلك الصفات فيمكن بذلك استنباط الصنف المتحمل مباشرة أو باستخدام التضريب مع أصناف أخرى للجمع بين الصفات المفضلة من الصنفين. لقد تساءل Borrell وآخرون (9) فيما إذا كان تثبيت خاصية دوام الخضرة في الذرة البيضاء لغاية النضج الفسلجي مرتبطة بتحمل شد عجز الماء، ووجدوا أن تلك الصفة مرتبطة بحاصل بذور الصنف بصورة معنوية موجبة ($r=0.75$)، فيما ارتبطت الصفة ذاتها سلبا مع هرم الأوراق ($r=-0.74$). لقد عمل باحثون آخرون (20) على نفس الصفة للتحقق من فائدتها، واكدوا أن النتيجة المذكورة كانت صحيحة، ورشحو بعض QTL المسؤولة عنها. قام عدة باحثين في العالم (2)، 6، 7، 8، 10، 11، 12، 19، 23، 34، 37) بدراسة العديد من الصفات الحقلية لبعض نباتات المحاصيل وتشخيص تغايراتها الوراثية بعلاقتها مع درجة تحمل شد عجز الماء، واكدوا جميعا على النتائج الإيجابية لدور تلك الصفات في تحمل بعض الأصناف لشد عجز الماء، وأن العديد من تلك الصفات يعمل بصورة تكاملية مع بعضها البعض لزيادة درجة التحمل المدروسة، وبذا فقد توجه بعض الباحثين منهم إلى دراسة الحالة الجزيئية المرتبطة بتلك الصفات لأجل تشخيص QTL مسؤولة عنها ثم تشخيص جينات مرشحة لدراسة نقلها إلى الصنف المطلوب. من جانب آخر، عمل بعض الباحثين (28) على اعتماد دلائل (Indices) تستند إلى صفات معينة لاختبارها وتشخيص الصنف المتحمل للشد، وذلك لارتباط تلك الدلائل بحاصل بذور المحصول الذي يعد الصفة الأولى لمقياس تحمل الصنف للشد. كان هدف هذا البحث تسليط الضوء على بعض الصفات الحقلية لنباتات أصناف من الشوفان (*Avena sativa L.*) المرتبطة بتحمل شد عجز الماء بتشخيص تغايراتها الوراثية للاستفادة منها في برامج التربية وكذلك لتشخيص الصنف المتحمل

تعد التربية لمحاصيل تتحمل الشد اللاحيوي من بين أصعب ما يواجه مربي النبات في العالم، وذلك لارتباط آلية التحمل بمجموعات كبيرة من الجينات الثانوية التأثير (16). لقد دفع ذلك بعض الباحثين اللجوء إلى تشخيص مواقع الصفات الكمية (QTL) على كروموسومات نبات المحصول وتحديد دور كل منها في معايير النمو والتحمل وكما هو الحال في دراسة علاقة دوام الخضرة (Stay-green) في أوراق الذرة البيضاء (*Sorghum bicolor L.*) التي قام بها Harris وآخرون (20) والتي اوضحوا فيها أن تلك الصفة مرتبطة إيجابيا بتحمل شد الجفاف عن طريق تأخير شيخوخة الأوراق. إن مشكلة شحة المياه والملوحة في العالم متلازمتان وفي مساحات شاسعة في العالم. تزداد وطأة هذا التلازم بين المشكلتين تحت ظروف المناخ الحار مع وجود أملاح في ماء الري، إذ يزداد التبخر، فيزداد تملح التربة. إن الماء هو أحد خمسة عوامل تضمن الحياة على كوكب الأرض بعد الطاقة والهواء والمعادن والكلوروفيل. تقدر المساحة الاروائية في العالم بحدود 15% من الأرض الزراعية، وتنتج معدل 35% من مجموع الغذاء العالمي، وتمثل تلك النسبة 263 مليون هكتار اروائية، مقابل 1753 مليون هكتار لمجموع المساحات المزروعة في العالم (18). أما عن مقدار الماء المتوفر على كوكب الأرض، فإن بعض المختصين (24) يقدره بحدود 475 مليون كم³، وأن هذه الكمية الصالحة لاستخدامات الإنسان في الزراعة والصناعة وغيرها هي بحدود 0.02% من مجموع أشكال المياه على هذا الكوكب (26). تستهلك النباتات كمية ماء خلال حياتها ما يعادل عدة أضعاف وزنها، فلقد ذكر Yeo وآخرون (42) أن نبات الرز (*Oryza sativa L.*) يمكن أن ينتج ماء في ساعة واحدة ما يعادل وزنه 1000% في يوم مشمس!! وبمقارنة ذلك مع احتياج الإنسان والحيوان اليومي من الماء فإنه بحدود 2-3% من وزنه فقط. استنادا لذلك، فإن التقديرات العالمية حول استخدام الماء تشير إلى أن ما نسبته 85% من مجموع الماء المستهلك يذهب إلى استخدام الزراعة (24)، وأن حصة الإنسان السنوية من الماء في العالم هي بمعدل 1700 م³، مما يجعل إنتاج طن واحد من المادة النباتية الجافة يحتاج ما بين 600-1200 طن من الماء. إن ذلك قد دفع الباحثين

المطلوبة على النباتات وهي قائمة في الحقل فيما يتعلق بارتفاع النبات من سطح الأرض لغاية قاعدة ورقة العلم. فيما اخذت صفات الحاصل ومكوناته على العينات المحصودة بعد جفافها هوائياً وكما تظهر في جداول النتائج لاحقاً. رتبنا البيانات في جدول مناسبة وحللت احصائياً بحسب التصميم المستخدم. حللت البيانات مرة ثانية لمعرفة التغيرات الوراثية والبيئية وقيم h^2_{bs} ونسب التباير المظهري (P.C.V%) والوراثي (G.C.V%) بحسب ما اورده بعض الباحثين (1)، (29، 38). رتبنا نتائج التحليل في جداول مناسبة ونوقشت بحسب الصفات المدروسة.

النتائج والمناقشة

ارتفاع النبات

اختلفت الأصناف فيما بينها في ارتفاع النبات (جدول 1) وكان معدل الارتفاع فيها بين 128.7-132.5 سم، وهذا يشبه ما توصل إليه باحثون آخرون (2، 15). أما بالنسبة لعمق الري فلم يؤثر معنوياً في هذه الصفة للصنفين بمولا وجنزانيا، إلا أن الصنف هامل شذ عنهما فانخفض ارتفاع النبات لما ازداد عمق الري من 5 إلى 7 إلى 9 سم.

جدول 1. معدل ارتفاع النبات (سم) لأصناف الشوفان

المروية بثلاثة أعماق ري (خمس ريات للموسم)

2012-2011				
المتوسط	عمق الري (سم)			الأصناف
	9	7	5	
131.7	128.8	135.2	131.0	هامل
132.5	134.8	134.5	128.2	بمولا
128.8	131.8	127.5	127.0	جنزانيا
1.7			4.2	أ.ف.م. 5%
	131.8	132.4	128.7	المتوسط
			غ.م.	أ.ف.م. 5%
2013-2012				
المتوسط	عمق الري (سم)			الأصناف
	9	7	5	
126.7	126.0	128.8	125.3	هامل
137.5	137.8	138.5	136.3	بمولا
134.3	137.3	139.5	126.3	جنزانيا
2.6			5.1	أ.ف.م. 5%
	133.7	135.6	129.3	المتوسط
			4.1	أ.ف.م. 5%

أكثر لشد عجز الماء، مع تقدير نسبة التوريث للصفات ونسبة التباير المظهري والوراثي لها بزرعة الأصناف تحت ثلاثة أعماق للري هي 5 و 7 و 9 سم بمعدل خمس ريات في الموسم، لتعطي بذلك مجموع ري في الموسم 250 و 350 و 450 ملم، بالتتابع.

المواد والطرائق

حضرت قطعة أرض من حراثة وتنعيم في حقل قسم المحاصيل الحقلية-كلية الزراعة-جامعة بغداد، وقسمت إلى ألواح 2×3.6 م. اضيفت الأسمدة الكيماوية بمعدل 60 كغم N-هـ¹ و 100 كغم هـ¹ من سوبر فوسفات الثلاثي (15)، وخط السماد بالخرماشة، ثم خطت الألواح على مسافة 30 سم. زرعت بذور ثلاثة أصناف من الشوفان Hamel (هامل) و Pimula (بمولا) و Genzania (جنزانيا) بكمية بذار 100 كغم هـ¹ خلال النصف الأول من كانون الأول خلال المدة 2011-2013. استخدمت أعماق الري 5 و 7 و 9 سم ألواحاً رئيسية والأصناف الثلاثة ألواحاً ثانوية في تجربة بتصميم القوالب الكاملة المعشاة بترتيب الألواح المنشقة بأربعة مكررات. تضمنت الوحدة التجريبية 12 خطاً اخذت منها مساحة متر مربع عند النضج لدراسة الحاصل والصفات المرتبطة به. رويت الألواح خمس مرات في الموسم بضمنها رية الزراعة، وذلك رية واحدة لكل من مرحلة الاستطالة وبداية التزهير واكتمال التزهير والطور العجيني. نالت المعاملات تبعاً لذلك مجموع ري في الموسم بمعدل 250 و 350 و 450 ملم بحسب الأعماق 5 و 7 و 9 سم، بالتتابع. تم التحكم بكمية الماء بحساب عدد الأنتار لكل لوح من ضرب عمق الري ومساحة اللوح وتم ذلك بقياسه بأوعية حجمية. لقد ذكر Hobbs و Krogman (21) أن الشوفان والحنطة متشابهين في الاحتياج المائي، فيما ذكر Murthy (32) أن احتياج الحنطة من الماء هو بين 400-650 ملم في الموسم، وبذا تم تحديد مجموع الري في هذا البحث بمعدلين أقل من 400 ملم ومعدل ري واحد أكثر من 400 ملم لدراسة طبيعة تحمل أصناف الشوفان قيد البحث لشد عجز الماء. هطلت أمطار خلال نمو المحصول بمعدل 20 ملم بعد رية الزراعة ثم 40 ملم بعدها بشهر في عام 2012، فيما كانت بمعدل 67 ملم بعد أسبوع من الري الأولى لعام 2012 (السنة الثانية) ثم بمعدل 60 ملم خلال كانون الثاني 2013. اخذت القراءات

بمولا كان هو الأكثر تأخراً في التزهير تلاه الصنف هامل، فيما كان الصنف جنزانيا هو الأكبر.

جدول 2. عدد الأيام للتزهير لأصناف الشوفان المروية بثلاثة أعماق ري (خمس ريات للموسم)

2012-2011				
المتوسط	عمق الري (سم)			الأصناف
	9	7	5	
123.8	125.3	122.5	123.5	هامل
129.4	129.5	129.8	129.0	بمولا
120.6	120.5	120.5	120.7	جنزانيا
0.8			2.0	أ.ف.م. 5%
	125.1	124.3	124.4	المتوسط
			غ.م	أ.ف.م. 5%
2013-2012				
المتوسط	عمق الري (سم)			الأصناف
	9	7	5	
125.0	126.0	125.5	123.5	هامل
125.0	125.8	125.0	124.3	بمولا
121.0	121.3	121.0	120.8	جنزانيا
0.8			2.1	أ.ف.م. 5%
	124.3	123.8	122.8	المتوسط
			غ.م	أ.ف.م. 5%

عدد الأيام للنضج الفسلجي

لاحظنا في الجدولين 1 و 2 أن عمق الري لم يؤثر في أي من ارتفاع النبات والمدة اللازمة للتزهير، كذلك لم يؤثر عمق الري في المدة اللازمة للنضج الفسلجي (جدول 3). ترتبط المدة اللازمة للتزهير والنضج الفسلجي بآلية التزهير في صنف النوع، وهما من الصفات المحكومة بجينات يتضح أنها غير خاضعة لتأثير بعض عوامل الشد (13). أما بالنسبة للأصناف، فقد تميز الصنف بمولا بأطول مدة للنضج الفسلجي بالمقارنة مع الصنفين الآخرين اللذين لم يختلفا في هذه الصفة. أما التداخل فلم يكن معنوياً مؤكداً بذلك الاستجابة المتماثلة للأصناف في هذه الصفة بالنسبة إلى عمق الري، الأمر الذي يوحي أن هذه الصفة هي من الصفات الملازمة للصنف. أما بيانات السنة الثانية فقد كانت مماثلة في الاستجابة لعمق الري كما في السنة الأولى، إذ أن عمق الري لم يؤثر في عدد الأيام اللازمة للنضج الفسلجي للأصناف، وكذلك لم يكن التداخل معنوياً كما حدث في المدة

إن ذلك يعود لاستجابة نباتات هذا الصنف إلى ماء الري فإزداد معدل نمو النبات كما سنرى ذلك لاحقاً، فإزدادت تفرعاته وبالتالي إزداد حاصل المادة الجافة في وحدة المساحة على حساب حاصل الحبوب (الجدول 7-9). أما بالنسبة للتداخل بين الأصناف وأعماق الري، فقد كان معنوياً بسبب اختلاف استجابة الأصناف في ارتفاع النبات بتأثير عمق الري. تماثل ارتفاع النبات للصنف بمولا عند العمقين 7 و 9 سم، فيما تماثل للصنف جنزانيا بين العمقين 5 و 7 سم، وتفوق عمق الري 7 سم للصنف هامل بإعطائه أعلى ارتفاع (135.2 سم). كانت بيانات السنة الثانية مماثلة للسنة الأولى في تأثير الأصناف والتداخل غير أن عمق الري 7 سم في السنة الثانية أعطى أعلى ارتفاع للنبات من مثيله في عمق الري 5 سم، ولم يختلف عنه لعمق الري 9 سم، على أن تلك الزيادة وإن كانت معنوية غير أنها لم تكن بذلك الفرق الكبير.

عدد الأيام للتزهير

إذا طالت مدة الطور الخضري على حساب الطور التكاثري فإن ذلك يؤدي إلى زيادة المادة الجافة للنبات وقلة حاصل الحبوب لانخفاض دليل الحصاد. أما إذا ابكرت نباتات الصنف فإن ذلك يؤدي إلى قلة حاصل المادة الجافة وكذلك حاصل الحبوب، لأن حاصل أي منهما يستند إلى معدل النمو وعدد الأيام، وبذا فإن الحالة المثلى المطلوبة للصنف الأفضل هي أن يحتل الطور التكاثري أياماً كافية للوصول إلى الطور التكاثري بما يكفي لإنتاج حاصل حبوب أعلى. لم تؤثر أعماق الري في المدة اللازمة لتزهير نباتات الأصناف (جدول 2)، غير أن الأصناف قد اختلفت فيما بينها وكانت المدة من الري الأولى للتزهير واقعة بين 120.5-129.4 يوماً. أما التداخل بين الأصناف وعمق الري فكان معنوياً مشيراً بذلك إلى اختلاف استجابة الأصناف لعمق الري. تميز الصنف هامل باستجابته لعمق الري، إذ إزدادت المدة اللازمة للتزهير مع زيادة عمق الري فيما لم يتأثر الصنفان الأخران. إن عدم تأثر المدة اللازمة للتزهير لهذه الأصناف بعمق الري يشير إلى أن هذه الصفة ملازمة للصنف، وأن الفعل الجيني فيها أقوى من أن يتأثر بشد عجز الماء. تماثلت الأيام اللازمة للتزهير في السنة الثانية مع مثيلتها للسنة الأولى بدرجة كبيرة، الأمر الذي يشير إلى أن هذه الصفة هي ملازمة للصنف، وأنها قليلة التأثير بعمق الري، إذ أن الصنف

الصف بمولا عند الري بعمق 7 سم على كل من العمقين 5 و 9 سم اللذين لم يختلفا في معدل النمو فيما بينهما. أن معدل نمو الحبة بشكل عام يتناسب مع معدل وزن الحبة أو البذرة للصف، فمثلا في بذرة كبيرة لمحصول مثل الباقلاء (*Vicia faba L.*) يكون معدل نمو البذرة فيها أعلى مما في بذرة الحنطة (14). إن ذلك مرتبط بمدى امتلاء البذرة، فمثلا قد تطول مدة الامتلاء في بذرة مثل فستق الحقل (*Arachis hypogaea L.*) إلى 43 يوما، فيما تقصر لتصبح بمدى 8 أيام فقط كما هو الحال في بذرة اللوبيا (*Vigna unguiculata L.*). أما في السنة الثانية فإن الفرق الوحيد عما في السنة الأولى هو ظهور فرق معنوي في معدل نمو الحبة بتأثير عمق الري، غير أن معدل النمو كان يزداد عند عمق الري 5 و 7 و 9 سم كما في السنة الأولى، ولكن من دون فرق معنوي بينها في السنة الثانية. بشكل عام، يمكن القول أن معدل نمو الحبة هو مثل أيام التزهير والنضج، من الصفات الملازمة للصف والقليلة التأثير بعوامل شد الماء.

جدول 4. معدل نمو الحبة (ملغم.يوم⁻¹) لأصناف الشوفان المروية بثلاثة أعماق ري (خمس ريات للموسم)

2012-2011				
المتوسط	عمق الري (سم)			الأصناف
	9	7	5	
1.09	1.17	1.02	1.09	هامل
1.00	0.97	1.09	0.94	بمولا
1.03	1.16	0.94	0.99	جنزانيا
0.05			0.08	أ.ف.م. 5%
	1.10	1.02	1.00	المتوسط
			0.05	أ.ف.م. 5%
2013-2012				
المتوسط	عمق الري (سم)			الأصناف
	9	7	5	
1.38	1.38	1.44	1.32	هامل
0.97	1.03	0.95	0.92	بمولا
1.08	1.13	1.04	1.09	جنزانيا
0.07			0.13	أ.ف.م. 5%
	1.18	1.14	1.11	المتوسط
			غ.م	أ.ف.م. 5%

مدة امتلاء الحبة

يحدد كل من مدة نمو الحبة ومعدل نموها الوزن النهائي لها، إذ أنه يمكن استخراج مدة نمو الحبة بالأيام من قسمة وزن

اللازمة للتزهير (جدول 2). كان الصف بمولا هو المتأخر في النضج الفسلجي على الصنفين الآخرين غير أن الصف جنزانيا تأخر عن الصف هامل في السنة الثانية بصورة معنوية. إن هذه الصفة كانت مماثلة لعدد أيام التزهير في كونها ملازمة للصف.

جدول 3. عدد الأيام للنضج الفسلجي لأصناف الشوفان المروية بثلاثة أعماق ري (خمس ريات للموسم)

2012-2011				
المتوسط	عمق الري (سم)			الأصناف
	9	7	5	
149.1	149.5	149.3	148.5	هامل
156.5	157.5	155.3	156.8	بمولا
150.0	149.0	151.3	149.7	جنزانيا
1.2			غ.م	أ.ف.م. 5%
	152.0	152.0	151.7	المتوسط
			غ.م	أ.ف.م. 5%
2013-2012				
المتوسط	عمق الري (سم)			الأصناف
	9	7	5	
146.3	147.0	147.0	145.0	هامل
156.8	157.0	157.5	156.0	بمولا
148.8	148.3	149.8	148.3	جنزانيا
1.0			غ.م	أ.ف.م. 5%
	150.8	151.4	149.8	المتوسط
			غ.م	أ.ف.م. 5%

معدل نمو الحبة

إذا كان معدل نمو الحبة في الصف مماثلا لما في الصف الآخر، وكلاهما ينضج بنفس عدد الأيام لامتلاء الحبة فإن وزن الحبة للصنفين سيكون متماثلا، فإذا ازداد أحد الصنفين على الآخر في عدد الحبوب لوحدة المساحة فإنه سوف يتفوق في حاصل الحبوب. إن وزن الحبة هو حالة مبرمجة وراثيا بدرجة عالية مرتبطة بالصف، ولا بد أن تكون ممثلة له حتى ولو كان النبات ناميا تحت ظرف معين من الشد. اختلف معدل نمو الحبة باختلاف عمق الري والأصناف (جدول 4). أعطى الصف هامل أعلى وزن للحبة يليه جنزانيا، فيما كان الصف بمولا هو الأوطأ. تماثل معدل نمو الحبة عند عمق الري 5 و 7 سم، فيما كان الأعلى عند العمق 9 سم. كان التداخل معنويا لهذه الصفة، إذ أن معدل نمو الحبة قد ازداد في الصنفين هامل و جنزانيا عند زيادة عمق الري من 7 إلى 9 سم، فيما تفوق معدل نمو الحبة في

وزن الحبة

إن وزن الحبة صفة عالية التوارث (3) بالمقارنة مع بقية مكونات الحاصل أو الصفات الكمية الأخرى في النبات، ذلك أن وزن الحبة هو آخر ما يتكون في النبات، والمنافسة تكون بين البذور المتشكلة فقط وليس مع بقية أعضاء النبات الخضرية، وبذا فإن وزن الحبة هو مثل معدل نموها، وكلاهما صفتان ملازمتان للصفة، قد تتأثران ولكن بقلّة، ببعض عوامل الشد. اختلف وزن الحبة لأصناف الشوفان باختلاف عمق الريّة والأصناف (جدول 6). كان أثقل وزن للحبة عند عمق الريّة 9 سم، فيما كان أثقل حبة للصفة جنزانيا، وأن عامل الصنف في وزن الحبة كان أكبر من تأثير عمق الريّة. هذا ولم يكن التداخل معنويًا في هذه الصفة مشيرًا ذلك إلى تماثل الأصناف في استجابتها لعمق الريّة.

جدول 6. معدل وزن الحبة (ملغم) لأصناف الشوفان المروية بثلاثة أعماق ري (خمس ريات للموسم)

2012-2011				
الأصناف	عمق الريّة (سم)			المتوسط
	9	7	5	
هامل	27.1	27.3	28.4	27.6
بمولا	25.9	27.7	27.2	26.9
جنزانيا	28.5	28.8	30.9	29.4
أ.ف.م. 5%	غ.م			1.1
المتوسط	27.2	27.9	28.8	
أ.ف.م. 5%	1.0			
2013-2012				
الأصناف	عمق الريّة (سم)			المتوسط
	9	7	5	
هامل	28.2	30.9	28.9	29.3
بمولا	29.1	30.9	30.7	30.2
جنزانيا	29.7	29.6	30.4	29.9
أ.ف.م. 5%	1.6			غ.م
المتوسط	29.0	30.5	30.0	
أ.ف.م. 5%	1.2			

هذا ونلاحظ من بيانات السنة الثانية أن الفروق في معدل وزن الحبة بين الأصناف لم يكن معنويًا، علما أن الفروق التي كانت معنوية في السنة الأولى (بين الأصناف) لم تكن كبيرة. كذلك نلاحظ معنوية التداخل في السنة الثانية وذلك لعدم تأثر الصنفين بمولا و جنزانيا بعمق الريّة فيما اعطى الصنف بمولا أعلى وزن للحبة عند العمق 7 سم، علما أن تلك الفروق لم تكن عالية. إن وزن الحبة هو نتيجة لفعل أيام

الحبة على معدل نموها، وبالعكس كذلك، يمكن استخراج معدل نمو الحبة من قسمة وزن الحبة على عدد أيام مدة نموها. تختلف الأصناف والأنواع والأجناس في معدل نمو بذورها تبعا لبرنامج وراثي فيها. اختلفت أصناف الشوفان في مدة نموها (جدول 5)، فكانت أقصر مدة في الصنف هامل، فيما كانت أطولها في الصنف جنزانيا، ولم يؤثر عمق الريّة في هذه الصفة. كان التداخل معنويًا بسبب اختلاف الأصناف في الاستجابة لعمق الريّة. كانت أطول مدة لامتلاء الحبة في الصنف هامل عند العمق 7 سم فيما كانت الأطول للصفة بمولا عند العمق 9 سم. استنادا لذلك فإن الاختلاف بين الأصناف في مدة امتلاء الحبة كان أكبر وأوضح مما هو عليه بتأثير عمق الريّة، الأمر الذي يشير إلى أن هذه الصفة ملازمة للصفة شأنها بذلك شأن وزن الحبة. يمكن القول أن زيادة المدة اللازمة لامتلاء الحبة تعطي النبات فرصة أفضل لإكمال برنامج امتلاء الحبة بالمقارنة مع صنف مدة امتلاء حبته أقصر فربما يعاني من شد عجز الماء أكثر. تماثلت قيم مدة امتلاء الحبة في السنة الثانية لمثيلاتها في السنة الأولى ومن دون تأثير لعمق الريّة فيها. إن ذلك يوضح أن هذه الصفة هي الأخرى قليلة التأثير جدا بعامل شد عجز الماء، الأمر الذي يجعلها صفة ملازمة للصفة.

جدول 5. أيام مدة امتلاء الحبة لأصناف الشوفان المروية بثلاثة أعماق ري (خمس ريات للموسم)

2012-2011				
الأصناف	عمق الريّة (سم)			المتوسط
	9	7	5	
هامل	25.0	26.8	24.3	25.4
بمولا	27.8	25.5	28.0	27.1
جنزانيا	29.0	30.8	26.8	28.9
أ.ف.م. 5%	1.7			1.0
المتوسط	27.3	27.7	26.4	
أ.ف.م. 5%	غ.م			
2013-2012				
الأصناف	عمق الريّة (سم)			المتوسط
	9	7	5	
هامل	21.5	21.5	21.0	21.3
بمولا	31.8	32.5	29.8	31.3
جنزانيا	27.5	28.8	27.0	27.8
أ.ف.م. 5%	2.4			1.2
المتوسط	26.9	27.6	25.9	
أ.ف.م. 5%	غ.م			

وتأثرها العالي بعوامل النمو. نلاحظ كذلك أن الصنفين هامل وجنزانيا قد تماثلا في معدل نمو النبات في السنتين. لقد كان من الأجدد دراسة معدل نمو النبات في مرحلتين، الأولى من الريّة الأولى لغاية التزهير، والثانية من التزهير إلى النضج الفسلجي، إذ أن المرحلة الأولى ستكون معيارا لنمو الطور الخضري، فيما تكون الثانية معيارا لنمو الطور التكاثري بالدرجة الرئيسية مع نسبة قد تكون محدودة من النمو الخضري ترافقه، وبحسب طبيعة نمو الصنف.

ساق م.²⁻

إن مقدرة نبات الصنف البذري على إعطاء أعلى عدد من السوق الفعالة في وحدة المساحة تجعله يتفوق في حاصل الحبوب إذا كان معدل عدد حبوب النبات مماثلا للأصناف الأخرى، غير أن مقدرة نبات الصنف على التفرع قد تكون مرتبطة بمقدرته على إنتاج مادة جافة، فيكون الصنف بذلك علفيا أكثر مما يكون لإنتاج الحبوب. يلاحظ من بيانات جدول 8 أن الأصناف قد تماثلت في عدد السوق في وحدة المساحة، فيما أعطى عمق الريّة الأوطأ (5 سم) أقل عدد سوق في وحدة المساحة، وكان التداخل معنويا. أعطى الصنف هامل عدد سوق متماثل عند أعماق الريّة فيما انخفض هذا العدد عند العمق 5 سم للصنفين بمولا وجنزانيا.

جدول 8. عدد السوق م.²⁻ لأصناف الشوفان المروية بثلاثة

أعماق ري (خمس ريات للموسم)

2012-2011				
المتوسط	عمق الريّة (سم)			الأصناف
	9	7	5	
490	491	480	498	هامل
492	530	568	378	بمولا
514	541	514	486	جنزانيا
غ.م			44	أ.ف.م. 5%
	521	521	454	المتوسط
			31	أ.ف.م. 5%
2013-2012				
المتوسط	عمق الريّة (سم)			الأصناف
	9	7	5	
486	496	479	484	هامل
486	530	563	365	بمولا
501	525	509	470	جنزانيا
غ.م			33	أ.ف.م. 5%
	517	517	434	المتوسط
			25	أ.ف.م. 5%

التزهير والنضج الفسلجي ومعدل نمو الحبة، وبذلك فإن هذه الصفات الأربع تبقى من الصفات الملازمة للصنف.

معدل نمو النبات

اختلف معدل نمو النبات لأصناف الشوفان بتأثير عمق الريّة والأصناف، وكان التداخل معنويا كذلك (جدول 7). أعطى عمق الريّة الأوطأ (5 سم) معدل نمو أقل من العمقين الأعلى، فيما كان أعلى معدل نمو عند العمق 7 سم، ليكون هو الأمثل لهذا المحصول. مع ذلك نجد أن الصنف بمولا استمر في الاستجابة لعمق الريّة ليكون الأعلى عند العمق 9 سم، غير أن ذلك لا يعني بالضرورة زيادة حاصل البذور دائما لكافة الأصناف، إذ يمكن أن تتحفز نباتات الصنف بزيادة عمق الريّة فيزداد النمو الخضري على حساب التكاثري وكما حدث مع الصنف بمولا في زيادة المادة الجافة (جدول 9) وقلة حاصل الحبوب (جدول 13).

جدول 7. معدل نمو النبات (غم.م.²⁻ يوم.¹⁻) لأصناف

الشوفان المروية بثلاثة أعماق ري (خمس ريات للموسم)

2012-2011				
المتوسط	عمق الريّة (سم)			الأصناف
	9	7	5	
11.7	12.2	12.8	10.0	هامل
12.1	14.2	12.9	9.3	بمولا
11.8	11.2	12.9	11.2	جنزانيا
0.1			0.2	أ.ف.م. 5%
	12.5	12.9	10.2	المتوسط
			0.1	أ.ف.م. 5%
2013-2012				
المتوسط	عمق الريّة (سم)			الأصناف
	9	7	5	
11.4	12.1	10.9	11.2	هامل
10.4	10.8	9.8	10.7	بمولا
11.3	11.5	11.3	11.2	جنزانيا
0.4			0.6	أ.ف.م. 5%
	11.5	10.7	11.0	المتوسط
			0.2	أ.ف.م. 5%

أعطت بيانات السنة الثانية قيما مماثلة في الاستجابة لعاملي البحث، إذ كانت الأصناف وأعماق الريّة والتداخل بينهما كلها معنوية، غير أن الصنف بمولا كان هو الأعلى في معدل نمو النبات في السنة الأولى متفوقا على الصنفين الآخرين، فيما تفوق الصنفان الأخران (هامل وجنزانيا) عليه في السنة الثانية. قد يعود ذلك إلى طبيعة نمو عدد الأفرع الثانوية

سوف يعطي حاصل الحبوب الأمتل والذي يماثل حاصل الحبوب عند عمق الريه 9 سم. جدول 9. عدد الراسيم م⁻² لأصناف الشوفان المروية بثلاثة أعماق ري (خمس ريات للموسم)

2012-2011				
المتوسط	عمق الريه (سم)			الأصناف
	9	7	5	
367	364	387	349	هامل
385	426	404	326	بمولا
438	463	476	374	جنزانيا
21			37	أ.ف.م 5%
	418	422	350	المتوسط
			22	أ.ف.م 5%
2013-2012				
المتوسط	عمق الريه (سم)			الأصناف
	9	7	5	
362	357	385	346	هامل
389	417	414	335	بمولا
418	439	452	364	جنزانيا
17			26	أ.ف.م 5%
	404	417	348	المتوسط
			11	أ.ف.م 5%

المادة الجافة

ينتج وزن المادة الجافة من حاصل ضرب معدل نمو النبات × عدد الأيام اللازمة للنضج الفسلجي. اوضحت بيانات جدول 7 أن أعلى معدل لنمو النبات كان مع الصنف بمولا، فيما كان أعلى معدل للنمو عند عمق الريه 7 سم، وبذا فقد اعطى الصنف المذكور أعلى مادة جافة (جدول 10). اختلفت الأصناف في استجابتها لعمق الريه، فبعضها اعطى أعلى قيمة عند عمق الريه 7 سم والبعض الآخر عند العمق 9 سم، الأمر الذي سبب معنوية التداخل. أما بالنسبة لعمق الريه، فقد تماثلت قيم العمقين 7 و9 سم وتوقنا على مثيلتها للعمق 5 سم. إن مقدرة الصنف على التحول من الطور الخضري إلى التكاثري بصورة أسرع من الآخر من دون تكبير في النضج أو انخفاض في معدل النمو قد تساعده في إنتاجية أعلى من حاصل الحبوب في وحدة المساحة. اعطت بيانات السنة الثانية اختلافا عن السنة الأولى في عدم اختلاف الأصناف في هذه الصفة. لقد تفوق الصنف بمولا في حاصل المادة الجافة في السنة الأولى على الصنفين الآخرين، لكنه تماثل معهما في السنة الثانية. إن ذلك يعود

إن سلوك هذه الأصناف في هذه الصفة مع عمق الريه يماثل ما حدث مع معدل نمو النبات (جدول 7)، إذ تماثل عدد السوق في وحدة المساحة للعمقين 7 و9 سم وانخفض عند العمق 5 سم، وكذلك كان معدل نمو النبات، الأمر الذي جعل مجموع المادة الجافة في وحدة المساحة يسلك سلوكا متماثلا (جدول 9). اعطت السنة الثانية بيانات مماثلة لما في السنة الأولى في هذه الصفة، وكانت معدلات الأصناف والأعماق متماثلة الأرقام، إذ أنه على الرغم من أن الصنف جنزانيا اعطى رقما أعلى من الصنفين الآخرين، لكن الفرق لم يكن معنويا، وقد حافظ على هذه الميزة في السنتين، مع تماثل الصنفين هامل وبمولا في عدد السوق لوحدة المساحة في السنتين. كذلك فقد اعطى العمق 7 سم للريه مثلما اعطى العمق 9 سم، الأمر الذي يجعلنا نختار العمق 7 سم إذا سارت هذه الاستجابة مع بقية معايير الحاصل والحاصل، وكما سنرى ذلك في البيانات اللاحقة. عدد الراسيم م⁻²

إذا كانت مقدرة الصنف الوراثية عالية، فإن عدد الراسيم في وحدة المساحة يقترب من عدد السوق في تلك المساحة، أما الصنف الأضعف فيعطي عدد راسيم أقل من عدد السوق. توضح بيانات جدول 9 أن الأصناف قد اختلفت في هذه الصفة، وكذلك عمق الريه، وكان التداخل معنويا. تميز العمقان 7 و9 سم بأعلى عدد للراسيم متفوقتين بذلك على العمق 5 سم. فيما تميز الصنف جنزانيا على الصنفين الآخرين. كان الصنف الوحيد الذي لم يتأثر بعمق الريه الصنف هامل، إذ اعطى قيمة متماثلة تحت أعماق الريه الثلاثة، فيما استجاب الصنفان الآخران لعمق الريه 7 و9 سم، غير أن عدد الراسيم في وحدة المساحة لم يختلف للأصناف بين العمقين 7 و9 سم، سواء في السنة الأولى أو الثانية، إذ كانت بياناتها مماثلة لما في السنة الأولى. إن أهم ما يلاحظ من بيانات السنتين أن الصنف جنزانيا قد تفوق على الصنفين الآخرين، وأن الري بعمق 7 سم طيلة الموسم اعطى قيمة أفضل مما عند الري بعمق 5 سم، ولم يختلف عما في عمق الريه 9 سم. إن ذلك يطابق ما حدث مع عدد السوق في وحدة المساحة (جدول 8)، فإذا لم يتأثر عدد حبوب الراسيم بدرجة كبيرة بعمق الريه، فإن العمق 7 سم

أنه في السنة الأولى تفوق الصنف هامل على الصنفين الآخرين اللذين لم يختلفا عن بعضهما، فيما تفوق الصنف هامل في السنة الثانية كذلك غير أن الصنف جنزانيا قد تفوق في السنة الثانية على الصنف بمولا، ولم نجد سببا لاختلاف هذه الاستجابة. من بين الأمور الهامة التي تحتاج إلى تفسير في هذه البيانات هو أن العمق 5 سم للري قد اعطى أعلى عدد حبوب للراسيم في السنتين بالمقارنة مع عمق الري 9 سم، وأنه تماثل مع العمق 7 سم، فلو كان العكس قد حصل، لقلنا أن شد عجز الماء كان هو السبب في ضعف تشكل الحبوب، غير أن العكس هو الذي قد حصل. ربما يعود ذلك إلى عمق الري 5 سم قد أدى إلى خفض عدد السوق والراسيم في وحدة المساحة (الجدولان 8 و9) الأمر الذي اعطى فرصة أفضل لعدد حبوب الراسيم لأن تزداد في هذه المعاملة بسبب قلة المنافسة بين السوق والراسيم على المواد المصنعة.

جدول 11. عدد الحبوب. راسيم¹ لأصناف الشوفان المروية بثلاثة أعماق ري (خمس ريات للموسم)

2012-2011				
المتوسط	عمق الري (سم)			الأصناف
	9	7	5	
50	46	54	49	هامل
42	42	39	44	بمولا
43	34	43	52	جنزانيا
3			6	أ.ف.م 5%
	41	45	48	المتوسط
			4	أ.ف.م 5%
2013-2012				
المتوسط	عمق الري (سم)			الأصناف
	9	7	5	
47	46	50	46	هامل
36	37	34	38	بمولا
41	35	41	48	جنزانيا
2			5	أ.ف.م 5%
	39	42	44	المتوسط
			4	أ.ف.م 5%

عدد الحبوب. م²

إذا تفوقت معاملة أو صنف في عدد حبوب وحدة المساحة، فإن العامل الآخر الذي يتحكم بحاصل وحدة المساحة هو وزن الحبة. توضح بيانات جدول 12 معنوية الفروق في هذه الصفة بتأثير عمق الري والأصناف والتداخل. كان أفضل عمق للري هو 7 سم، فيما كان الصنف جنزانيا متفوقا على

لعدم استجابة هذا الصنف في معدل النمو (جدول 7) إذ أنه تفوق في السنة الأولى فأعطى معدل 12.1 غم.م². يوم¹ فيما اعطى معدل 10.4 غم.م². يوم¹ في السنة الثانية، ليس لأنه لم يتفوق عليهما لكنه كان أقل منهما ومن دون معرفة حقيقة هذا الاختلاف.

جدول 10. مجموع المادة الجافة (غم.م²) لأصناف الشوفان المروية بثلاثة أعماق ري (خمس ريات للموسم)

2012-2011				
المتوسط	عمق الري (سم)			الأصناف
	9	7	5	
1733	1825	1894	1481	هامل
1893	2236	1998	1446	بمولا
1761	1670	1943	1670	جنزانيا
32			54	أ.ف.م 5%
	1910	1945	1532	المتوسط
			34	أ.ف.م 5%
2013-2012				
المتوسط	عمق الري (سم)			الأصناف
	9	7	5	
1664	1774	1603	1615	هامل
1632	1692	1535	1670	بمولا
1686	1707	1696	1654	جنزانيا
غ.م			97	أ.ف.م 5%
	1724	1611	1646	المتوسط
			30	أ.ف.م 5%

عدد الحبوب. راسيم¹

إذا تساوت الأصناف في عدد الراسيم في وحدة المساحة، فإن العاملين اللذين يحددان حاصل الحبوب في وحدة المساحة هما عدد حبوب الراسيم ووزن الحبة. يوضح جدول 11 أن الصنف الذي اعطى أقل معدل لعدد الراسيم في وحدة المساحة قد اعطى أعلى عدد لحبوب الراسيم، وهو الصنف هامل. أما بالنسبة لتأثير عمق الري فإن عدد حبوب الراسيم كان ينخفض مع زيادة عمق الري. أما بالنسبة للتداخل، فإننا نجد أن بعض الأصناف اعطى أعلى لحبوب الراسيم عند العمق 5 سم، فيما اعطى البعض الآخر أعلى قيمة عند العمق 7 سم. إن زيادة عدد حبوب الراسيم عند عمق الري الأقل (5 سم) كان بسبب قلة عدد السوق. م² (جدول 8) وقلة عدد الراسيم فيه (جدول 9). أما في السنة الثانية، فقد كانت قيمها مماثلة لما في السنة الأولى من حيث معنوية الفروق بين الأصناف وبين أعماق الري ومعنوية التداخل، إلا

الخضري إلى التكاثري ستكون عالية. كان دليل الحصاد متقاربا بين الأصناف (27-29%) (لم يعرض الجدول)، كما أن الفروق بتأثير عمق الريه كانت محدودة على الرغم من معنويتها. توضح بيانات جدول 13 التأثير المعنوي لعمق الريه في حاصل الحبوب، إذ كان أمثله في العمق 7 سم. أما الأصناف فقد تماثل الصنفان هامل وجنزانيا وتفوقا على الصنف بمولا. كان التداخل معنويا بسبب اختلاف استجابة الأصناف في حاصل الحبوب لعمق الريه، إذ كان العمق الأمثل هو 7 سم للصنفين جنزانيا وهامل مختلفين بذلك عن سلوك الصنف بمولا. استنادا للبيانات السابقة وبيانات حاصل الحبوب، فإن أفضل كمية ماء ري للموسم لأصناف الشوفان هي 350 ملم في الموسم، وأن الزيادة عنها تؤدي إلى النمو الخضري على حساب التكاثري، فضلا عن حدوث الاضطجاع مع الزيادة عن القيمة المذكورة.

جدول 13. حاصل الحبوب (غم.م⁻²) لأصناف الشوفان المروية بثلاثة أعماق ري (خمس ريات للموسم)

2012-2011				
المتوسط	عمق الريه (سم)			الأصناف
	9	7	5	
499	470	574	454	هامل
426	478	436	365	بمولا
520	475	586	498	جنزانيا
26			52	أ.ف.م 5%
	474	532	439	المتوسط
			30	أ.ف.م 5%
2013-2012				
المتوسط	عمق الريه (سم)			الأصناف
	9	7	5	
492	469	565	441	هامل
421	466	433	366	بمولا
511	466	548	518	جنزانيا
16			31	أ.ف.م 5%
	467	515	442	المتوسط
			25	أ.ف.م 5%

من الجدير بالذكر أن هناك معدل 50-100 ملم من ماء المطر قد يسقط خلال موسم نمو هذا المحصول والتي تختلف في الغالب من سنة لأخرى، وبذا فإن التوصية المذكورة تبقى قائمة لهذا المحصول في هذه المنطقة. تماثلت قيم السنة الثانية مع قيم مثيلاتها في السنة الأولى. بقي الصنف جنزانيا هو المتفوق في حاصل الحبوب في السنتين، كما تفوق عمق

بمولا، وتماما مع هامل. اعطى الصنفان جنزانيا وهامل أفضل القيم عند عمق الريه 7 سم من دون فرق معنوي بينهما. لقد ادى قصر مدة التزهير وطول مدة النضج الفسلجي (الجدولان 2 و3) للصنف جنزانيا إلى زيادة عدد حبوب وحدة المساحة مع زيادة وزن الحبة (جدول 6) بسبب زيادة مدة امتلاء الحبة (جدول 5) فازداد بذلك حاصل الصنف من الحبوب (جدول 13). تماثلت استجابة الصنف تبعاً للأصناف وعمق الريه في السنة الثانية مثلما كانت في السنة الأولى، كما كان التداخل بين العاملين معنويا. اعطى الصنفان هامل وجنزانيا أعلى عدد حبوب.م⁻² في السنتين من دون فرق معنوي بينهما، وتفوقا على الصنف بمولا. كذلك تميز عمق الريه 7 سم بأعلى عدد للحبوب في وحدة المساحة على العمقين الآخرين (5 و9 سم) الأمر الذي سيؤدي إلى زيادة حاصل الحبوب في وحدة المساحة لهذا العمق من الريه، لأن الفرق في عدد الحبوب بينها هو أكبر بكثير من الفرق في معدل وزن الحبة.

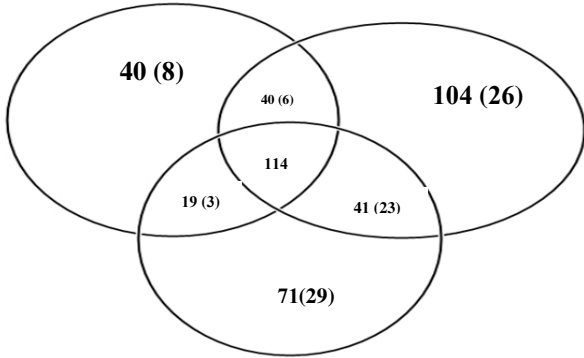
جدول 12. عدد الحبوب.م⁻² (1000×) لأصناف الشوفان المروية بثلاثة أعماق ري (خمس ريات للموسم)

2012-2011				
المتوسط	عمق الريه (سم)			الأصناف
	9	7	5	
18.1	16.7	20.9	16.8	هامل
15.9	17.7	15.8	12.2	بمولا
18.4	15.4	20.4	19.5	جنزانيا
1.5			2.7	أ.ف.م 5%
	16.6	19.0	16.8	المتوسط
			1.3	أ.ف.م 5%
2013-2012				
المتوسط	عمق الريه (سم)			الأصناف
	9	7	5	
17.1	16.3	19.4	15.7	هامل
13.9	15.2	14.0	12.6	بمولا
17.1	15.4	18.5	17.5	جنزانيا
1.0			2.0	أ.ف.م 5%
	15.6	17.3	15.3	المتوسط
			1.5	أ.ف.م 5%

دليل الحصاد وحاصل الحبوب

إذا تميز الصنف بإعطاء وزن حبوب عال في وحدة المساحة، مع ثبات مجموع الوزن الجاف أو نقصانه، فإن مقدرته في استخدام المواد المصنعة لتحويلها من الجزء

في النبات. لو اخذنا مثلا صنفا لمحصول خطي التلقيح مثل الذرة الصفراء (*Zea mays L.*) فإن شد عجز الماء ادى فيه إلى خفض عدد السنبيلات المتكونة على العرنوص، فقل بذلك عدد حبوب العرنوص، بسبب إطالة المدة بين التزهيرين **جينات الجفاف (299 جين) جينات الملوحة (213 جين)**



جينات ABA (245 جين)

شكل 1. تداخل فعل ثلاث مجاميع من جينات تحمل الجفاف وتحمل الملوحة وجينات ABA في اظهار تحمل النبات للشد، ومجاميع الجينات السبع المتداخلة. الأرقام المقوسمة توضح أن تلك الجينات ازداد تحفيزها بمعدل خمس مرات في الأقل لدى تعرض النبات لعوامل الشد (Seki وآخرون، 36).

الذكري والأنثوي نتيجة قلة إنتاج mRNA (10). أما في محاصيل ذاتية التلقيح مثل الشوفان وأمثاله، فقد علل Munns و Richards (31) تحمل حنطة الخبز (*Triticum aestivum L.*) للشد اللاحيوي في احتوائها على جينوم مختلف (Alloplid). كذلك وجد Arous وآخرون (4) أن ضرر شد عجز الماء في محاصيل ثلاثية الكربون (C_3) مرتبط بضعف النبات في اعتراض ضوء الشمس، فيؤدي ذلك إلى خفض عدد مناشئ الزهيرات والسنبيلات، وبالتالي خفض عدد السنابل والحبوب في وحدة المساحة (25، 40). إذا رجعنا إلى بعض الأمثلة لخلطية التلقيح وقوة الهجين في الذرة الصفراء، فقد وجد Betran وآخرون (5) أن نسبة قوة الهجين كانت أعلى في الهجن المزروعة تحت شد عجز الماء بالمقارنة مع المزروعة مع كفاية الماء، والذي يوضح مقدرة الهجن على التحمل أكثر من آباتها السلالات. كذلك وجد Meseka وآخرون (27) أن قوة الهجين في الذرة الصفراء كانت هي الأخرى أعلى في الهجن المزروعة تحت قلة النايتروجين بالمقارنة مع المزروعة تحت كفايته، إذ أن نقص العناصر هو أحد أنواع الشد اللاحيوي.

الرية 7 سم في هذه الصفة على حاصل حبوب العمقين الآخرين. اعطى الري بعمق 7 سم للرية أمثل عدد سوق وعدد راسيم في وحدة المساحة (الجدولان 8 و9) ومتوسط معتدل لعدد حبوب الراسيم (جدول 11) وأعلى عدد حبوب في وحدة المساحة (جدول 12) فأدى ذلك إلى إعطائه أعلى حاصل حبوب في وحدة المساحة.

آلية تحمل شد عجز الماء

تختلف أصناف وأنواع وأجناس النباتات في تحملها لشد عجز الماء بحسب طبيعة التوليفة الجينية التي تحويها. يوجز Bharagara و Sawant (6) تأثير شد عجز الماء في النبات في خفض معدل نمو مرستيم الجذر، فيقل الإيصال المائي والأيونات إلى أجزاء النبات، فتتغلق الثغور فيقل دخول ثنائي أكسيد الكربون فينخفض التمثيل الكربوني، وتضطرب آلية التزهير والاحصاب فيقل حاصل النبات. فضلا عن ذلك، يزداد اختزال الأوكسجين الجزيئي فزيادة إنتاج مركبات ROS (Reactive Oxygen Species) فانخفاض الفسفرة الضوئية فقلة إنتاج الطاقة (ATP) بسبب ضعف نقل الإيعازات المسؤولة عن استنساخ mRNA، وبذا يضعف التعبير الجيني فيقل معدل نمو النبات. إن الصفات المرتبطة بتلك العمليات متعددة، وهي ليست نفسها في كل الأصناف والأنواع والأجناس. عليه، لابد لمربي النبات أن يبحث بنفسه عن تلك الصفات المرتبطة بآلية التحمل للأصناف التي يدرسها، حتى إذا شخصها تمكن من انتخاب الصنف الأفضل أو التضريب معه مع صنف آخر يكمل معه بعض الصفات الإنتاجية الأساسية. هذا ولما كانت هذه الصفات متعددة، فإن عدد جيناتها سيكون أكثر، فضلا عن ذلك فإن التداخلات بين أفعال تلك الجينات ستكون هي الحاكمة للمحصلة النهائية لآلية التحمل في النبات. إن من بين المخططات الايضاحية لطبيعة تداخلات الفعل الجيني في آلية تحمل شد عجز الماء هو ما ذكره Seki وآخرون (36) (شكل 1). يتضح من الشكل تداخل فعل جينات تحمل الجفاف مع جينات تحمل الملوحة ومع جينات حامض الأبسيسك (ABA) الذي يبين وجود فعل سبع مجاميع من الفعل الجيني تؤثر في آلية التحمل، فإذا علمنا أن هناك عدة صفات يتداخل فعل جيناتها مع بعضها البعض، فإن عدد مجاميع التداخل وأعداد جيناتها ستكون كبيرة جدا لتوضح بالتالي مدى تعقيد عمل هذه الآلية

التغايرات الوراثية

الحال كبيرة، وبذا فإنه والحالة هذه يصعب نقلها بطرائق النقل الوراثي. لقد ذكر Rabinowicz وآخرون (35) أن عدد الجينات في الذرة البيضاء (*Sorghum bicolor* L.) مثلا كان من بين الأعداد القليلة (32400 زوج) بالمقارنة مع جينات محاصيل أخرى مثل حنطة الخبز (295900 زوج)، فإذا تم تشخيص بضعة جينات فقط لها علاقة بتحمل الشد، فإن نقله سيكون تأثيره محدودا بالنسبة إلى العدد الكبير من الجينات في نبات ذلك المحصول. كذلك مما وجده الباحثون المذكورون أن حالة الميثلة (DNA-methylation) تحدث بنسبة واضحة ومهمة في النباتات، وتزداد أكثر تحت عوامل الشد، إذ كانت بين 5-25%!! إنه من المعلوم أن هذه الميثلة تؤدي إلى الإسكات الجيني سواء قبل أو بعد الاستساخ، فيؤدي ذلك إلى خفض كمية mRNA الناتجة خلال انقسام الخلايا، فيقل التعبير الجيني لصفات ذلك النبات بفعل فوق الوراثة (Epigenetics) (17) أو في الأقل انتقال helitrons من سايتوبلازم الخلية إلى كروموسومات معينة فيها، فيتغير بذلك تخليق بروتينات معينة (33). نجد من بيانات جدول 14 (السنة الأولى) أن أعلى نسبة للتغاير الوراثي إلى البيئي كانت في أربع صفات هي عدد الأيام للتزهير وللنضج الفسلجي ودليل الحصاد والمادة الجافة، إذ كانت قيم تلك النسب 68.0 و 24.5 و 15.6 و 15.3، بالتتابع.

لأجل فهم وتسهيل عمل برامج تربية نباتات لتحمل الشدود اللاحيوية، يحاول الباحثون أن يربطوا بين بعض الصفات وحاصل البذور في وحدة المساحة سواء بالاعتماد على معامل الارتباط بينها وبين الحاصل (1) أو على قيمة التغايرات الوراثية لتلك الصفات (9، 10، 15، 25، 29). إذا أخذنا بنظر الاعتبار آلية التزهير وحدها، فهي متلازمة مركبة ترتبط بمجموعة كبيرة من الجينات، وهي بدورها ترتبط مع جينات أخرى ترتبط بشكل غير مباشر بالحاصل. استنادا لذلك، فإن التوصل إلى حاصل اقتصادي تحت شد معين يحتاج إلى تكامل معلومات تضمن بلوغ الهدف. إن حالة الثبات العالية لحاصل الصنف هي الأخرى أساسية، والتي بدمجها مع قيمة الحاصل منسوبة إلى معدل حاصل الأصناف الداخلة في الاختبار هي معيار نهائي للمقارنة بين الأصناف ويطلق عليه المحصلة الوراثية. لقد وجد باحثون (15) أن هذه القيمة لما كانت أعلى من 100% لكل من عدد الراسيم وعدد السوق في المتر المربع وحاصل المادة الجافة ومعدل نمو النبات لأصناف الشوفان، كانت قيمة $h^2_{b.s.}$ بمعدل 96% و 96% و 69% و 79%، بالتتابع. إن ذلك إشارة واضحة إلى العلاقة الموجبة بين قيمة المحصلة الوراثية ونسبة التوريب بالمعنى الواسع، وكذلك نسبة التغاير الوراثي إلى البيئي العالية لتلك الصفات. إن عدد الجينات المسؤولة عن تحمل الشد اللاحيوي هي في واقع

جدول 14. نسب التغاير الوراثي إلى البيئي وقيم معامل التغاير المظهري (P.C.V%) والوراثي (G.C.V%) والتوريب لعدة صفات لأصناف الشوفان (إلى اليمين نتائج السنة الأولى وإلى يسارها نتائج السنة الثانية)

الصفة	التغاير الوراثي/البيئي		P.C.V%		G.C.V%		$h^2_{b.s.}$	
	2	1	2	1	2	1	2	1
ارتفاع النبات	9.7	2.7	48.2	18.4	45.9	15.7	90.6	73.0
الأيام للتزهير	20.0	68.0	8.9	17.2	8.8	17.1	95.0	98.6
الأيام للنضج الفسلجي	60.0	24.5	2.1	1.6	2.1	1.5	98.6	96.1
المادة الجافة	0.2	15.3	3.4	7.5	1.2	7.3	33.3	93.9
ساق م ²	0.3	0.3	4.1	5.9	1.9	3.0	0.2	25.1
راسيم م ²	5.7	5.5	66.8	8.8	61.7	8.1	85.1	84.5
حبة راسيم ¹	15.3	3.5	1.7	1.4	1.6	1.2	94.2	78.1
حبة م ²	6.5	5.1	11.0	12.0	9.0	9.5	83.0	87.0
معدل نمو النبات	3.4	2.1	0.7	0.3	0.6	0.3	77.2	68.9
معدل نمو الحبة	13.0	9.0	1.3	0.3	1.2	0.3	95.7	67.3
مدة امتلاء الحبة	41.1	6.3	23.3	8.4	23.0	7.8	97.6	86.3
دليل الحصاد	6.5	15.6	3.5	5.5	3.2	5.3	87.5	94.0
وزن الحبة	0.4	2.8	0.7	1.5	0.4	1.3	28.9	73.7
حاصل الحبوب	19.1	7.9	28.6	21.5	27.9	20.5	95.1	88.7

مقبول وثبات لتلك الصفة تحت ذلك الحد من الشد. كانت الصفة الأكثر تغيراً وراثياً في هذا البحث عدد الأيام اللازمة للتزهير تلتها عدد الأيام اللازمة للنضج الفسلجي، فكلما قصرت المدة اللازمة للتزهير وطالت المدة اللازمة لامتلاء الحبة كلما كانت آلية تحمل شد عجز الماء في النبات أفضل. جاء دليل الحصاد وحاصل المادة الجافة في المرتبة الثانية بعد الصفتين السابقتين، وتمثلتا في نسبة التغيرات الوراثية إلى البيئي. من جهة أخرى، فإن نسبة التغيرات الوراثية إلى البيئي لعدد الراسيم في وحدة المساحة كان أعلى مما في عدد السوق، وكذلك من عدد حبوب الراسيم، فيما كان معدل نمو الحبة أهم من معدل نمو النبات، وبذا يجب أن يدرس معدل نمو النبات في مرحلتين، الأولى من الريّة الأولى إلى التزهير، والثانية من التزهير إلى النضج، لأن زيادة معدل نمو النبات في الطور التكاثري أكثر وضوحاً بتأثيرها في آلية تحمل شد عجز الماء من الطور الخضري، الأمر الذي يؤكد مدى تداخل عدة صفات في هذه الآلية.

المصادر

1. Alake, C., D. Ojo, O. Oduwaye, and M. Adekoya. 2008. Genetic variability and correlation studies in yield and yield related characters of tropical maize. *ASSET*. 8(1): 14-27.
2. Ali, M., A. Abbas, S. Niaz, M. Zulkiffal, and S. Ali. 2009. Morpho-physiological criteria for drought tolerance in sorghum at seedling and post-anthesis stages. *Intl. J. Agric. & Biol.* 11:674-680.
3. Allard, R.W. 1960. *Principles of Plant Breeding*. John Wiley and Sons, Inc., N.Y, USA. pp. 485.
4. Araus, J., G. Slafer, M. Reynolds, and C. Royo. 2002. Plant breeding and drought in C₃ cereals: What should we breed for?. *Annals of Bot.* 89: 925-940.
5. Betran, F., D. Beck, M. Banziger, and G. Edmeades. 2003. Genetic analysis of inbred and hybrid grain yield under stress and non-stress environments in tropical maize. *Crop Sci.* 43: 807-817.
6. Bhargara, S., and K. Sawant. 2013. Drought stress adaptation: Metabolic adjustment and regulation of gene expression. *Plant Breeding*. 132: 21-32.

يمكن أن نلاحظ في نفس الوقت أن هذه الصفات قد حازت على نسب عالية من التوريث ($h^2_{b,s}\%$) كانت 98.6% و 96.1% و 94% و 93.9%، بالتتابع. إذن استناداً إلى البيانات في جدول 2 وجدول 13 يمكن القول أنه كلما قصرت الأيام اللازمة للتزهير، وطالت مدة الامتلاء للحبوب، كلما كان حاصل الصنف أفضل تحت الشد. لقد تميز الصنف جنزانيا بمدة قصيرة للتزهير (120.6 يوماً) واعطى أعلى حاصل حبوب في المتر المربع (520 غم). تتضح كذلك من جدول 14 قيم نسب التغيرات الوراثية إلى البيئي للصفات الحقلية الأخرى، وقيم %P.C.V و %G.C.V التي كانت متقاربة جداً للصفات الأربع المشار إليها، بالمقارنة مع بقية الصفات. لقد قارن Witzel وآخرون (41) صنفين من الشعير مختلفين في التحمل للشد اللاحيوي، وحلوا بروتينات (Proteome) الجذور فيهما، ووجدوا ظهور 1100 بقعة بروتينية في الصنف المحتمل لم تظهر في الصنف غير المحتمل، وكان من بين تلك البروتينات ما هو مرتبط بالعمليات الأيضية ونقل الإيغازات واختزال الأوكسجين وإنتاج ROS وإزالة سميته، ومنها ما هو مرتبط بمقدرة الصنف في تعبير الأزموزية تحت الشد. لقد اكدت هذه الآراء كذلك نتائج بحوث آخرين، منها ما وجده Zhang و Jiang (22) من أن شد عجز الماء يؤدي إلى زيادة إنتاج ROS، فيما ذكر Moreno وآخرون (30) أن أيونات الكالسيوم تؤدي إلى طرد أيونات البوتاسيوم من الخلايا الحارسة، فتفقد الخلايا امتلاءها النسبي، فيقل دخول ثنائي أوكسيد الكربون إليها فيقل بذلك التمثيل الكربوني والحاصل. أما Uno وآخرون (39) فقد ذكروا أن بعض البروتينات تنشط بسبب ضعف الاستنساخ، فتقوم هذه البروتينات بحماية خلايا النبات من ضرر شد عجز الماء. من الجدير بالذكر أن تأثير شد عجز الماء يختلف بشدته على النبات باختلاف مراحل نمو النبات، وأن أعلى ذلك الضرر يقع في مرحلة الطور التكاثري، إذ يقل إنتاج ونشاط حبوب اللقاح، وتضعف المياسم في استقبالها لحبوب اللقاح، فينخفض عدد البذور وحاصلها في وحدة المساحة. نستنتج من ذلك أن آلية تحمل الشد اللاحيوي هي متلازمة مركبة ترتبط بمجاميع كبيرة من الجينات تعود لعدة صفات، غير أن هناك صفات لها دور أكبر من الأخرى في جعل النبات متحملاً للشد أكثر مع إعطاء حاصل اقتصادي

- traits in durum wheat. *Pak. J. Bot.* 43(1): 253-260.
8. Bimpong, I., R. Serraj, J. Chin, E. Mendoza, J. Hernandez, and M. Mendioro. 2011. 20. Harris, K., P. K. Subudhi, A. Borrell, D. Jordan, D. Rosenow, H. Nguyen, P. Klien, R. Klien, and J. Mullet. 2007. Sorghum stay-green QTL individually reduce post-flowering drought induced leaf senescence. *J. Exptl. Bot.* 58(2):327-338.
21. Hobbs, E. H., and K. K. Krogman. 1974. Evapotranspiration of wheat, oats, and barley. *Can. J. Plant Sci.* 54: 23-27.
22. Jiang, M., and J. Zhang. 2002. Water stress induced abscisic acid accumulation triggers the increased generation of reactive oxygen species and upregulates the activities of antioxidant enzymes in maize leaves. *J. Exptl. Bot.* 53: 2401-2410.
23. John, K., P. Reddy, K. Reddy, P. Sathakar, and N. Reddy. 2012. Identification of best heterotic crosses for yield and water use efficiency traits in groundnut. *J. Plant Breeding and Crop Sci.* 4(2): 17-24.
24. Jury, W., and H. Vaux. 2007. The emerging global water crisis: Managing scarcity and conflict between water users. *Adv. in Agronomy.* 95: 1-76.
25. Mahmood, N., M. Chowdhary, and M. Kashif. 2003. Genetic analysis of some physio-morphic traits of wheat under drought conditions. *J. Genet. & Breed.* 57: 385-392.
26. Mavi, H. S., and G. J. Tupper. 2004. *Agrometeorology Principles and Applications of Climate Studies in Agriculture.* Food Products Press, N.Y. pp. 364.
27. Meseka, S., A. Menkir, A. Ibrahim, and S. Ajala. 2006. Genetic analysis of performance of maize inbred lines selected for tolerance to drought under low nitrogen. *Maydica.* 51: 487-595.
28. Mhike, X., P. Okori, C. Magorokosho, and T. Ndlala. 2012. Validation of the use of secondary traits and selection indices for drought tolerance in tropical maize. *Afr. J. Plant Sci.* 6(2): 96-102.
29. Miller, P., J. Williams, H. Robinson, and R. Comstock. 1958. Estimates of genotypic environmental variances in upland cotton and their implication in selection. *Agron. J.* 50: 126-131.
7. Bilgin, O., K. Korkut, I. Baser, O. Daglioglu, I. Ozturk, T. Kahraman, and A. Balkan. 2011. Genetic variation and inter-relationship of some morpho-physiological Determination of genetic variability for physiological traits related to drought tolerance in African rice. *J. Plant Breeding & Crop Sci.* 3(4): 60-67.
9. Borrell, A., G. L. Hammar, and R. G. Henzal. 2000. Does maintaining green leaf area in sorghum improve yield under drought? II. Dry matter production and yield. *Crop Sci.* 40: 1037- 1048.
10. Bruce, W., G. Edmeades, and T. C. Barker. 2002. Molecular and physiological approaches to maize improvement for drought tolerance. *J. Exptl. Bot.* 53(366): 13-25.
11. Cellier, F., G. Conejero, J-C. Breitles, and F. Casse. 1998. Molecular and physiological responses to water deficit in drought-tolerant and drought-sensitive lines of sunflower. *Plant Physiol.* 116: 319-328.
12. Dashti, H., B. Yazdi-Samadi, M. Ghannada, M. Naghari, and S. Quarri. 2007. QTL analysis for drought resistance in wheat using doubled haploid lines. *Intl. J. Agric. & Biol.* 9(1): 98-102.
13. Elsahookie, M. M. 2007. Genetic control of flowering mechanism. *TIJAS.* 38(1): 1-11.
14. Elsahookie, M. M. 2009. Seed Growth Relationships. *Coll. of Agric., Univ. of Baghdad.* pp. 150.
15. Elsahookie, M. M., N. Younis, and M. Al-Khafajy. 2013. Performance, variance components, and heritability of oats cultivars under irrigation intervals. *TIJAS.* 44(1): 1-15.
16. Elsahookie, M. M. 2013. Breeding Crops for Abiotic Stress: A Molecular Approach and Epigenetic. *Coll. of Agric., Univ. of Baghdad.* pp. 244.
17. Elsahookie, M. M. 2013. Epigenetics in Plants and Animals. *Coll. of Agric., Univ. of Baghdad.* pp. 121.
18. FAOSTAT. 2000. FAO Statistical Database. Food and Agric. Organization of the United Nations. <http://apps.fao.org>.
19. Harrak, H., H. Chamberland, M. Plante, G. Bellemare, T. G. Lafontaine, and Z. Tabeezadeh. 1999. A proline threonine, and glycine-rich protein down-regulation by drought is localized in the cell wall of xylem elements. *Plant Physiol.* 121: 557-564.

30. Moreno, A., V. Lambreras, and M. Pages. 2005. Drought tolerance in maize. *Maydica*. 50: 549-558.
31. Munns, R. and R. Richards. 2007. Recent advances in breeding wheat for drought and salt stresses. In M.A. Jenks et al. (eds.). *Advances in Molecular Breeding Toward Drought and Salt Tolerant Crops*. Springer, p. 565-585.
32. Murthy, J. 1995. Water Management in India. cgwb.gov.in/secr/library.htm.
33. Peterson, P. 2007. DNA changes in the corn field. *Maydica*. 52: 293-300.
34. Rabbani, G., A. Mahmood, G. Shabbir, K. Shah, and A. Naeem-Uddin. 2011. Gene action in some yield attributes of bread wheat under two water regimes. *Pak. J. Bot.* 43(2): 1141-1156.
35. Rabinowicz, P., R. Citek, M. Budiman, A. Nunberg, J. Bedell, N. Lakey, A. O'Shaughnessy, L. Nassimento, W. Mc Combie, and R. Martienssen. 2005. Differential methylation of genes and repeats in land plants. *Genome Res.* 15: 1431-1440.
36. Seki, M., J. Ishida, M. Narusaka, M. Fujita, T. Nanjo, T. Umezawa, A. Kamiya, M. Nakajima, A. Enju, T. Sakurai, M. Satou, K. Akiyama, K. Yamaguchi-Shinozaki, P. Carninci, J. Kawai, Y. Hayashizaki, and K. Shinozaki. 2006. Monitoring the expression pattern of ca. 7000 *Arabidopsis* genes under ABA treatments using a full-length cDNA microarray. *Funct. Integr. Genom.* 2: 282-291.
37. Sharp, R. E., and M. E. Le Noble. 2002. ABA, ethylene, and the control of shoot and root growth under water stress *J. Exptl. Bot.* 53(366): 33-37.
38. Singh, R. K., and B. D. Chaudhary. 1985. *Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis*. Kalyani Publ., New Delhi, India. pp. 318.
39. Uno, Y., T. Furihata, H. Abe, R. Yoshida, K. Shinozaki, and K. Yamaguchi-Shinozaki. 2000. *Arabidopsis* basic leucine zipper transcription factors involved in an abscisic acid-dependent signal transduction pathway under drought and high salinity conditions. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 79: 11632-11637.
40. Waraich, E., R. Ahmed, A. Ali, and S. Ullah, 2007. Irrigation and nitrogen effects on grain development and yield in wheat (*T. aestivum* L.). *Pak. J. Bot.* 39(5): 1663-1672.
41. Witzel, K., A. Weider, G. K. Surabhi, A. Borner, and H. P. Mock. 2009. Salt stress-induced alterations in the root proteome of barley genotypes with contrasting response towards salinity. *J. Exptl. Bot.* 60(12): 3545-3557.
42. Yeo, M. E., J. Cuartero, T. J. Flowers, and A. R. Yeo. 1997. Gas exchange, water loss, and biomass production in rice and wild *Oryza spp.* in well-watered and water-limiting growth conditions. *Botanice Acta.* 110: 32-42.