UFAS - SETIF

Revue semestrielle – Université Ferhat Abbas Sétif 1

REVUE AGRICULTURE

Revue home page: http.www: http://revue-agro.univ-setif.dz/

دراسة تباين الحالة المائية للورقة، المساحة الورقية، ودرجة حرارة الغطاء النباتي، عند القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.) في المناطق الشبه الجافة.

عولمي عبدالمالك[1*]، سمش الدين نجيم[2]، سالمي منال[2]، لعلى زهيرة[1]، حداد ليلى[2]، بن محمد عمر[1] و بوزرزور احمنه[1]

[1] جامعة فرحات عباس –سطيف 1– كلية علوم الطبيعة و الحياة، قسم البيولوجيا والبيئة النباتية.

[2] جامعة فرحات عباس –سطيف 1– كلية علوم الطبيعة و الحياة، قسم العلوم الفلاحية.

E-mail *: Oulmi@yahoo.fr

ARTICLE INFO

Reçu : 17 – 11 - 2015
Accepté : 26 - 12 - 2015

الكلمات المفتاحية

القمح الصلب، الإجهاد، المحتوى المائي النسبي، فرق درجات الحرارة، البنية الورقية، مقاومة، المردود

ملخص

أجريت هذه الدراسة في الموقع التجريبي لمحطة البحوث الزراعية التابعة للمعهد التقني للمحاصيل الحقلية (ITGC) بسطيف، خلال الموسم الزراعي 2010/2009. بهدف تقييم التباينات المظهرية والوراثية لثلاثة عشائر (F3) من القمح الصلب (*Triticum durum* Dest.)، تجاه المتغيرات المؤشرة للمقاومة ضد الإجهادات اللاحيوية (الحالة المائية للنبات، المقاومة ضد الإجهاد الحراري، البنية الورقية، تبكير الإسبال، درجة حرارة الغطاء النباتي)، وكفاءة إنتاج المردود الحبي والإقتصادي. أظهرت النتائج وجود تباينات مظهرية كبيرة بين المتغيرات المقاسة ما يبين إتساع القاعدة الوراثية للأجيال. تشير دراسة الإرتباطات إلى وجود إرتباطات مهمة في برامج تحسين النبات أهمها الإرتباط المعنوي المسجل بين فرق درجة الحرارة (T_{air}–T_{CV}) مع كل من المردود الإقتصادي، المحتوى المائي النسبي، وسرعة فقد الماء من الأوراق. من بين العشائر الثلاث يتيح الهجين Ofanto/Mrb_5 أفضل الفرص لإنتخاب أفراد ذات قدرة إنتاجية مرتفعة ومقاومة للإجهادات اللاحيوية لتفوق خطوطه في معظم الصفات المقاسة (TRE، PSF، PREC، T_{air}–T_{CV}، RDT، RDTec). معامل درجة التوريث للنطاق الواسع h^2_{bs} سجل مرتفع لكل الصفات المدروسة نظرا لوجود فروقات معنوية بين الآباء المتصالبة.

RÉSUMÉ

Cette étude a été réalisée dans le site expérimental de la station de recherches agronomiques affiliée à l'institut technique des grandes cultures (ITGC) de Sétif durant la campagne agricole 2009/2010. L'objectif est l'évaluation des divergences phénotypiques et génotypiques chez trois populations (F3) de blé dur (*Triticum durum* Desf.) par rapport aux caractères indicateurs de tolérance aux stresses abiotiques (état hydrique de la plante, tolérance au stress thermique, structure foliaire, précocité de l'épiaison, température du couvert végétal) et du rendement ; en grain et économique. Les résultats ont montré l'existence de fortes variabilités pour les caractères mesurés ci qui démontre l'élargissement de la base génétique des générations. L'examen des corrélations montre l'existence de fortes liaisons qui peuvent être utilisées dans les programmes d'amélioration des plantes dont la plus importante est la corrélation significative observée entre l'écart de température (T_{air}-T_{cv}), le rendement économique, la teneur relative en eau et la vitesse de perte en eau des feuilles. Parmi les trois populations, l'hybride Ofanto/Mrb_5 offre le plus de possibilité pour la sélection d'individus très performants et tolérants les stresses abiotiques vue la supériorité de ces lignées pour la majorité des caractères mesurés (TRE, PSF, PREC, T_{air}-T_{cv}, RDT et RDT_{ec}). Le coefficient d'héritabilité au sens large h^2_{bs}) a enregistré de fortes valeurs pour tous les caractères mesurés dues à l'existence de différences significatives entre les parents croisés.

Mots clés : blé dur, stress, teneur relative en eau, écart des températures, structure foliaire, tolérance, rendement en grain ;

مقدمة

تواجه زراعة الحبوب في الجزائر عدة عوائق، أهمها التباين في المناخ خاصة منها كمية الأمطار المتاحة للمحصول وتوزيعها أثناء الموسم الزراعي وما ينجم عنها من عجز مائي، متبوعا بتأثير درجات الحرارة المنخفضة الشتوية والربيعية وإرتفاعها في أخر أطوار النبات (Annicchiarico *et al*., 2005). جميع هذه العوامل تؤثر سلبا على الإنتاج السنوي للقمح (Mekhlouf *et al*., 2001)، كذلك عدم تأقلم الأصناف المستعملة رغم أن تحسين محاصيل الحبوب في العالم حقق نجاحا في استنباط أصناف ذات إنتاجية عالية. إلا أن هذه الأصناف تبقى أقل مقاومة للاجهادات المناخية وتفقد جزءا كبيرا من كفاءتها الإنتاجية تحت ظروف الجفاف (Adjabi *et al*., 2014). ترتبط مساهمة التحسين الوراثي لرفع الإنتاج ارتباطا وثيقا بالتغيرات المناخية للأوساط الزراعية، حيث كلما كانت هناك تغيرات في المناخ تتبع بصعوبة تحقيق ربح وراثي ملموس وعدم استقراره (Bouzerzour *et al*., 2000). من هنا يأتي الدور الهام والأساسي لتربية النبات في إستنباط أنماط وراثية جديدة على أساس الصفات التي تساهم بطريقة مباشرة أو غير مباشرة للتأقلم مع الوسط، والكشف عن مصادر المتغيرات الفينو–مورفو–فيزيولوجية التي تساهم في التأقلم للظروف المناخية المحدودة (Oulmi *et al*., 2014; Mekliche *et al*., 2015). وأصبح من الضروري البحث على أحسن تأقلم للتباين البيئي، لإستقرار مردود هذه المناطق (Benmahammed et *al*., 2005; Salmi *et al*., 2015). وإعتماد مسار تقني للتثمين الأفضل للأمطار الموسمية (Kribaa *et al*., 2001). وتحسين فعالية إستعمال الماء للنبات (Passioura, 2004).

تحتاج تربية أصناف القمح عالية الغلة والموجهة للزراعة المطرية تحت الظروف المناخية السائدة في المناطق الجافة والشبه الجافة إلى معلومات عن مدى تأثير الإجهادات البيئية على الغلة الحبية والصفات المرتبطة بها ومن الضروري تحديد الصفات الظاهرية الملائمة لمساعدة مربيي النبات إنتاج سلالات مقاومة للإجهاد والظروف البيئية (Hamli *et al*., 2015). فتحقيق زيادة في إنتاجية الأصناف تعتبر من أكبر التحديات أمام مربي النبات وتتطلب وقفة جدية وداعية للتفكير بمصادر الغذاء. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم المحتوى المائي النسبي للأوراق، سرعة الفقد المائي الورقي، البنية الورقية، درجة التبكير في الإسبال، ودرجة حرارة الغطاء النباتي لأفراد الجيل الثالث F3 لثلاثة عشائر من القمح الصلب. وتقييم قدرة إنتاج هذه العشائر للمردودين الحبي والإقتصادي مقارنة بالآباء التي تعتبر كأصناف ثابتة تحت الظروف المناخية السائدة بالهضاب العليا للشرق الجزائري.

المواد وطرق العمل

تم إنجاز التجربة خلال الموسم الزراعي 2010/2009 بالموقع التجريبي لمحطة الأبحاث الزراعية التابعة للمعهد التقني للمحاصيل الحقلية (ITGC) بسطيف (′21 °5 شرقا، و ′9 °36 شمالا، وعلى إرتفاع 1081م فوق سطح البحر). قدر متوسط تساقط الأمطار خلال الموسم الزراعي بـ 377 ملم. تم زراعة الجيل F3 للتصالبات الثلاث Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، و$Ofanto/Mrb_5$ بتاريخ 23 ديسمبر 2009. زرعت هذه الأجيال في خطوط، طول كل خط

2.5م والمسافة بين كل خطين 20 سم، بكثافة تقدر بـ 250 حبة للمتر المربع. زرع 120 خط لكل تصالب. وزرعت الآباء في خطوط بنفس القياسات، في بداية ونهاية كل تصالب وضمن كل 25 مدخل للجيل F3. الآباء المستعملة هي: أفونتو، أم الربيع، واحة، مُحَمَّد بن بشير (Ofanto، Mrb_5، Waha ، Mbb) . تختلف عن بعضها البعض في العديد من الخصائص كالمردودية والتبكير، منها المحلية ومنها التي تم إدخالها من المركز الدولي للبحوث الزراعية للمناطق الجافة (ICARDA) بسوريا، في إطار التعاون مع محطة البحوث الزراعية بسطيف (جدول.1).

جدول 1 : أصل أصناف القمح الصلب المستعمل كآباء.

الرقم	الصنف	الأصل
1	أفونتو	صنف محسن إيطاليا
2	واحة	صنف محلي محسن الجزائر
3	أم الربيع 5	صنف محسن سوريا
4	مُحَمَّد بن بشير	صنف محلي الجزائر

القياسات المنجزة

أنجزت القياسات على كل الخطوط (الآباء و أفراد الجيل الثالث) أثناء مرحلة الإسبال، حيث تم قياس مساحة الورقة العلم (الراية) وفق العلاقة **S1F (cm^2) = 0,606(L x I)** (Spagnoletti-Zeuli and Qualset, 1990). حيث S1F، هي المساحة المتوسطة لورقة العلم، L = متوسط طول الورقة المعبر عنها بال سم ، و l هو متوسط عرض الورقة المعبر عنها بال سم، 0,606 هو معامل الإنحدار للمساحة المقدرة من خلال ورقة مليمترية وهي الناتجة عن (L x I). تم حساب الوزن النوعي للورقة وفق العلاقة **PSF (mg cm^2)= PS (mg)/ SF (cm^2)** (Fellah, 2008)، حيث PSF الوزن النوعي الورقي، PS = وزن المادة الجافة، وSF = سطح ورقة العلم. تم تحديد المحتوى المائي النسبي (TRE)، حسب علاقة Barrs and Wearthrly, (1962) والمذكورة من طرف DaCosta et *al.*, (2004) و Salmi *et al.*, (2015) الآتية: **TRE (%) = 100(PF-PS)/ (PT-PS)** ، حيث (TRE) = المحتوى المائي النسبي الورقي(%)، يمثل كل من PS, PT , PF على التوالي الوزن (ملغ) الرطب، التشبع، والجاف للعينات الورقية. تم قياس نسبة فقد الماء على ورقة العلم لكل نمط وراثي حسب الطريقة المستعملة من طرف Clarke *et al.*, (1989) بالعلاقة: **LWL (mg cm^{-2} min^{-1}) = (PF1-PF2)/30* SF**، حيث LWL = الفقد المائي الورقي، PF1 = الوزن الرطب، PF2 = الوزن الرطب بعد 30 دقيقة، SF = المساحة المتوسطة لورقة العلم. تم قياس درجة حرارة الغطاء النباتي بواسطة جهاز Thermométrie infrarouge ويعبر عن القيم بالفرق بين درجة حرارة النبات و الهواء في وقت القياس Jackson *et al.*, (1988). تم تطبيق الإنتخاب المتعدد الصفات بحساب المؤشر SWI (Simple Weighted Index) لـWehner, (1982) بالعلاقة: $SWI = \sum a_i (X_i/\sigma_p)$ ، حيث a_i = قيمة مساهمة الصفات المنتخب لها وهي تمثل في دراستنا هذه: a_1=0.3، a_2=0.2، a_3=0.1، a_4=0.4، على التوالي لـ TRE، T_{air}-T_{CV}، HSI، RDT . وتمثل

X_i= قيمة الصفة i المأخوذة من خط واحد. σ_p= الإنحراف المعياري. تم تدوين تاريخ الإسبال (PREC). وعند النضج تم حصاد عينات نباتية على خط طوله 1م لكل الخطوط التجريبية وذلك لتقدير كل من: وزن الكتلة الجافة الكلية (BIOM) المردود الإقتصادي (RDT_{ec})، والغلة الحبية (RDT). أجريت التحاليل الإحصائية للمعطيات بواسطة برمجيات CropStat 7.2.3 (2009).

النتائج والمناقشة

1. التغيرات الظاهرية والوراثية للمتغيرات المقاسة

1.1. المحتوى المائي النسبي وسرعة الفقد المائي الورقي

يظهر الجدول(2) وجود تباين كبير لقيم المتغيرات المدروسة عند الجيل الثالث (F3)، حيث لوحظ عند التصالبات الثلاث وجود أفراد تزيد عن قيمة الأب الأعلى، أو تقل عن قيمة الأب الأدنى في الصفة المدروسة، ويحدث ذلك عندما يختلف الأبوين في الجينات المسؤولة عن الصفة (Quick, 1998; Benmahammed *et al.*, 2010). يأخذ المحتوى المائي النسبي للأوراق القيم المتوسطة (μ) 80.34 ، 81.56 ، و 83.39% على التوالي لأفراد النسل (F3) للتصالبات الثلاث Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha، و$Ofanto/Mrb_5$ ، القيم الدنيا والقصوى التي أخذها هذا المتغير تتراوح بين 68.26 إلى 95.13، 66.60 إلى 91.30 ، و من 69.50 إلى 90.00% على التوالي للهجن الثلاث. مقارنة بأقل فارق كبير المحدد من تحليل التغير للقياسات المنجزة على الخطوط الأبوية الثابتة يبين المدى إتساع الفروق للأنماط الوراثية بين وخارج العشائر لـ F3 (جدول.2). بالمقارنة بين القيم المتوسطة للخطوط الأبوية والمسافة بين قيم الآباء المتصالبة، نلاحظ أن العشائر لـ F3 تظهر وجود أفراد تحتوي على محتوى مائي كبير يزيد عن قيمة الأب الأعلى Mrb_5 82.98%. وأخذت باقي الآباء المتصالبة Ofanto، MBB، Waha المتوسطات 68.26 ، 71.80 ، و 82.52% على الترتيب (جدول. 2 ، شكل. 1). وهذا يتيح الفرصة للإنتخاب بأخذ القيم المرتفعة لهذا المتغير (Oulmi, 2015)، إذ تظهر الأصناف المتحملة للإجهاد محتوى مائي كبير (Allahverdiyev, 2015). حيث الهجين $Ofanto/Mrb_5$ يحتوي أكبر النسب مقارنة مع التصالبات الأخرى (شكل. 1) ، ما يكشف عن توقع تحقيق زيادة ملموسة في إنتاجية الحبوب نتيجة الإنتخاب لهذه الصفة بمقارنتها مع المردود المحقق بين التصالبات الثلاث.

بالنسبة للفقد المائي الورقي قدرت متوسطات العشائر الثلاث بـ 4.96 ، 7.41 ، و 8.50 ملغ/سم^2/دقيقة على التوالي للهجن Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، و$Ofanto/Mrb_5$ ، وتغيرت القيم الطرفية من 1.71 إلى 9.28 ، و من 3.14 إلى 12.21 ، ومن 4.40 إلى 14.52 ملغ/سم^2/دقيقة على الترتيب للهجن الثلاث (جدول.2). أخذت القيم لـ (D) التي تمثل الفرق بين الخطوط الأبوية 0.1- بين Ofanto و MBB ، 2.72- بين Ofanto و Waha ، و 3.85- ملغ/سم^2/دقيقة بين Ofanto وMrb_5 مما يشير إلى وجود تباين كبير بينهما في هذه الصفة ويظهر Ofanto و Waha درجة تباين أقل، أما Ofanto و MBB فيظهر قيم متعادلة تقريبا (جدول.2). وجد Houassine, (2004) أن الأنماط

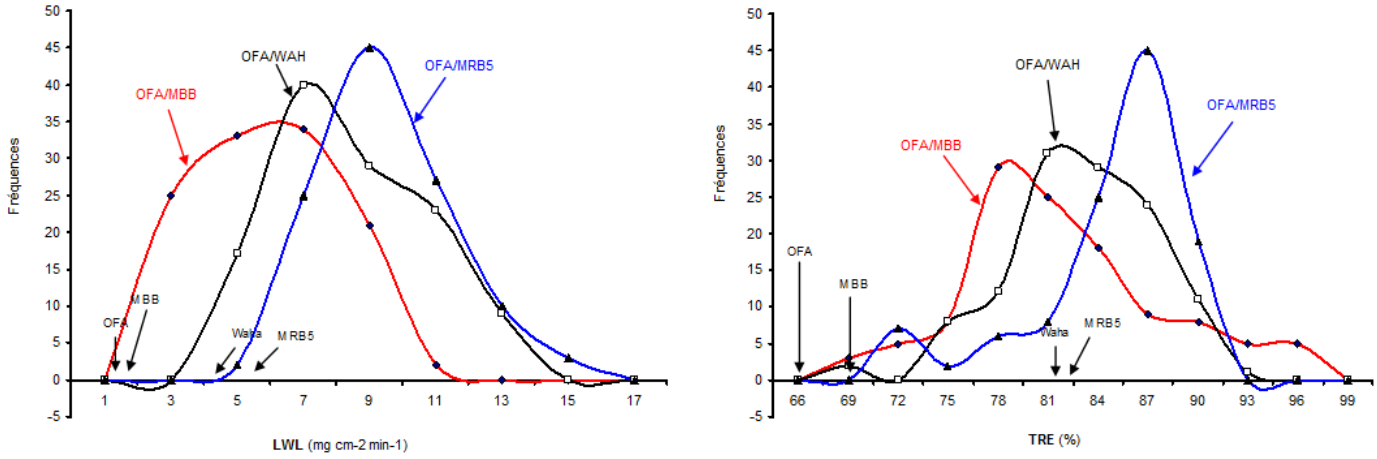
الوراثية ذات الفقد المائي الأقل حققت مردود حبي أكبر من الأصناف ذات الفقد المائي الكبير، و يعتبر الهجين Ofanto/MBB الأنسب للإنتخاب من أجل هذه الصفة لإحتوائه على خطوط ذات فقد مائي قليل. في المقابل الهجين $Ofanto/Mrb_5$ الأفضل للإنتخاب نحو القيم الكبرى للفقد المائي الورقي (شكل. 1).

جدول.2 : القيم المتوسطة (μ)، الدنيا (Min)، الكبرى (Max)، التباين الظاهري (σ^2_p)، الوراثي (σ^2_G) والبيئي (σ^2_e)، معامل التباين الظاهري (CV_P)، والوراثي (CV_G)، ودرجة التوريث على نطاق واسع (h^2_{bs}) للمحتوى المائي النسبي والفقد المائي الورقي المقاس عند الآباء وأفراد الجيل الثالث F3.

Croisements	Ofanto/MBB		Ofanto/Waha		$Ofanto/Mrb_5$	
Valeurs	**TRE**	**LWL**	**TRE**	**LWL**	**TRE**	**LWL**
Max	95,13	9,28	91,30	12,21	90,00	14,52
Min	68,26	1,71	66,60	3,14	69,50	4,40
Amplitude	26,87	7,57	24,70	9,07	20,50	10,12
μ	80,34	4,96	81,56	7,41	83,39	8,50
X_{OFAnto}	68,26	2,40	68,26	2,40	68.26	2,40
$X_{MBB/Waha/Mrb5}$	71,80	2,50	82,52	5,12	82,98	6,25
D =OFA- MBB/Waha/Mrb5	-3,54	-0,1	-14,26	-2,72	-14,72	-3,85
$Ppds_{5\%}$	2,55	0,57	2,55	0,57	2,55	0,57
σ^2_p	37,96	3,87	19,67	4,48	23,35	4,30
ET_P	6,16	1,97	4,44	2,12	4,83	2,07
σ^2_{Ofanto}	22,49	1,08	22,49	1,08	22,49	1,08
$\sigma^2_{MBB/Waha/Mrb5}$	8,32	0,62	9,44	0,53	13,95	1,78
σ^2_e	15,40	0,85	15,96	0,80	18,22	1,43
σ^2_G	22,56	3,02	3,71	3,68	5,13	2,87
ET_G	4,75	1,74	1,93	1,92	2.26	1,69
CV_P	7,67	39,67	5,44	28,55	5,79	24,38
CV_G	5,91	35,07	2,36	25,87	2.72	19,93
h^2_{bs}	59,43	78,12	18,84	82,10	21.97	66,80

TRE: المحتوى المائي النسبي بـ % ، LWL: الفقد المائي الورقي بـ ملغ/سم^2/دقيقة ($mg\ cm^{-2}\ min^{-1}$).

معامل التباين الظاهري سجل أكبر من معامل التباين الوراثي لكلتا الصفتان السابقتان ويظهر أكثر أهمية عند الهجين Ofanto/MBB مقارنة بالهجين $Ofanto/Mrb_5$، أما الهجين Ofanto/Waha فيأخذ قيم وسطية (جدول.2). معامل التحديد الوراثي (درجة التوريث على نطاق واسع h^2_{bs}) يكون مرتفع لصفة الفقد المائي الورقي، ومن ضعيف إلى متوسط لصفة المحتوى المائي النسبي.



شكل.1: تباين المحتوى المائي النسبي (TRE) وسرعة فقد الماء الورقي (LWL) للعشائر F3 Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، Ofanto/Mrb_5، ومتوسطات الخطوط الأبوية ($n_{OFA/MBB}$=115, $n_{OFA/waha}$=118, $n_{OFA/Mrb5}$ =112) .

2.1. المساحة الورقية والوزن النوعي للأوراق

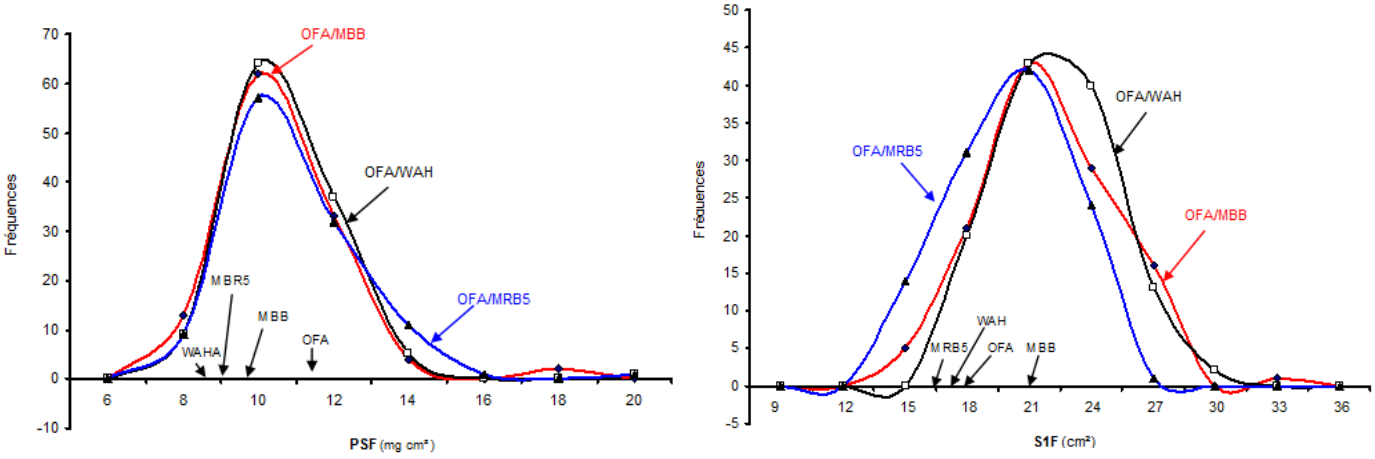
يظهر الهجينان Ofanto/MBB، Ofanto/Waha تساوي في متوسطات المساحة الورقية، بينما يملك الهجين Ofanto/Mrb_5 مساحة ورقية صغيرة جدا يقدر متوسطها بـ 18.69 سم^2 (جدول. 3). من بين الآباء المتصالبة يظهر الأب MBB أكبر مساحة ورقية بـ 21.09 سم^2 في حين تنخفض المساحة الورقية معنويا عند الأبوان Waha وMrb_5 بمتوسط 17.25 و 16.23 سم^2 على الترتيب (جدول. 3 ، شكل. 2). يعتبر Benmahammed *et al.*, (2008) أن الإنتخاب للمساحة الورقية الصغيرة مرغوب به كثيرا في المناطق الشبه الجافة لمقاومة الإجهادات، للتقليل من الإحتياجات المائية للنبات، ويتيح لنا الهجين Ofanto/Mrb_5 أفضل الفرص بين الهجن الثلاث للإنتخاب على أساس هذه الصفة. من ناحية أخرى يعتبر Araus *et al.*, (1998) أن مساحة ورقية كبيرة يعني تنفس وتمثيل أحسن لعملية التركيب الضوئي وهذا يمكن أن يساهم بشكل فعال في رفع المردود الحبي للنبات ويعتبر الهجين Ofanto/Waha الأفضل للإنتخاب للزيادة في المساحة الورقية تحت الظروف المناخية الملائمة (شكل. 2). وبالنسبة للوزن النوعي لورقة العلم تقاربت المتوسطات حيث تراوحت بين 9.82 و 10.23 مغ/سم^2 عند الهجن الثلاث. الفرق بين الآباء المتصالبة لهاته الصفة يكون هام بين الأبوين Ofanto و Waha بـ 3.26 مغ/سم^2 ، متبوع بالفرق بين الأبوين Ofanto وMrb_5 بـ 2.36 mg cm^2، وأخيرا بين Ofanto و MBB بـ 1.62 مغ/سم^2 (جدول. 3).

جدول.3 : القيم المتوسطة (µ)، الدنيا (Min)، الكبرى (Max)، التباين الظاهري (σ^2_p)، الوراثي (σ^2_G) والبيئي (σ^2_e)، معامل التباين الظاهري (CV_P)، والوراثي (CV_G)، ودرجة التوريث على نطاق واسع (h^2_{bs}) للمساحة الورقية و الوزن النوعي الورقي لورقة العلم المقاس عند الآباء وأفراد الجيل الثالث F3.

Croisements	Ofanto/MBB		Ofanto/Waha		Ofanto/Mrb_5	
Valeurs	**S1F**	**PSF**	**S1F**	**PSF**	**S1F**	**PSF**
Max	31,45	21.76	27,80	22,24	24,54	26,06
Min	12,92	6.64	15,05	6,33	12,80	6,42
Amplitude	18,53	15.12	12,75	15,92	11,74	19,64
µ	20,32	9.82	20,84	9,99	18,69	10,23
X_{OFAnto}	18,10	11.38	18,10	11,38	18,10	11,38
$X_{MBB/Waha/Mrb5}$	21,09	9.77	17,25	8,12	16,23	9,02
D =OFA- MBB/Waha/Mrb5	2,99	1.62	0,85	3,26	1,87	2,36
Ppds5%	1,21	1.27	1,21	1,27	1,21	1,27
σ^2_p	9,72	4.01	7,72	4,98	7,42	5,31
ET_P	3,12	2	2,78	2,23	2,72	2,30
σ^2_{Ofanto}	3,74	2.12	3,74	3,12	3,74	3,12
$\sigma^2_{MBB/Waha/Mrb5}$	2,06	2.24	5,90	1,10	1,57	2,21
σ^2_e	2,90	2.18	4,82	2,11	2,65	2,66
σ^2_G	6,82	1.83	2,90	2,87	4,77	2,65
ET_G	2,61	1.35	1,70	1,69	2,18	1,63
CV_P	15,34	20.4	13,33	22,34	14,57	22,53
CV_G	12,85	13.78	8,17	15,91	11,68	16,96
h^2_{bs}	70,16	45.63	37,55	57,68	64,23	49,87

(S1F) المساحة الورقية لورقة العلم بسم^2 (cm^2) ، (PSF) الوزن النوعي لورقة العلم بـ مغ/سم^2 ($mg\ cm^2$) .

تحليل التباين أظهر وجود تباين واضح في القيم المسجلة عند الهجن الثلاث لصفتي المساحة الورقية والوزن النوعي الورقي، حيث تكون التباينات الظاهرية والوراثية أكثر أهمية عند الهجين Ofanto/MBB لصفة المساحة الورقية، وأكثر أهمية عند الهجين Ofanto/Mrb_5 لصفة الوزن النوعي الورقي. معامل درجة التوريث تراوح بين 37,55 و70,16% (جدول. 3).



شكل.2: تباين المساحة الورقية لورقة العلم (S1F) و الوزن النوعي لورقة العلم (PSF) عند العشائر F3 Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، و$Ofanto/Mrb_5$، ومتوسطات الخطوط الأبوية ($n_{OFA/MBB}$=115,$n_{OFA/waha}$=118, $n_{OFA/Mrb5}$ =112)

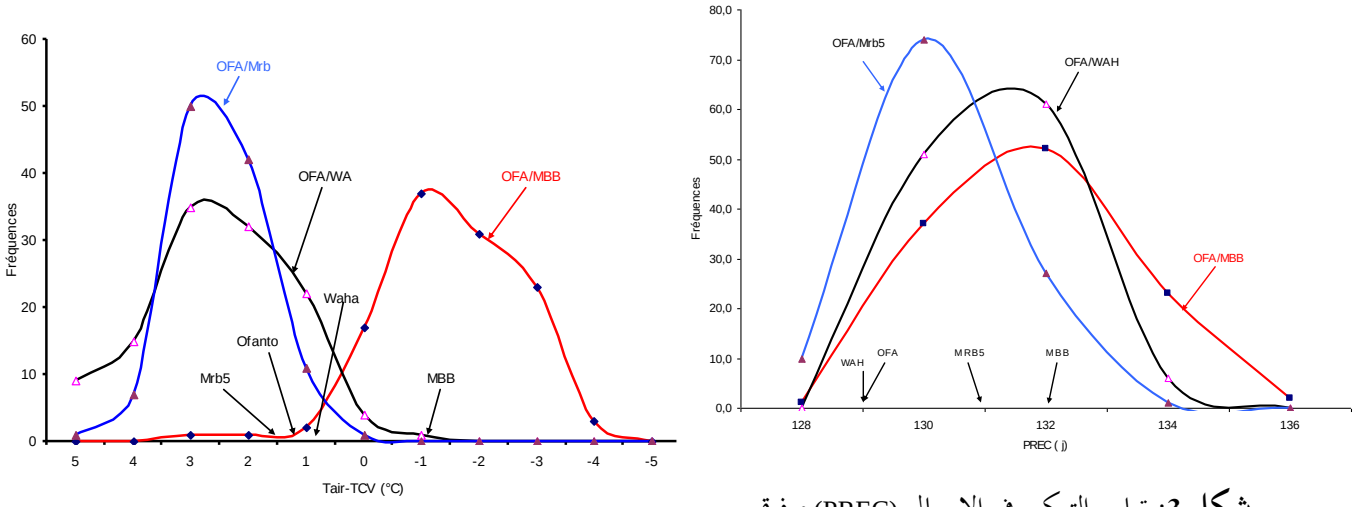
3.1. تبكير الإسبال

من ناحية التبكير في الإسبال تفوق الهجين $Ofanto/Mrb_5$ في تبكير الإسبال بمتوسط تبكير قدر بـ 129.4 يوم، في حين تأخرت أفراد الهجين Ofanto/MBB في الإسبال بمتوسط 130.9 يوم. المدى بين القيم الطرفية القصوى والدنيا جد هام عند الهجين Ofanto/MBB على أساس أن التسبيل لأفراده إنحصر بين 128 و 135 يوم (جدول.4). من بين الآباء المتصالبة نجد الأبوان Waha و Ofanto الأكثر تبكيرا بمتوسط 129.0 يوم، والأب MBB الأكثر تأخرا في فترة النمو والإسبال بمتوسط 132.0 يوم. الأب Mrb_5 أظهر وسطية في التبكير بـ 131.0 يوم (جدول. 4) ، وهي توافق النتائج المحصل عليها من طرف Oulmi, (2010) حيث وجد أن الصنف MBB كان الأكثر تأخيرا في الإسبال بالمقارنة مع الأصناف المزروعة الأخرى. أظهر تحليل معاملات التباين الظاهري والوراثي ضعف عند الهجينين Ofanto/Waha ، و$Ofanto/Mrb_5$ مقارنة منه عند الهجين Ofanto/MBB. تمتاز التصالبات الثلاث بمعامل درجة توريث عالي جدا بـ 95.63% ، و 83.49 و 83.96% على الترتيب لـ Ofanto/MBB، Ofanto/Waha ، و$Ofanto/Mrb_5$ (جدول. 4). تثبت العديد من الدراسات العلمية على القمح الصلب أنه في المناطق شبه الجافة التبكير في الإسبال يجنب النبات المراحل الحرجة في نموه ويرفع من المردود الحبي (Bahlouli *et al.*, 2008; Bouzerzour *et al.*, 2002). ومن منحنى توزيع الترددات (الشكل. 3)، يظهر أن العشيرة Ofanto/MBB تسمح بالإنتخاب على أساس التأخير في الإسبال، والعشيرة $Ofanto/Mrb_5$ تسمح بالإنتخاب ناحية تبكير الإسبال.

جدول.4 : القيم المتوسطة (μ)، الدنيا (Min)، الكبرى (Max)، التباين الظاهري (σ^2_P)، الوراثي (σ^2_G) والبيئي (σ^2_e)، معامل التباين الظاهري (CV_P)، والوراثي (CV_G)، ودرجة التوريث على نطاق واسع (h^2_{bs}) للتبكير في الإسبال والفرق بين درجات الحرارة عند الآباء وأفراد الجيل الثالث F3.

Croisements	Ofanto/MBB		Ofanto/Waha		Ofanto/Mrb_5	
Valeurs	**PREC**	**T_{air}-T_{CV}**	**PREC**	**T_{air}-T_{CV}**	**PREC**	**T_{air}-T_{CV}**
Max	135,0	2,16	133,0	4,40	133,0	4,10
Min	128,0	-4,26	129,0	-1,83	128,0	-0,18
Amplitude	7,00	6,42	4,00	6,23	5,00	4,28
μ	130,9	-2,02	130,4	1,98	129,5	1,98
X_{OFAnto}	129,00	1,23	129,0	1,23	129,0	1,23
$X_{MBB/Waha/Mrb5}$	132,0	-1,15	129,00	0,90	131,0	1,50
D =OFA- MBB/Waha/Mrb5	3,00	2,38	0,00	0,50	2,00	-0,87
$Ppds_{5\%}$	0,35	0,33	0,35	0,33	0,35	0,33
σ^2_p	2,58	1,35	1,20	1,54	1,03	0,63
ET_P	1,61	1,16	1,09	1,24	1,01	0,80
σ^2_{Ofanto}	0,06	0,35	0,06	0,35	0,06	0,35
$\sigma^2_{MBB/Waha/Mrb5}$	0,16	0,37	0,33	0,43	0,27	0,24
σ^2_e	0,11	0,36	0,20	0,39	0,16	0,29
σ^2_G	2,46	0,99	1,00	1,15	0,86	0,34
ET_G	1,57	1,00	1,00	1,07	0,93	0,58
CV_P	1,23	57,68	0,84	62,78	0,78	40,20
CV_G	1,20	49,37	0,77	54,26	0,72	29,49
h^2_{bs}	95,63	73,26	83,49	74,69	83,96	53,82

(PREC) التبكير في الإسبال بالأيام (j) ، (T_{air}-T_{CV}) الفرق بين درجة حرارة الغطاء النباتي ودرجة حرارة الهواء المحيط بالنبات بـ م°.



شكل.3: تباين التبكير في الإسبال (PREC) و فرق درجات الحرارة بين الغطاء النباتي والهواء المحيط (T_{air}-T_{CV}) عند العشائر F3 Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، Ofanto/Mrb_5 و، ومتوسطات الخطوط الأبوية ($n_{OFA/MBB}$=115,$n_{OFA/waha}$=118, $n_{OFA/Mrb5}$ =112)

4.1. درجة حرارة الغطاء النباتي

بالنسبة للفرق بين درجة حرارة الهواء المحيط ودرجة حرارة الغطاء النباتي (T_{air}-T_{CV}) الفرق كان إيجابي عند الهجينين Ofanto/Waha ، $Ofanto/Mrb_5$ و سلبي عند الهجين Ofanto/MBB (جدول. 4). هذه النتائج توضح أن العشيرتان لـ Ofanto/Waha ، و$Ofanto/Mrb_5$ أكثر مقاومة للإجهاد الحراري من العشيرة للهجين Ofanto/MBB والتي تبين أيضا من خلال منحنى توزيع الترددات (الشكل. 4). من بين الآباء نجد الأب MBB الأكثر حساسية للإجهاد الحراري بإظهاره لفرق في تغيرات درجة الحرارة سلبي بـ 1.15- م°، في المقابل كان الأب Mrb_5 الأكثر مقاومة مع تغير في درجات الحرارة بـ 1.50 م°.

التباين الوراثي جد عالي عند Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha مقارنة مع التباين الوراثي عند $Ofanto/Mrb_5$. هذا ما ينعكس على معامل درجة التوريث للنطاق الواسع (h^2_{bs}) إذ يرتفع عند نفس الهجينان بـ 74.69 و 73.26% (جدول. 4). وجد Rashid *et al.*, (1999) و ***Bouzerzour and Benmahammed,*** (2009) علاقة إرتباط سلبية بين درجة حرارة الغطاء النباتي والمردود عند القمح الصلب. ووجد Sandan *et al.*, (2009) أن درجات حرارة الغطاء النباتي تنخفض عند إستعمال التسميد الأزوتي وترتفع في غيابه، هذا يشير أن للأزوت تأثير معنوي على نشاطية الأوراق بالزيادة من كفاءة إستغلال الماء وتحسين عملية التمثيل الضوئي.

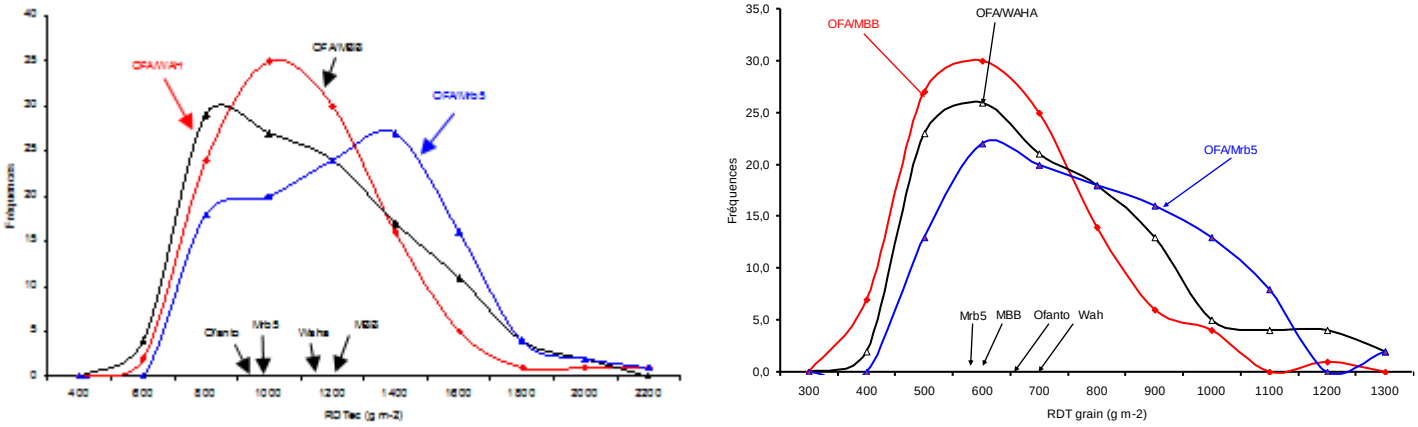
5.1. كفاءة الإنتاجية الحبية والإقتصادية

ذكر Bouzerzour *et al.*, (2001a) أن قدرة النبات على إنتاج كتلة حيوية كبيرة يعتبر كمؤشر على التأقلم وإعطاء مردود إقتصادي وحبي معتبر. يشير تحليل متوسطات المردود الحبي والإقتصادي للعشائر الثلاث جدول.(5) أن للهجينان Ofanto/Waha و $Ofanto/Mrb_5$ أفضل كفاءة في إنتاج المردودين الحبي والإقتصادي مقارنة مع الهجين Ofanto/MBB. متوسطات المردود الحبي للهجن الثلاث قدرت بـ 602.8 ، 672.2 ، و 723.4 غ/م^2 على التوالي لـ Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، و $Ofanto/Mrb_5$. سجلت أعلى قيمة قصوى للمردود الحبي عند الهجين Ofanto/MBB بقيمة تقدر بـ 1300.9 غ/م^2. توزيع الترددات يظهر أن أفضل فرص الإنتخاب لهاتين الصفتين هو بين خطوط الهجينان Ofanto/Waha و$Ofanto/Mrb_5$ (شكل.4). من بين الآباء تفوق الأب Waha في إنتاج المردود الحبي بـ 681.5 غ/م^2 والأب MBB في إنتاج المردود الإقتصادي بـ 1219.4 غ/م^2 ، وهي توافق النتائج المحصل عليها من طرف (Laala *et al.*, 2009) حيث وجدوا أن الصنف Waha تفوق في إنتاج المردود الحبي على باقي الأصناف المزروعة من القمح الصلب كالصنفين Ofanto و MBB المستعملين في هذه الدراسة. تظهر الهجن الثلاث معامل درجة توريث جد مرتفع (أكبر من 90%) بالرغم من الإختلافات في التباينات الوراثية بين العشائر (جدول. 5).

جدول.5 : القيم المتوسطة (µ)، الدنيا (Min)، الكبرى (Max)، التباين الظاهري (σ^2_p)، الوراثي (σ^2_G) والبيئي (σ^2_e)، معامل التباين الظاهري (CV_P)، والوراثي (CV_G)، ودرجة التوريث على نطاق واسع (h^2_{bs}) للمردود الحبي والمردود الإقتصادي عند الآباء وأفراد الجيل الثالث F3.

Croisements / Valeurs	Ofanto/MBB		Ofanto/Waha		Ofanto/Mrb_5	
	RDT	RDT_{ec}	RDT	RDT_{ec}	RDT	RDT_{ec}
Max	1300.9	2077.6	1256.9	1924.1	1255.7	2169
Min	304.9	557.8	359.8	572.3	406	623.5
Amplitude	996	1519.8	897.1	1351.9	849.7	1545.5
µ	602.8	1011.8	672.2	1038.9	723.4	1143.1
X_{OFAnto}	652.3	984.4	652.3	984.4	652.3	984.4
$X_{MBB/Waha/Mrb5}$	611.6	1219.4	681.5	1143.6	598	1000.9
$D = P_1 - P_2$	40.7	-235	-29.1	-159.3	54.3	-16.6
$Ppds_{5\%}$	35.5	45.1	35.5	45.1	35.5	45.1
$\sigma^2 p$	$27x10^3$	$72\ x10^3$	$39\ x10^3$	$97\ x10^3$	$37\ x10^3$	$97\ x10^3$
ET_P	164.8	268.9	199.6	312.7	194.1	312.4
σ^2_{Ofanto}	$3\ x10^3$	$4\ x10^3$	$3\ x10^3$	$4\ x10^3$	$3\ x10^3$	$4\ x10^3$
σ^2_{P2}	$2\ x10^3$	$2\ x10^3$	$4\ x10^3$	$5\ x10^3$	$2\ x10^3$	$2\ x10^3$
σ^2_e	$2\ x10^3$	$3\ x10^3$	$3\ x10^3$	$5\ x10^3$	$3\ x10^3$	$3\ x10^3$
σ^2_G	$24\ x10^3$	$68\ x10^3$	$36\ x10^3$	$92\ x10^3$	$34\ x10^3$	$93\ x10^3$
ET_G	155.5	262.6	190.1	304.3	185.7	306.4
CV_P	27.3	26.6	29.7	30.1	26.8	27.3
CV_G	25.8	26	28.3	29.3	25.7	26.8
h^2_{bs}	90.1	95.4	90.7	94.7	91.6	96.2

RDT المردود الحبي بـ غ/م^2 (g/m^2) ، RDT_{ec} المردود الإقتصادي (القش) بـ غ/م^2 (g/m^2).



شكل.4: تباين كفاءة إنتاج المردود الحبي (RDT) و كفاءة إنتاج المردود الإقتصادي (RDT_{ec}) للعشائر F3. Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، و Ofanto/Mrb_5، ومتوسطات الخطوط الأبوية ($n_{OFA/MBB}$=115, $n_{OFA/waha}$=118, $n_{OFA/Mrb5}$ =112).

2. دراسة الإرتباطات بين المتغيرات المدروسة

يلخص الجدول.(6) علاقات الإرتباط بين مختلف الصفات النباتية المدروسة للنسل (F3). يظهر المحتوى المائي النسبي علاقة إرتباط معنوية إيجابية مع الفقد المائي الورقي وهي موافقة للنتائج التي توصل إليها (Harrath, 2003)، هذه العلاقة تظهر أن الأوراق تملك محتوى مائي معتبر يسمح لها بطرح الماء عن طريق التنفس (Houassine, 2004).

الجدول.6: مصفوفة الإرتباطات الظاهرية للمتغيرات المدروسة عند الجيل الثالث F3.

n-2= 118								
	TRE	S1F	LWL	PREC	T_{air}-T_{CV}	PSF	RDT	RDT_{ec}
TRE	1.000							
S_1F	**0.484**	1.000						
LWL	**0.588**	**0.330**	1.000					
PREC	-0.002	0.087	-0.002	1.000				
T_{air}-T_{CV}	**0.607**	0.092	**0.440**	-0.163	1.000			
PSF	0.084	0.063	**0.232**	0.028	0.045	1.000		
RDT	0.102	0.170	-0.043	-0.047	-0.081	0.133	1.000	
RDT_{ec}	0.002	0.150	-0.147	-0.031	**-0.224**	0.059	**0.928**	1.000

الإرتباطات المعنوية عند عتبة 5% مؤشر على أرقامها بالـgras (r5% = 0.1929).

أيضا يظهر المحتوى المائي إرتباط معنوي إيجابي مع المساحة الورقية، هذا الإرتباط يبين أن الأوراق ذات المساحة الكبيرة تملك محتوى مائي مرتفع مثلما أوضح Araus et *al*., (1998). كما يظهر المحتوى المائي النسبي علاقة إرتباط معنوية إيجابية مع الفرق في درجات الحرارة بين درجة حرارة الغطاء النباتي ودرجة حرارة الهواء (T_{air}-T_{CV})، تبين هذه العلاقة أن الأوراق التي تملك محتوى مائي كبير تقوم بتمثيل أحسن لعملية التنفس ما يؤدي إلى تلطيف درجة حرارة الغطاء النباتي مقارنة بدرجة حرارة الهواء المحيط (Zhang and Wang, 2008)، وتم إثباتها في أبحاث Oulmi, (2015) في دراسة على عشائر من القمح الصلب. المساحة الورقية ترتبط إيجابيا مع سرعة الفقد المائي الورقي بالنسبة لوحدة المساحة، هذه العلاقة تبين أن الأوراق ذات المساحة الكبيرة تكون أكثر تعرضا لأشعة الشمس وأكثر احتكاكا بالهواء المحيط ما يؤدي إلى فقد كمية هامة من الماء في وحدة سم^2 من الورقة، مقارنة مع الأوراق الأقل مساحة (Belkharchouche *et al*., 2009). الفقد المائي الورقي يظهر علاقات إرتباط إيجابية معنوية مع الفرق في درجات الحرارة (T_{air}-T_{CV}) ومع الوزن النوعي الورقي (جدول. 6)، وهي توافق النتائج المحصل عليها من طرف Araus *et al*., (1998) و Oulmi, (2010). أخر إرتباط معنوي إيجابي يظهر بين صفة المردود الحبي و المردود الإقتصادي، هذه العلاقة وجدت في كثير من الأبحاث وتبين أن الإنتخاب بين هاتين الصفتين جد هام (Benmahammed *et al*., 2008).

الخاتمـة

يعتبر كـل مـن الإجهـاد المـائي والحـراري عـاملان أساسـيان في تحديـد الأصـناف ذات التـأقلم لإنتخـاب صفات متأقلمة مع الظروف المناخية الخاصة بالجزائر عامة والهضاب العليا الشرقية بصفة خاصة. تشير النتائج المتحصل عليها أن عشائر الجيل الثالث (F3) تملك تنوع وتباين وراثي كبير داخل القاعدة الوراثية، حيث لوحظ عند التصالبات الثلاث وجود أفراد تزيد عن قيمة الأب الأعلى، أو تقل عن قيمة الأب الأدنى عند كل صفة مقاسة، هذا ما يمكننا من تتبع الخطوط التي أبدت تأقلم ومقاومة للإجهادات اللاحيوية وزيادة معتبرة للمردود الحبي والإقتصادي. تشير دراسة المتوسطات والتغيرات الظاهرية للعشائر إلى إمكانية الإنتخاب من أجل تحسين عدة صفات فينو–مورفو–فيزيولوجية، وهذا يؤكده ظهور قيم مرتفعة لمعامل درجة التوريث (h^2) لكل الصفات المدروسة. كما تشير دراسة التغيرات الظاهرية والوراثية لقيم المحتوى المائي النسبي وسرعة الفقد المائي الورقي إلى أن الإنتخاب على أساس هاتين الصفتين سيكون أكثر تأثيرا داخل العشيرتين Ofanto/MBB و$Ofanto/Mrb_5$ وأقل تأثير داخل العشيرة Ofanto/Waha حيث تأثير العوامل البيئية يلعب دورا هاما في تغيير قياس هاتين الصفتين. وتعزى الإختلافات المشاهدة في الشكل المذكور إلى تأثير كل من التركيب الوراثي أي التباين الوراثي، والعوامل البيئية المحيطة على كل أفراد العشيرة. دراسة الإرتباطات المظهرية بينت وجود إرتباط معنوي إيجابي بين المحتوى المائي النسبي للأوراق وكل المساحة الورقية، الفقد المائي الورقي، وفرق درجة الحرارة (T_{air}-T_{CV}). أيضا أظهر وجود علاقة إرتباط معنوية سلبية بين المردود الإقتصادي وفرق درجة الحرارة، وإيجابية بين المردودين الحبي والإقتصادي.

المراجع

Adjabi, A., Bouzerzour, H., and Benmahammed, A. 2014. Stability Analysis of Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) Grain Yield. Journal of Agronomy, ISSN 1812-5379, **13**(3): 131-139.

Allahverdiyev, T. 2015. Effect of drought stress on some physiological traits of durum (*Triticum durum* Desf.) and bread (*Triticum aestivum* L.) wheat genotypes. Journal of Stress Physiology & Biochemistry, **11**: 29-38.

Annicchiarico, P., Abdellaoui, Z., Kelkouli, M. and Zerargui, H. 2005. Grain yield, straw yield and economic value of tall and semi-dwarf durum wheat cultivars in Algeria. J. *Afr. Sci.*, **143**: 57-64.

Araus, J.L., Amaro, T., Voltas, J., Nakkoul, H. and Nachit, M.M. 1998. Chlorophyll fluorescence as a selection criterion for grain yield in durum wheat under Mediterranean conditions. Field Crop Research, **55**: 209-223.

Bahlouli, F., Bouzerzour, H. et Benmahammed, A. 2008. ***Effets de la vitesse et de la durée du remplissage*** du grain ainsi que de l'accumulation des assimilats de la tige dans l'élaboration du rendement du blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans les conditions de culture des hautes plaines orientales d'Algérie. Biotechnol. Agron. Soc. Environ., **12**: 31-39.

Barrs, H.D., and Weatherley, P.E. 1962. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. Aust. J. Biol. Sci., **24**: 519-570.

Belkharchouche, H., Fellah, S., Bouzerzour, H., Benmahammed, A. et Chella, N. 2009. Vigueur de croissance, translocation et rendement en grains du blé dur (*Triticum durum* Desf.*)* sous conditions arides. Courrier au savoir, **9**: 17-24.

Benmahammed, A., Kribaa, M., Bouzerzour, H. and Djekoun, A. 2010. Assessment of stress tolerance in barley (*Hordeum vulgare* L.) advanced breeding lines under semi arid conditions of the eastern high plateaus of Algeria. Euphytica, **172**: 383-394.

Benmahammed, A., Bouzerzour, H., Mekhlouf, A. et Benbelkacem, A. 2008. Variation de la teneur relative en eau, l'intégrité cellulaire, la biomasse et l'efficience d'utilisation de l'eau des variétés de blé dur (*Triticum turgidum* L. var Durum) conduites sous contraintes hydrique. Recherche Agronomique, INRA, **21**: 37-47.

Benmahammed, A., Djekoun, A., Bouzerzour, H. and Hassous, K. 2005. Genotype x year interaction of barley (*Hordeum* spp.) grain yield andits relationship with plant height, earliness and climate factors undersemi-arid growth conditions. Dirasat, **32**: 239-247.

Bouzerzour, H., Bahlouli, F., Benmahammed, A. et Djekoun, A. 2000. Cinétique d'accumulation et de répartition de la biomasse chez des génotypes contrastés d'orge (*Hordeum vulgare* L.). Sciences et Technologie, **13**: 59-64.

Bouzerzour, H. and Benmahammed, A. 2009. Variation in growth, canopy temperature, translocation and yield of four durum wheat (*Triticum durum* Desf.) genotypes under semi arid condition. Jordan journal of agricultural sciences, **5**: 142-154.

Bouzerzour, H., Benmahammed, A., Benkharbache, N. et Hassous, K.L. 2002. Contribution des nouvelles obtentions à l'amélioration et à la stabilité du rendement d'orge (*Hordeum vulgare* L.) en zone semi-aride d'altitude. Revue Recherche Agronomique de l'INRAA, **10**: 45-58.

Bouzerzour, H., Benmahammed, A., Mekhlouf, A., Hadj Sahraoui, A. et Harkati, N. 2001a. Variation climatique et comportement des variété typiques de blé dur. Revue Cahiers de l'agriculture, **2**: 16-22.

Clarke*, J.M.,* Romagosa*, I.,* Jana*, S., Srivastava*, J.P. and McCaig, T.N. *1989*. ***Relationship*** of excised-leaf ***water*** loss rate and ***yield*** of durum wheat in diverse envirenments. Can. Jal. Plant Sci., **69**: 1075-1081.

CropStat 7.2.3 2009. Software package for windows. International Rice Research Institute, IRRI, Manila.

DaCosta, M., Wang, Z. and Huang, B. 2004. Physiological adaptation of Kentucky bluegrass to localized soil drying. Crop Science, **44**: 1307-1314.

Fellah, S. 2008. Variation de la teneur relative en eau, de l'intégrité cellulaire, de la croissance et de l'efficience d'utilisation de l'eau des variétés de blé dur conduites sous différentes intensités de stress hydrique. Mémoire magister, Institut des Sciences de la Nature, C. Universitaire Larbi Ben Mhidi, OEB, 70 pages.

Hamli, S., Bouzerzour, H., Benmahammed, A., Oulmi, A., Kadi, K. et Addad, D. 2015. Déterminisme génétique des caracteres morpho-physiologiques lies au rendement chez le blé dur en zone semi-aride des hauts plateaux sétifiens, algérie. European Scientific Journal, **11**(12): 146-160.

Harrath, N. 2003. Analyse génétique de l'intégrité cellulaire et de la vitesse de dessèchement foliaire cher le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Thèse de magister, Institut des Sciences de la Nature, Centre Universitaire Larbi Ben Mhidi, OEB, 50 p.

Houassin, D. 2004. Adaptation au stress hydrique de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Céréaliculture, **42**: 29-35.

Jackson, R.D., Kustas, W.P. and Choudhury, B.J. 1988. A reexamination of the crop water stress index. Irrig. Sci., **9**: 309-317.

Kribaa, M., Hallaire, S. and Curmi, J. 2001. Effects of tillage methods on soil hydraulic conductivity and durum wheat grain yield in semi-arid area. *Soil and Tillage* 37: 17-28.

Laala, Z., Oulmi, A., Saraoui, T., Haddad, L., Nouar, H., Benmahammed, A. et Bouzerzour, H. 2009. Effet de la sélection de la biomasse et des épis sur le rendement de blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous condition semi-arides. Annales de la Faculté des Sciences et Sciences de l'Ingénieur, (AFSSI), **1**(4): 55-67.

Mekhlouf, A., Bouzerzour, H., Dehbi, F. et Hannachi, A. 2001. Rythme de développement et variabilité de réponses du blé dur (*Triticum turgidum* L. var.*durum*.) aux basses températures. Tentatives de sélection pour la tolérance au gel. *In* : Proceedings séminaire sur *la valorisation des milieux semi-arides*. Oum El Bouaghi 12 pp.

Mekliche, A., Hanifi-Mekliche, L., Aïdaoui, A., Gate, P.H., Bouthier, A. and Monneveux, Ph. 2015. Grain yield and its components study and their association with normalized difference vegetation index (NDVI) under terminal water deficit and well-irrigated conditions in wheat (*Triticum durum* Desf. and *Triticum aestivum* L.). African Journal of Biotechnology, **14**(26): 2142-2148

Oulmi, A. 2010. Contribution à l'étude de la variation de la teneur relative en eau, la température de la canopée et la structure foliaire chez des populations de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Mémoire magister, Faculté des Sciences de la Nature et de la vie, DEBV. Université Ferhat Abass Sétif (UFAS), 108 pages.

Oulmi, A. 2015. Analyse de la tolérance du blé dur (*Triticum turgidum var durum* L.) aux stresses abiotiques de fin de cycle. Thèse doctorat des sciences, Faculté des Sciences de la Nature et de la vie, DEBV. Université Ferhat Abass Sétif1 (UFAS), 159 pages.

Oulmi, A., Benmahammed, A., Laala, Z., Adjabi, A. and Bouzerzour, H. 2014a. Response to plant breeding on the basis of the canopy temperature of F5 lines derived from the F2 of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under semi-arid high plains eastern conditions. International Journal of Agronomy and Plant Production, **5**(1): 20-30.

Passioura, J.B. 2004. Increasing crop productivity when water is scarce: from breeding to field management. *In proceedings of the 4th International Crop Science Congres " New directions for a diverse plant".* Brisbane, Australia. 12 p.

Quick, J.S. 1998. Combining ability and interrelationships among an international array of durum eheats. In Proc. 5th Int. Wheat Genet. Symp., ed. S. Ramanujam, 635-47. New Delhi, India.

Rashid, A., Stark, J.C., Tanveer, A. and Mustafa, T. 1999. Use of canopy temperature measurements as a screening tool for drought tolerance in spring wheat. J. Agron. and Crop Sci., **182**: 231-237.

Salmi, M., Haddad, L., Oulmi, A., Benmahammed, A. et Benbelkacem, A. 2015. Variabilité phénotypique et sélection des caractères agronomiques du blé dur (*triticum durum* Desf.) Sous conditions semi-arides. European Scientific Journal, **11**(21): 99-111.

Sandan, A.P., Harcha, C.I., Daniel, F. and Calderini, D.F. 2009. Sensitivity of yield and grain nitrogen concentration of wheat, lupin and pea to source reduction during grain filling. A comparative survey under high yielding conditions. Field Crops Research, **114**: 233-243

Spagnoletti-Zeuli, T.L. and Qualset, P.O. 1990. Flag leaf variation and the analysis of diversity in durum wheat. Plant Breeding, **105:** 189-202.

Wehner, T.C. 1982. Weighted selection indices for trials and segregating populations. Cucurbit Genet. Coop. Rpt., **5**: 18-20.

Zhang, S.W. and Wang, C.F. 2008. Research Status Quo and Future of Low Temperature Wheat Genotypes. Agricultural Sciences in China, **7:** 1413-1422.