

مذكرة

نيل شهادة الماجستير

في بيولوجيا وفيزيولوجيا النبات

تخصص: تثمين الموارد النباتية

مقدمة من طرف: عولي عبدالمالك

المساهمة لدراسة تباين المحتوى المائي النسبي، درجة حرارة
الغطاء النباتي، والبنية الورقية للجيل الثالث F3 عند القمح
الصلب (*Triticum durum* Desf.).

قدمت يوم أمام لجنة المناقشة المتكونة من:

الرئيس:	أ.د. عادل نجيب شاكر	أستاذ	جامعة فرحات عباس سطيف
المشرف:	د. بن محمد عمر	أستاذ محاضر	جامعة فرحات عباس سطيف
الأعضاء:	أ.د. بوزرزور حمه	أستاذ	جامعة فرحات عباس سطيف
	أ.د. لعور حسين	أستاذ	جامعة فرحات عباس سطيف

تشكرات

أحمد الله العليّ القدير الذي أمانني وفقني على إنجاز هذا العمل الذي أرجو أن يكون قيما وهادفا، وأطلي وأسلم على خاتم أنبيائه ورسله. خير خلق الله وأحب عباده إليه. صلاة وسلام يليقان بمقامه الكريم وصلاة وسلام على سائر إخوانه من النبيين والمرسلين وصلاة وسلام على اله وأصحابه والتابعين وصلاة وسلام على كل من دعا بدعوته إلى يوم الدين وبعد:

أتوجه بأسمى عبارات الشكر والتقدير إلى الأستاذ الدكتور بن محمد عمار الذي تفضل بالإشراف على هذا البحث، والذي لو يأل جهدا في تقديم يد العون التي لولاها لما خرج هذا البحث للوجود، بما أسداه من نصح وتوجيهات ومساعدات، ما وفر علي كثيرا من الجهد.

أتقدم بالشكر إلى الأساتذة أعضاء لجنة المناقشة، الذين تفضلوا وقبلوا مناقشة وإثراء هذا البحث:

- ❖ أ.د. عادل نجيب شاكر ، أستاذ بمعهد البيولوجيا جامعة فرحات عباس سطيف.
- ❖ أ.د. بوزرور حمزة، أستاذ بمعهد البيولوجيا جامعة فرحات عباس سطيف.
- ❖ أ.د. لعور حسين، أستاذ بمعهد البيولوجيا جامعة فرحات عباس سطيف.

كما أتقدم بالشكر الجزيل إلى جميع مخبريي قسم البيولوجيا، وعمال وإطارات محطة البحوث الزراعية للمعهد التقني للماصيل الحقلية بسطيف، كما لا يفوتني أن أشكر كل أساتذة معهد البيولوجيا على نصحهم ومساعداتهم القيمة.

وفي الأخير أشكر كل من ساهم من قريب أو من بعيد في إنجاز هذا البحث ولو بكلمة طيبة.

الملخص - أجريت هذه الدراسة في الموقع التجريبي لمحطة البحوث الزراعية التابعة للمعهد التقني للمحاصيل الحقلية (ITGC) بسطيف، خلال الموسم الزراعي 2009/2008. بهدف تقييم التباينات المظهرية لثلاثة عشائر من القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.)، تجاه المتغيرات المؤشرة للمقاومة ضد الإجهادات اللاحيوية (الحالة المائية للنبات، المقاومة ضد الإجهاد المائي والحراري، البنية الورقية، درجة حرارة الغطاء النباتي)، وكفاءة المردود الحبي و الإقتصادي، وأيضا تقييم الفرق الانتخابي على أساس هذه المتغيرات وتأثيرات الانتخاب على الصفات الغير منتخبة. تظهر النتائج وجود تباينات مظهرية كبيرة بين المتغيرات المقاسة، تشير دراسة الارتباطات إلى وجود ارتباطات ضعيفة بين المقاومة للإجهادات وكفاءة المردود الحبي والإقتصادي. يؤدي الانتخاب إلى فروقات معنوية مع تأثيرات كبيرة مع المتغيرات الغير منتخبة التي تعتمد على القاعدة الوراثية المدروسة. سجلت أكبر زيادة للمردود الحبي بالنسبة للإنتخاب على أساس المردود الحبي أو على المؤشر. توحى هذه النتائج أن تحسين المردود الحبي والمقاومة للإجهادات اللاحيوية يستوجب إما إستعمال الإنتخاب المتعاقب وإما إستعمال المؤشر الذي يدمج بين صفات المقاومة و الكفاءة.

الكلمات المفتاحية: القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.)، الإجهاد، المحتوى المائي النسبي، درجة حرارة الغطاء النباتي، البنية الورقية، مقاومة، المؤشر، المردود.

Titre: [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.).]

Résumé – L'étude a été conduite sur le site expérimental de la station ITGC de Sétif au cours de la campagne 2008/2009. L'objectif est d'évaluer la variabilité phénotypique des trois populations de blé dur pour les variables indicatrices de la tolérance au stress abiotique (statut hydrique, tolérance aux stress hydrique et thermique, structure foliaires, dépression de la température de la canopée) et les performances de rendements grain et économiques, d'estimer la différentielle de sélection sur la base des ces variables et les effets de la sélection sur les variables non sélectionnées. Les résultats montrent une importante variabilité phénotype pour l'ensemble des variables mesurées. L'étude des corrélations indique le peu de liaisons entre la tolérance des stress et les performances de rendements grain et économique. La sélection induit des différentielles significatives avec des effets sur les variables non sélectionnées qui sont dépendants du fond génétique étudié. Les meilleures augmentations du rendement grain sont notées suite à la sélection sur la base du rendement grain ou sur indice. Ces résultats suggèrent que pour améliorer la tolérance des stress et les performances de rendement, il faut soit faire une sélection tandem soit utiliser un indice qui intègre les caractères contrôlant la tolérance et la performance.

Mots-clés: blé dur (*Triticum durum* Desf.), teneur relative en eau, température de canopée, structure foliaire, tolérance, indice, rendement.

Title: [Contribution to the study of the variation of the relative water content, canopy temperature depression, and foliar structure of three durum wheat (*Triticum durum* Desf.) populations.]

Summary – The study was conducted on the experimental site of the ITGC agricultural research station of Sétif during the 2008/2009 cropping season. The objectives were to evaluate the phenotypic variability within three F3-durum wheat populations for the traits related to abiotic stress tolerance (water status, stress tolerance index, foliar structure, canopy temperature depression) and grain and economic yield performances, to estimate selection differential based on the measure traits and their effects on non selected traits. The results indicated a significant phenotypic variability for most of the measured traits. Correlation analysis indicated a low relationship between stress tolerance traits and grain and economic yield performances. Selection induced significant differentials with effects on non selected traits depending on the studied genotypic background. Best grain yield increases were observed under direct selection for yield and the one based on an index. The results suggested that to improve both stress tolerance and yield performance, tandem selection need to be applied alone or along with the use an index integrating both tolerance and yield performance traits.

Key words: Durum wheat (*Triticum durum* Desf.), relative water content, canopy temperature depression, leaf structure, stress tolerance, index, grain yield.

قائمة الجداول

التوزيع الجغرافي لزراعة الحبوب حسب المناطق الزراعية المناخية الكبرى.....08	جدول 1.1
الفرق بين إحتياجات الماء وتساقط الأمطار على مختلف مراحل نمو القمح الصلب في منطقة سطيف.....09	جدول 2.1
آليات التأقلم للإجهاد المائي.....20	جدول 3.1
أصل السلالات الأبوية.....37	جدول 1.11
القيم المتوسطة، الدنيا، الكبرى، التباين الظاهري، الوراثة والبيئي، معامل التباين الظاهري، والوراثي، ودرجة التورث على نطاق واسع للمحتوى المائي النسبي والفقد المائي الورقي المقاس عند الآباء وأفراد الجيل الثالث.....45	جدول 1.111
القيم المتوسطة، الدنيا، الكبرى، التباين الظاهري، الوراثة والبيئي، معامل التباين الظاهري، والوراثي، ودرجة التورث على نطاق واسع للمساحة الورقية والوزن النوعي الورقي المقاس عند الآباء وأفراد الجيل الثالث.....48	جدول 2.111
القيم المتوسطة، الدنيا، الكبرى، التباين الظاهري، الوراثة والبيئي، معامل التباين الظاهري، والوراثي، ودرجة التورث على نطاق واسع لتبكير الإنبال ودرجة حرارة الغطاء النباتي المقاسة عند الآباء وأفراد الجيل الثالث.....51	جدول 3.111
القيم المتوسطة، الدنيا، الكبرى، التباين الظاهري، الوراثة والبيئي، معامل التباين الظاهري، والوراثي، ودرجة التورث على نطاق واسع لمؤشرات المقاومة للإجهاد المائي والحراري المقاسة عند الآباء وأفراد الجيل الثالث.....55	جدول 4.111
القيم المتوسطة، الدنيا، الكبرى، التباين الظاهري، الوراثة والبيئي، معامل التباين الظاهري، والوراثي، ودرجة التورث على نطاق واسع للمردود الحي والإقتصادي المقاس عند الآباء وأفراد الجيل الثالث.....59	جدول 5.111
مصفوفة الارتباطات الظاهرية للمتغيرات المدروسة عند الهجن الثلاث لعشائر القمح.....62	الجدول 6.111
متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F3 للعشائر الثلاثة، وفرق الإنتخاب الفعلي والنسبي للحالة المائية للورقة.....68	جدول 7.111
متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F3 للعشائر الثلاثة، وفرق الإنتخاب الفعلي	جدول 8.111

قائمة الأشكال

- 06.....تطور نسل الأقماع.....شكل 1.1
- تغير المساحات المخصصة لزراعة محاصيل الحبوب في الجزائر للفترة 2006-2000
07.....شكل 2.1
- 10.....تغير إنتاج الحبوب الأساسية في الجزائر للفترة الممتدة من 2006-2000.....شكل 3.1
- 37.....المعطيات المناخية خلال الموسم الزراعي 2009-2008.....الشكل 1.11
- 38.....خطوط النسل F3 من القمح الصلب بالموقع التجريبي.....الشكل 2.11
- تباين المحتوى المائي النسبي في الجيل الثالث Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، Ofanto/Mrb₅ ،
46.....ومتوسطات المحتوى المائي للسلاطات.....شكل 1.111
- تباين سرعة فقد الماء الورقي في الجيل الثالث Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، Ofanto/Mrb₅ ،
47.....ومتوسطات سرعة فقد الماء للسلاطات.....شكل 2.111
- تباين المساحة الورقية لورقة العلم في الجيل الثالث Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ،
49.....و Ofanto/Mrb₅ ، ومتوسط المساحة الورقية للسلاطات.....شكل 3.111
- تباين الوزن النوعي لورقة العلم في الجيل الثالث Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ،
50.....و Ofanto/Mrb₅ ، ومتوسط الوزن النوعي للسلاطات.....شكل 4.111
- تباين تبكير الإنبال في الجيل الثالث Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، و Ofanto/Mrb₅ ،
52.....ومتوسط تبكير الإنبال للسلاطات.....شكل 5.111
- تباين درجات حرارة الغطاء النباتي في الجيل الثالث Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ،
53.....و Ofanto/Mrb₅ ، ومتوسط درجات الحرارة للسلاطات.....شكل 6.111
- تباين مؤشر مقاومة الإجهاد المائي في الجيل الثالث Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، و
56.....و Ofanto/Mrb₅ ، ومتوسط مؤشر مقاومة الإجهاد المائي للسلاطات.....شكل 7.111
- تباين مؤشر مقاومة الإجهاد الحراري في الجيل الثالث Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، و
57.....و Ofanto/Mrb₅ ، ومتوسط مؤشر مقاومة الإجهاد الحراري للسلاطات.....شكل 8.111
- تباين كفاءة إنتاج المرود الحبي في الجيل الثالث Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ،
شكل 9.111

- 60.....Ofanto/Mrb₅، ومتوسطات كفاءة إنتاج المردود للسلاطات
- شكل III.10 ، تباين كفاءة إنتاج المردود الإقتصادي في الجيل الثالث Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، Ofanto/Mrb₅، ومتوسطات كفاءة إنتاج المردود الإقتصادي للسلاطات.....61
- شكل III.11 علاقة الارتباط بين المحتوى المائي الورقي وفرق درجة حرارة الغطاء النباتي في الجيل الثالث Ofanto/Mrb₅، Ofanto/Waha ، Ofanto/MBB.....64
- شكل III.12 تأثير الإنتخاب على أساس الحالة المائية للورقة على المردود الحي للجزء المختارة (i) لعشائر الـF3 (i = 10% = 12 lignées par groupe)71
- شكل III.13 تأثير الإنتخاب على أساس البنية الورقية على المردود الحي.....73
- شكل III.14 تأثير الإنتخاب على أساس تبكير الإنبال وفرق درجة حرارة الغطاء النباتي على المردود الحي.....77
- شكل III.15 تأثير الإنتخاب على أساس مؤشر المقاومة للإجهاد الحراري على المردود الحي.....81
- شكل III.16 تأثير الإنتخاب على أساس المؤشر و المردود على المردود الحي.....85
- شكل III.17 تغير المردود الحي بالإنتخاب على أساس المتغيرات المقاسة لعشائر الـF3.....86

قائمة الملحقاآ

- ملحق 1.1 الأصل الوراآي للقمح الصلب (*Triticum durum* Desf.).
- ملحق 1.2 الموقع التجريبي بمحطة الأبحاث الزراعية ITGC سطيأ.
- ملحق 1.3 تحليل تباين الصفات المقاسة للآباء.

قائمة المختصرات

:TRE	المحتوى المائي النسبي
:LWL	الفقد المائي الورقي
:SIF	مساحة ورقة العلم
:PSF	الوزن النوعي لورقة العلم
:PREC	تبكير الإنبال
$(T_{air}-T_{cv})$:	الفرق بين درجة حرارة الهواء المحيط والدرجة حرارة الغطاء النباتي
:DSI	مؤشر المقاومة للإجهاد المائي
:HSI	مؤشر المقاومة للإجهاد الحراري
:RDT	المردود الحبي
:RDT _{ec}	المردود الإقتصادي
:SWI	مؤشر الإنتخاب
:Bou	بوسلام
:MBB	محمد بن بشير
:Mrb ₅	أم الربيع
:ET _p	الإنحراف المعياري البيئي
:ET _G	الإنحراف المعياري الوراثي
:CV _p	معامل التغير الظاهري
:CV _G	معامل التغير الوراثي
: σ^2_p	التباين الظاهري
: σ^2_e	التباين البيئي

التباين الوراثي	: σ^2_G
درجة التوريث للنطاق الواسع	: h^2_{bs}
القمح القصلب	:BD
القمح اللين	:BT
درجات الحرارة القصوى	:T Max
درجات الحرارة الدنيا	:T Min

الفهرس

01

المقدمة

الفصل الأول: الدراسة النظرية

03

1.1. المصدر الجغرافي والوراثي لنبات القمح

03

1.1.1. الوصف النباتي ودورة الحياة

04

2.1.1. المصدر الوراثي والجغرافي

07

2.1. مناطق الزراعة وإنتاج القمح الصلب في الجزائر

07

1.2.1. مناطق الزراعة

09

2.2.1. إنتاج القمح الصلب

11

3.2.1. عوائد إنتاج القمح الصلب في الجزائر

12

3.1. الجفاف

13

1.3.1. تأثير الجفاف على أهم مركبات المردود

13

أ. عدد السنابل في المتر المربع

13

ب. عدد الحبات في السنبل

13

ج. وزن ألف حبة

13

4.1. الإجهادات اللاحيوية

13

1.4.1. الإجهاد الحراري

14

1.1.4.1. درجات الحرارة المرتفعة وتأثيرها

16

2.1.4.1. درجات الحرارة المنخفضة وتأثيرها

17

2.4.1. الإجهاد المائي

17

1.2.4.1. الإجهاد المائي وتأثيره على مراحل تطور النبات

19

2.2.4.1. آليات التأقلم للإجهاد المائي

20

1.2.2.4.1. تجنب الإجهاد المائي

21

2.2.2.4.1. تفادي الإجهاد المائي

23

3.2.2.4.1. الآليات المحرصة (المقاومة للإجهاد المائي)

24	3.4.1. الإجهاد الملحي
24	1.3.4.1. تأثير الملوحة على النباتات
25	2.3.4.1. تحمل النبات للملوحة
26	5.1. التأقلم والمقاومة للإجهادات
26	1.5.1. تعريف
27	2.5.1. الصفات المتعلقة بتحمل الإجهادات
27	1.2.5.1. الصفات المرفولوجية
27	أ. مرفولوجية ومساحة الأوراق
27	ب. إستطالة الساق
27	ج. مرفولوجية النظام الجذري
28	د. مرفولوجية وطول السفا
28	2.2.5.1. الصفات الفينولوجية
28	3.2.5.1. الصفات البيوكيميائية
28	أ. البرولين
29	ب. تراكم السكريات
30	4.2.5.1. الصفات الفيزيولوجية
30	أ. التعديل الأسموزي
30	ب. التعديل الثغري
31	6.1. التحسين الوراثي لإنتخاب سلالات وأصناف مقاومة للإجهادات
31	1.6.1. الخصائص الفيزيولوجية
31	2.6.1. الخصائص المورفولوجية
31	1.2.6.1. طول القصبة والكتلة الإحيائية
32	2.2.6.1. المساحة الورقية ودور ورقة العلم
32	3.6.1. التحطيم الخلوي
33	7.1. فعالية إستغلال الماء
33	1.7.1. تعريف
34	2.7.1. فعالية إستغلال الماء كآلية للإنتخاب

الفصل الثاني: المواد وطرق العمل

- 36 1. موقع التجربة
- 36 2. تصميم التجربة
- 38 3. القياسات
- 38 1.3. المساحة الورقية والوزن النوعي الورقي
- 38 2.3. المحتوى المائي النسبي وسرعة فقد الماء الورقي
- 40 3.3. مؤشر المقاومة للإجهاد المائي والحراري
- 40 4.3. حرارة الغطاء النباتي و مؤشر الإنتخاب
- 41 5.3. تبكير الإسبال والصفات المرفولوجية
- 41 4. تحليل الإحصائي للمعطيات

الفصل الثالث: النتائج والمناقشة

- 43 1. التغيرات الظاهرية والوراثية للمتغيرات المقاسة
- 43 1.1. المحتوى المائي النسبي و سرعة الفقد المائي الورقي
- 43 1.1.1. المحتوى المائي النسبي
- 44 2.1.1. الفقد المائي الورقي
- 47 2.1. المساحة الورقية و الوزن النوعي للأوراق
- 47 1.2.1. مساحة ورقة العلم
- 49 2.2.1. الوزن النوعي لورقة العلم
- 50 3.1. تبكير الإسبال ودرجة حرارة الغطاء النباتي
- 50 1.3.1. تبكير الإسبال
- 53 2.3.1. حرارة الغطاء النباتي
- 54 4.1. مؤشرات المقاومة للإجهاد المائي و الحراري
- 54 1.4.1. مؤشر المقاومة للإجهاد المائي
- 56 2.4.1. مؤشر المقاومة للإجهاد الحراري
- 58 5.1. كفاءة الإنتاجية الحبية و الإقتصادية
- 58 1.5.1. كفاءة إنتاج المردود الحبي
- 59 2.5.1. كفاءة إنتاج المردود الإقتصادي

61	2.iii. دراسة الارتباطات بين المتغيرات المدروسة
66	3.iii. تأثير الانتخاب
66	1.3.iii. الانتخاب الأحادي و المتعدد الصفات
67	1.1.3.iii. تأثير الانتخاب أحادي الصفة
67	1.1.1.3.iii. الانتخاب على أساس الحالة المائية للورقة
71	2.1.1.3.iii. الانتخاب على أساس البنية الورقية
75	3.1.1.3.iii. الانتخاب على أساس تبكير الإنبال وتغيرات درجة حرارة الغطاء النباتي
79	4.1.1.3.iii. الانتخاب على أساس مؤشر المقاومة للإجهاد الحراري
81	5.1.1.3.iii. الانتخاب على أساس المردود الجبي العالي
83	2.1.3.iii. تأثير الانتخاب متعدد الصفات
83	1.2.1.3.iii. الانتخاب على أساس المؤشر
90	الخاتمة
93	المراجع
109	الملحق

مقدمة

تشكل محاصيل القمح، الأرز والذرة أهم محاصيل الحبوب التي رافقت الحضارة البشرية منذ أقدم العصور. وبهذا الخصوص يشير عالم النبات الروسي (1951) Vavilov إلى أن علماء النبات منذ أكثر من مائة عام لم يتمكنوا من استبدال المحاصيل الآفنة الذكر بمحاصيل أخرى تحل محلها وتلعب نفس الدور في غذاء الإنسان، حيث يأتي محصول القمح في المرتبة الأولى من حيث الأهمية، ويعتبر أحد المحاصيل الزراعية الكبرى و الإستراتيجية التي تحتاجها الشعوب في مختلف بقاع العالم. في الجزائر تنصدر محاصيل الحبوب من حيث المساحة المزروعة بأكثر من 6 مليون هكتار سنويا أي ما يعادل 80% من المساحة الصالحة للزراعة، المحاصيل الشتوية تحتل من 3 إلى 3.5 مليون هكتار، وفي مقدمتها القمح الذي تبلغ مساحته الزراعية بحوالي 1.2 مليون هكتار. وقدر استهلاك الفرد الواحد بـ 1.85 قنطار في السنة (FAO, 2004).

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 أحر أطوار النبات (Baldy, 1974; Annichiarico et al., 2005; Mekhlouf et al., 2001; Bouzerzour and Benmahammed., 1994) جميع هذه العوامل تؤثر سلبا على الإنتاج السنوي للقمح (Bouzerzour and Benmahammed., 1994; 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 (Ceccarelli, 1987). 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 و عدم استقراره (Bouzerzour et al., 2000; Benkherbache, 2001). 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 (Richard et al., 1997 ; 2002).

(Acevedo et al., 1991); وأصبح من الضروري البحث على أحسن تأقلم للتباين البيئي، لإستقرار مردود هذه المناطق (Benmahammed et al., 2005). وإعتماد مسار تقني للثمين الأفضل للأقطار الموسمية (Kribaa et al., 2001). وتحسين فعالية إستعمال الماء للنبات (Passioura, 2004; Richard et al., 2002).

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 مرببي النبات إنتاج سلالات مقاومة للإجهاد والظروف البيئية (Richards et al., 1997). فتحقيق زيادة في إنتاجية الأصناف تعتبر من أكبر التحديات أمام مرببي النبات و تتطلب وقفة جدية وداعية للتفكير بمصادر الغذاء.

تكمن الصعوبات المرتبطة بهذا البحث في العدد الكبير للعوامل التي تؤثر على التأقلم (Benmahammed et al., 2005; Feliachi, 2000; Dixiet and Patil, 1993) يؤدي الإنتخاب من اجل المقاومة إلى إنخفاض المردود في الظروف الصعبة، ولكن هذا الإنخفاض يكون أقل أهمية بالنسبة للأنماط المقاومة مقارنة مع الأنماط الوراثية الحساسة (Bahlouli et al., 2005; Fellah et al., 2002). البحث عن مؤشرات لأحسن استعمال للماء من قبل النبتة مثل الحالة المائية الورقية، المقاومة للتجفيف، البنية الورقية، وتغيرات درجة حرارة النبات تحت الإجهاد هو شرط مسبق لإحراز تقدم في تحسين المردود في الظروف اللاحوية (Araus et al., 1998). كذلك الإنتخاب للصفات الفينولوجية مهم جدا في هذه المناطق كالتبكير في الإسبال (Mekhlouf et al., 2006; Bouzerzour et al., 2002).

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم المحتوى المائي النسبي للأوراق، سرعة الفقد المائي الورقي، البنية الورقية، درجة التبكير في الإسبال، درجة حرارة الغطاء النباتي لأفراد الجيل الثالث F3 لثلاثة عشائر من القمح الصلب. وتقييم فارق الإنتخاب لهذه الصفات تحت الظروف المناخية السائدة.

1. الدراسة النظرية

1.1. المصدر الجغرافي والوراثي لنبات القمح

1.1.1. الوصف النباتي ودورة الحياة

ينتمي القمح الصلب إلى النباتات صف أحادية الفلقة Monocotylédones من العائلة النجيلية poaceae (Gramineae سابقا) و الجنس (*Triticum*). وهو نبات عشبي حولي ذو طراز شتوي أو ربيعي، تتوقف دورة حياته على النوع، موعد الزراعة، الظروف المناخية، التربة، نوعيتها وخصوبتها، تتراوح هذه الفترة من 6 إلى 9 أشهر لمعظم الأصناف (Jonard, 1970). يمر النبات خلال دورة حياته بعدة مراحل أهمها المرحلة الخضرية التي تبدأ من البذر إلى غاية ظهور السنابل خارج ورقة العلم. يتم إنبات البذور إذا تعرضت إلى الرطوبة ودرجات الحرارة المعتدلة (20° م). في حالة توفر الظروف العادية من حرارة، رطوبة، وخصوبة التربة فإن مرحلة بذر إنبات تحتاج إلى مجموع حراري يقدر بـ 150م (Gate, 1995)، وفي هذه المرحلة تكون النباتات حساسة للنقص المائي وتغير درجات الحرارة (Karou, 1998). تتكون قاعدة التفريع على عمق 1 إلى 3 سم، بعد ظهور الورقة الرابعة، يرتبط ظهور الأوراق و بداية التفريع بتوفر الحرارة و تتكون على العموم من 6-8 أوراق على الساق الرئيسي و تتأثر الأوراق الأولية بالتغذية المعدنية للنبات (Gate, 1995).

تتكون الأفرع القاعدية من البراعم الإبطية الموجودة على عقد الساق و تتحقق نهاية المرحلة الخضرية بتوقف طور التفريع و بداية استطالة الساق الرئيسي و ظهور شكل السنبل المفلوفاة بالأوراق (Gate, 1995). يكون في بداية مراحل النمو الأولية تطور المجموع الجذري أسرع مقارنة بنمو المجموع الهوائي، حيث تتغير نسبة الوزن الجاف للمجموع الجذري إلى الوزن الجاف للمجموع الخضرية للبادرات في طور 2 إلى 3 أوراق من 1:1.5 إلى 1:2.5 و ذلك حسب الأصناف. تبدأ هذه النسبة في التناقص نظرا لتطور المجموع الخضرية بسرعة مع نهاية فصل الشتاء و في طور الإنبال تصل إلى 1:1.6 (Gate, 1995).

يتحقق طور الإنبال عموما عند بروز السنبل من غمد ورق العلم و تزهر النباتات عادة من 3 إلى 7 أيام بعد خروج السنابل و أولى السنابل إزهارا هي سنبل الساق الرئيسي ثم تليها سنابل

الأفرع الأخرى. يبدأ بعد إتمام عملية التلقيح تعميم و ملئ الحب المتكون خلال 25-30 يوم (Bahlouli et al., 2004).

2.1.1. المصدر الوراثي والجغرافي

يتميز القمح من حيث التركيب الوراثي بأنه ذو إختلافات وراثية معقدة، لكنها تتبع كلها الجنس تريتيكوم *Triticum* والذي يضم عدة أنواع منها المهجنة ومنها البرية. ينحدر القمح الصلب (*AABB Triticum durum* Desf., $2n=4x=28$, genome) من تهجين بين أجناس برية ذات الصيغة الصبغية (BB) و تعرف بإسم *Aegilops speltoides* و جنس *Triticum monococcum* ذات الصيغة الصبغية (AA). ويعتبر الجنس *Triticum durum* Desf. أكثر إنتشارا مقارنة بالأجناس رباعية الصيغة الصبغية الأخرى (ملحق-1) (Croston and Williams, 1981).

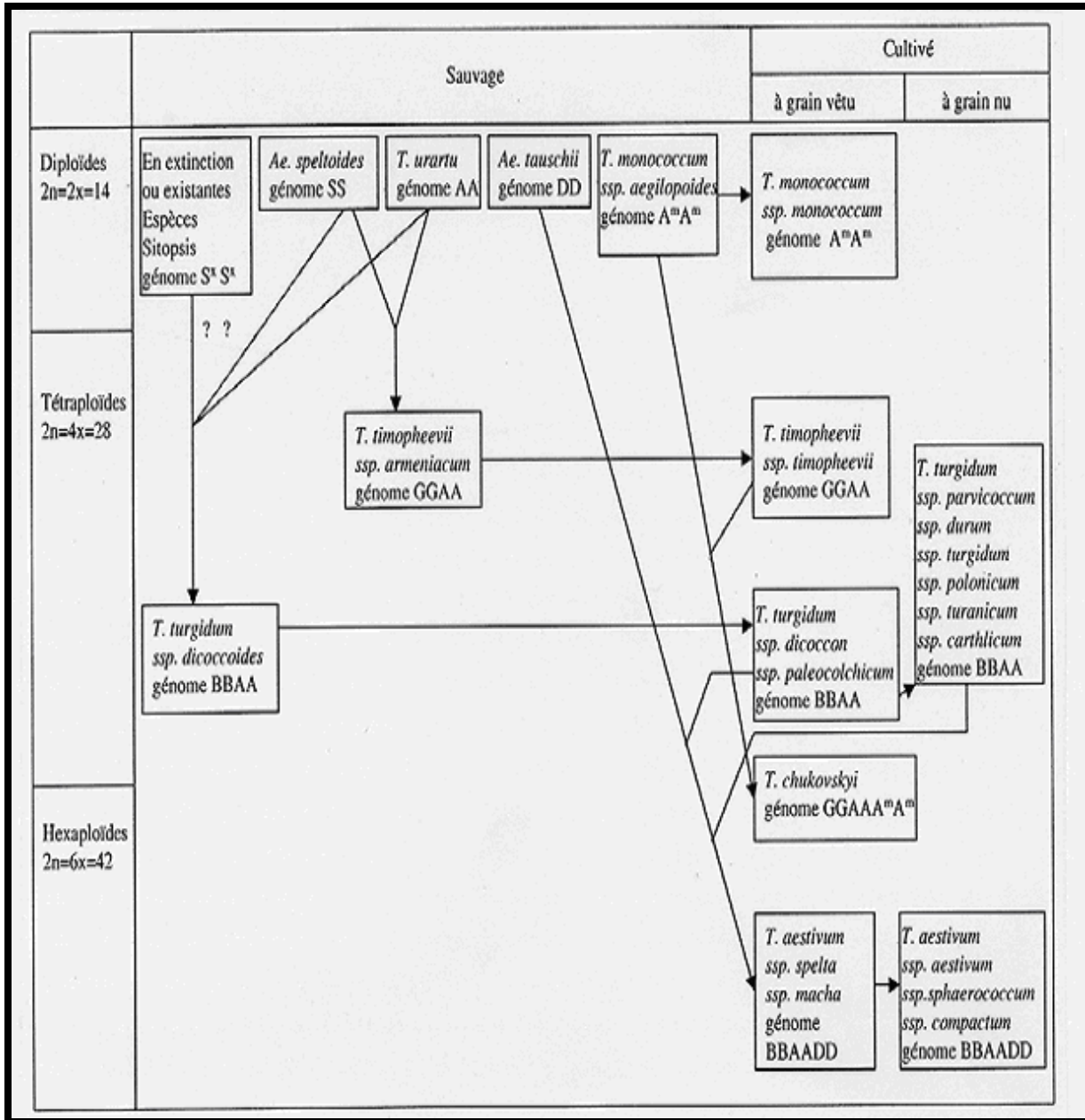
يعتقد أن الموطن الجغرافي للقمح هو جنوب غرب آسيا، حيث يعتبر الشرق الأوسط (العراق) وشمال إفريقيا، وإثيوبيا المنشأ الأصلي للقمح (Vavilov, 1926). ينتشر القمح الصلب في المنطقة الواقعة بين دجلة والفرات في العراق ومن ثمة ظهر في مناطق أخرى تعتبر أيضا مراكز تنوعه مثل الشام، جنوب أوروبا وشمال إفريقيا لكنه إنتشر أيضا في السهول الكبرى في أمريكا الشمالية (داكوتا، كندا، أرجنتينيا)، وجمهوريةات الاتحاد السوفياتي سابقا (Elias, 1995). وتعتبر الحبشة مركزا من مراكز تنوع القمح الرباعي الصيغة الصبغية ولذلك جاءت تسميته أحيانا بالقمح الحبشي (Croston and Williams, 1981).

الإكتشافات الرئيسية تمت في المنطقة التي تمتد من نهر الأردن إلى الفرات ، الذي يشكل الهلال الخصيب أين نجد سهوب عشبية نباتية حيث مازال ينمو فيها القمح البري، الأصناف القديمة للقمح التي نجدها إلى حد الآن في هذه المنطقة ، منتشرة بين نباتات عشبية أخرى تختلف تماما عن الأصناف المزروعة حاليا.

أولى الإختلافات تظهر من خلال طريقة إنتشار البذور ، فالقمح البري يتكاثر تلقائيا في حين القمح " المدجن - المتري " لا يمكنه التكاثر دون مساعدة الإنسان ، والسبب يتركز على مستوى محور السنبل " العنقود " فمبدئيا الأشكال التلقائية " الذاتية " تكون هشة وتتجزأ محررة

ومبعثرة الحبوب ، والسفا الطويلة التي تحيط بها يتغير شكلها أو تتشوه تحت تأثير رطوبة التربة، وتنتهي بدفن تلقائي للحبة والتي بدورها يمكن أن تنتش في التربة (Croston and Williams, 1981).

أوضحت الدراسات السيتولوجية الدور الهام لتضاعف الصيغة الصبغية في ظهور القمح. يتكون العدد الصبغي الأساسي من 7 صبغيات (Feldman *et al.*, 1995) ، حيث تنتج عنه ثلاث مجموعات (شكل 1-1): تحتوي نباتات المجموعة الأولى على $2n = 2x = 14$ صبغي، والتي تعد الأصل الذي تطورت منه المجموعات الأخرى. المجموعة الثانية $2n = 4x = 28$ هي رباعيات الصبغيات وهي نتيجة لتهجين الأنواع البرية والمزروعة (ثنائية الصبغيات). والمجموعة الثالثة: سداسية الصبغيات ، تتكون من أنواع ذات $2n = 6x = 42$ صبغي، وهي أحدث المجاميع تكوينا وآخرها في سلم تطور القمح ، وهي تتشكل من تهجين بين المجموعة الرباعية ذات $2n = 28$ صبغي ومجموعة ثنائية الصبغيات من المجموعة الأولى ذات $2n = 14$ صبغي (Feldman., 2001).

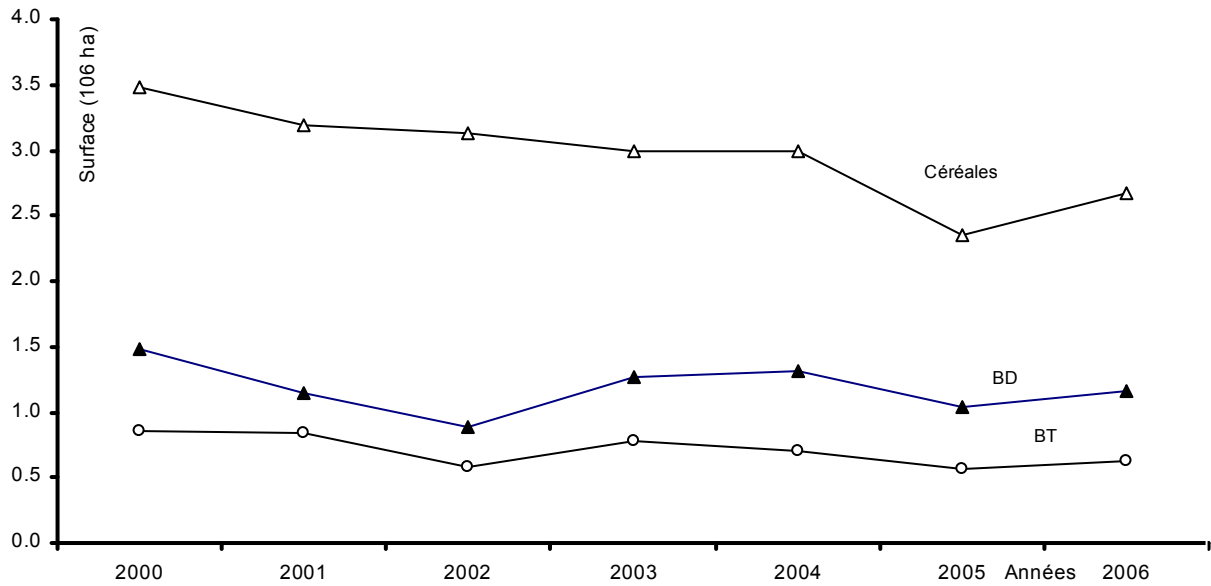


شكل-1: تطور نسل الأقمح حسب (Feldman., 2001).

2.1. مناطق الزراعة وإنتاج القمح الصلب في الجزائر

1.2.1. مناطق الزراعة

تعتبر منطقة البحر الأبيض المتوسط من أهم المراكز العالمية للتنوع النباتي وتمتاز بتنوع أقاليمها الزراعية، حيث يوجد بها ما لا يقل عن 84 نوع نباتي مزروع، من بينها القمح الصلب الذي تطور في هذه المنطقة منذ العصر الحجري (Zohary and Hopf, 1994). و توجد تقريبا ثلاثة أرباع (3/4) المساحات المخصصة لزراعة القمح الصلب بمنطقة البحر المتوسط، في الجزائر المساحة المخصصة لزراعة الحبوب تقدر بـ 3 إلى 3,5 مليون هكتار، ومتوسط المساحة المخصصة لزراعة القمح الصلب 1,18 مليون هكتار للفترة الممتدة من 1876 إلى 2000. وتغيرت من 0,88 إلى 1,49 مليون هكتار في الفترة 2000-2006 (شكل 1-2).



شكل 1-2: تغير المساحات المخصصة لزراعة محاصيل الحبوب في الجزائر في الفترة 2000-2006 (MADR, 2007).

تجزئ تضاريس الجزائر إلى ثلاث مجموعات كبرى، الشمال، الوسط والجنوب حيث تحتل الصحراء 4/5 من مساحة الوطن والخمس الباقي يمتد على شريط ساحلي طوله 1200 كلم وعرضه

180 كلم (الحمس الذي يمثل المنطقة التي فيها كل النشاطات الزراعية الوطنية)، تتكون المنطقة الشمالية من الجبال وهي رقيقة جدا في العمق وتفصل هذه المنطقة هضاب ضيقة تمتد من شرق البلاد إلى غربها، وبين الشمال و الجنوب. تقع الهضاب العليا التي تتألف من صخور قديمة مغطاة بترسبات سطحية حديثة ذات قدرة محدودة في تخزين مياه الأمطار (MARA, 1992).

يعتبر جنوب الأطلس الصحراوي بداية للطابق المناخي الحيوي الجاف الذي يفتقر إلى النباتات، أما الشمال فذو مناخ البحر الأبيض المتوسط يتميز بشتاء بارد و صيف حار، يتلقى الجزء الغربي من هذه المناطق كميات قليلة من الأمطار وتتميز بصيف حار جدا في حين المناطق الشرقية تستفيد أكثر من تأثيرات الحوض المتوسط. بالتوغل إلى داخل البلاد يصبح المناخ أكثر تعقيدا، شتاؤه قاسي و صيفه جاف جدا و حار خاصة في المناطق الجبلية ويسود الهضاب العليا مناخ قاري تميزه ضعف الهطول و ارتفاع درجات الحرارة التي تؤثر على النباتات (Baldy, 1974)، التي تكون غالبا سهوب في جنوب هذه المناطق (MARA, 1992).

تتوزع زراعة الحبوب على خمسة مناطق رئيسية بشمال البلاد و تقل في المناطق الصحراوية (جدول 1-1). تختلف الإنتاجية من منطقة إلى أخرى نتيجة إختلاف كميات الأمطار المسجلة والتي تحدد في معظم الحالات المردود المنتظر حيث هناك نقص في كمية المياه المتاحة من تساقط الأمطار (جدول 1-2)، تتغير الكميات المتوسطة للأمطار من 200 ملم في المناطق غير ملائمة إلى 600 ملم في المناطق الملائمة (MARA, 1992) تقل مساحة الحبوب في المناطق كثيرة الانحدار وتنتشر فيها زراعة الخضروات والأشجار. توجد ثلثي المساحة المزروعة بالحبوب في الهضاب والسهول العليا التي تتميز بإرتفاع يتراوح من 900م إلى 1200م (MARA, 1992).

جدول 1-1: التوزيع الجغرافي لزراعة الحبوب حسب المناطق الزراعية المناخية الكبرى (MARA, 1992).

المنطقة	الهطول (ملم)	المساحة 10^3 هكتار	الأعطال 10^3 هكتار	العوائق المناخية
الساحل	600 <	64	00	عدم وجود عائق
السهول	600-450	850	400	الجليد
الهضاب	450-350	1500	900	الجليد/الجفاف
السهوب	300-200	400	00	الجفاف
الجبال	600-350	300	00	...

جدول 1-2: الفرق بين إحتياجات الماء وتساقط الأمطار على مختلف مراحل نمو القمح الصلب في منطقة سطيف (Oudina and bouzerzour, 1988).

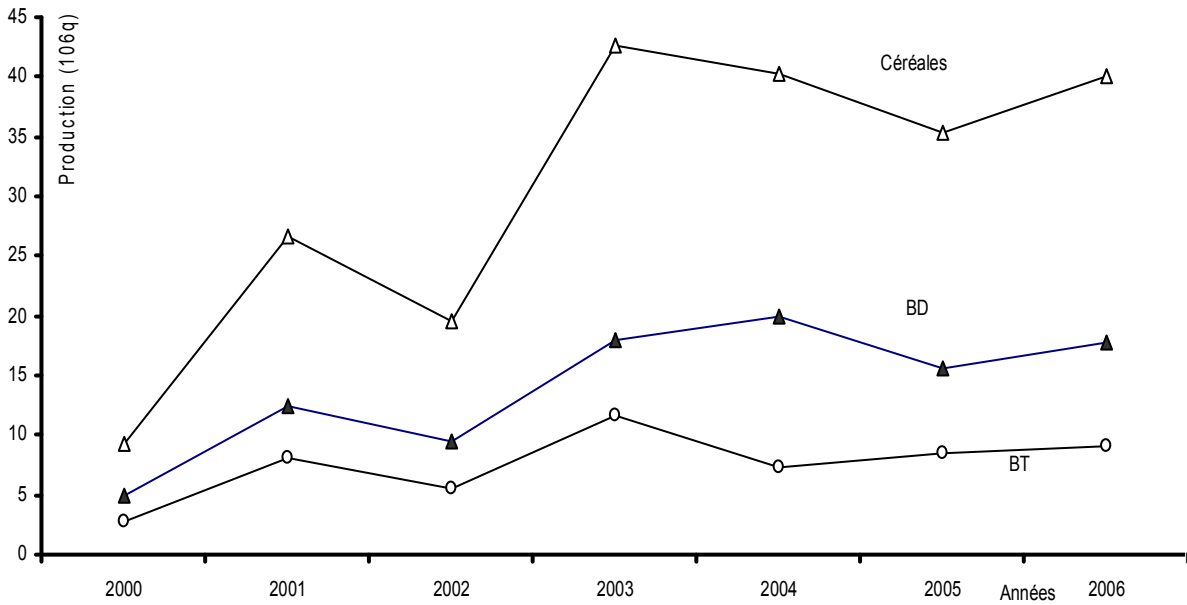
الأشهر	11	12	1	2	3	4	المجموع
متوسط التساقط (مم)	53	52	60	45	43	36	289
إحتياجات الزرع المبكر	90	60	60	90	120	150	570
الفرق	37	8	0	45	77	114	281
الزرع المتأخر	60	60	60	90	120	150	480
الفرق	8	8	0	45	77	114	191

2.2.1. إنتاج القمح الصلب

ينتج العالم من القمح ما يقارب 550.4 مليون طن من مساحة تقدر 204.1 مليون هكتار، أما بالنسبة للوطن العربي فإن زراعة القمح تمثل 34.9% من إجمالي مساحة الحبوب المقدرة بحوالي 8 مليون هكتار أنتجت حوالي 23 مليون طن بمعدل 2.8 طن للهكتار (FAO, 2004). يحتل القمح الصلب عالميا المرتبة الخامسة بعد القمح اللين (*Triticum aestivum*)، الأرز (*Oryza sativa* L) الشعير (*Hordeum vulgare* L.)، والذرى (*zea mays* L.) بإنتاج يفوق 30 مليون طن، ويحتل هذا النوع في الجزائر المرتبة الأولى قبل الشعير من حيث المساحة والإنتاج (MARA, 1992). الدول الأكثر إنتاجا للقمح الصلب هي الإتحاد الأوروبي. بمتوسط إنتاج 7.9 مليون طن للفترة الممتدة من (1987-1997)، خارج الإتحاد الأوروبي أكبر منتج للقمح الصلب هي تركيا، كندا، و الولايات المتحدة الأمريكية على التوالي بمعدل إنتاج 4.3، 4، و 2.5 مليون طن (Belaid and Moussaoui, 1999; ADE, 2000).

تظهر القدرة الإنتاجية المحلية للقمح الصلب ضعفا، مقارنة بقدرة القمح اللين والشعير خلال الفترة الممتدة من 1876 إلى 1999، حيث وصل متوسط إنتاج القمح الصلب إلى 5.5 قنطار/هكتار مقارنة بـ 6.9 و 6.0 قنطار/هكتار لكل من القمح اللين والشعير على التوالي (Amokrane, 2001). ويقدر الإنتاج بحوالي 0,45-1,35 مليون طن/السنة للفترة 2000-2006 متغيرا من 4,86 إلى 18,03 مليون قنطار (شكل 1-3). يخصص عموما الإنتاج كاملا للاستهلاك البشري وتختلف طرق إستخدام القمح من منطقة إلى أخرى كصناعة الخبز، العجائن،...إخ (Naamoune, 2000). تقدر الإحتياجات الوطنية بـ 6 مليون طن بمختلف أنواع الحبوب، الكميات المستوردة

من القمح الصلب تتراوح من 1.5 إلى 3.5 مليون طن حسب السنوات. كما يحتل قش القمح الصلب المرتبة الثانية من حيث إستعماله من طرف المربين كعلف للحيوانات في منطقة الهضاب العليا (Amokrane, 2001).



شكل 3: تغير إنتاج الحبوب الأساسية في الجزائر للفترة الممتدة من 2000-2006 (MADR, 2007).

على الرغم من أن مردود القمح الصلب أقل مقارنة بالقمح اللين إلا أن إستعماله تبقى على قدر كبير من الأهمية، مما يجعله يتصدر النظام الزراعي في الهضاب العليا و لكن الإنتاج لا يلبى إحتياجات المواطن مما يؤدي إلى الإستيراد. تصنف الجزائر في المرتبة الأولى بعد مصر من حيث استيراد هذا النوع من الحبوب حيث يصل استيرادهما لـ 50% من العرض الدولي (Amokrane, 2001).

3.2.1. عوائق إنتاج القمح الصلب في الجزائر

يفرض موقع الجزائر جنوب حوض البحر المتوسط نظاما مائيا غير منتظما، ومجمل المساحات المخصصة لزراعة الحبوب تنحصر في المناطق الداخلية من الوطن ذات المناخ المتقلب الذي يحدد في أغلب الحالات مستوى الإنتاج (Amokrane, 2001). يرجع عدم استقرار إنتاج الأصناف الجديدة إلى التباين البيئي للوسط الزراعي الناجم أساسا من تأثير العوامل المناخية والترابية التي تتمثل في قلة الأمطار و تذبذبا و قلة العناصر الغذائية ، حيث لا تستغل جيدا من طرف النبات ، نظرا لانخفاض درجة الحرارة ، ظهور الصقيع الربيعي (إنخفاض حاد في درجات الحرارة) الذي يقلص من تبني أصناف مبكرة الإنبال (Annichiarico at al., 2002; Annichiarico at al., 2005)، و ظهور الإجهاد المائي و الحراري في آخر الموسم الزراعي اللذان يحدان من الإنتاج المنتظر (Baldy, 1974 ; Bouzerzour and Benmahammed, 1994). كما أن قلة تساقط الأمطار التي تتميز بها مناطق الهضاب العليا تتسبب في تراكم الأملاح في الطبقة العليا للتربة، حيث يعرقل نمو وتطور النبات وبالتالي يؤثر سلبا على المردود (Rashid et al., 1999). ترتبط مساهمة التحسين الوراثي لرفع الإنتاج إرتباطا وثيقا بالتغيرات المناخية للأوساط الزراعية، فالتغيرات في المناخ تتبع بصعوبة تحقيق ربح وراثي ملموس وإنعدام إستقراره (Benkharbeche, 2001).

يعتمد التحسين الوراثي للقمح الصلب في المناطق الجافة أساسا على طريقة المقاومة للإجهادات لجعل هذا المحصول يتأقلم مع التغيرات غير المنتظمة للمناخ (Mekhlouf,1998). تقسم هذه الاجتهادات إلى لا إحيائية (abiotic) مثل الإجهاد الحراري (الحرارة المرتفعة، الجليد)، الإجهاد المائي (نقص الماء أو زيادته عن حاجة النبات)، الإجهاد الملحي (زيادة أو نقص احد العناصر المعدنية)، وإحيائية (biotic) كظهور بعض الأمراض (Araus et al., 1998).

قام (Baldy,1974) بتلخيص أهم المعوقات المناخية (الإجهادات) التي تؤثر على مردود الحبوب في الجزائر فيما يلي:

- عدم إنتظام تساقط الأمطار الخريفية والتي ينتج عنه احتمال حدوث جفاف يؤثر على الإنبات وظهور البادرات.
- حدوث عواصف قوية و التي تعيق عملية البذر وتؤخرها.

- درجة الحرارة المنخفضة الشتوية في الأماكن المرتفعة، تصل إلى -10م كحد أدنى والتي تؤثر على الأوراق.
- عدم إنتظام تساقط الأمطار الربيعية مما يؤدي إلى إمكانية حدوث عجز مائي خلال مرحلة بداية الإستطالة و الذي يخفض من عدد السنبيالات المتشكلة ويؤثر على تطور الأعضاء التناسلية وتطور السيقان.
- الصقيع الربيعي أين يتم تسجيل درجات حرارة منخفضة جدا تتراوح من -2 إلى -3م ويتراوح على مستوى الأوراق من -6 إلى -8م، مما يتسبب في تخريب القمم النامية على مستويات مختلفة.
- العجز المائي المتأخر وموجة الحرارة المرتفعة في نهاية الموسم (مرحلة الإزهار) يكون ضار جدا على تشكيل الحبوب وإمتلائها.

3.1. الجفاف

يعرف الجفاف كحدث طقسى وبيئي، ينتج عن غياب هطول الأمطار لمدة كافية مع إرتفاع في درجة الحرارة (إجهاد مائي و حراري) لإستتراف ماء التربة وإلحاق الضرر بالنبات وإحداث ردود أفعال بيولوجية تعود بالضرر على المردود الكلي ويعتمد على نوع النبات، وسعة إحتفاظ التربة بالماء، إضافة إلى الظروف الجوية. و أولى علامات الجفاف هو إنخفاض في نمو النبات وتقلص في حجم الأوراق (Kramer and Boyer, 1995 ; Saab and Sharp, 2004)، وإنخفاض في المردود (Katerji, 2009) وهناك نوعين من الجفاف:

- * جفاف التربة: الذي يبرز بعد إستنفاد المخزون المائي من التربة، خاصة من الطبقة التي تنتشر بها الجذور، فينجم عنه عدم قدرة النبات على إمتصاص ماء التربة (Richards and Passioura, 1981).
- * جفاف الجو: الذي ينتج عن هبوب رياح جافة وساخنة تؤدي إلى نقص الرطوبة الجوية (Baldy, 1974).

1.3.1. تأثير الجفاف على أهم مركبات المردود

أ. عدد السنابل في المتر المربع

يشير Grignac, (1981) أن الجفاف في فترة الصعود يقلل من عدد السنابل وكذا يسرع في عملية شيخوخة الأفرع. وقد لاحظ Hauchinal et al., (1993) أن الجفاف المصحوب بإرتفاع في درجات الحرارة يتسبب في إنخفاض الغلة الحبية عند مواعيد البذر المتأخر والمرتبطة أساسا بقلة عدد السنابل في المتر مربع والوزن المتوسط للحب.

ب. عدد الحبات في السنبل

حسب Fisher, (1985) فإن مردود القمح يكون جد حساس للإجهادات في الفترة ما قبل الإزهار بأسبوعين، مما يؤثر على خصوبة السنبله وإنخفاض عدد الحبات فيها. ويشير Wardlaw and Moncor (1995) بأن الإجهاد الحراري بعد طور الإنبال يؤدي إلى قلة عدد الحبات المتشكلة في وحدة المساحة. ويؤثر على خصوبة السنبله (Abassene et al., 1998).

ج. وزن ألف حبة

إن ظهور الجفاف خلال مرحلة التلقيح يؤدي إلى خفض حجم الأغلفة عندما تظهر إبتداء من مرحلة التسييل إلى مرحلة الحبة اللبنة (Gate, 1995). وهذا يعود سلبا على وزن ألف حبة (Wardlaw and moncor 1995).

4.1. الإجهادات اللاحيوية

1.4.1. الإجهاد الحراري

تعتبر الحرارة أهم العوامل المناخية التي تلعب دورا هاما في نمو و توزيع النباتات، حيث تلعب دورا هاما في سير عمليات نمو وتطور النبات ويعتبر بعض أطوار ومراحل دورة الحياة حساسة للتغيرات في درجة الحرارة (Gate, 1995). لكل نوع نباتي درجة حرارة مثلى للنمو، وبالنسبة للقمح تعتبر درجة الحرارة 25م درجة الحرارة المثلى للقيام بجميع الوظائف الفيزيولوجية، كما يمكن إعتبار درجات الحرارة بين 28% و 32م درجات مجهددة حراريا، أما درجات الحرارة التي

تفوق 32م° فإنها تسبب موت النبات (Belhassen et al., 1995). يظهر تأثير الحرارة خاصة بهدم جزئي أو كلي لأعضاء النباتات الخضرية أو التكاثرية. يعتبر Fischer, (1985) طور الإسبال من أهم الأطوار الدالة على نمو النبات، و يبدأ الإجهاد الحراري إذا زادت درجة الحرارة عن الحد الأقصى أو نقصت عن الحد الأدنى الذي يتحملة النبات. يؤثر الإجهاد الحراري على مختلف أعضاء النبات ويعتبر طور الإنبات و طور الإزهار الأكثر حساسية ويؤدي هذا الإجهاد إلى الحد من إنتشار زراعة المحاصيل وقلة المردود (Fischer, 1985).

يعوض قصر مدة التعمير، تحت تأثير الحرارة في المجال من 12 إلى 15 م°، بإرتفاع سرعة ملء الحبة، مؤدية إلى ثبات متوسط وزن الحبة، و في المجال الحراري من 15م° إلى 18م° فإن ارتفاع سرعة الملء تصبح غير قادرة على تعويض انخفاض متوسط وزن الحبة الناجم عن تقلص مدة التعمير نتيجة للإجهاد الحراري و بالتالي وزن 1000 حبة ينخفض (Wardlaw and Moncor, 1995). أشار Wardlaw and Moncor, (1995) إلى أن المقاومة للإجهاد الحراري في المجال 25م° إلى 30م° مرتبطة بقدرة الصنف على رفع سرعة ملء الحبة، وإقترح Benlaghli et al., (1990) إستعمال عشائر القمح الصحراوية في عمليات التهجين لأنها ذات قدرة عالية في مقاومة إجهادات الوسط مثل الإجهاد المائي، إرتفاع درجة حرارة هواء و ملوحة التربة.

1.1.4.1. درجات الحرارة المرتفعة وتأثيرها

يواجه إنتاج القمح في السهول العليا في إفريقيا الشمالية تلف في الفترة الممتدة من شهر جانفي إلى شهر أفريل، و يتعرض للجفاف والإجهاد الحراري خلال ماي وجوان. أشار Bouzerzour and Benmahammed, (1994) أن إرتفاع درجات الحرارة بصورة متأخرة خلال مرحلة نمو النبات خاصة بعد الإسبال تعتبر من أهم الأسباب التي تعرقل زيادة المردود في المناطق شبه الجافة. كما أشار (siddique et al., 1991) أن إرتفاع درجة الحرارة ما فوق ينشط هجرة المواد المدخرة في المجموع الخضري أثناء تعمير الحبة ولكن مدة هذه المساهمة مرتبطة أيضا بشدة الإجهادات التي تعيشها النباتات حيث إرتفاع كبير للحرارة يؤثر على هذه الهجرة نظرا لزيادة عملية التنفس التي تستهلك جزءا كبير من هذه المدخرات و يؤدي هذا بدوره إلى انخفاض وزن الألف حبة النهائي، و كذا موجة الحرارة المرتفعة في نهاية الموسم أي بعد مرحلة الإزهار يؤدي إلى

تخفيض تعميم الحبة. إن درجة الحرارة المثلى لنمو تعميم الحبة تنحصر بين 12 و 15م° لعدد كبير من محاصيل الحبوب. وقد لوحظ أيضا أن أي إرتفاع في درجة الحرارة بمعدل درجة حرارة واحدة (1م°) عن هذا المجال الحراري يؤدي إلى انخفاض في الوزن المتوسط للحب بنسبة من 3 إلى 5% (Wardlaw et al., 1989).

أشار (Hauchinal et al., 1993) أن درجات الحرارة المرتفعة تتسبب في انخفاض الغلة الحبية عند مواعيد البذر المتأخرة والمرتبطة أساسا بقلّة عدد السنابل والوزن المتوسط للحب وقد لوحظ أن التأثير السلبي للإجهاد الحراري هو الزيادة في تطور الأعضاء و بالتالي قلة الإنتاجية للنبات. درجات الحرارة المرتفعة تؤدي إلى تجفيف النبات نتيجة التنفس الشديد إذا كانت التربة لا تستطيع أن توفر تغذية كاملة بالماء و يؤدي ذلك إلى نقص الإنتاج، هذه الظاهرة يمكن أن تكون مؤقتة. فالنبات يجمع كمية الماء أثناء الليل بسبب إنخفاض النتح، فإذا كانت كمية الماء في التربة منخفض يكون مصحوب بتخثر البروتوبلازم وموت النبات (Diehl, 1975; Zuang, 1987; Morard, 1995). كما أن درجات الحرارة المرتفعة تؤدي إلى ضمور الحبوب وهو العرض الأكثر ظهورا ويسمى باللفحة.

لاحظ (Abassene et al., 1998) أن الأصناف متأخرة الإنبال، نتيجة لحساسيتها للإرتباع، تتصف بعدد ضعيف من الحبات في المتر المربع مقارنة بالوزن الجاف المتراكم عند الإنبال. كما أشار (Bouzerzour et al., 2002) إلى أن أصناف القمح الصلب متأخرة الإنبال والنضج تعطي مردودا جيدا في الأوساط الملائمة، في حين أنها تحت الظروف المجهدة، ينخفض مردودها نتيجة تزامن طور ملء الحبة مع الفترة التي ترتفع فيها درجة الحرارة وينقص الماء، كما توصل Rawson, (1988) من خلال أعماله في أوساط مراقبة إلى أن التأثير السلبي لإرتفاع درجات الحرارة على نمو النبات يعود إلى عدم قدرة النبات على إمتصاص الماء والعناصر المعدنية التي يتطلبها النمو بالسرعة التي تفرضها الحرارة. تستثمر بكثرة الأصناف متأخرة الإنبال هيدرات الكربون لنمو الساق مقارنة بما تستعمله لتشكيل الثمار وينافس الساق السنبل الناشئة. يجد إرتفاع درجة الحرارة من قدرة إنتاج المناطق شبه الجافة حيث يعتبر المجال من 25م° إلى 27م° كعتبة التأثير الفعال للحرارة، وتظهر سلبيات هذا التأثير على عدد الحب/ سنبل و متوسط 1000 حبة (Wardlaw and moncor

1995). ، أشار Wardlaw and Moncor (1995) إلى أن مقاومة الإجهاد الحراري ما بين 25م° إلى 30م° مرتبط بقدرة الصنف على سرعة ملء الحبة.

2.1.4.1. درجات الحرارة المنخفضة وتأثيرها

إذا ما تعرضت النباتات إلى درجات حرارة منخفضة فإنها تسبب لها أضرارا تتراوح من آثار بسيطة إلى موت النبات. تختلف حساسية نبات القمح لدرجة الحرارة المنخفضة حسب مراحل نموه، ففي مرحلة النهوض وخاصة عند بروز غمد الريشة فوق سطح التربة تكون البادرة حساسة جدا للبرودة. وقد أشار Mouret et al., (1988) إلى أن مرحلة الإشتاء ونضج السنبله تتأثر بإشتداد درجات الحرارة المنخفضة.

ومن جهة أخرى فإن حالة الرطوبة في التربة قد تحدد شدة ضرر درجات الحرارة المنخفضة، حيث تكون شديدة الضرر عندما تكون التربة جافة حيث يتكون عند سطح التربة طبقة من الجليد تسبب تلف عنق ساق النباتات، ويحدث هذا خاصة عند هبوب رياح جافة دافئة بعد وقوع صقيع شديد على الأرض، الأمر الذي قد يؤدي إلى زيادة النتح في نفس الوقت الذي لا تستطيع فيه جذور النبات امتصاص كمية كافية من ماء التربة الباردة جدا، مما يؤدي للجفاف الوظيفي للنباتات.

يشكل الجليد المتأخر عائقا للحبوب في المناطق شبه الجافة ويظهر تأثيره في بداية طور الإنبات، خاصة عند خروج الورقة الأولى من التربة وأثناء طور الصعود والإسبال ويؤدي إلى عقم حبوب الطلع وتخريب المبايض الناشئة (Gate, 1995). يجد وجود هذا العائق المناخي من تبني وزراعة الأصناف مبكرة الصعود (Mekhlouf, 2001). تعتبر درجات الحرارة - 8م° الحد الأدنى الذي يؤدي إلى موت النبات ويظهر تأثير الجليد على المستوى الخلوي بفقد الخلايا للإنتباج ثم تجميد السائل السيتوبلازمي وتخريب دهون وبروتينات الأغشية الخلوية وفقد طبيعتها، كما تقلص درجة الحرارة المنخفضة قدرة الجذور على إمتصاص الماء ونقل المواد العضوية، الهرمونات، الأحماض الأمينية وبعض الفيتامينات.

2.4.1. الإجهاد المائي

1.2.4.1. الإجهاد المائي وتأثيره على مراحل تطور النبات

يقترن الإجهاد المائي بمصطلح بيئي وهو الجفاف الذي يدل على ظاهرة مناخية طبيعية وهي قلة الأمطار. عرف (Levitt, 1980) الإجهاد المائي بأنه الحالة التي يتراجع فيها الجهد المائي للنبات وكذلك إنتاج الخلايا بشكل كبير عن الحالة الطبيعية، ينشأ النقص أو العجز المائي خلال الفترات التي تزيد فيها كمية الماء المفقودة عن طريق النتح عن كمية الماء التي يمكن أن يمتصها النبات، مما يؤثر على نموه، و يؤدي إلى إختزال حجم النبات (Saab and Sharp, 2004)، يؤدي الإجهاد المائي إلى تقليل في قدرة إنتاج مناطق زراعة الحبوب خاصة المناطق شبه الجافة التي تتميزها تغيرات مناخية من أهمها تذبذب كميات الأمطار وتوزيعها غير المنتظم (Baldy, 1974; Bouzerzour et al., 1994). قد يحدث الإجهاد المائي حتى ولو لم يكن هناك جفاف، مثل حالة عدم الإتران بين كمية الماء المفقودة عن طريق النتح وكمية الماء الممتصة بواسطة الجذور وقد يحدث تثبيط لامتنصاص الماء من التربة نتيجة لانخفاض درجة الحرارة أو زيادة في المواد الذائبة كالأملح أو نقص في التهوية في منطقة الجذور أو إصابة هذه الأخيرة بأي آفة. حسب شدة الإجهاد المائي وفترة ظهوره فإنه يؤثر على إحدى أو كل مركبات المردود الحي، ومنه فالتباين في نقص المردود يرتبط أساسا مع مراحل نمو النبات وفترة ظهور الإجهاد المائي. وعموما فإنه عند محاصيل الحبوب، تكون مرحلتى الإزهار والنضج أكثر الفترات الحرجة للاحتياجات المائية (Ali Dib et al., 1992). كما أشار Blum, (1988) ، إلى أنه أثناء الإجهاد المائي، فإن حالة الماء في النبات تمر بثلاث أطوار، ففي الطور الأول يتم فيه زيادة نفاذية الماء وعملية النتح حتى تصل إلى درجة تصبح فيها كمية الماء المفقودة عن النتح تفوق كمية الامتنصاص عن طريق الجذور، وفي هذه الحالة يقل مخزون التربة من الماء إلى نحو 50%، وإذا إستمر الإجهاد المائي، تمر النبتة إلى الطور الثاني، وفيه ينخفض معدل الإمتصاص والنتح، وفي هذا الطور يحاول النبات الحفاظ على التوازن بين كل من هاتين العمليتين وذلك بميكانيزمات التأقلم، وعند إشتداد الإجهاد المائي تمر النبتة إلى الطور الثالث والأخير وفيه تنغلق الثغور، وتتوقف وظيفة التمثيل الضوئي، وعندها تفقد النباتات جزءا كبيرا من مائها عن طريق النتح الأدمي، كما يتم إستتراف المواد الكربوهيدراتية المخزنة أثناء عملية التنفس.

يثبط الإجهاد المائي إستطالة الخلايا أكثر مقارنة بإنقسامها وبالتالي يظهر أن إستطالة الخلايا أكثر حساسية للإجهاد المائي مقارنة بمختلف العمليات الحيوية الأخرى، ويؤدي إلى غلق الثغور، ويحد من تبادل الغازات (Jones and Qualset, 1984)، ويكون تراجع النمو بتوقف مختلف العمليات الفيزيولوجية والبيوكيميائية مثل عملية التركيب الضوئي (Chaerle et al., 2005)، التنفس (Nultsch, 2001)، إمتصاص الماء (Supper, 2003)، الايونات، إنتقال العناصر المثلثة، عمل الهرمونات (Schmitz and Schütte, 2000; Zhang and Blumwald, 2001)، ينتج عنها تراجع حجم النبات (Kramer and Boyer, 1995; Saab and Sharp, 2004)، مساحة الأوراق والمردود (Levitt, 1982). ويعتبر تغير مساحة الورقة وتراجع طول النبات أولى علامات تأثير الإجهاد المائي (Nachit and Jarrah, 1986)، (Sadeghzadeh and Alizadeh, 2005). ذكر El Jaafari, et al., (1993) أن الإجهاد المائي يؤدي إلى نقص في المحتوى المائي والجهد الأسموزي وما يرافقه من فقد في الإمتلاء وإضطرابات في معظم العمليات الحيوية والوظائف الفيزيولوجية. ولوحظ على المستوى الجذري بأن كتلة الجذور تحت تأثير الإجهاد المائي تزداد مقارنة بكتلة المجموع الهوائي للنبات (Wesgate and Boyer, 1985).

تتأثر ظاهرة فتح وغلق الثغور بإنخفاض المحتوى الرطوبي في التربة ، حيث أن فقد إمتلاء الخلايا يؤدي إلى غلق الثغور، مما يؤدي إلى نقص إنتشار غاز ثاني أكسيد الكربون (CO₂) داخل أنسجة الورقة، و زيادة معدل التنفس، و بالتالي نقص صافي معدل عملية التمثيل الضوئي و إرتفاع درجة حرارة الورقة والذي ينجم عنه تحرب في الأغشية الخلوية و توقف نشاط الإنزيمات (Reynolds, 1993).

يتحكم في نمو الأوراق، بعض العوامل الجوية فكلما كانت الظروف ملائمة لزيادة الطلب الجوي (جفاف، رياح...) كلما نقص النمو الورقي، مما ينجم عنه قلة المساحة الورقية. فالإجهاد المائي يقلل من مؤشر الأوراق الخضراء ويسرع في شيخوختها، وبالنتيجة ينقص من كفاءة التمثيل الضوئي (Richards et al., 1997). يؤثر الإجهاد المائي على كثير من الخصائص المرفولوجية وأهمها قصر الساق وصغر قطره، وكذلك خفض حجم الأوراق والمساحة الخضرية وبالمقابل يعمل على زيادة عدد الثغور في وحدة المساحة الورقية (Araus et al., 1998).

يؤدي الإجهاد المائي في مرحلة التفرع إلى تقليل التفرع وهذا يؤثر سلبا على الأصناف متوسطة أو قليلة التفرع ، فينخفض عدد السنابل، و في الأصناف قوية التفرع، إتلاف الأفرع يشجع التغذية الجيدة للسيقان التي تحمل سنابل والنتيجة هي إرتفاع الإنتاج الحبي (Mosaad et al., 1995). لاحظ كل من Benabdelli and Benseddik, (2000) تراجع في عدد الإسطوانات بحوالي 70%، وتناقص في عدد الحبات في السنبله بأكثر من 80% مقارنة مع السنوات العادية والتميزه بغياب الجفاف أثناء المراحل الحساسة عند القمح، وقد تبين كذلك أن درجة ضرر الجفاف تختلف حسب السنوات وقد تؤثر في أي مرحلة من مراحل نمو النبات.

2.2.4.1 آليات التأقلم للإجهاد المائي

تختلف الآليات التي تتدخل في مقاومة النبات للاجهادات اللاإحيائية وتتميز بالتعقيد، حيث تظهر خلال مراحل مختلفة بداية من المستوى الخلوي إلى غاية التشكل الكامل للنبات. هناك آليات هامة يستعملها النبات للتأقلم للإجهاد المائي تم وصفها من طرف (Turner, 1979) و (Levitt 1982) والملخصة من طرف (Belhassen et al., 1995) و (Hayek et al., 2000) إلى ثلاثة أنواع (جدول 1-3) وهي التهرب أو التجنب (Esquive) ، الذي يتوقف على تحقيق الدورة خلال المدة الملائمة، تفادي التجفف (Evitement) الذي يسمح بالإحتفاظ بجهد مائي مرتفع في النبات، و التحمل للتجفف (المقومة Tolérance) الذي يشتمل على مجموعة الإستعدادات لمقاومة التأثيرات ذات الجهد المائي الضعيف والدرجات الحرارة الغير ملائمة (Turner, 1986). و يعتبر التداخل بين هذه الآليات أفضل طريقة لتأمين مقاومة فعالة ضد الإجهاد (Blum, 1988).

جدول 1-3: آليات التأقلم للإجهاد المائي (Belhassen et al., 1995; Hayek et al., 2000).

الآليات (Mécanismes)	النماذج (Paramètres)
* التهرب من الإجهاد المائي:	التبكير.
* تفادي الإجهاد المائي:	
1- تحسين عملية إمتصاص الماء	طول وكثافة الجذور، عمق الجذور، نسبة مجموع الجذور / مجموع الكتلة الهوائية.
2- إنخفاض فقد الماء	إلتفاف الأوراق، هيئة وإتجاه الأوراق، لون الأوراق، زغب الأوراق، تشمع الأوراق.
3- الإحتفاظ بالتشبع المائي	جهد مائي ورقي مستقر، المراقبة الثغرية للفقء المائي.
* المقاومة للإجهاد المائي:	
1- قدرة التحديد وتوزيع المدخرات.	طول الساق، طول عنق السنبل، طول السفا، معامل حصاد مرتفع.
2- التعديل الأسموزي	استقرار الغشاء الخلوي، تراكم المذيبات المنسجمة، الإحتفاظ على التشبع، جهد مائي ضعيف.
3- تثبيت نشاط التمثيل الضوئي	محتوى الكلوروفيل a و b ، الإستشعاع الكلوروفيلي.
4- فعالية إستغلال الماء	عدد البذور في وحدة المساحة، التمييز بإستعمال نظير الكربون (isotopique).

1.2.2.4.1. تجنب الإجهاد المائي (التهرب Evitement)

يعتبر التجنب أو التهرب من جفاف أحد الخصائص التشريحية التي تمكن النبات من الإفلات من الإجهاد المائي خاصة خلال المراحل الحرجة أو الحساسة من دورة حياته (Blum, 1988). ويعرف بأنه التقليل في المدة الزمنية للفترات المكونة لدورة حياة النبات، وهذا ما يعرف بالتبكير. يعتبر تبكير الإسبال الإستراتيجية الأكثر إستعمالا لإنتخاب أصناف ملائمة للمناطق الجافة، والشبه

الجافة التي تتميز بشدة الإجهاد في نهاية دورة حياة النبات (Blum, 1988)، يرتبط التقليل في دورة الحياة عموماً بإنخفاض عدد الأوراق المحمولة على الساق الرئيسي وطول القصب (Mosaad et al., 1995). يستعمل النبات العديد من الميكانيزمات الفسيولوجية للتأقلم مع ظروف الجفاف، مثل تخزين هيدرات الكربون في عنق السنبل وإستعمالها لتحسين سرعة ملئ الحبة (Behloul et al., 2004) وكفاءة إستعمال الماء (Chenafi et al., 2004). من بين الظواهر المستعملة في التهرب، الإزهار المبكر الذي يقلص من مخاطر العجز المائي في الربيع الناتج عن التبخر والنتح فترة تكوين ونمو المبيض وحبوب الطلع وتعمير الحبة (Bahloul et al., 1998). كما يلعب النضج المبكر دور مهم في مقاومة درجة الحرارة المرتفعة (Abbassene et al., 1997). يرجع تحسين المردود تحت ظروف الإجهاد المائي بشكل كبير إلى التبيكير الذي يفسر من 40 إلى 60% من تغير المردود (Mosaad et al., 1995)، ولكن حسب (Blum, 1988) يبقى التبيكير صفة غير كافية للإنتخاب. أوضحت أعمال كل من (Van Oosterom and Acevedo, 1992) و (Moragues et al., 2006) بأن تحت ظروف الجفاف فإن إختزال المرحلة إنبات-إسبال يرتبط إيجابياً بالمردود، في الحالة التي لا يكون فيها الصقيع الربيعي عائقاً عند الإسبال. ذكر (Bouzerzour et al., 2002) أن المناطق شبه الجافة يميزها الجفاف وإرتفاع درجة الحرارة في نهاية دورة الحياة فإنه من المستحسن زراعة الأصناف ذات دورة حياة قصيرة نسبياً، والتميزة بالإسبال المبكر (Mekhlouf et al., 2006). كما وجد (Fisher, 1985) أن كل يوم تبكير يؤدي إلى زيادة في الإنتاج تقدر بـ 3 قنطار/ هكتار.

2.2.2.4.1. تفادي الإجهاد المائي (Esquive)

هو مفهوم فيزيولوجي، يعبر عن قدرة النبات على النمو وإعطاء مردود مقبول تحت ظروف الإجهاد المائي ويعبر عنه البعض بأنه القدرة على البقاء أثناء نقص الماء دون أن يحدث ضرر بالنبات (Mosaad et al., 1995)، يمكن تعريف التفادي بأنه قدرة النبات على الإحتفاظ بكمية عالية من الماء التي تمكنه من مواصلة مختلف عملياته الأيضية بمستوى مقبول، والتمسك بحالة مائية جيدة من خلال استمرارية إمتصاص الماء ومراقبة شديدة لفقدته (Blum, 1988).

تتميز النباتات مقتصدة الماء بالحساسية الشديدة لثغورها تجاه الإجهاد المائي لكن تبقى هذه الحساسية ذات تأثير سلبي على الإنتاجية، وتتجنب التجفيف بتخفيض نسبة النتح (التحكم

الثغري)، مقارنة بالنباتات المبذرة للماء (Blum, 1988)، إذ أن غلق الثغور يعيق تسرب غاز ثاني أكسيد الكربون ، تغلق الثغور تدريجيا في الأوراق المسنة ثم في الأوراق الفتية تبعا لإشتداد الإجهاد المائي، على الرغم من أن حمض الأبسيسيك المسؤول على غلق الثغور تحت هذه الظروف يتراكم بكثرة في الأوراق الفتية (Blum, 1988) (Sauter et al., 2001). يلعب حمض الأبسيسيك دورا أساسيا في إستجابة ومقاومة النبات للإجهاد (Davies, 1991; Tardieu and Davies, 1993) ، ويظهر كمؤشر كيميائي يرسل من طرف الجذور إلى الأوراق لتفعيل ميكانيزمات التحكم في فقد الماء وخاصة غلق الثغور (Davis et al., 1994 ; Sauter et al., 2001). أثبتت Bensalem and Vieira Da Silva (1990) أن نبات التريتيكال Triticale يحافظ على فتح الثغور أكثر مقارنة بالقمح والشعير وهذا يفسر مقاومته للتغيرات في المحتوى المائي للتربة.

يؤدي إرتفاع درجة حرارة الغطاء النباتي الناتج عن توقف النتح إلى شيخوخة الأوراق، التي تؤديها إلى إنخفاض هيدرات الكربون الناتجة عن التركيب الضوئي. لا تعتبر على الرغم من ذلك شيخوخة الأوراق صفة سلبية للنبات، حيث إن مجمل البروتينات وكذلك هيدرات الكربون التي يتم تكسيرها في الأوراق المسنة توجه للأوراق الفتية لتعمير الحبة، هذا مهم جدا للتحكم في تباين المردود تحت ظروف الإجهاد المائي (Blum, 1988). يعتقد (Araus et al, 1998) على العكس بأن الأصناف ذات القدرة على تجنب الشيخوخة المبكرة للأوراق تكون أكثر مقاومة للإجهاد. يعتبر تطوير النظام الجذري إحدى الآليات الهامة في مقاومة النبات للإجهاد المائي وهو أقل تأثرا بالجفاف من الجزء الهوائي للنبات (Wesgate and Boyer, 1985 ; Saab et al., 1990)، تمتد الجذور بشدة في التربة تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنة بالتربة المسقية بانتظام (Soar et al., 2006, Soar and Loveys, 2007). يلاحظ عند النباتات المقتصدة للماء إرتفاع نسبة المادة الجافة للجذور مقارنة بالمادة الجافة للجزء الهوائي، و ذلك حسب تدرج الإجهاد من منتظم إلى شديد، وتستغل هذه النباتات المادة الجافة الناتجة عن التركيب الضوئي في تطوير المجموع الجذري على حساب المجموع الهوائي وذلك لتمكين الجذور من التوغل في التربة لامتناس الماء. توغل الجذور يتغير بتغير الظروف البيئية المناخية ويعتمد أساسا على الحالة المائية للتربة، لوحظ أيضا نقص في مقاومة تدفق الماء بين الجذور والأوراق وذلك بزيادة قطر وعدد أوعية الخشب مما يسمح للأنسجة النامية من الإستفادة من الكميات القليلة المتوفرة من الماء.

3.2.2.4.1. الآليات المحرضة (المقاومة للإجهاد المائي)

يعرف تحمل النبات للجفاف بقدرته على الحفاظ على النشاط الأيضي على الرغم من إنخفاض الجهد المائي، و تتغير آليات التحمل من نوع إلى آخر وفي نفس النوع من مرحلة نمو إلى أخرى. يعتبر التعديل الأسموزي الميكانيزم الفسيولوجي الأكثر إستعمالا من طرف النباتات في مقاومة الإجهاد المائي (Zhang et al., 1999). يبدو أنه بالرغم من وفرة المنشورات العلمية لهذه الآلية في الوقت الحاضر إلا أنه هناك عدد محدود من الأعمال المتعلقة بالقمح الصلب (Kameli and Losel, 1995; Rekika et al., 1998; Bajji et al., 1999). تستطيع بعض النباتات المعرضة للإجهاد الإحتفاظ بضغط الإمتلاء كليا أو جزئيا عن طريق تخفيض جهدها الأسموزي وذلك بتراكم المواد الذائبة. أطلق مصطلح التعديل الأسموزي (l'ajustement osmotique) على التغيرات التي تطرأ على الجهد الأسموزي في الأوراق بسبب تغير الجهد الأسموزي للتربة بسبب الملوحة ثم إستعمل هذا المصطلح كثيرا فيما بعد في أبحاث الإجهاد الملحي أو المائي (Blum, 1988).

تنقسم المواد الذائبة المتراكمة إلى مواد عضوية توصف عادة بالملائمة أو غير الضارة حتى وإن وجدت بتراكيز عالية مثل الأحماض الأمينية (البرولين) ، المركبات رباعية الأمين، الأحماض العضوية مثل المالات، وهيدرات الكربون الذائبة (الجلوكوز glucose، الفركتوز fructose، والسكاروز saccharose)، ومواد معدنية (غير العضوية) توصف بغير الملائمة أو الضارة بأيض الخلية إذا وجدت بتراكيز عالية مثل البوتاسيوم، الصوديوم، والكلور (Kishor et al., 1995; Hayashi et al., 1997; Shen et al., 1997; Zhang et al., 1999; Garg et al., 2002; Abebe et al., 2003). لوحظت قدرة التعديل الأسموزي في العديد من النباتات وكذلك في مختلف الأعضاء النباتية (Blum, 1988).

أظهرت نتائج (Kameli and Losel 1996) تراكما للسكريات الكلية في نبات الشعير بمقدار ثلاثة أضعاف مقارنة بنبات الفول، الذي لم يبد زيادة كبيرة في محتواه من السكريات الكلية، حيث يتميز الشعير بمقاومته أكثر لظروف الجفاف مقارنة بنبات الفول.

3.4.1. الإجهاد الملحي

يعد الإجهاد الملحي واحدا من أهم التحديات التي تواجه الإنتاج الزراعي وتؤدي إلى انخفاض إنتاجية الأنواع النباتية (Serrano et al., 1999). وتحد الملوحة من إمكانية التوسع الزراعي في معظم دول العالم، وخاصة في مناطق الزراعة المروية (Rausch et al., 1996). ويشكل الإجهاد الملحي في منطقة حوض المتوسط مشكلة للعديد من الزراعات الأساسية والمهمة. ونظرا لاحتواء المياه الجوفية خاصة الصحراوية وشبه الصحراوية منها على تراكيز معتبرة من الأملاح (Salinité naturelle) وعدم اعتماد نظم جيدة للصرف، وإرتفاع تكاليف استصلاح الأراضي المتملحة إضافة إلى إرتفاع معدل التبخر، وإستعمال التسميد الغير منظم، ساعد على التطور السريع لظاهرة الملوحة (Rhoades et al., 1992; Aurélie et al., 1995; Mouhouche and Boulassel 1999) وتسبب تأثيرا معتبرا في كثير من المواد العضوية كالصبغات والأحماض الأمينية والسكريات ومنه تسبب تراجعا معتبرا في الإنتاج (Hamza, 1980; Delauney and Verma 1993; Roosens et al., 1999). وعليه لا بد من البحث عن نباتات أكثر تكيفا مع المستويات المرتفعة من الملوحة وذلك لحل المشاكل التي تواجه التكتيف الزراعي في هذه المناطق (Epstein et al., 1980).

1.3.4.1. تأثير الملوحة على النباتات

تقلل الملوحة النمو عند النباتات غير المتحملة للملوحة Glycophytes وذلك بتغيير التوازن المائي والأيوني للأنسجة (Greenway and Munns, 1980) على مستوى الأوراق، وهذه الظاهرة متلازمة مع انخفاض بالامتلاء (الانتفاخ) Turgescence، عقب انخفاض في تبدل الجهد المائي بين النبات والوسط (Levigneron et al., 1995). كما تؤدي إلى زيادة تراكم أيونات معدنية مثل Cl⁻ و Na⁺ في الأنسجة بتراكيز سامة (إجهاد أيوني) (Sabahat and Ajmal Khan, 2002; Moseki, 2007). وإنخفاض الجهد الأسموزي لبيئة الإنبات نتيجة زيادة تركيز الأملاح يسبب نقص النسبة المتوية للإنبات و معدل الإنبات (Ungar, 1978 ; Sabahat and Ajmal Khan, 2002). ويعتقد (Verna et al., 1993) أن هناك ارتباط بين تراكم البرولين Proline وإنخفاض تخليق الكلوروفيل من خلال تثبيط الملوحة لاندماج جزيئات الحمض الأميني Glutamat بإعتباره بادرة مشتركة لتخليق كل من البرولين والكلوروفيل. ويرى (Hubac and Vieira De Silva, 1980) أن

الأملاح تحدث ارتفاعا شديدا في محتوى السكريات الذوابة نتيجة فقد السيطرة على عملية تخليق السكريات المعقدة أو زيادة تركيز Sucrose نتيجة الإماهة العالية للنشاء حسب (Gollek, 1980) عن (Hubac and Vieira Da Silva 1980; Hamza, 1980). ولاحظ كثير من الباحثين أن الأملاح تثبط التخليق الحيوي للبروتينات (Hamza, 1980) Proteogenese. وتزيد من هدمها Protéolyse (Dreier, 1978) وتزيد من تراكم الأحماض الأمينية والأميدات الحرة.

2.3.4.1. تحمل النبات للملوحة

يعتبر تحمل النباتات للملوحة ظاهرة معقدة تشتمل على عمليات مرفولوجية، كيميوية، وبيولوجية. ويرتبط أحد أهم المظاهر الأساسية لتحمل الملح في النباتات بتأثيرات الأيون النوعي (Saneoka et al., 1999). حيث تستطيع بعض النباتات استبعاد أيونات Na^+ أو Cl^- من الأجزاء الهوائية Shoots وذلك من خلال تدفق مخفض عند بلازما خلايا الجذر Plasmalemma of cells، والدفق Efflux من الجذور، وإعادة الانتقال خارج الأوراق (Koryo et al., 1993 ; Koryo, 1997). هذا وتمت الإشارة عموما إلى أن تحمل القمح للملح متوسط بالمقارنة مع الشعير (Maas,1986; Ehert et al., 1990; Ouerghi et al., 2000). وتعد الأقماح السداسية Hexaploides عموما أكثر تحملا من الأقماح الرباعية Tetraploides (Havaux, 1987).

عند القمح كما عند القمحيلم، فإن العلاقة مؤكدة بين مقاومة الملح / استبعاد شوارد Na^+ الأصناف الأكثر مقاومة هي تلك التي تنقل شوارد أقل من Na^+ في أوراقها (Bizid et al.,1988) (Ali- Dib and Abdul-Hamid, 2004). وينطبق هذا على الذرة البيضاء حيث يتم انتخاب أصناف متحملة للملوحة على أساس محتوى ورقي قليل من شوارد Na^+ وعلى أساس انتخابية قوية لصالح شوارد البوتاسيوم K^+ (Pathamanabhan, 1976). وجد أن آلية تحمل الملح في مثل هذه النباتات مرتبطة بفعالية ونشاط ATPase في الجذور، وبإمكانية الجذور في إقصاء Na^+ منها وتنظيم نقله إلى السويقات (Nakamura et al., 1996). اعتبر الباحثان (Zid and Grignon, 1991) أن محتوى الأوراق من شوارد Na^+ من الممكن أن يكون معيارا جيدا لتحمل الملوحة ولكن ليس دقيقا بسبب الفعل المتبادل بين سرعة نمو الأنسجة وسرعتها في امتصاص Na^+ . من جهة أخرى، فإن تجزئة هذا الكاتيون، على مستوى الخلية، على مستوى النسيج وحتى على مستوى النبات الكامل تعيق كل

علاقة بسيطة بين معدل المحتوى من Na^+ ، انخفاض النمو، وظهور أعراض السمية بالملح (Cheeseman, 1988).

تعتبر عملية توزع الأيونات بين الأعضاء (جذور، أجزاء هوائية)، والأنسجة (بشرة Epiderme، نسيج ضام Mésophylle) وأيضا بين الأجزاء الخلوية (فجوة، سيتوبلازم) عبارة عن إحدى آليات التكيف للإجهاد الملحي. حيث تعتبر عموما شوارد الصوديوم مجزأة بشكل جيد داخل الفجوة (Cheeseman, 1988)، عند النباتات المتحملة بعكس النباتات الحساسة. تتضمن التسوية الأسموزية تراكم أيونات معدنية (Na^+ , Cl^- , K^+) و/ أو مواد ذائبة عضوية Solutès organiques مثل البرولين والسكريات الذائبة، وجليسين بيتائين Glycine-bétaïne، والأحماض العضوية، ... إخ (Morgan, 1984).

5.1. التأقلم والمقاومة للإجهادات

1.5.1. تعريف

يعرف التأقلم بأنه عبارة على قدرة النبات على النمو وإعطاء مردود مقبول في المناطق المعرضة للإجهادات الدورية المعروفة (Papadakis, 1938; Monneveux and Nemmar, 1986). النبات المتأقلم هو الذي يتحمل ويقاوم إجهاد معين وينجح في الإنتاج عند مستوى مقبول بالنسبة لنبات غير متأقلم (Ceccacelli, 1987; Blum, 1988). التأقلم للإجهادات اللاإحيائية ذات طبيعة مائية وحرارية تتبع عدة طرق من بينها الإستعمال الفينولوجي (Acevedo et al., 1991)، المورفولوجي (Richards et al., 1997; Araus و الفيزيولوجي (Hanson et al., 1985; Sharma and Smith, 1986) et al., 1998).

2.5.1. الصفات المتعلقة بتحمل الإجهادات

1.2.5.1. الصفات المرفولوجية

أ. مرفولوجية ومساحة الأوراق

إن تقليص مساحة الأوراق في ظروف الإجهاد المائي الحاد هي آلية للتقليل من الإحتياجات المائية (Blum, 1996; Ludlow and Muchow, 1990; Turk et al., 1980). النوع الآخر من التأقلم الورقي المبين من طرف النباتات هو إلتفاف الورقة، الذي يمكن إعتبره كدليل لفقد الإمتلاء وفي نفس الوقت كصفة لتفادي التجفف (Amokrane et al., 2002; Belhassen et al., 1995). ، ويبين كل من (O'Toole and Gruz 1980) أن إلتفاف الأوراق ينتج عنه إنخفاض معدل النتح والتقليص من المساحة الورقية المعرضة للأشعة بنسبة تقدر بين 40%-60% ، ما يساهم بشكل كبير في تخفيض نسبة الفقد المائي الورقي (El-Jaafari, 1995)، وأشير أيضا إلى اللون الفاتح، تكوين الزغب ووجود الكيوتيكل كآلية ناجحة للتقليل من كمية الماء المفقود (Blum 1988; Ludlow and Muchow, 1990).

ب. إستطالة الساق

يرجع دائما طول النبات على أنه أحد الصفات الهامة والدالة على تحمل النبات للجفاف (Nachit and Jarrah, 1986). يشرح (Blum, 1988) هذه العلاقة بين طول النبات والتأقلم، بتحويل المدخرات المخزنة داخل الساق نحو البذرة، و بالتالي تكوين مستوى من المردود مقبول تحت ظروف الإجهاد. لأن طول النبات مرتبط بطول الجذر حسب (Blum, 1988).

ج. مرفولوجية النظام الجذري

تحت ظروف الجفاف والنقص المائي يطور النبات النظام الجذري أكثر من الكتلة الهوائية (Hsiao and Acevedo, 1974; Monneveux and Belhassen, 1996)، يلعب النظام الجذري المتطور دورا هام في التغذية المائية والمعدنية للنبات، فقد تبين أن إمتصاص الماء من التربة لمخاض المناطق الجافة وشبه الجافة مرتبط بشدة مع ديناميكية نمو الجذور (Hurd, 1974; Richards and Passioura, 1981). وقد وجدت علاقة وطيدة بين كثافة وعمق النظام الجذري

والكمية الممتصة من الماء (Ahmadi, 1983)، والذي يساعد على استغلال أمثل للماء الموجود في التربة، وكذا الزيادة من القدرة التخزينية له.

د. مرفولوجية وطول السفا

إن طول السفا يعد مؤشرا مرفولوجيا هام، لديه علاقة مباشرة بمقاومة الإجهاد المائي النهائي وخاصة لدى القمح الصلب، (Hadjichristodoulou, 1985)، إذ ترفع من كفاءة إستعمال الماء أثناء مرحلة تعميم الحبة (Araus et al., 1993). كما يزيد السفا في الوزن الجاف للنبات (Grignac, 1965; Monneveux and Nemmar, 1986).

2.2.5.1. الصفات الفينولوجية

من أهم الصفات الفينولوجية التي يتبعها النبات للتهرب من الإجهادات هي الإختصار في دورة الحياة لتفادي صدفة مراحل النمو الحرجة بالحوادث المناخية مثل درجات الحرارة المرتفعة، والإجهاد المائي. يتوافق نمو النبات مع فترة وجود الماء والظروف الملائمة للنمو (Passioura, 2002).

تحت الظروف الشبه الجافة، تعتمد بعض الأنماط الوراثية صفة التبكير في الإسبال وتتصف بسرعة تعميم قوية، بذلك تنهي دورة نموها قبل حلول حادث الإجهاد (Abbassenne et al., 1997). بينما الأنماط الوراثية المتأخرة فإنها تعتمد على الغذاء المخزن في السيقان، للتقليل من أثر الإجهاد

3.2.5.1. الصفات البيوكيميائية

أ. البرولين

هو أحد الأحماض الأمينية الهامة في النباتات والذي يقوم بتخليقه كرد فعل أو كنوع من التأقلم ضد الجفاف، قصد تعديل الوسط للحفاظ على المحتوى المائي في الخلية والحفاظ على ضغط الإمتلاء الضروري لكل تفاعلات الخلية الحيوية، ويركز البرولين في جميع أجزاء النبات وبكمية مرتفعة في الأوراق (Palfi et al., 1973)، حيث يمثل في بعض الحالات 1% من الوزن الجاف للنبات (Hsiao, 1973).

إن مصدر البرولين المتراكم أثناء إجهاد الجفاف هو التخليق الحيوي من الحمض الأميني غلوتاميك (Glutamic) (Pourrat, 1974; Voetberg and Stewart, 1984)، أو ترجع جزئيا إلى نقص أكسدته نظرا لنقص الإنزيم المحفز لأكسدته وهو إنزيم (Rayapati and proline dehydrogenase) (Stewart, 1991; Sánchez, et al., 2007). وعملية تجميعه متعلقة بنقص الماء وكذلك درجات الحرارة المرتفعة (Monneveux and Nemmar, 1986).

تدل نتائج بعض الأبحاث على أن تراكم البرولين أثناء الجفاف يتطلب زيادة محتوى النبات من حمض الأبسيسيك (ABA) (Ober and sharp, 1994; Demirevska et al., 2008)، وبينت دراسات (Savitskaya, 1967)، التي عرضت فيها نبات الشعير لظروف نقص الماء في التربة أن الحمض الأميني البرولين كان الوحيد من بين الأحماض الأمينية التي تم الكشف عنها وبكميات كبيرة وفي جميع أعضاء النبات، وقد توصل باحثون آخرون إلى نفس النتيجة في نبات القمح (Tyankova, 1968; Vlasjuk et al., 1967)، ولهذا يكشف عنه في النبات المعرض للإجهاد المائي كدليل على مقاومة الجفاف، فإنه هناك علاقة طردية بين كمية البرولين المفروزة من النبات والمتراكمة فيه وبين مقاومة الجفاف، حيث كلما زادت هذه الكمية المتراكمة كلما كان النبات أكثر مقاومة.

ب. تراكم السكريات

تعتبر السكريات والأحماض الأمينية والأحماض العضوية من أهم المواد المتراكمة أثناء الإجهادات، وللسكريات المذابة دور إيجابي في تخفيف الإجهاد الحراري والمائي، وفي طريقة التعديل الأسموزي أيضا، وذلك بواسطة منح مقاومة للجفاف والبرد لبعض خلايا النبات (Lee- stadelmann and Stadelmann, 1976). ولقد وجد بعض الباحثين في أوراق القمح المجهد حراريا ومائيا تراكم السكريات و تثبيط أيض النشاء (Turner and Begg, 1978). كما تعتبر السكريات من أهم المذيبات المستعملة من طرف النبات للتعديل الأسموزي و منها غلوكوز والسكروز (Ackerson, 1981) كما بينت بعض الأبحاث أن هناك استنفاد عام للسكر و النشاء في الأوراق المعرضة للإجهاد المائي.

4.2.5.1. الصفات الفيزيولوجية

أ. التعديل الأسموزي

من بين الصفات المستعملة من طرف النبات لتحمل الإجهادات التعديل الأسموزي والذي يعرف على أنه تراكم المواد الذائبة (Osmoticum) في النسيج النباتي استجابة لمختلف أنواع الإجهاد (Al-Dakheel, 1991; Turner, 1979) ، حيث أن التعديل الأسموزي يحافظ على التوازن المائي في الخلية، وفقدان الماء من الخلية نتيجة إرتفاع التركيز خارج خلوي الناتج عن الإجهاد المائي، كما أنه يحافظ على ضغط الامتلاء والعمليات المعتمدة عليه، و التي لها تأثير كبير على نمو النبات و مردوده (Johnson et al., 1984)، ويتجلى هذا في تراكم البرولين والسكريات (Ludlow and Muchow, 1990).

ب. التعديل الثغري

إن إنخفاض النتح مرتبط بنقص في الكمون المائي للأوراق ويرجع مبدئيا إلى انغلاق الثغور، وينتج عن انخفاض معدل الماء داخل الأوراق وفقد محفزات إنتاج الثغور، أو تراكم مثبطات الثغور (Allaway and Mansfieldm, 1970). تحت ظروف الإجهاد تغلق النباتات الثغور للحفاظ من فقد الماء عن طريق النتح، وفي هذه الحالة، تحد في نفس الوقت دخول الـ CO_2 . ويمكن أن تبقى الثغور مفتوحة من أجل الحصول على CO_2 الضروري للبناء الضوئي وبالتالي تؤدي إلى جفاف النبات. فبين هاتين الحالتين المتطرفتين، النبات ينوع درجة فتح الثغور (Ykhlef and Djekoum, 2000).

و يشير (Grignac, 1965) أن قدرة القمح الصلب لتحمل أنواع الإجهاد تكون أكبر من القمح اللين وهذا يرجع جزئيا إلى آلية انغلاق الثغور بطريقة سريعة وفعالة، كما أن حجم و عدد الثغور ذات فعالية، هذه الآلية الفيزيولوجية حيث تتواجد ثغور عديدة و صغيرة يسمح بالتحكم فيها أو في النتح أكثر من الثغور الكبيرة وقليلة العدد.

6.1. التحسين الوراثي لإنتخاب سلالات وأصناف مقاومة للإجهادات

1.6.1. الخصائص الفيزيولوجية

توجد العديد من الصفات التي تتركز عليها عمليات إنتخاب الأصناف لمقاومة وتحمل الجفاف، لكن لا يمكن إستعمالها بصورة نهائية في الإنتخاب إلا بعد التحقق من دورها الفعلي في غرلة السلالات المقاومة للجفاف وكذلك بأن لها درجة توريث كافية. يعتبر المحتوى المائي النسبي من المعايير المستعملة لتقييم تحمل الإجهاد المائي، و تظهر الأصناف المتحملة للإجهاد محتوى مائي نسبي مرتفع ويحدد هذا المحتوى بالنسبة المئوية للماء الموجود في نسيج النبات (Wardlaw and Moncor, 1995).

يظهر أن الجهد المائي الورقي أحسن مؤشر للحالة المائية مقارنة بالمحتوى المائي النسبي حيث يفسر العلاقات بين التربة والنبات وبين أعضاء النبات يعتبر النبات كمحصلة لجهد الإنتباج الذي يمثل ضغط جزئيات الماء على الغشاء الخلوي، الجهد الأسموزي الذي ينشأ نتيجة تراكم المواد الذائبة في الخلية ويصبح أكثر سلبية بزيادة تركيز هذه الذائبات وجهد الحشوة والذي ينشأ عن إلتصاق جزئيات الماء ببعضها (Yamaguchi-Shinozaki et al., 2002).

2.6.1. الخصائص المورفولوجية

1.2.6.1. طول القصبه والكتلة الإحيائية

الكثير من الأبحاث تشير أن طول القصبه هو إحدى الصفات الهامة والذالة على تحمل الجفاف، حيث أن إمتلاء الحب يتوقف على كمية المواد المخزنة في الساق (Blum, 1988). في المناطق الشبه جافة إنتاج التبن له نفس الأهمية كإنتاج الحب، ففي حالة تساوي المردود، الأصناف طويلة القامة تصبح مرغوبة عن الأصناف قصيرة القامة. تدل قامة الساق على إمتلاك النبات لنظام جذري عميق وكثيف، يساعد على إمتصاص الماء الموجود في التربة بطريقة سهلة وبكميات وافرة.

يرى (Sharma and smith 1986) ، بأنه يمكن تحسين المردود وذلك بإنتخاب أصناف ذات كتلة إحيائية مرتفعة، كما وجدوا قيم توريث مرتفعة للكتلة الإحيائية وبالتالي ينصحون بإستعمالها كصفة إنتخابية غير مباشر لتحسين المردود.

2.2.6.1. المساحة الورقية ودور ورقة العلم

تلعب الورق العلم دورا هاما في تعمير الحبة، و عموما فإن مدة حياة هذه الورقة مرتبط مع معنىيا مع معدل ملء الحبة. وتعد الشيخوخة السريعة لورقة العلم من الأعراض المعروفة للشد الرطوبي، وتدل على موت أنسجة الورقة بسبب إرتفاع درجة حرارتها الناشئة عن توقف النتح فيها، و يمكن الإعتماد على ظاهرة إحتراق ورقة العلم بعد مرحلة الإسبال كمؤشر على إستمرار وظيفة البناء الضوئي تحت ظروف الإجهاد المائي و يمكن الإستفادة منها كمعيار لإنتخاب السلالات المقاومة داخل العشائر الإنعزالية (Fischer, 1985).

إن مرفولوجية و مساحة الورقة هما عاملين مرتبطين بنقص ضياع الماء، نذكر منها خاصية إلتفاف الأوراق ، المساحة الورقية ، إفتاح و إنغلاق الثغور. و قد تبين أن قياس كمية فقد الماء من الورقة أفضل دليل لمعرفة مختلف الأصناف المقاومة للجفاف، و يمكن التقليل من عملية فقد الرطوبة من الأوراق بإنتخاب الأصناف ذات الأوراق صغيرة المساحة للتقليل من عملية النتح (Fischer, 1985). وكذلك الأوراق ذات طبقة الكيوتيكل السميكة للتقليل من شدة الطاقة الشمسية المستقبلية و درجة حرارة الأوراق، ومنه خفض معدل نتح الماء منها (Nultsch, 2001).

3.6.1. التحطيم الخلوي

بالرغم من قلة المعلومات الخاصة بالتأثير الفعلي للجفاف على مستوى الخلية إلا انه تمت إختبارات سمحت بتقدير التأثيرات الفيزيولوجية لفقد المائي، و من بين هذه الإختبارات، إختبار التحطيم الخلوي الذي قام به (Sullivan, 1972) ، و يعتمد هذا الإختبار على تقدير الإصابة الناجمة عن الإجهاد الحراري وذلك بطريقة قياس الناقلية الكهربائية والتي تبين قياس المادة الكيميائية المتسربة من الأنسجة المصابة إلى الماء المقطر. نتائج هذا الإختبار مرتبطة بالإنتاج تحت الإجهاد الحراري ففي هذا الإطار أشار (Reynolds et al., 1994)، أن هناك إرتباط قوي بين إتلاف الخلايا بسبب الصدمة الحرارية وإنخفاض إنتاجية الأنماط الوراثية المختبرة.

تعتبر قدرة البلاستيدات الخضراء على الحفاظ على إمتلائها احد أهم ميكانيزمات التكيف للجفاف، فالصانعات الخضراء الممتلئة جيدا تضمن تمثيل كلوروفيلي عالي عند جهود مائية ضعيفة. توجد ميكانيزمات أخرى والتي تحافظ على المحتوى المائي للخلايا ومن ضمنها مرونة الأغشية و صغر حجم الخلايا، بعض الخصائص المتعلقة بالبروتوبلازم و التي ترتبط بقدرة الخلايا على مقاومة الضرر الناشئ على مستوى الأغشية أو السيتوبلازم (Eckhart, 2002).

يهدف البحث عن المقاومة الفيزيولوجية للإجهادات لتحسين القدرات الوراثية لإنتاج النباتات تحت الظروف التي تكون في الغالب غير ملائمة، هناك العديد من التقنيات التي تقرر أنها فعالة في التعرف على الأنماط المتحملة لدرجات الحرارة المرتفعة. إستعمل Hurd, (1974) تقنية الإنتقاء على أساس النظام الجذري الدقيق الذي يكون كثير الأهمية من ناحية الحجم و الطول، وعلى غرار هذا أشار Dedio, (1975) أن قدرة الإحتفاظ بالماء في الأوراق هي مستعملة جدا لتحديد مقاومة النباتات بالنسبة للإجهاد المائي. أشار Clarke et al., (1982) ، إلى أهمية قياس المحتوى المائي كمؤشر للإستدلال على تحمل النبات للإجهاد. وينصحون بإستعمال هذه التقنية لإنتقاء كل المصادر الوراثية الموجهة إلى المناطق الجافة. تقنية التحطم الخلوي كذلك ينصح بإستعمالها في الإنتخاب بالنسبة لمقاومة درجات الحرارة المرتفعة هذه التقنية تعطي قياس عن كمية الالكتروليت المتسربة من الخلية نتيجة المعرضة للإجهاد الحراري.

7.1. فعالية إستغلال الماء

1.7.1. تعريف

يعبر عن فعالية إستغلال الماء بمعدل تمثيل CO_2 لوحدة النتح (ملم) عبر المسامات، وأحيانا أخرى بوحدة المردود الكلية لكل وحدة من الماء المستخدم عبر النتح والتبخر (Condon et al., 2002). لكن ليس من السهل قياس فعالية إستغلال الماء أو فعالية النتح (Transpiration Efficiency: TE)، وهي معدل إنتاج المادة الجافة لكل وحدة ماء مستخدم في النتح)، بشكل مباشر وإنما يمكن الاستدلال عليها بمعايير شكلية وفيزيولوجية ومؤشرات إنتاجية مثل وزن المحصول الجبي والحيوي والسطح الورقي وحرارة الغطاء النباتي والناقلية المسامية وآلية إنفتاح الثغور ومحتوى الكلوروفيل (Araus et al., 2003). وهناك صعوبة في التفريق بين التبخر والنتح حقليا إذا تم اللجوء إلى بعض

الاختبارات التي ترتبط بالتمثيل الغذائي (ماء + CO₂) مثل إختبار تمييز الكربون النظير ¹³C Carbon Isotope Discrimination المعروف بـ ($\Delta^{13}C$) (Farquahar et al., 1982). وجد أن المردود يرتبط بدرجة كبيرة بتأثير الإجهاد على الأعضاء التركيبية، وعلى إعادة تعبئة المدخرات المخزنة أساسا في عنق السنبل وما بين العقدتين الأخيرتين (Borell et al., 1989; Bishop and Bugbee, 1998) ، لذا فإن فعالية إستغلال الماء للأعضاء التركيبية هي التي تحدد المردود النهائي (Hannachi et al., 1996)، والتحسين الوراثي لفعالية إستغلال الماء (نسبة CO₂ إلى النتح في الثغور) والتي تخضع إلى العديد من التفاعلات الكبيرة بين النمط الوراثي × الموسم و / أو النمط الوراثي × الوسط ، والنمط الوراثي × الموسم × الوسط (Calhoun et al., 1994; Van Ginkel et al., 1998). هو أحد الوسائل الهامة من أجل تحقيق زيادة في المردود، و قد أقترح نظير الكربون ¹³C ($\Delta^{13}C$) كبديل لقياس فعالية إستغلال الماء، وهناك العديد من الدراسات التي اختبرت العلاقة بين مردود المحاصيل وفعالية استغلال الماء بإستعمال تمييز نظير الكربون ¹³C (Farquahar et al., 1989; Araus et al., 1993; Gate et al., 1993; Deléens et al., 1995a et b).

2.7.1. فعالية إستغلال الماء كآلية للإنتخاب

المردود الكبير في وجود كميات محدودة من الماء هو أكثر التحديات أهمية للزراعة في المناطق الجافة التي يعتبر فيها الإجهاد المائي هو العامل الأساسي في تحديد مردود المحاصيل (Srivastava, 1987). لذا إتجهت العديد من الأبحاث في المناطق الجافة وشبه الجافة لرفع فعالية إستغلال الماء (Water Use Efficiency: WUE). و قبلها حاول العديد من العلماء فهم العلاقة الموجودة بين استهلاك الماء والإنتاجية لدى النباتات أمثال (Warming, 1909) الذين اهتموا بدراسة هذه العلاقة، وسنوات بعد ذلك حاول الزراعيون رفع المردودية، حيث ركزوا في ذلك على دراسة الإحتياجات المائية لنمو مجموعة كبيرة من النباتات المزروعة (Briggs and Shantz, 1913). وقد أعطت التجارب الأولى في هذا المجال معلومات دقيقة حول نمو النباتات وفقدان الماء (Briggs and Shantz, 1913; Shantz and Piemeisel, 1927). كما أظهرت نتائج هذه التجارب تغيرات واضحة في نسبة استهلاك النباتات للماء إلى إنتاجها للكتلة الحية.

وقد تم وصف العديد من الخصائص التي اقترحت كمؤشرات إنتخاب من أجل تحمل الجفاف عند المحاصيل، ولكن إستعمالات هذه المؤشرات تبقى نظرية فقط، بسبب نقص المعارف الفيزيولوجية والوراثية حول أصل تغيرات تلك الخصائص، ومنذ إكتشاف العلاقة الموجودة بين (Δ) وفعالية إستغلال الماء لدى نباتات C3 (Farquhar and Richards, 1984)، أصبح مؤشر النظائر شائع الاستعمال كوسيلة سريعة لتقييم فعالية استغلال الماء، وتحديد تغيراتها على مجموعة واسعة من أنواع C3، و في أوساط بيئية مختلفة. كما إستعمل العديد من الباحثين طريقة الشيخوخة من أجل انتقاء أصناف متحملة للجفاف، حيث تعتمد هذه الطريقة على تتبع حركة شيخوخة الأوراق بإعتبارها مؤشر ظاهري فعال لكل العمليات الفيزيولوجية داخل النبات، وقد وجد في دراسات عديدة تمت تحت ظروف الجفاف أن المردود المرتفع يرتبط بشيخوخة متأخرة (Rawson et al., 1983; Ellen, 1987; Mi et al., 1999; Pajević et al., 1999).

II- المواد وطرق العمل

II. 1. موقع التجربة

تم إنجاز التجربة خلال العام الجامعي 2009/2008 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) (ملحق 1.1). يتصف الموقع التجريبي بتربة طميية-طينية ذات عمق متوسط ولون بني فاتح، قليلة الخصوبة (Chenafi *et al.*, 2004)، ذات pH قلوي قيمته 8,2 ونسبة الكلس الفعال 18,4 ، نسبة المادة العضوية 2,6 % و نسبة الفسفور الممتص هي 36,0 جزء في المليون (Kribaa *et al.*, 2001). و مناخ شبه جاف متذبذب الأمطار شديد البرودة شتاءا وشديد الحرارة صيفا ويمتاز بخطورة ظهور الجليد المتأخر وكذلك الجفاف في آخر طور النبات (Baldy *et al.*, 1993) و يقدر متوسط درجات الحرارة في الشتاء والربيع بـ 6.6 و 12.5°C على التوالي (Annicchiarico *et al.*, 2002).

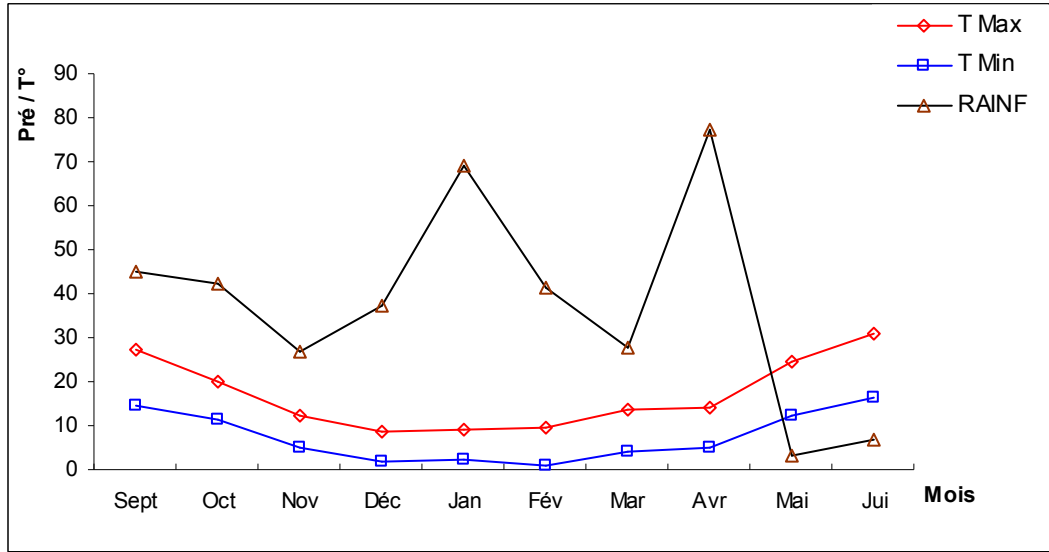
الظروف المناخية خلال فترة النمو موضحة في (الشكل 1.1)، حيث قدر متوسط تساقط الأمطار خلال الموسم الزراعي بـ 377 ملم ، سجلت أعلى كمية تساقط في شهري جانفي و أفريل بـ 69.3 و 77.5 ملم على التوالي. وقد تميز الوسط الزراعي بدرجات حرارة معتدلة خلال دورة النمو، مع تسجيل أدنى درجة بـ 1.1°م في شهر فيفري، وأعلى درجة بـ 31.1°م في شهر جوان (الشكل 1.1).

II. 2. تصميم التجربة

تم زراعة الجيل F3 للتصالبات الثلاث الآتية Ofanto/Waha ، Ofanto/MBB ، و Ofanto/Mrb₅ بتاريخ 23 ديسمبر 2008. زرعت هذه الأجيال في خطوط ، طول كل خط 2.5م والمسافة بين كل خط 20 سم، بكثافة تقدر بـ 250 حبة للمتر المربع. زرع 120 خط لكل تصالب. و زرعت الآباء في خطوط بنفس القياسات، في بداية ونهاية كل تصالب وضمن كل 25 مدخل للجيل F3 (الشكل 2.1). الآباء هي: أفونتو، بوسلام، أم الربيع، واحه، محمد بن بشير (Ofanto ، Bou ، MBB ، Mrb₅ ، Waha) . تختلف عن بعضها البعض في العديد من الخصائص

عولمي ع (2009). المساهمة لدراسة تباين المحتوى المائي النسبي، درجة حرارة الغطاء النباتي، والبنية الورقية للجيل الثالث F3 عند القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.). مذكرة ماجستير فيولوجيا النبات. جامعة فرحات عباس سطيف. 92 ص .

كالمرودية والتبكير، منها محلية ومنها التي تم إدخالها من المركز الدولي للبحوث الزراعية للمناطق الجافة (ICARDA) بسوريا، في إطار التعاون مع محطة البحوث الزراعية بسطيف (جدول 1.11):



الشكل 1.11: المعطيات المناخية (التساقط ، درجات الحرارة الدنيا و القصوى) خلال الموسم الزراعي 2009-2008. محطة البحوث سطيف.

جدول 1.11: أصل أصناف القمح الصلب المستعمل كآباء.

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



الشكل 2. : خطوط النسل F3 من القمح الصلب بالموقع التجريبي ITGC سطيف.

3. القياسات

1.3. المساحة الورقية والوزن النوعي الورقي

أنجزت القياسات على كل الخطوط (الآباء و أفراد الجيل الثالث)، تم قياس مساحة الورقة الراية أثناء مرحلة الإنبال، على عينة مكونة من 5 أوراق مأخوذة عشوائيا على طول كل خط. قدرت المساحة الورقية المتوسطة بالعلاقة الآتية (Boukecha, 2001):

$$SIF (cm^2) = 0,606(L \times I)$$

حيث SIF، هي المساحة المتوسطة لورقة العلم، L = متوسط طول الورقة المعبر عنها بالسم ، و I هو متوسط عرض الورقة المعبر عنها بالسم ، 0,606 هو معامل الإنحدار للمساحة المقدرة من خلال ورقة مليمترية وهي الناتجة عن $(L \times I)$.

تم حساب الوزن النوعي للورقة من نسبة وزن المادة الجافة على سطح ورقة العلم وفق العلاقة (Fellah, 2008):

$$\text{PSF (mg cm}^2\text{)} = \text{PS (mg) / SF (cm}^2\text{)}$$

حيث PSF الوزن النوعي الورقي، PS = وزن المادة الجافة، و SF = سطح ورقة العلم.

II. 2.3. المحتوى المائي النسبي وسرعة فقد الماء الورقي

تم تحديد المحتوى المائي النسبي (TRE)، أثناء مرحلة التسنبل، على عينة مكونة من 5 أوراق. حيث تم وزن أوراق عينة كل نمط وراثي مباشرة من أجل الحصول على الوزن الرطب (PF). ثم توضع الأوراق في أنبوب إختبار يحتوي على الماء المقطر، في غياب الضوء وفي درجة حرارة المخبر، لمدة 4 ساعات وذلك للحصول على وزن التشيع (PT)، بعد مسحها من الماء الزائد بورق التجفيف. بعد ذلك تجفف العينة في فرن عند 65 درجة مئوية لمدة 16 ساعة للحصول على الوزن الجاف (PS). يتم حساب المحتوى المائي النسبي حسب علاقة (Barrs and Weartherly, 1962) والمذكورة من طرف (DaCosta et al., 2004) الآتية:

$$\text{TRE (\%)} = 100(\text{PF-PS}) / (\text{PT-PS})$$

حيث (TRE) = المحتوى المائي النسبي الورقي (%)، يمثل كل من PF, PT, PS على التوالي الوزن (ملغ) الرطب، التشيع، والجاف للعينات الورقية.

تم قياس نسبة فقد الماء على ورقة العلم لكل نمط وراثي. تأخذ 5 أوراق بشكل عشوائي لكل نمط وراثي حيث يتم وزنها مباشرة للحصول على الوزن الرطب (PF1). ثم تنشر على الأرض مدة 30 دقيقة للحصول على الوزن الرطب بعد 30د (PF2). قدرت نسبة فقد الماء الورقي حسب الطريقة المستعملة من طرف (Clarke et al., 1989) بالعلاقة الآتية:

$$\text{LWL (mg cm}^{-2}\text{ min}^{-1}\text{)} = (\text{PF1-PF2})/30 * \text{SF}$$

عولمي ع (2009). المساهمة لدراسة تباين المحتوى المائي النسبي، درجة حرارة الغطاء النباتي، والبنية الورقية للجيل الثالث F3 عند القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.). مذكرة ماجستير فيولوجيا النبات. جامعة فرحات عباس سطيف. 92 ص .

حيث LWL = الفقد المائي الورقي، PF1 = الوزن الرطب، PF2 = الوزن الرطب بعد 30 دقيقة، SF = المساحة المتوسطة لورقة العلم.

II. 3.3. مؤشر المقاومة للإجهاد المائي والحراري

تم تقدير مؤشر المقاومة للإجهاد المائي (DSI) ومؤشر المقاومة للإجهاد الحراري (HSI) بإستعمال إختبار التحطم الخلوي (نسبة (%) الخلايا التالفة) (IC %) على السورتين الأخيرتين المتطورة تماما. تؤخذ ورقتين بشكل عشوائي لكل نمط وراثي. حيث يتم غسل هذه العينات بالماء العادي. تقطع الأوراق إلى قطع طولها 1 سم. توضع كل عينة مكونة من 10 قطع من الأوراق في أنبوبة الإختبار وتغسل بالماء المقطر لإزالة الغبار الملصق الذي يمكن أن يؤثر على نتائج الإختبار.

يضاف لكل أنبوب 10 مل من الماء المقطر، ترج الأنابيب دوريا يدويا وتترك في درجة حرارة المختبر. تترك مجموعة الأنابيب الأولى الخاصة بمؤشر المقاومة للإجهاد المائي في المخبر وبعد 24 ساعة تتم القراءة الأولى عليها (EC_{1T1}) بواسطة جهاز الناقلية الكهربائية (Conductivimètre)، وتوضع الأنابيب الثانية الخاصة بمؤشر المقاومة للإجهاد الحراري في حمام مائي (bain-marie) درجة حرارة 50 درجة مئوية لمدة 60 دقيقة ثم نقوم بالقراءة الأولى عليها بعد 24 ساعة بواسطة جهاز الناقلية الكهربائية (EC_{1T2}). توضع كل الأنابيب المقاسة في حمام مائي في درجة حرارة 100 درجة مئوية، لمدة 60 دقيقة. تجرى قراءة ثانية للناقلية (EC_{2T1}) (EC_{2T2}) 24 ساعة بعد مرور العينات في الحمام المائي لكلا المجموعتين من الأنابيب. تقدر النسبة المئوية للخلايا التالفة بسبب الإجهاد المائي والإجهاد الحراري، حسب الطريقة التي وصفها (Bajji et al, 2001)، على النحو التالي:

$$HSI \text{ ou } DSI (\%) = 100(EC_{1T1}/EC_{2T1})$$

II. 4.3. حرارة الغطاء النباتي و مؤشر الإنتاج

تم قياس درجة حرارة الغطاء النباتي على للأتماط الوراثية في مرحلة التسنبل. يعبر عن القيم بالفرق بين درجة حرارة النبات و الهواء في وقت القياس. جهاز الحرارة المستعمل هو من نوع thermométrie infrarouge (Télétemp) المستعمل من طرف (Jackson et al., 1988).

تم تطبيق الإختخاب المتعدد الصفات بحساب المؤشر SWI (Simple Weighted Index) لـ Wehner, (1982) بالعلاقة الآتية:

$$SWI = \sum a_i (X_i / \sigma_p)$$

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 = الانحراف المعياري.

II. 5.3. تبكير الإسبال والصفات المرفولوجية

تم تدوين تاريخ الإسبال، عندما تخرج 50% من السنابل من غمد ورقة العلم لمعرفة درجة التبكير للأنماط الوراثية (PREC).

و عند النضج تم حصاد عينات نباتية على خط طوله 1م لكل عزلة أولية، من كل الخطوط التجريبية لنباتات الأفراد الأبوية والجيل الثالث F3 وذلك لتقدير المتغيرات المرتبطة بالإنتاج. وزن الكتلة الجافة الكلية (BIOM) لتقدير المردود الإقتصادي (RDT_{ec})، تقدر الغلة الحبية (RDT) بعد الحصاد الميكانيكي للتجربة.

II. 4. التحليل الإحصائي للمعطيات:

تم تحليل المتغيرات المقاسة بواسطة التحليل التبايني، تحليل معامل الإنحدار والارتباطات. عولجت المتغيرات المقاسة على نباتات فردية عن طريق التحليل الإحصائي الوصفي، للحصول على المتوسطات (μ)، القيم القصوى (Max)، الدنيا (Min)، التباين (σ^2)، والانحراف المعياري (ET).

كما جرى حساب الارتباطات المظهرية *Corrélation Phénotypique* لجميع المتغيرات المقاسة حسب (Snedecor and Cochran, 1980)، تم تفصيل عناصر التباين من أجل تقدير درجة التوريث للصفات المقاسة ومعاملات التغير الظاهري (CV_p) و الوراثي (CV_G). تم حساب هذه المعاملات لكل صفة بمعامل التباينات الظاهرية والوراثية على متوسط الصفة تبعا لـ Snedecor and Cochran, (1980) حسب المعادلات:

$$CV_p (\%) = 100 (\sigma^2_p / \text{moyenne})$$

$$CV_G (\%) = 100 (\sigma^2_G / \text{moyenne})$$

حيث σ^2_p و σ^2_G هم التباين الظاهري الكلي ومكوناته الوراثية ، المستمدة من تحليل التباين وما يساويها من التوقعات المتوسطة (Fellah, 2008). تقدر نفس هذه المركبات، بالنسبة للمتغيرات المقاسة لكل نبتة، على حساب تباينات الجيل الثالث (F3)، تؤخذ على أنها تساوي التباين الظاهري الكلي (σ^2_p)، يؤخذ تباين الآباء على أنه يساوي التباين المتبقي (σ^2_e)، والمكونة الوراثية لهذا التباين الذي يستنتج من خلال الفرق وفقا لـ Lin et al., (1986):

$$\sigma^2_G = \sigma^2_p - \sigma^2_e$$

تقدر درجة التوريث في النطاق الواسع (h^2_{BS}) بواسطة نسبة التباين الوراثي على التباين الظاهري حسب (Burton 1951) :

$$h^2_{BS} = \sigma^2_G / \sigma^2_p$$

تم حساب فرق الإنتخاب (S) الذي يمثل الفرق بين متوسط الجزء المنتخب (μ_S) ومتوسط العشيرة لـ F3 (μ_{F3}) .

$$S = \mu_S - \mu_{F3}$$

تمت مقارنة متوسطات المتغيرات نسبيا لأصغر فرق معنوي عند نسبة 5%. أجريت التحاليل الإحصائية بواسطة برمجيات (CropStat 7.2.3 (2009) و StatS4U (2007).

III. النتائج و المناقشة

1.III. التغيرات الظاهرية والوراثية للمتغيرات المقاسة

تعتبر الاختلافات الموجودة في المصادر الوراثية المادة الأولية في عمل مربّي النبات ونظرا للتنوع الكبير في صفات العشائر المحلية المتأقلمة مع الظروف البيئية فإن وجود بيانات توصيفية دقيقة موثقة عبر إجراء توصيف لتلك العشائر من الناحية المورفولوجية والبيولوجية والإنتاجية سيكون له أهمية في تحديد العشائر ذات الصفات الاقتصادية بهدف استخدام الأفضل منها في برامج التربية لهذا المحصول.

1.1.III. المحتوى المائي النسبي و سرعة الفقد المائي الورقي

1.1.1.III. المحتوى المائي النسبي (TRE)

من أهم خصائص الوراثة الكمية ما يعرف بالإنعزال التجاوزي Transgressive segregation حيث يظهر في الجيل الثالث (F3) وجود تباين σ^2 كبير لقيم المتغيرات المدروسة، لبعض التصالبات أفراد تزيد عن قيمة الأب الأعلى ، أو تقل عن قيمة الأب الأدنى في الصفة المدروسة (جدول III-1)، ويحدث ذلك عندما يختلف الأبوين في الجينات المسؤولة عن الصفة (Quick, 1998). 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/Mrb₅ ، القيم الدنيا والقصى 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. و المدى (l'amplitude) يأخذ القيم 26.87 ، 24.70 ، و 20.50% عند نفس الهجن. و مقارنة بأقل فارق كبير المحدد من تحليل التغير القياسات المنجزة على الخطوط الأبوية الثابتة Ofanto ، MBB ، Mrb₅ ، و Waha يبين المدى إتساع الفروق للأنماط الوراثية بين وخارج العشائر لـ F3 (جدول III-1).

قيم المحتوى المائي النسبي للخطوط الأبوية كانت 68.26 ، 71.80 ، 82.52 ، و 82.98% على التوالي لـ Ofanto ، MBB ، Mrb₅ ، و Waha ، الفرق (D) بين القيم للخطوط الأبوية المتصالبة كان

3.45، 14.26، و 14.72% على الترتيب لـ Ofanto و MBB و Ofanto ، Waha و Ofanto ، Mrb₅ . بالمقارنة بين القيم المتوسطة للخطوط الأبوية و المسافة بين قيم الآباء المتصالبة، نلاحظ أن العشائر لـ F3 تظهر وجود أفراد تحتوي على محتوى مائي كبير يزيد عن قيمة الأب الأعلى MBB (جدول III- 1 ، شكل III- 1). و هذا يتيح الفرصة للإنتخاب بأخذ القيم المرتفعة لهذا المتغير (Clarke and McGaig, 1982)، إذ تظهر الأصناف المتحملة للإجهاد محتوى مائي كبير (Wardlaw and Moncor, 1995). حيث الهجين Ofanto/Mrb₅ يحتوي أكبر النسب مقارنة مع التصلبات الأخرى (شكل III- 1) ، ما يكشف عن توقع تحقيق زيادة ملموسة في إنتاجية الحبوب نتيجة الإنتخاب لهذه الصفة بمقارنتها مع المردود المحقق بين التصلبات الثلاث.

تحليل معاملات التباين الظاهري (CV_p) و الوراثي (CV_G) أظهر أن الهجين Ofanto/MBB يحوي أكبر تباين ظاهري (CV_p= 7.67%) ووراثي (CV_G= 5.91%) مقارنة مع الهجينان Ofanto/Waha ، و Ofanto/Mrb₅ اللذان يأخذان القيم 5.44% و 5.79% عند التباين الظاهري، والقيم 2.36% و 2.72% عند التباين الوراثي (جدول III- 1). و نجد أن معامل التحديد الوراثي (درجة التوريث على نطاق واسع h^2_{bs}) يكون مرتفع عند الهجين Ofanto/MBB ومتوسط عند الهجين Ofanto/Mrb₅ و ضعيف عند الهجين Ofanto/Waha آخذا القيم 59.43 ، 21.97 ، و 18.84% على التوالي (جدول III- 1). هذه القيم تشير إلى أن الإنتخاب على أساس هذه الصفة سيكون أكثر تأثيرا داخل العشائر Ofanto/MBB و Ofanto/Mrb₅ وأقل تأثير داخل العشيرة Ofanto/Waha حيث تأثير العوامل البيئية يلعب دورا هاما في تغيير قياس المحتوى المائي النسبي. وتعزى الاختلافات المشاهدة في الشكل المذكور إلى تأثير كل من التركيب الوراثي أي التباين الوراثي Genotypic variance ، والعوامل البيئية المحيطة على كل أفراد العشيرة (Falconer, 1981).

2.1.1.III. الفقد المائي الورقي (LWL)

قدرت متوسطات الفقد المائي الورقي للعشائر الثلاث بـ 4.96 ، 7.41 ، و 8.50 ملغ/سم²/دقيقة على التوالي للهجن Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، و Ofanto/Mrb₅ ، وتغيرت القيم الطرفية من 1.71 إلى 9.28 ، و من 3.14 إلى 12.21 ، ومن 4.40 إلى 14.52 ملغ/سم²/دقيقة على التوالي للهجن الثلاث (جدول III- 1). أخذت القيم لـ (D) التي تمثل الفرق بين الخطوط الأبوية 0.1 بين

عولمي ع (2009). المساهمة لدراسة تباين المحتوى المائي النسبي، درجة حرارة الغطاء النباتي، والبنية الورقية للجيل الثالث F3 عند القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.). مذكرة ماجستير فيولوجيا النبات. جامعة فرحات عباس سطيف. 92 ص .

Ofanto و MBB ، 2.72 بين Ofanto و Waha ، و 3.85 ملغ/سم²/دقيقة بين Ofanto و Mrb₅ 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 III-1).

جدول 1. III : 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 التورث على نطاق واسع (h^2_{bs}) للمحتوى المائي النسبي والفقد المائي الورقي المقاس عند الآباء وأفراد الجيل الثالث F3.

Croisements / التصلبات	Ofanto/MBB		Ofanto/Waha		Ofanto/Mrb5	
Valeurs / القيم	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

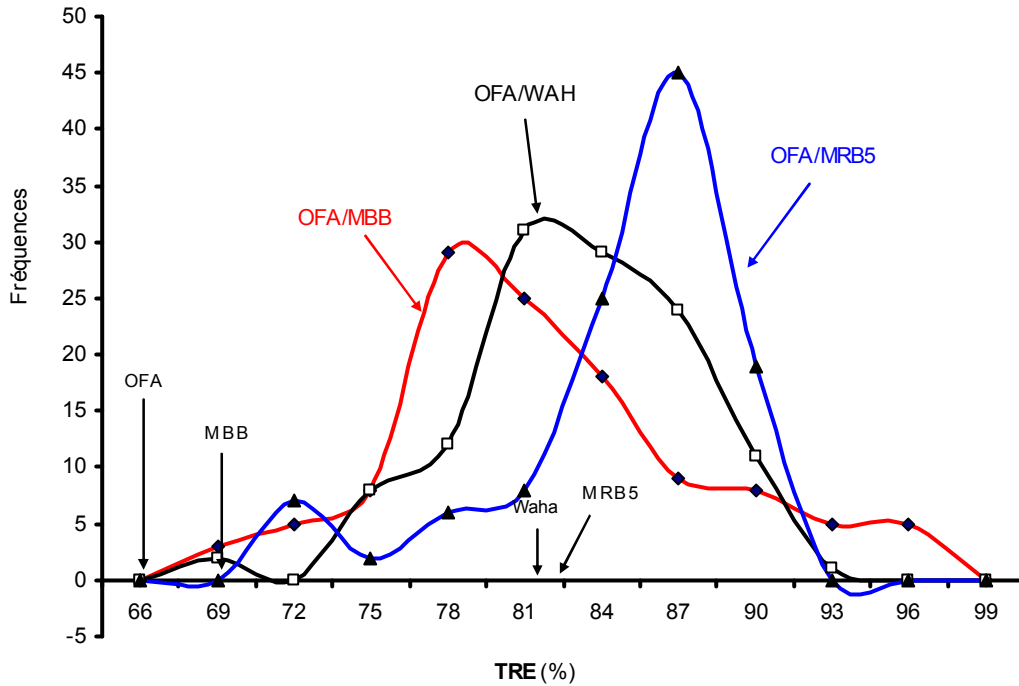
TRE: المحتوى المائي النسبي بـ % ، LWL: الفقد المائي الورقي بـ ملغ/سم²/دقيقة (mg cm⁻² min⁻¹).

معامل التباين الظاهري أكبر من معامل التباين الوراثي ويظهر أكثر أهمية عند المهجين Ofanto/MBB مقارنة بالمهجين Ofanto/Mrb₅ ، حيث تتغير قيم معامل التباين الظاهري من 39.67 إلى 24.38% عند Ofanto/MBB و Ofanto/Mrb₅ و معامل التباين الوراثي من 35.07 إلى 19.93%

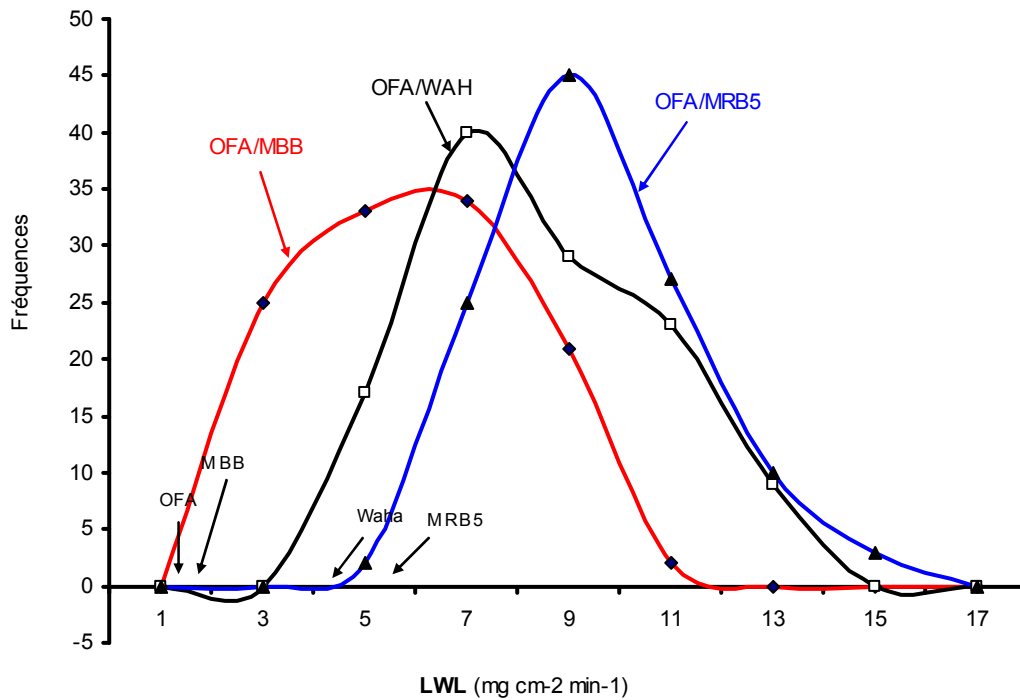
عولمي ع (2009). المساهمة لدراسة تباين المحتوى المائي النسبي، درجة حرارة الغطاء النباتي، والبنية الورقية للجيل الثالث F3 عند القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.). مذكرة ماجستير فيولوجيا النبات. جامعة فرحات عباس سطيف. 92 ص .

عند نفس المهجن، أما المهجين Ofanto/Waha فيأخذ قيم وسطية (جدول III-1). وتبقى النتيجة المرجوة للإنتخاب نحو أصغر القيم للفقد المائي الورقي في المناطق الشبه الجافة، إذ يمكن إعتبار الفقد التدريجي للماء كمعيار هام لإنتخاب الأصناف المتأقلمة مع الجفاف (Dedio, 1975)، وفي هذا المجال وجد (2004) Houassine أن الأنماط الوراثية ذات الفقد المائي الأقل حققت مردود جي أكبر من الأصناف ذات الفقد المائي الكبير، و يعتبر المهجين Ofanto/MBB الأنسب للإنتخاب من أجل هذه الصفة لإحتوائه على خطوط ذات فقد مائي قليل. في المقابل المهجين Ofanto/Mrb₅ الأفضل للإنتخاب نحو القيم الكبرى للفقد المائي الورقي (شكل III-2).

درجة التوريث من عالية إلى عالية جدا عند التصلبات الثلاث إذ تأخذ القيم 78.12% عند Ofanto/MBB، و 80.10% عند Ofanto/Waha، و 66.80% عند المهجين Ofanto/Mrb₅ (جدول III-1).



شكل III.1: تباين المحتوى المائي النسبي (TRE) للعشائر F3 Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، Ofanto/Mrb₅ ومتوسطات المحتوى المائي للخطوط الأبوية (n_{OFA/MBB}=115, n_{OFA/waha}=118, n_{OFA/Mrb5}=112).



شكل 2.111: تباين سرعة فقد الماء الورقي (LWL) عند العشائر F3 Ofanto/Mrb₅ ، Ofanto/Waha ، Ofanto/MBB و متوسطات سرعة فقد الماء للخطوط الأبوية (n_{OFA/MBB}=115, n_{OFA/waha}=118, n_{OFA/Mrb5}=112)

2.1.1.111. المساحة الورقية و الوزن النوعي للأوراق

1.2.1.111. مساحة ورقة العلم (S1F)

يظهر الهجينان Ofanto/Waha ، Ofanto/MBB تساوي في متوسطات المساحة الورقية، بينما يملك الهجين Ofanto/Mrb₅ مساحة ورقية صغيرة جدا يقدر متوسطها بـ 18.69 سم² (جدول III-2). الفرق بين القيم الدنيا والقصى يكون كبير عند الهجين Ofanto/MBB وصغير عند الهجين Ofanto/Mrb₅. من بين الآباء المتصالبة يظهر الأب MBB أكبر مساحة ورقية في حين تنخفض المساحة الورقية معنويا عند الأبان Waha و Mrb₅ (جدول III-2 ، شكل III-3). إن تقليص واختزال مساحة الأوراق في ظروف الجفاف هي آلية فعالة للتقليل من الإحتياجات المائية للنبات (Turk et al., 1980; Monneveux and Belhassen, 1996; Sadeghzadeh and Alizadeh, 2005) لذا

عولمي ع (2009). المساهمة لدراسة تباين المحتوى المائي النسبي، درجة حرارة الغطاء النباتي، والبنية الورقية للجبل الثالث F3 عند القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.). مذكرة ماجستير فيولوجيا النبات. جامعة فرحات عباس سطيف. 92 ص .

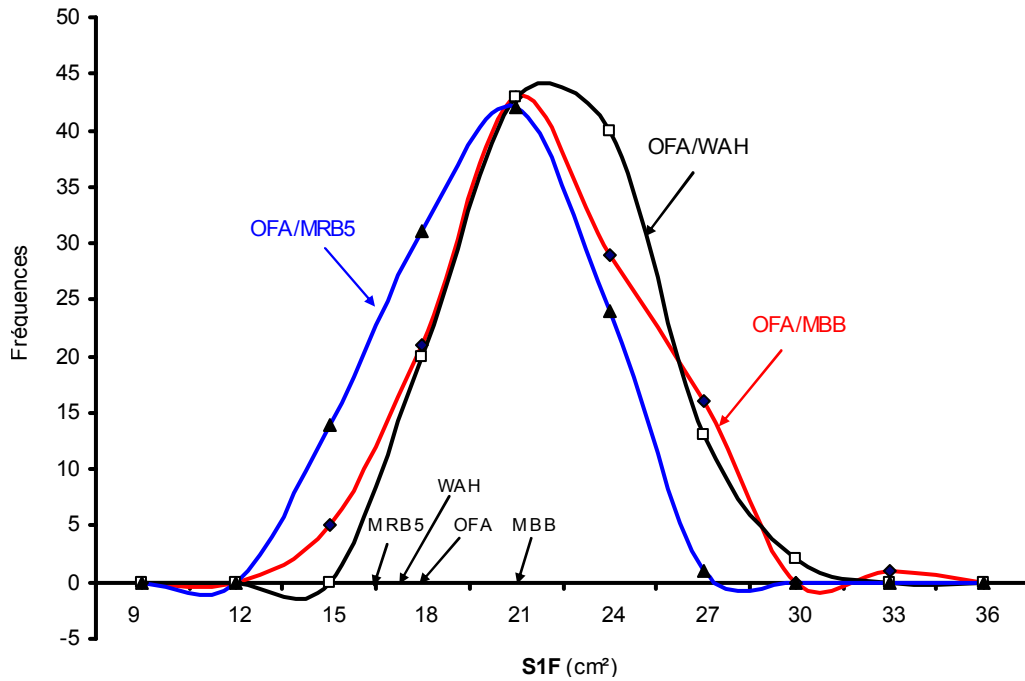
الإنتخاب على هذه الصفة مرغوب به كثيرا في مثل هذه المناطق لمقاومة الإجهادات (Benmahammed et al., 2008)، ويتيح لنا المهجين Ofanto/Mrb5 أفضل الفرص بين المهجن الثلاث للإنتخاب على أساس هذه الصفة. من ناحية أخرى مساحة ورقية كبيرة يعني تنفس أحسن وتمثيل أحسن لعملية التركيب الضوئي والإنتخاب للزيادة في المساحة الورقية يمكن أن يساهم بشكل فعال في رفع المردود الحي للنبات (Araus et al., 1998)، ويعتبر المهجين Ofanto/Waha الأفضل للإنتخاب للمساحة الورقية الكبيرة (شكل III-3).

جدول III.2 : القيم المتوسطة (μ)، الدنيا (Min)، الكبرى (Max)، التباين الظاهري (σ_p^2)، الوراثي (σ_G^2) والبيئي (σ_e^2)، معامل التباين الظاهري (CV_p)، والوراثي (CV_G)، ودرجة التوريث على نطاق واسع (h_{bs}^2) للمساحة الورقية و الوزن النوعي الورقي لورقة العلم المقاس عند الآباء وأفراد الجيل الثالث F3.

Croisements / التصاليات	Ofanto/MBB		Ofanto/Waha		Ofanto/Mrb5	
	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_p^2	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_e^2	2,90	2.18	4,82	2,11	2,65	2,66
σ_G^2	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	16,96	11,68	15,91
h_{bs}^2	70,16	45.63	37,55	57,68	64,23	49,87

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

تحليل التباين أظهر وجود تباين واضح في القيم المسجلة عند المهجن الثالث، حيث تكون التباينات الظاهرية والوراثية وكذلك معامل درجة التوريث أكثر أهمية عند المهجن Ofanto/MBB مقارنة بالمهجنين Ofanto/Waha و Ofanto/Mrb₅ (جدول III-2).



شكل 3. III: تباين المساحة الورقية لورقة العلم (SIF) عند العشائر F3 Ofanto/Waha ، Ofanto/MBB و Ofanto/Mrb₅ و متوسط (SIF) للخطوط الأبوية ($n_{OFA/MBB}=115, n_{OFA/waha}=118, n_{OFA/Mrb5}=112$)

2.2.1. III. الوزن النوعي لورقة العلم (PSF)

تتغير متوسطات الوزن النوعي لورقة العلم بين 9.82 و 10.23 مغ/سم² للمهجن الثالث. الفرق بين متوسطات القيم الحدية غير معنوي، مع ذلك المهجن Ofanto/Mrb₅ يظهر التفوق في القيمة القصوى والمدى مقارنة بالمهجنين Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha. الفرق بين الآباء المتصالبة يكون هام بين الأبوين Ofanto و Waha بـ 3.26 مغ/سم²، متبوع بالفرق بين الأبوين Ofanto و Mrb₅ بـ 2.36 mg cm² ، وأخيرا بين Ofanto و MBB بـ 1.62 مغ/سم² (جدول III-2).

عولمي ع (2009). المساهمة لدراسة تباين المحتوى المائي النسبي، درجة حرارة الغطاء النباتي، والبنية الورقية للجذير الثالث F3 عند القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.). مذكرة ماجستير فيولوجيا النبات. جامعة فرحات عباس سطيف. 92 ص .

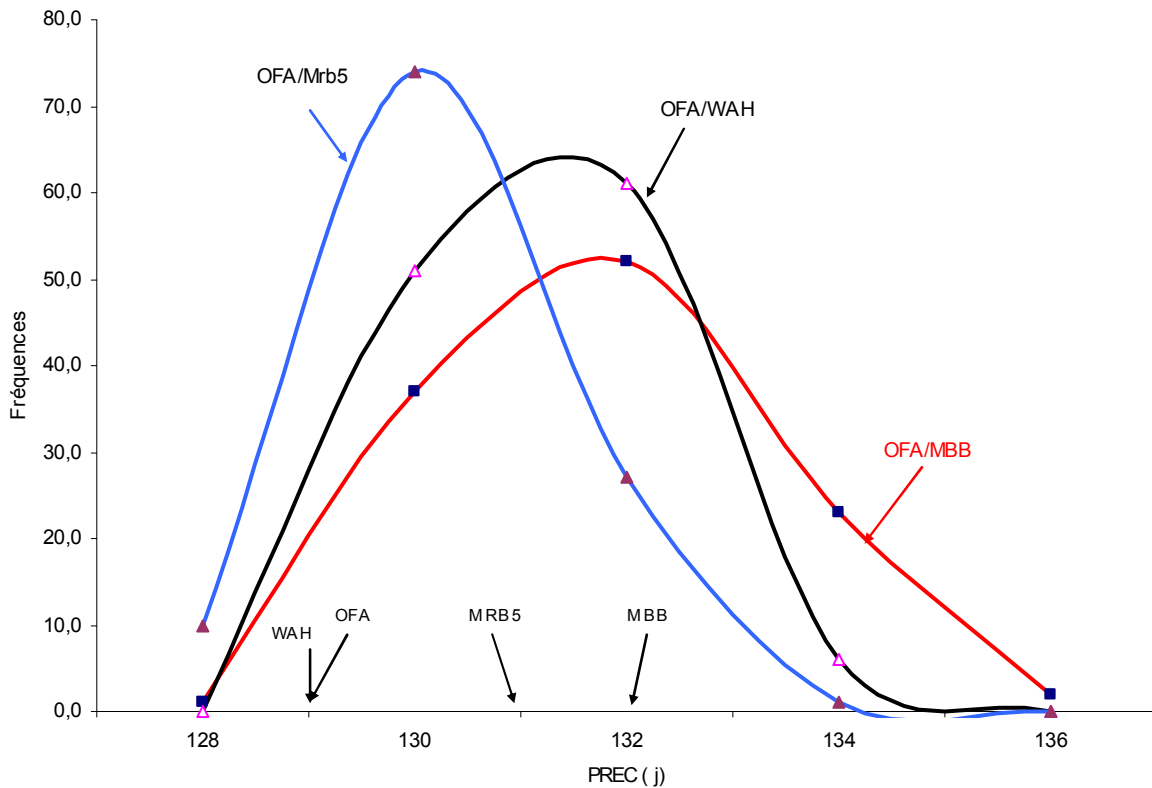
لأفراده إنحصر بين 128 و 135 يوم، أما المهجينان Ofanto/Mrb₅ و Ofanto/Waha فقد إنحصر التباين فيهما على التوالي بين 128 و 133 ، 129 و 133 يوم (جدول III-3، الشكل III-5). من بين الآباء المتصالبة نجد الأب Waha الأكثر تبايناً بمتوسط 129.0 يوم ، والأب MBB الأكثر تأخراً في فترة النمو والإسبال بمتوسط 132.0 يوم. الأب Mrb₅ أظهر وسطية في التباين بـ 131.0 يوم، بينما الأب Ofanto إمتاز بالتباين مثل الأب Waha (جدول III-3).

جدول III.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 التورث على نطاق واسع (h^2_{bs}) للتباين في الإسبال والفرق بين درجات الحرارة عند الآباء وأفراد الجيل الثالث F3.

Croisements / التصلبات	Ofanto/MBB		Ofanto/Waha		Ofanto/Mrb5	
Valeurs / القيم	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) التباين في الإسبال بالأيام (j) ، الفرق بين درجة حرارة الغطاء النباتي ودرجة حرارة الهواء المحيط بالنبات بـ م ° (C°).

أظهر تحليل معاملات التباين الظاهري والوراثي ضعف عند الهجينين Ofanto/Waha ، وOfanto/Mrb5 مقارنة منه عند الهجين Ofanto/MBB. تمتاز التصالبات الثلاث بمعامل درجة توريث عالي جدا — 95.63% ، و 83.49 و 83.96% على الترتيب لـ Ofanto/MBB ، وOfanto/Waha ، وOfanto/Mrb5 (جدول III-3). هذا يشير إلى أن الإلتخاب على أساس هذه الصفة سيكون أكثر تأثيرا داخل العشائر الثلاث أين تأثير العوامل البيئية يلعب دورا كبيرا في تحديد التبكير في التسبيل. تثبت العديد من الدراسات العلمية على القمح الصلب أنه في المناطق شبه الجافة التبكير في الإسبال يجب النبات المراحل الحرجة في نموه ويرفع من المردود الحبي (Bahlouli et al., 2008; Bouzerzour et al., 2002). ومن منحنى توزيع الترددات (الشكل III-5)، يظهر أن العشائر الثلاث تسمح بالإلتخاب على أساس التأخير في الإسبال عند التصالب Ofanto/MBB ، والتبكير في الإسبال عند Ofanto/Mrb5 ، والتبكير المعتدل في الإسبال عند التصالب Ofanto/Waha. ويبقى دراسة علاقات الارتباطات الظاهرية بين التبكير في الإسبال والمردود الحبي من شأنها أن توضح أهمية الإلتخاب لهذه الصفة.

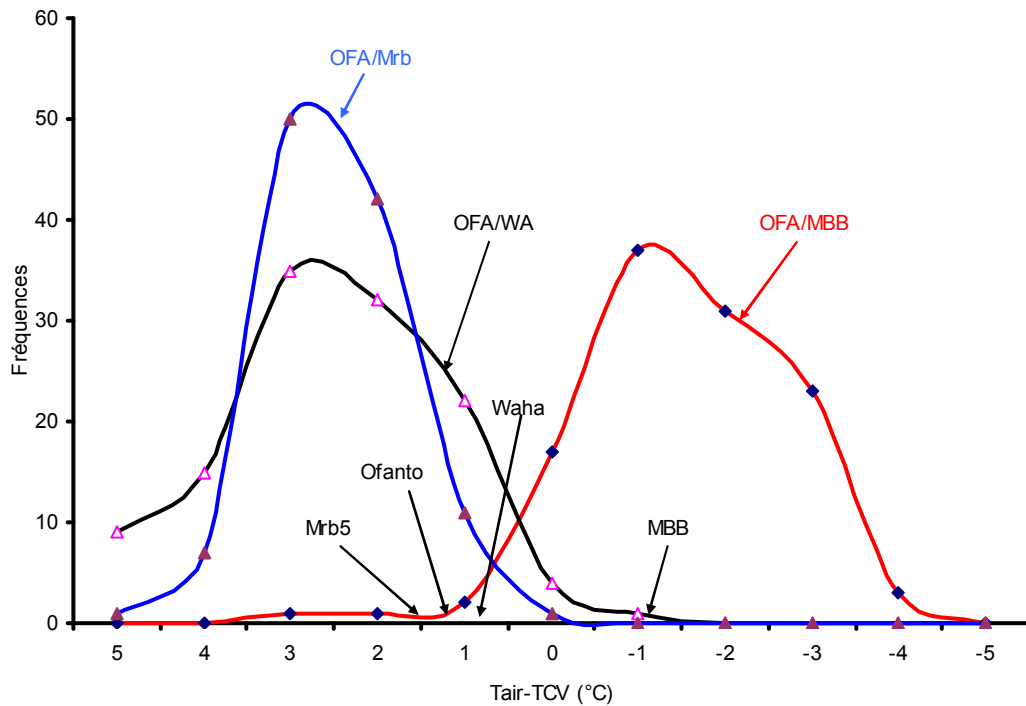


شكل III.5: تباين التبكير في الإسبال (PREC) عند العشائر F3 Ofanto/Mrb5 ، Ofanto/Waha ، وOfanto/MBB.

و متوسط التبكير في الإسبال للخطوط الأبوية ($n_{OFA/MBB}=115, n_{OFA/waha}=118, n_{OFA/Mrb5}=112$)

2.3.1.III. حرارة الغطاء النباتي ($T_{air}-T_{cv}$)

متوسطات الفرق بين درجة حرارة الهواء المحيط ودرجة حرارة الغطاء النباتي ($T_{air}-T_{cv}$) إيجابية عند المهجين Ofanto/Waha ، Ofanto/Mrb₅ ، و سلبية عند المهجين Ofanto/MBB (جدول III-3). آخذة القيم -2.02 ، 1.98 ، و 1.98 م° على الترتيب لـ Ofanto/Waha ، Ofanto/MBB ، و Ofanto/Mrb₅ أكثر مقاومة للإجهاد الحراري من العشيرة للمهجين Ofanto/MBB والتي تبين أيضا من خلال منحى توزيع الترددات (الشكل III-6). من بين الآباء نجد الأب MBB الأكثر حساسية للإجهاد الحراري بإظهاره لفرق في تغيرات درجة الحرارة سلبى بـ -1.15 م°، في المقابل يظهر الأب Mrb₅ أكثر مقاومة مع تغير في درجات الحرارة بـ 1.50 م°، متبوع بالأب Ofanto بـ 1.23 م°، والأب Waha بـ 0.90 م°.



شكل III.6: تباين فرق درجات الحرارة بين الغطاء النباتي والهواء المحيط ($T_{air}-T_{cv}$) عند العشائر F3

Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، و Ofanto/Mrb₅ ، و متوسط فرق درجات الحرارة للنحوظ الأبوية

$$(n_{OFA/MBB}=115, n_{OFA/waha}=118, n_{OFA/Mrb5} =112)$$

التباين الوراثي جد عالي عند Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha مقارنة مع التباين الوراثي عند Ofanto/Mrb₅. هذا ما ينعكس على معامل درجة التورث للنطاق الواسع (h^2_{bs}) إذ يرتفع عند نفس الهجينان بـ 74.69 و 73.26% ويأخذ القيمة 53.82% عند Ofanto/Mrb₅ (جدول III-3). وجد Wardlaw and Moncor, (1995) علاقة إرتباط سلبية بين درجة حرارة الغطاء النباتي والمردود عند القمح الصلب وعند القمح اللين (Rachid et al., 1999). ووجد أن درجات حرارة الغطاء النباتي تنخفض عند استعمال التسميد الأزوتي وترتفع في غيابه، هذا يشير أن للأزوت تأثير معنوي على نشاطية الأوراق بالزيادة من كفاءة إستغلال الماء وتحسين عملية التمثيل الضوئي (Sandan et al., 2009).

بالمقارنة بين طرق الإلتخاب تحت الظروف المروية، يشير (Amani et al., 1996) أن الإلتخاب بالري المنظم يساعد على تغيير فرق درجات الحرارة بين درجة حرارة الغطاء النباتي ودرجة حرارة الهواء. ما يمنحنا إمكانية التعرف على الخطوط التي تملك أنماط وراثية فعالة تجاه الإلتخاب لتغيرات درجة حرارة الغطاء النباتي وتوفير المزيد من المعلومات حول التنوع الوراثي للإلتخاب. هذه الطريقة من الإلتخاب أثبتت فعاليتها في إختيار خطوط وراثية أكثر نشاطية ومقاومة للإجهاد الحراري من طرق الإلتخاب الأخرى. لاحظ (Amani et al., 1996) أنه تحت الظروف المروية والتسميد الأزوتي المثالي، إستعمال صفة فرق درجات الحرارة كوسيلة للإلتخاب فعال ومفيد.

4.1.1.1. مؤشرات المقاومة للإجهاد المائي و الحراري

1.4.1.1. مؤشر المقاومة للإجهاد المائي (DSI)

سجلت المتوسطات (μ) لمؤشر المقاومة للإجهاد المائي القيم 22.01، 23.36، و 23.08% على التوالي لأفراد النسل F3 للهجن Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، و Ofanto/Mrb₅ ، القيم الحدية العليا جد متباينة بين الهجن الثلاث وتشير أن التصلب Ofanto/Mrb₅ أقل حساسية للإجهاد المائي من التصلبان الآخران اللذان يظهران حساسية أكبر (جدول III-4).

عولسي ع (2009). المساهمة لدراسة تباين المحتوى المائي النسبي، درجة حرارة الغطاء النباتي، والبنية الورقية للجيل الثالث F3 عند القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.). مذكرة ماجستير فيولوجيا النبات. جامعة فرحات عباس سطيف. 92 ص .

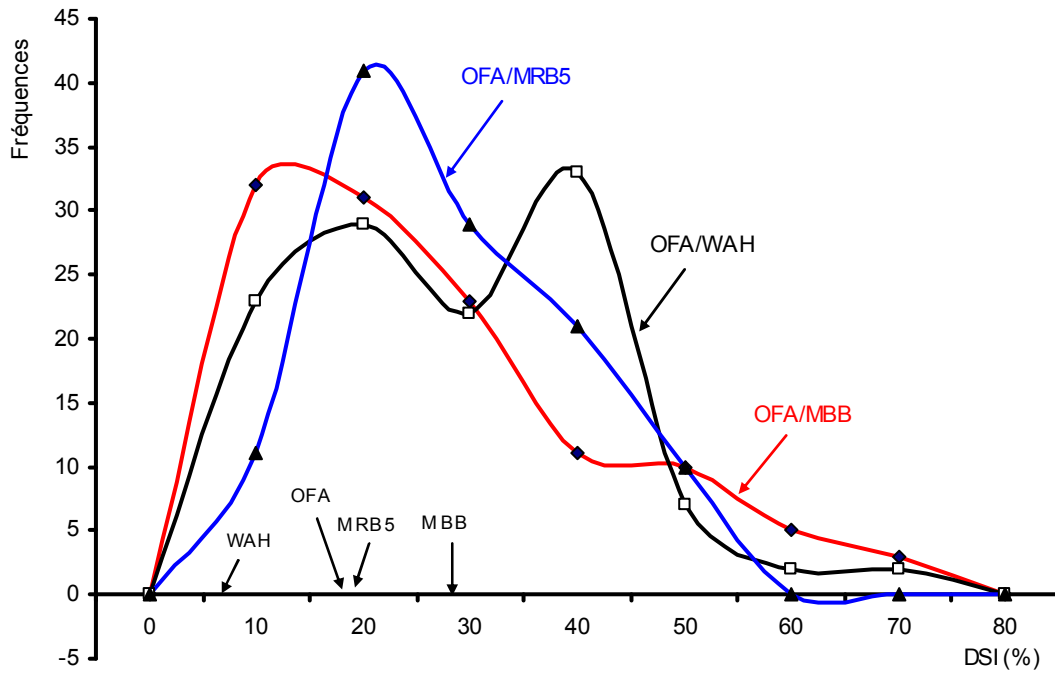
منحنى توزيع الترددات يظهر أنه بالإمكان الانتخاب على بعض الخطوط المقاومة للإجهاد المائي في العشائر لـ F3 خاصة في الهجين Ofanto/MBB إذ يملك أكبر فرق بين القيم الحدية العليا والدنيا (الشكل III-7). ومثل باقي الصفات الانتخاب من أجل مقاومة أحسن للإجهاد المائي ضروري وهام لتحديد خطوط أكثر مقاومة، وفي دراستنا هذه يعتبر الهجين الذي يحوي أكبر عدد من الصفات الإيجابية ناحية المقاومة للإجهادات الأفضل للإنتخاب. دراسة الارتباطات من شأنها أن توفر معلومات مفيدة حول الانتخاب نحو هذا الإتجاه.

جدول III.4 : القيم المتوسطة (μ)، الدنيا (Min)، الكبرى (Max)، التباين الظاهري (σ_p^2)، الوراثي (σ_G^2) والبيئي (σ_e^2)، معامل التباين الظاهري (CV_p)، والوراثي (CV_G)، ودرجة التوريث على نطاق واسع (h^2_{bs}) لمؤشرات المقاومة للإجهاد المائي والحراري عند الآباء وأفراد الجيل الثالث F3.

Croisements / التصلبات	Ofanto/MBB		Ofanto/Waha		Ofanto/Mrb5	
	DSI	HSI	DSI	HSI	DSI	HSI
Max	69,04	47,20	63,04	48,65	46,00	35,00
Min	2,89	2,00	0,00	0,00	5,67	1,26
Amplitude	66,15	45,20	63,04	48,65	40,33	33,74
μ	22,01	15,46	23,36	13,87	23,08	12,48
X_{OFanto}	18,39	3,61	18,39	3,61	18,39	3,61
$X_{MBB/Waha/Mrb5}$	28,35	17,12	6,54	5,00	18,30	15,18
$D = OFA - MBB/Waha/Mrb5$	-9,96	-13,51	11,85	-1,39	0,09	-11,57
$Ppds_{5\%}$	2,51	2,28	2,51	2,28	2,51	2,28
σ_p^2	251,21	101,14	192,29	134,65	116,24	61,10
ET_p	15,85	10,06	13,87	11,60	10,78	7,82
σ^2_{Ofanto}	15,10	25,43	15,10	25,43	15,10	25,43
$\sigma^2_{MBB/Waha/Mrb5}$	8,25	10,65	10,38	5,04	6,63	33,01
σ_e^2	11,67	18,04	12,74	15,23	10,86	29,22
σ_G^2	239,53	83,11	179,55	119,42	105,38	31,88
ET_G	15,48	9,12	13,40	10,93	10,27	5,65
CV_p	72,00	65,07	59,35	83,64	46,72	62,64
CV_G	70,31	58,98	57,35	78,77	44,49	45,25
h^2_{bs}	95,35	82,17	93,37	88,69	90,66	52,18

(DSI) مؤشر المقاومة للإجهاد المائي بـ % ، (HSI) مؤشر المقاومة للإجهاد الحراري بـ %.

من بين الآباء يظهر Waha أكثر مقاومة و MBB أكثر حساسية للإجهاد المائي، حيث يأخذ القيم 6.54 و 28.35% على الترتيب (جدول III-4). أكبر فرق بين القيم الأبوية المتصالبة كان بين Ofanto و Waha بـ 11.85%. التباين الوراثي كبير عند الهجين Ofanto/MBB متنوع — Ofanto/Waha ، وفي الأخير يأتي الهجين Ofanto/Mrb₅. معامل درجة التورث عالي جدا عند التصلبات الثلاث ويتغير من 90.66 إلى 95.35% (جدول III-4).



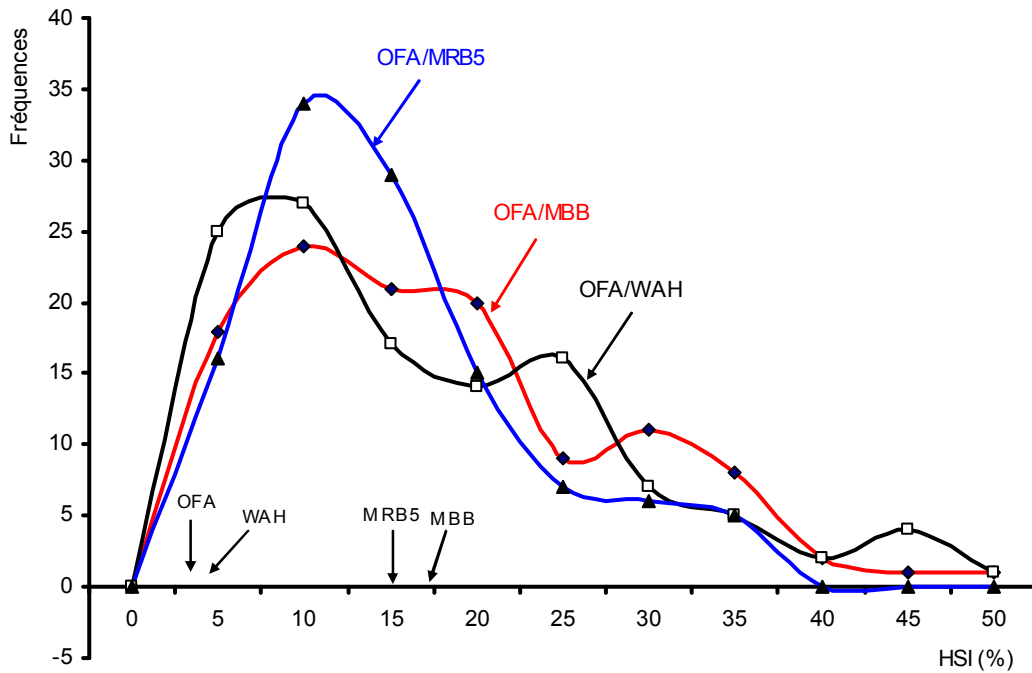
شكل III.7: تباين مؤشر مقاومة الإجهاد المائي (DSI) عند العشائر F3 Ofanto/Waha ، Ofanto/MBB ، و Ofanto/Mrb₅ ، و متوسط (DSI) للخطوط الأبوية ($n_{\text{Ofanto/MBB}}=115, n_{\text{Ofanto/Waha}}=118, n_{\text{Ofanto/Mrb}_5}=112$)

III.1.4.2. مؤشر المقاومة للإجهاد الحراري (HSI)

دراسة المتوسطات لمؤشر الإجهاد الحراري للتصلبات الثلاث للنسل F3 يشير إلى أن الهجين Ofanto/Mrb₅ أكثر مقاومة للإجهاد الحراري مقارنة مع الهجينان Ofanto/MBB و Ofanto/Waha. القيم الطرفية القصوى لهذه الصفة تظهر وجود خطوط حساسة للإجهاد الحراري

عند Ofanto/Waha و Ofanto/MBB من بين الآباء يتفوق Ofanto و Waha في المقاومة ضد الإجهاد الحراري مقارنة بـ MBB و Mrb₅ اللذان يبدوان أكثر حساسية (جدول III-4).

منحنيات توزيع الترددات للعشائر تشير إلى وجود سلوك متشابه بين التصلبات الثلاث المدروسة، فيما يتعلق بالمقاومة للإجهاد الحراري (الشكل III-8). دراسة معاملات التباين الوراثي والفينولوجي coefficient of variability genotypic and phenotypic لمؤشر المقاومة للإجهاد الحراري يظهر إمتلاك الهجينان Ofanto/Waha و Ofanto/MBB لقيم عالية و يترافق ذلك مع إمتلاكهما درجة توريث عالية، عكس الهجين Ofanto/Mrb₅ الذي يبدي تباين وراثي ودرجة توريث ضعيفين (جدول III-4).



شكل III.8: تباين مؤشر مقاومة الإجهاد الحراري (HSI) عند العشائر F3 Ofanto/Waha ، Ofanto/MBB ، و

Ofanto/Mrb₅ ، و متوسط (HSI) للخطوط الأبوية (n_{OFA/MBB}=115, n_{OFA/waha}=118, n_{OFA/Mrb5} =112)

بالمقارنة بين الإختباران HSI و DSI للتصلبات الثلاث نلاحظ أن الهجينان Ofanto/MBB و Ofanto/Waha يبديان مقاومة أحسن للإجهاد الحراري مقارنة بالمقاومة للإجهاد المائي، في المقابل الهجين Ofanto/Mrb₅ يبدي نفس درجة المقاومة للإجهادين المائي والحراري. ما يؤكد على

عولمي ع (2009). المساهمة لدراسة تباين المحتوى المائي النسبي، درجة حرارة الغطاء النباتي، والبنية الورقية للجيل الثالث F3 عند القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.). مذكرة ماجستير فيولوجيا النبات. جامعة فرحات عباس سطيف. 92 ص .

أهمية الإنتخاب لهذه الصفة من أجل مقاومة الإجهادات اللاحيوية التي تميز المناطق شبه الجافة في آخر أطوار نمو القمح الصلب. ويتأكد ذلك من خلال أعمال كل من (Bouzerzour et al., 1998b) و (Ben Salem and Vieira Da Silva, 1990) حيث وجدوا علاقة إرتباط معنوية سلبية بين مؤشر الإجهادات اللاحيوية والمردود الحبي لمحصول القمح الصلب. وعليه يمكن التعرف على قدرة وفاعلية المقاومة للأنماط الوراثية المنتخبة حديثا ضد الإجهادات اللاحيوية من خلال دراسة الإرتباطات بين هاته الصفات والمردود الحبي والإقتصادي.

5.1.III. كفاءة الإنتاجية الحبية و الإقتصادية

1.5.1.III. كفاءة إنتاج المردود الحبي (RDT)

يشير تحليل متوسطات المردود الحبي للعشائر أن للهجينان Ofanto/Mrb₅ و Ofanto/Waha أفضل كفاءة للمردود الحبي مقارنة مع الهجين Ofanto/MBB. متوسطات المردود الحبي للهجين الثلاث قدرت بـ 602.8 ، 672.2 ، و 723.4 غ/م² على التوالي لـ Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، و Ofanto/Mrb₅ ، مقارنة بأصغر فرق معنوي (P_{pds5%}) الذي يساوي 35.5 غ/م² (جدول III-5). سجلت أعلى قيمة قصوى للمردود الحبي عند الهجين Ofanto/MBB بقيمة تقدر بـ 1300.9 غ/م². توزيع الترددات يظهر أن أفضل كفاءة للمردود الحبي هو لخطوط الهجينان Ofanto/Waha و Ofanto/Mrb₅ (شكل III-9).

سجلت الآباء المتصالبة متوسطات متباينة للمردود أخذة القيم 652.3 غ/م² للأب Ofanto والذي أظهر مردود متوسط غير معنوي لا يختلف كثيرا عن المسجل عند الأب Waha بـ 681.5 غ/م² والأب MBB بـ 611.6 غ/م² ، والتي أيضا لا تختلف معنويا عن متوسط المردود المسجل عند الأب Mrb₅ بقيمة 598.0 غ/م². التباين الوراثي جد مرتفع عند Ofanto/Waha و Ofanto/Mrb₅. والذي يترجم درجة التحديد الوراثي المرتفعة جدا عند هاذين الهجينين (جدول III-5).

عولمي ع (2009). المساهمة لدراسة تباين المحتوى المائي النسبي، درجة حرارة الغطاء النباتي، والبنية الورقية للجيل الثالث F3 عند القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.). مذكرة ماجستير فيولوجيا النبات. جامعة فرحات عباس سطيف. 92 ص .

جدول 5. III : القيم المتوسطة (μ)، الدنيا (Min)، الكبرى (Max)، التباين الظاهري (σ_p^2)، الوراثي (σ_G^2) والبيئي (σ_e^2)، معامل التباين الظاهري (CV_p)، والوراثي (CV_G)، ودرجة التوريث على نطاق واسع (h_{bs}^2) للمردود الحي والمردود الإقتصادي عند الآباء وأفراد الجيل الثالث F3.

Croisements /التصاليات	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
σ^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}	89.1	95.4	90.7	94.7	91.6	96.2

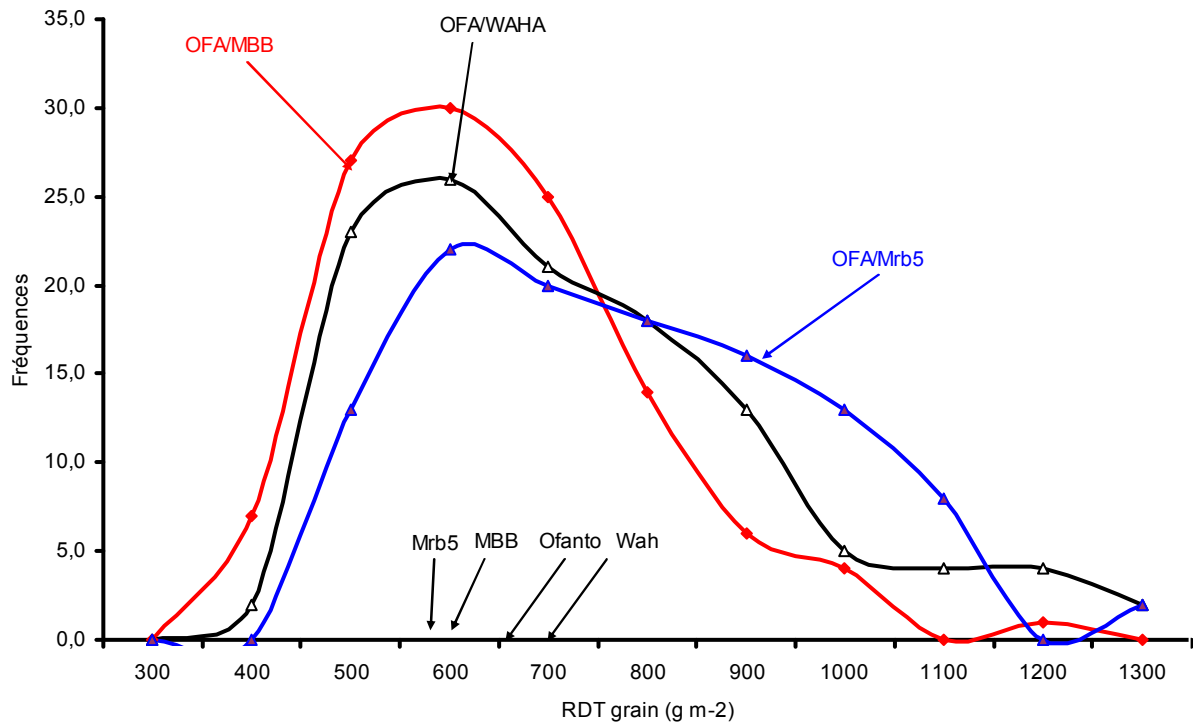
RDT المردود الحي بـ غ/م² (g/ m²) ، RDT_{ec} المردود الإقتصادي (القش) بـ غ/م² (g/ m²).

2.5.1.III. كفاءة إنتاج المردود الإقتصادي (RDT_{ec})

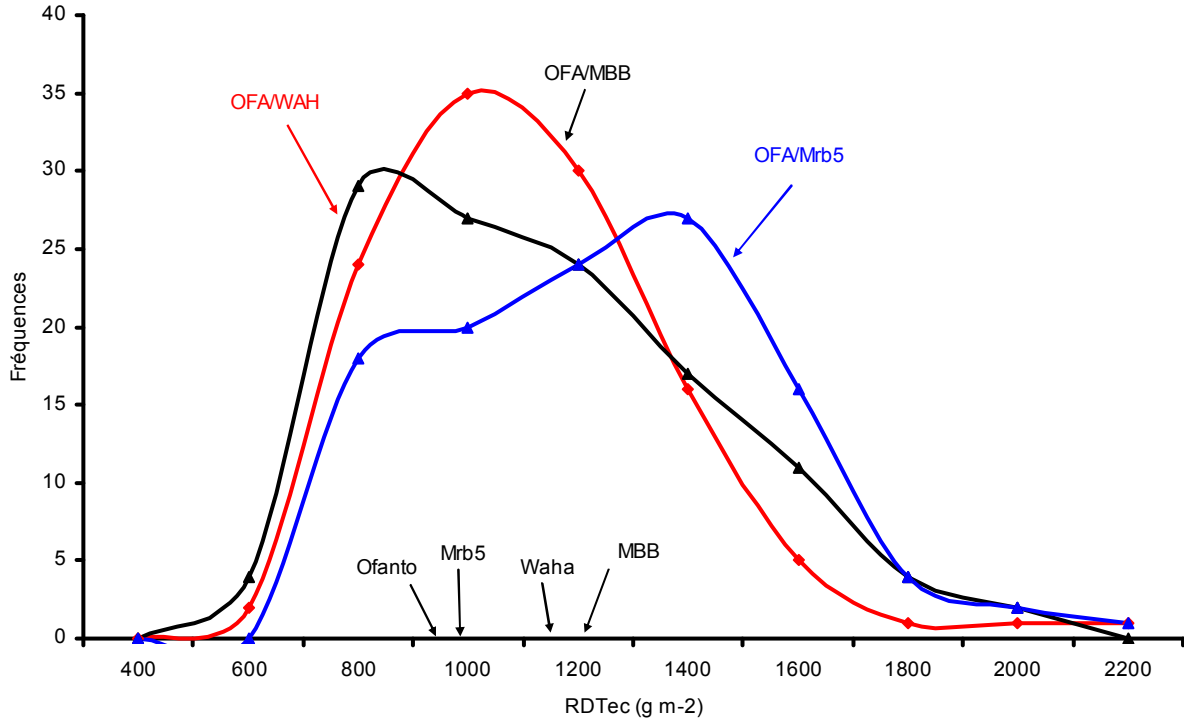
ذكر Austin et al., (1980) و Bouzerzour et al., (2001a) أن قدرة النبات على إنتاج كتلة حيوية كبيرة يعتبر كمؤشر على التأقلم وإعطاء مردود إقتصادي وحيي معتبر. بالرغم من أن أقل مردود إقتصادي كان عند الأبوان Ofanto و Mrb₅ مقارنة بالأبوان MBB و Waha ، إلا أن تصالبهما أنتج نسلا أكثر فعالية في إنتاج المردود الإقتصادي قدر متوسطه بـ 1143.1 غ/م² مقارنة بالمتوسطات 1038.9 و 1011.8 غ/م² للهجينان Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha (جدول III-III).

5). ويعتبر الأب MBB الأحسن من ناحية الإنتاج لهذه الصفة بمتوسط مردود إقتصادي يساوي 1219.4 غ/م².

توزيع التردد للهجن الثلاث يظهر أن الهجين Ofanto/Mrb₅ يكسب أفضل فرص الانتخاب للرفع في ربح المردود الإقتصادي لمحصول القمح الصلب (شكل III-10). تظهر الهجن الثلاث معامل درجة توريث جد مرتفع (أكبر من 90%) بالرغم من الإختلافات في التباينات الوراثية بين العشائر (جدول III-5).



شكل III.9: تباين كفاءة إنتاج المردود الحي (RDT) للعشائر F3. Ofanto/Waha ، Ofanto/MBB ، و Ofanto/Mrb₅ ومتوسطات الخطوط الأبوية (n_{OFA/MBB}=115, n_{OFA/waha}=118, n_{OFA/Mrb5} =112).



شكل 10. III: تباين كفاءة إنتاج المردود الإقتصادي (RDT_{ec}) للعشائر F3. Ofanto/Waha ، Ofanto/MBB ، و OFA/Mrb_5 ، ومتوسطات الخطوط الأبوية ($n_{OFA/MBB}=115$, $n_{OFA/waha}=118$, $n_{OFA/Mrb_5}=112$).

2. III. دراسة الإرتباطات بين المتغيرات المدروسة

تعتبر دراسة علاقات الارتباط الظاهري Phenotypic correlation، عاملا هاما لتحديد أفضل الإرتباطات الإيجابية بين الصفات كخطوة لتحسين إحداها عن طريق الإنتخاب للصفة الأخرى، من هنا تبرز أهمية وضع برنامج تربوي مناسب وأكثر كفاءة، لإنتخاب الصفات الكمية. كما تعد دراسة العلاقات الإرتباطية بين الصفات الإقتصادية نقطة بالغة الأهمية عند اختيار الآباء لإدخالها في برنامج التهجين، إذ تنتقى الآباء على أساس العلاقات الإرتباطية الإيجابية بين الصفات الهامة، بحيث يزداد إلتقاء الصفات المرغوبة من كلا الأبوين في الأجيال اللاحقة. ويحتاج العمل التربوي إلى متابعة العلاقات الإرتباطية في الأجيال الانعزالية لمعرفة العلاقات الجديدة، والتي تنتج عن العبور أثناء التكاثر الجنسي جيلا بعد جيل، ولتمييز العلاقات الإرتباطية عن التفاعلات الوراثية (Mather and Jinks, 1971; 1977). يلخص (جدول III-6) علاقات الإرتباط بين مختلف الصفات النباتية المدروسة للنسل (F3).

عولمي ع (2009). المساهمة لدراسة تباين المحتوى المائي النسبي، درجة حرارة الغطاء النباتي، والبنية الورقية للجبل الثالث F3 عند القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.). مذكرة ماجستير فيولوجيا النبات. جامعة فرحات عباس سطيف. 92 ص .

يظهر المحتوى المائي النسبي علاقة إرتباط معنوية إيجابية مع الفقد المائي الورقي عند التصالبات الثلاث وهي موافقة للنتائج التي توصل إليها (Harrath, 2003) (جدول III-6). هذه العلاقة تظهر أن الأوراق تملك محتوى مائي معتبر يسمح لها بالفقد المائي عن طريق التنفس (Reynolds et al., 1997;) (Nultsch, 2001; Harrath, 2003). وتظهر أيضا أن الإلتخاب للقيم المرتفعة للمحتوى المائي النسبي، يسمح بتحديد الأنماط الوراثية التي من المحتمل أن تمتاز بفقد مائي كبير من خلال التنفس بتثبيت CO₂ ما يساهم في رفع المردود ومقاومة الإجهادات (Clarck and Romagoza, 1991; Wardlaw and Moncor, 1995; Houassine, 2004).

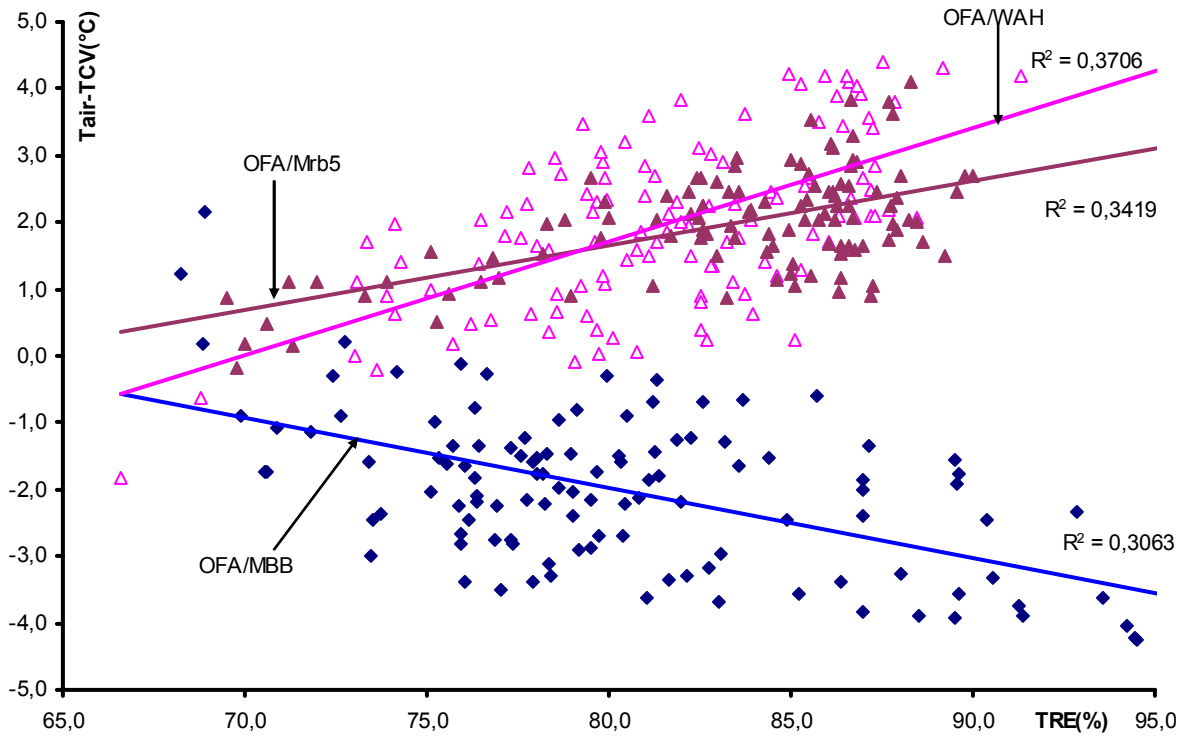
الجدول III.6: مصفوفة الإرتباطات الظاهرية للمتغيرات المدروسة عند الهجن الثلاث لعشائر الـ F3.

Ofanto/MBB, n-2= 113										
	TRE	S ₁ F	LWL	PREC	T _{air} -T _{cv}	DSI	HSI	PSF	RDT	RDT _{ec}
TRE	1.000									
S ₁ F	-0.179	1.000								
LWL	0.225	0.025	1.000							
PREC	0.098	-0.126	0.082	1.000						
T _{air} -T _{cv}	-0.553	0.145	0.046	0.030	1.000					
DSI	0.175	0.100	-0.073	-0.102	-0.128	1.000				
HSI	0.032	0.093	-0.243	-0.054	-0.260	0.626	1.000			
PSF	0.040	-0.009	0.209	-0.009	-0.006	0.124	-0.041	1.000		
RDT	0.021	0.129	-0.022	-0.137	0.057	0.065	0.051	-0.083	1.000	
RDT _{ec}	0.080	0.130	0.069	-0.097	0.026	0.129	0.044	-0.038	0.950	1.000
Ofanto/Waha, n-2= 118										
TRE	1.000									
S ₁ F	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					
DSI	-0.111	-0.066	0.026	-0.071	0.041	1.000				
HSI	-0.062	0.108	0.125	-0.064	0.061	0.546	1.000			
PSF	0.084	0.063	0.232	0.028	0.045	-0.128	-0.062	1.000		
RDT	0.102	0.170	-0.043	-0.047	-0.081	-0.009	-0.030	0.133	1.000	
RDT _{ec}	0.002	0.150	-0.147	-0.031	-0.224	0.022	-0.039	0.059	0.928	1.000
Ofanto/Mrb ₅ , n-2 = 100										
TRE	1.000									
S ₁ F	0.539	1.000								
LWL	0.452	0.303	1.000							
PREC	-0.082	-0.059	-0.062	1.000						
T _{air} -T _{cv}	0.585	0.190	0.385	-0.217	1.000					
DSI	0.164	0.028	0.085	0.079	0.131	1.000				
HSI	0.002	-0.002	-0.003	0.060	-0.019	0.695	1.000			
PSF	0.112	-0.005	0.200	-0.042	0.126	-0.051	-0.135	1.000		
RDT	-0.066	0.087	-0.075	0.066	-0.082	0.059	0.001	0.001	1.000	
RDT _{ec}	-0.042	0.110	-0.078	0.173	-0.128	0.031	-0.035	0.020	0.945	1.000

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

أيضا يظهر المحتوى المائي إرتباط معنوي إيجابي مع المساحة الورقية عند المهجينان Ofanto/Waha و Ofanto/Mrb₅ ، هذه العلاقة تبين أن الأوراق ذات المساحة الكبيرة تملك محتوى مائي مرتفع (Araus et al., 1998). بينما على العكس أظهر المحتوى المائي علاقة إرتباط سلبية مع المساحة الورقية عند المهجين Ofanto/MBB، هذه العلاقة وجدت أيضا في أعمال كل من Bouzerzour et al., (1998b) و Hioun et al., (2002) حيث تبين أن الأوراق ذات المساحة الصغيرة تملك محتوى مائي أكبر من الأوراق ذات المساحة الكبيرة، ويفسر ذلك بأن الأوراق ذات المساحة الورقية الكبيرة تلاحظ عند الأنماط الوراثية متأخرة الإسهال ويتوافق ذلك مع آخر أطوار النمو إرتفاع درجات الحرارة ما يزيد من عملية فقد الماء بالتنفس، وكانت هذه العلاقة عند المهجين Ofanto/MBB كون الأب MBB يمتاز بتأخره في الإسهال مقارنة بالآباء الأخرى المستعملة في التهجينات (Mekhlouf et al., 2006). كما يظهر المحتوى المائي علاقة إرتباط معنوية مع الفرق في درجات الحرارة بين درجة حرارة الغطاء النباتي ودرجة حرارة الهواء ($T_{air}-T_{cv}$). هذه العلاقة معنوية سلبية عند المهجين Ofanto/MBB و إيجابية عند المهجينان الآخران (جدول III-6، شكل III-11). تبين العلاقة الموجودة عند المهجينان Ofanto/Waha و Ofanto/Mrb₅ 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 (Voinov et al., 1996; Fisher and Byerlee, 1991 in Rekika et al., 2000; Zhang and Wang, 2008). هذا ما يحث على وجود فوارق إيجابية لدرجات الحرارة، حيث يرتفع الفرق بزيادة المحتوى المائي في الأوراق للنبات (Aidaoui and Hartani, 2000; Reynolds et al., 1997).

إذن كيف يمكن تفسير العلاقة السلبية الموجودة عند المهجين Ofanto/MBB أين من المفروض أن يؤدي المحتوى المائي الكبير إلى تخفيض درجة حرارة الغطاء النباتي؟ السبب المعقول لهذه العلاقة أن المهجين Ofanto/MBB يمتاز بالتأخير في الإسهال مقارنة بالمهجين الآخران (جدول III-4)، من الناحية الفيزيولوجية الأوراق ذات المحتوى المائي العالي تكون أكثر شابا من الأوراق ذات المحتوى المائي الأقل، وعليه تبدي حساسية وتأثيرا أكبر تجاه الإجهادات اللاحيوية. والنتيجة هي أن تنفس عالي للورقة لا يعني تخفيض لدرجة حرارة الغطاء النباتي بل زيادتها.



شكل 11.111: علاقة الإرتباط بين المحتوى المائي الورقي وفرق درجة حرارة الغطاء النباتي ($T_{air}-T_{CV}$) للجيل

الثالث (OFA/MBB=115, nOFA/waha=118, nOFA/Mrb5=112) ، Ofanto/Mrb5 ، Ofanto/Waha ، Ofanto/MBB .

هذه الفرضية أدت جزئيا إلى علاقة الإرتباط المعنوية السلبية بين فرق درجة الحرارة ($T_{air}-T_{CV}$) ودرجة التبكير في الإسبال عند الهجين Ofanto/Mrb5. من ناحية الإلتخاب، الإختيار الأمثل للهجين Ofanto/MBB يكون في الخطوط ذات محتوى مائي ورقي صغير لأن أنماطها الوراثية تمتاز بمقاومة أحسن للإجهاد المائي و الحراري، في المقابل عند الهجينان Ofanto/Waha و Ofanto/Mrb5 الإختيار يكون على الخطوط التي تحوي محتوى مائي نسبي ورقي عالي.

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 سم² من الورقة، مقارنة مع الأوراق الأقل مساحة (Begg and Turner, 1976; Belkharouché et al., 2009). ويبدو أن هذه الظاهرة تعتمد على نوع من التصلب، لأنها تلاحظ فقط في تصالين من التصلبات الثلاثة. وفي هذا المجال

عولمي ع (2009). المساهمة لدراسة تباين المحتوى المائي النسبي، درجة حرارة الغطاء النباتي، والبنية الورقية للجيل الثالث F3 عند القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.). مذكرة ماجستير فيولوجيا النبات. جامعة فرحات عباس سطيف. 92 ص .

وجد في بعض الأبحاث علاقة إرتباط معنوية سلبية بين المساحة الورقية والفقء المائي تبين أن الأوراق الأقل مساحة تفقد الماء أكثر من الأوراق الأكبر مساحة (Chaker and Brinis, 2004)، ولعل ذلك يرجع إلى درجة تكبير الإسبال الذي يختلف من صنف لآخر والوزن النوعي الورقي الذي يلعب دور هام في الفقء الورقي وكفاءتها العالية في إستغلال الطاقة الشمسية.

الفقء المائي الورقي يرتبط معنويا وإيجابيا مع الفرق في درجات الحرارة ($T_{air}-T_{cv}$) عند المهجين Ofanto/Mrb₅ و Ofanto/Waha ، وذلك لأنه مرتبط مع المحتوى المائي النسبي للورقة الذي يظهر بعلاقة إرتباط معنوية إيجابية مع الفرق في درجات الحرارة، ويظهر أيضا علاقات إرتباط إيجابية معنوية مع الوزن النوعي الورقي للتصالبات الثلاث (جدول III-6)، هذه العلاقات تفسر بأن الأوراق الأكثر سمكا تحتوي على أكبر محتوى مائي ، ما يزيد في كمية الفقء المائي الورقي فيزيد الفرق في درجات الحرارة (Araus et al., 1998; Fisher and Byerlee, 1991 in Rekika et al., 2000).

الفرق في درجات الحرارة يرتبط سلبيا مع مؤشر الإجهاد الحراري عند المهجين Ofanto/MBB، ومع المردود الإقتصادي عند المهجين Ofanto/Waha (جدول III-6)، وهي موافقة للنتائج المتحصل عليها من طرف Reynolds et al., (1994). هذا يشير أن مؤشر الإجهاد الحراري يوفر نفس المعلومات التي توفرها صفة الفرق في درجات الحرارة للغطاء النباتي. الأنماط الوراثية عند المهجين Ofanto/MBB تمتاز بحساسيتها للتغيرات الحرارية (فرق إيجابي لدرجات الحرارة) وإنخفاض المردود الإقتصادي للمهجين Ofanto/Waha.

مؤشر المقاومة للإجهاد المائي و الحراري يرتبطان إيجابيا و معنويا عند المهجن الثلاث. هذا يبين أنهما يعطيان نفس المعلومة ويمكن أن يعوض أحدهما الآخر (جدول III-6). آخر إرتباط معنوي إيجابي يظهر بين صفة المردود الحي و المردود الإقتصادي (القش)، هذه العلاقة وجدت في كثير من الأبحاث وتبين أن الإلتخاب بين هاتين الصفتين جد هام (Bouzerzour et al., 1998b; Mazouz, 2006; Benmahammed et al., 2008).

نؤكد هنا أنه إضافة إلى فائدة الارتباطات الإيجابية بين بعض الصفات لتحسين صفة ما بالانتخاب لصفة أو صفات أخرى، فإن هناك ضرورة الإهتمام ووضع برنامج مناسب لدى الإلتخاب لصفة كمية مهمة ترتبط سلبيا مع صفة كمية أخرى ، وهذا ما يتعلق بالارتباط السالب

المعروف بين بعض الصفات النباتية مثل الارتباط السالب الذي وجدناه بين فرق درجات الحرارة ($T_{air}-T_{cv}$) مع المحتوى المائي النسبي للأوراق، ومع درجة التبكير في الإنبال، ومع المردود الإقتصادي. والعلاقة السالبة بين سرعة الفقد المائي الورقي و مؤشر المقاومة للإجهاد الحراري.

دراسة الارتباطات بين المتغيرات المدروسة بين غياب الارتباط المعنوي بين المتغيرات المعنية بالإجهاد المائي والإنتاجية الحبية. هذه النتائج تتيح لنا الفرص للإنتخاب على الخطوط التي أظهرت مقاومة معنوية للإجهادات بإنتاجيتها المرتفعة للحب و المردود الإقتصادي.

3.iii. تأثير الإنتخاب

1.3.iii. الإنتخاب الأحادي و المتعدد الصفات

إقترح علماء تربية النبات و الفيزيولوجيا أنه بالإمكان رفع غلة المحاصيل الحبية والإقتصادية للحد الأعلى من خلال تحديد المورثات المسؤولة عليها، وإستعمال بعض الإختبارات الفيزيولوجية والمورفولوجية والفينولوجية كالحالة المائية للورقة، البنية الورقية، التبكير في الإنبال، ودرجة حرارة الغطاء النباتي، ومؤشرات المقاومة للإجهادات اللاحيوية. لذلك فإن مربي النبات يؤكدون على أهمية كبر القاعدة الوراثية Broad genetic base ، بمعنى إتساع التباين الوراثي للصفات الزراعية المهمة، مع ضرورة وجود الارتباط الإيجابي بين الصفات الهامة. ويتحقق ذلك من خلال تتبع ودراسة التباينات الوراثية والمظهرية في الأجيال الإنعزالية المبكرة كعشائر Lee and F3 (Kaltsikes 2000).

بين تحليل التغير وجود إختلافات معنوية ($p<0.05$) للصفات المقاسة بين الأنماط الوراثية المختلفة للآباء Ofanto، MBB، Mrb₅، و Waha ، ما ينعكس بالإختلاف والتباين المعنوي بين أفراد الجيل (F3) للهجن الثلاث المدروسة Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، و Ofanto/Mrb₅ (ملحق 1.iii). هذا يدل على تنوع القاعدة الوراثية للنسل F3 وبالتالي إمكانية الإنتخاب على أساس هذه الصفات سواء كانت أحادية (Sélection mono caractères) أو متعددة (Sélection multi caractères).

1.1.3.III. تأثير الانتخاب أحادي الصفة

1.1.1.3.III. الانتخاب على أساس الحالة المائية للورقة

تعتبر دراسة الحالة المائية للورقة من المعايير الهامة التي تستعمل لتقييم وتحديد قدرة النبات على تحمل الإجهادات (Clarke and McGaig, 1982; Blum, 1988; De Raissac, 1992; Monneveux, 1995). الانتخاب على أساس القيم الكبرى للمحتوى المائي النسبي للورقة يساهم في رفع المحتوى المائي في الأوراق بـ 14.9 ، 7.8 ، و 6.1% على التوالي عند التصالبات Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، و Ofanto/Mrb₅ بالمقارنة مع متوسط العشيرة لكل تصالب، متوسطات المحتوى المائي قدرت على الترتيب 80.3 ، 81.6 ، و 83.6% للتصالبات الثلاثة (جدول III-7).

ذكر (2004) Houassine، أن الأنماط الوراثية التي تملك محتوى مائي عالي تعطي مردود جبي أكبر من الأصناف التي تملك محتوى مائي أقل. وجد Richards et al., (1997) علاقة إرتباط معنوية بين هذه الصفة وفعالية إستغلال الماء. كما وجد Mazouz, (2006) علاقة إرتباط معنوية إيجابية بين المحتوى المائي النسبي و المردود الحي، وهذا موثق في دراستنا هذه حيث الخطوط ذات المحتوى المائي الكبير حققت زيادة معنوية في المردود الحي والمردود الإقتصادي تقدر بـ 12.8 و 12.6% عند المهجين Ofanto/MBB، و 7.5 و 5.1% عند المهجين Ofanto/Waha. بينما لا يتغير المردود الحي والإقتصادي عند المهجين Ofanto/Mrb₅ تحت تأثير هذا الانتخاب لهذه الصفة (جدول III-7، شكل III-12). هناك زيادات معنوية نتيجة الانتخاب على أساس المحتوى المائي النسبي لفرق درجات الحرارة ($T_{air}-T_{cv}$) و مؤشرات المقاومة ضد الإجهادات عند المهجين Ofanto/MBB حيث نلاحظ إنخفاض نسبي في درجة حرارة الغطاء النباتي بالمقارنة مع درجة حرارة الهواء المحيط بالورقة يرتبط مع زيادة في قيم مؤشرات المقاومة ضد الإجهادات اللاحيوية (جدول III-7).

عند المهجين Ofanto/Waha و Ofanto/Mrb₅ هذا الانتخاب يؤدي إلى ظهور تباينات معنوية في تغير فرق درجات الحرارة، المساحة الورقية، وسرعة الفقد المائي الورقي، حيث تزيد درجة حرارة الغطاء النباتي بـ 55.0 و 15.9% ، سرعة الفقد المائي الورقي بـ 25.3 و 28.5%، المساحة الورقية بـ 12.9 و 10.8% على التوالي عند المهجينان مقارنة بمتوسطات العشيرة (جدول III-7).

عولمي ع (2009). المساهمة لدراسة تباين المحتوى المائي النسبي، درجة حرارة الغطاء النباتي، والبنية الورقية للجيل الثالث F3 عند القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.). مذكرة ماجستير في بيولوجيا النبات. جامعة فرحات عباس سطيف. 92 ص .

جدول III.7: متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F3 للعشائر الثلاثة، وفرق الانتخاب الفعلي والنسبي للحالة المائية للورقة.

Critères/الصفات		TRE	S1F	LWL	PREC	T _{air} -T _{cv}	DSI	HSI	PSF	RDT	RDT _{ec}
Ofanto/MBB											
TRE	μ _s	92.3	20.1	5.1	130.8	-3.4	32.4	19.7	9.4	679.7	1139.3
	μ _{F3}	80.3	20.3	5.0	130.9	-2.0	22.0	15.5	9.8	602.8	1011.8
	S=μ _s -μ _{F3}	12.0	-0.3	0.1	-0.1	-1.3	10.4	4.2	-0.4	76.9	127.5
	Ppds5%	2.55	1.21	0.57	0.35	0.33	2.51	2.28	1.27	35.5	45.1
	S(%μ _{F3})	14.9	-1.3	2.1	-0.1	66.6	47.3	27.2	-4.4	12.8	12.6
LWL	μ _s	81.8	19.4	2.1	131.2	-2.9	30.8	20.7	9.5	618.4	992.7
	S=μ _s -μ _{F3}	1.5	-0.9	-2.8	0.2	-0.9	8.8	5.3	-0.3	15.6	-19.1
	S(%μ _{F3})	1.9	-4.4	-57.4	0.2	45.7	39.8	34.1	-2.8	2.6	-1.9
Ofanto/Waha											
TRE	μ _s	88.0	23.6	9.4	130.1	3.1	25.9	13.1	10.3	721.6	1088.6
	μ _{F3}	81.6	20.9	7.5	130.4	2.0	23.5	14.0	10.0	671.0	1035.4
	S=μ _s -μ _{F3}	6.4	2.7	1.9	-0.4	1.1	2.4	-0.8	0.3	50.6	53.2
	S(%μ _{F3})	7.8	12.9	25.3	-0.3	55.0	10.4	-5.8	3.0	7.5	5.1
LWL	μ _s	77.5	20.1	4.4	130.8	1.6	32.0	16.9	9.0	695.8	1094.1
	S=μ _s -μ _{F3}	-4.1	-0.8	-3.1	0.3	-0.4	8.5	2.9	-1.0	24.8	58.6
	S(%μ _{F3})	-5.0	-4.0	-41.3	0.2	-21.7	36.2	21.1	-9.6	3.7	5.7
Ofanto/Mrb ₅											
TRE	μ _s	88.7	20.7	11.1	129.5	2.3	25.5	11.6	11.0	710.1	1133.1
	μ _{F3}	83.6	18.7	8.6	129.5	2.0	23.2	12.4	10.2	717.5	1131.1
	S=μ _s -μ _{F3}	5.1	2.0	2.5	0.0	0.3	2.3	-0.8	0.8	-7.4	2.0
	S(%μ _{F3})	6.1	10.8	28.5	0.0	15.9	9.9	-6.6	7.4	-1.0	0.2
LWL	μ _s	77.6	17.2	5.7	129.6	1.5	22.4	13.6	9.9	736.3	1174.2
	S=μ _s -μ _{F3}	-5.9	-1.5	-2.9	0.1	-0.5	-0.8	1.2	-0.3	18.8	43.1
	S(%μ _{F3})	-7.1	-8.0	-33.7	0.1	-24.6	-3.5	9.6	-3.3	2.6	3.8

* الانتخاب أنجز في اتجاه القيم المرتفعة لـ: (TRE)، (LWL)، (S1F)، (PSF)، (T_{air}-T_{cv})، (RDT)، (SWI). وفي اتجاه القيم المنخفضة لـ: (PREC)، (HSI). المؤشر (SWI) يعتمد على مساهمة: (0.3) TRE، (0.2) T_{air}-T_{cv}، المؤشر (0.1) HSI، والمردود الحي (0.4) RDT.

تشير هذه النتائج إلى وجود تأثير محدد للقاعدة الوراثية لكل تصالب، إذ نلاحظ أن نفس الصفة المأخوذة كمعيار إنتخاب، تعطي زيادة الفعالية في الإنتخاب لصفات معينة في تصالب دون الآخر، كالذي يلاحظ عند الإنتخاب على أساس المحتوى المائي النسبي للأوراق حيث يؤثر في فرق درجات الحرارة التي تنخفض عند الهجين Ofanto/MBB وترتفع عند الهجين الآخران، ويلاحظ ذلك أيضا من خلال المردود الذي يزداد معنويا عند هجينان ولا يتغير عند الهجين الثالث بالانتخاب لنفس الصفة.

لا تتغير المساحة الورقية لورقة العلم وسرعة الفقد المائي الورقي عند Ofanto/MBB، غير أنها تزداد معنويا عند التصالبان الآخران. الإلتخاب على أساس المحتوى المائي النسبي العالي للورقة يبدو أحسن عند التصالبين Ofanto/MBB و Ofanto/Waha من حيث إرتباطه بزيادة الكفاءة الإنتاجية للخطوط المنتخبة، وإنخفاض درجة حرارة الغطاء النباتي، وزيادة سرعة الفقد المائي الورقي.

المحتوى المائي النسبي من ناحية الإلتخاب، لا يزيد من مقاومة الإجهادات اللاحيوية عند الهجينين Ofanto/MBB و Ofanto/Waha بل على العكس يزيد من حساسيتهما خاصة للإجهاد المائي، وعليه فالحالة المائية الجيدة لنباتات للهجينين لا يعتبر بالضرورة مؤشرا على مقاومته للإجهادات اللاحيوية (جدول III-7). أما عند الهجين Ofanto/Mrb₅ الإلتخاب على أساس المحتوى المائي النسبي يزيد من الوزن النوعي الورقي والمساحة دون تحقيق الزيادة في المردود الحي أو الإقتصادي.

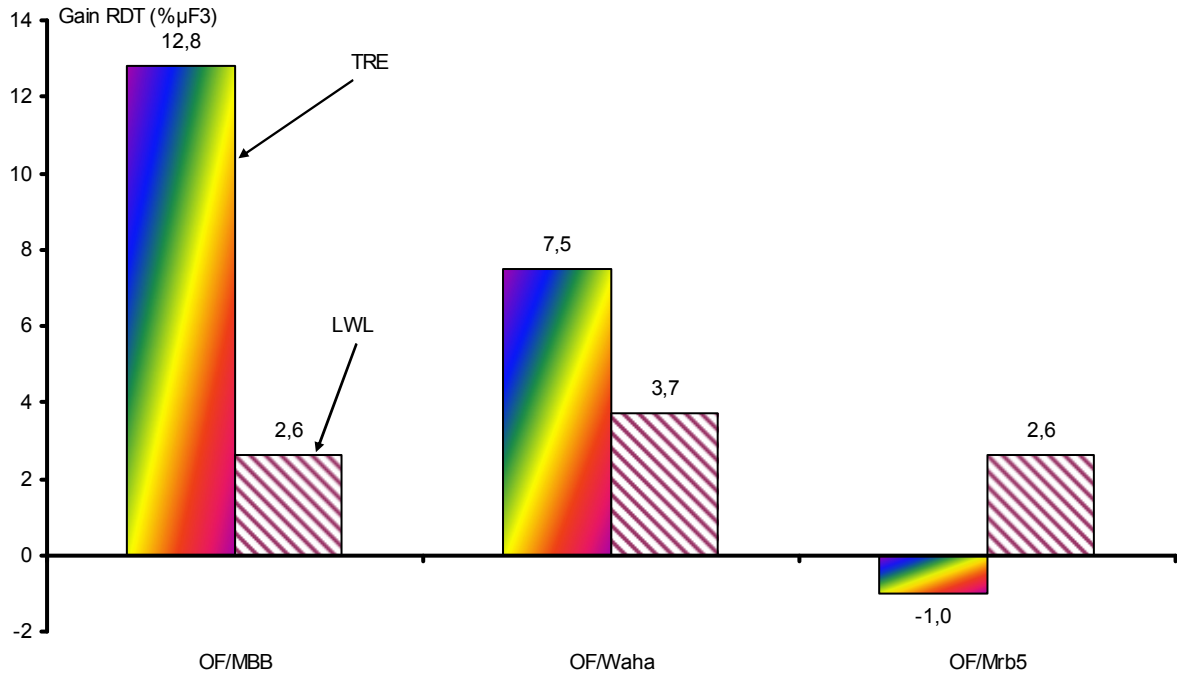
من المهم أن نلاحظ أن درجة التبكير لا تتغير معنويا تحت تأثير الإلتخاب على أساس المحتوى المائي النسبي عند التصالبات الثلاث، كثيرا ما لوحظ أن المحتوى المائي يؤثر على درجة التبكير للنبات (Fellah et al., 2002)، نفس الشيء ينطبق على الوزن النوعي للورقة الذي يتغير تحت تأثير الإلتخاب للقيم المرتفعة للمحتوي المائي النسبي. حيث الوزن النوعي الكبير مرغوب به لأنه تحت ظروف الإجهاد هذه الصفة تعتبر مؤشرا حول نشاطية التمثيل الضوئي للنبات (Araus et al., 2002).

النتائج المستنتجة من قيم هذا الإختبار (TRE) تبين أن المساحة الورقية تلعب دورا مهما في الحفاظ على محتوى مائي مرتفع وتبين الحالة المائية للنبات حيث الأوراق ذات المساحة الكبيرة تكون أقل محتوى من الماء مقارنة بالأوراق ذات المساحة الصغيرة. هذه النتائج مبينة من طرف Bouzerzour et al., (1998b).

الفقد المائي الورقي يلعب دور أساسيا أيضا في الحفاظ على محتوى مائي مناسب للنبات يسمح له بالقيام بمختلف وظائفه الحيوية (Blum, 1988)، إستنتاج كل من Clarck and Romagoza (1991) من خلال أعمالهما أن الأصناف التي تملك أقل فقد مائي ورقي تعتبر الأكثر ملائمة للتكيف لظروف الجفاف والأكثر إستقرارا من ناحية المردود الحي، وفي دراستنا وجد أن الإلتخاب على أساس سرعة منخفضة للفقد المائي الورقي يحقق لنا تخفيض في سرعة الفقد المائي

مقارنة بمتوسط العشائر لـ F3 تقدر بـ 57.4، 41.3، و 33.7% على التوالي للهجن الثلاث Ofanto/MBB، Ofanto/Waha، و Ofanto/Mrb₅. الإلتخاب لهذه الصفة يخفض درجة حرارة الغطاء النباتي عند Ofanto/MBB بنسبة 45.7%، بينما تزيد عند Ofanto/Waha بنسبة 21.7%، التأثير يكون غير معنوي عند الهجين Ofanto/Mrb₅ أين نلاحظ إنخفاض في المحتوى المائي النسبي بـ 7.1% وفي المساحة الورقية لورقة العلم بـ 8.0% (جدول III-7). عند الهجين Ofanto/Waha بالإلتخاب على هذه الصفة ينخفض المحتوى المائي النسبي بـ 5% و يرتفع المردود الحي والإقتصادي بـ 3.7 و 5.7% على الترتيب. (جدول III-7، شكل III-12).

الإلتخاب لتقليل سرعة الفقد المائي الورقي لم يحقق الزيادة المرجوة للمردود الحي والإقتصادي، بل ساهم في تخفيض المحتوى المائي النسبي، وزيادة الحساسية للإجهاد المائي والحراري، أيضا خفض من درجة حرارة الغطاء النباتي عند هجين ورفعها عند الهجينين الآخرين. هذه النتائج تظهر أن أخذ هذا المتغير كصفة إلتخاب لا يؤثر بالإيجاب على المتغيرات الأخرى بالأخص زيادة المردود الحي. بالمقارنة بين الإلتخاب لصفة المحتوى المائي النسبي و صفة الفقد المائي الورقي من ناحية المردود الحي و الإقتصادي نجد أن الإلتخاب للمحتوي المائي المرتفع فعال وإيجابي أكثر من الإلتخاب للفقد المائي الورقي الأقل.



شكل 12.111: تأثير الإنتخاب على أساس الحالة المائية للورقة على المردود الحي للجزء المنتخب (i) لعشائر الـ F3 (i = 10% = 12 lignées par groupe)

2.1.1.3.111. الإنتخاب على أساس البنية الورقية

إنتخاب أصناف جديدة لها بنية ورقية تتلاءم وظروف المناطق الشبه الجافة مرغوب به كثيرا من طرف الباحثين في هذا المجال (Belkharchouche et al., 2009; Araus et al., 1998). الإنتخاب على أساس المساحة الورقية لورقة العلم يزيد في متوسط المساحة الورقية بـ 5.3، 5.0، و 4.3 سم² للتصالبات الثلاث Ofanto/Waha، Ofanto/MBB، و Ofanto/Mrb₅ عن متوسط العشيرة، ويكون تأثيره بالزيادة المعنوية للمردود الحي عند الهجين Ofanto/MBB بـ 36.1 غ/م² وثباته عند الهجين Ofanto/Waha و نقصانه عند الهجين Ofanto/Mrb₅ (جدول III-8، شكل III-13).

الإنتخاب للمساحة الورقية الكبيرة يزيد في المحتوى المائي النسبي بـ 3.3 وحدة، سرعة الفقد المائي الورقي بـ 15.0%، والمردود الإقتصادي بـ 47.2 غ/م² عند الهجين Ofanto/Waha. ولا يغير في الوزن النوعي الورقي إذ يتقارب مع المتوسطات للعشائر F3 (جدول III-8).

عولمي ع (2009). المساهمة لدراسة تباين المحتوى المائي النسبي، درجة حرارة الغطاء النباتي، والبنية الورقية للجيل الثالث F3 عند القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.). مذكرة ماجستير فيولوجيا النبات. جامعة فرحات عباس سطيف. 92 ص .

جدول III.8: متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F3 للعشائر الثلاثة، وفرق الانتخاب الفعلي والنسبي للبنية الورقية.

Critères / الصفات		TRE	S1F	LWL	PREC	T _{air} -T _{CV}	DSI	HSI	PSF	RDT	RDT _{ec}
Ofanto/MBB											
S1F	μ_s	79.2	25.6	5.2	131.0	-1.6	21.8	14.9	9.6	638.9	1049.2
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	-1.1	5.3	0.3	0.1	0.4	-0.3	-0.6	-0.2	36.1	37.4
	Ppds5%	2.55	1.21	0.57	0.35	0.33	2.51	2.28	1.27	35.5	45.1
	$S(\% \mu_{F3})$	-1.4	25.9	5.1	0.0	-20.9	-1.2	-3.8	-2.5	6.0	3.7
PSF	μ_s	81.1	19.9	5.6	131.2	-2.4	24.7	17.0	13.9	478.5	857.2
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	0.8	-0.5	0.7	0.2	-0.4	2.7	1.5	4.1	-124.3	-154.6
	$S(\% \mu_{F3})$	1.0	-2.2	13.6	0.2	19.3	12.1	10.0	41.3	-20.6	-15.3
Ofanto/Waha											
S1F	μ_s	84.9	25.9	8.6	130.4	2.2	18.6	15.0	9.9	689.2	1082.7
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	3.3	5.0	1.1	0.0	0.1	-4.8	1.0	0.0	18.2	47.2
	$S(\% \mu_{F3})$	4.0	23.9	15.0	0.0	7.2	-20.6	7.3	-0.3	2.7	4.6
PSF	μ_s	84.2	21.7	10.0	130.8	2.8	21.9	17.1	13.7	724.5	1027.0
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	2.6	0.8	2.5	0.3	0.8	-1.5	3.1	3.7	53.5	-8.4
	$S(\% \mu_{F3})$	3.2	3.8	33.7	0.2	39.3	-6.5	22.5	37.5	8.0	-0.8
Ofanto/Mrb5											
S1F	μ_s	86.1	23.0	9.4	129.4	1.9	18.4	11.0	10.5	684.1	1074.9
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	2.5	4.3	0.8	-0.1	-0.1	-4.8	-1.4	0.3	-33.4	-56.2
	$S(\% \mu_{F3})$	3.0	22.8	8.7	-0.1	-4.5	-20.7	-10.9	2.6	-4.6	-5.0
PSF	μ_s	83.8	19.2	9.7	129.2	25.8	2.1	12.2	14.5	701.9	1109.2
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	0.3	0.5	1.1	-0.3	2.6	0.1	-0.2	4.3	-15.6	-21.9
	$S(\% \mu_{F3})$	0.3	2.9	12.9	-0.3	11.3	6.1	-1.2	42.4	-2.2	-1.9

* الانتخاب أنجز في اتجاه القيم المرتفعة لـ: (TRE)، (LWL)، (S1F)، (PSF)، (T_{air}-T_{CV})، (RDT)، (SWI). وفي اتجاه القيم المنخفضة لـ: (PREC)، (HSI). المؤشر (SWI) يعتمد على مساهمة: (0.3) TRE، إختلاف درجة الحرارة (0.2) T_{air}-T_{CV}، المؤشر (0.1) HSI، والمردود الحبي (0.4) RDT.

تنخفض درجة حرارة الغطاء النباتي بشكل ملفت عند الهجين Ofanto/MBB بـ 0.4 م°، وتنخفض نسبيا عند الهجين Ofanto/Waha مع نقصان مؤشر المقاومة للإجهاد المائي بـ 4.8%. الانتخاب لهذه الصفة يترافق مع زيادة للمحتوى المائي والفقد الورقي للماء عند الهجين Ofanto/Mrb5 ويخفض في مؤشرا المقاومة للإجهادات اللاحيوية (جدول III-8).

ذكر كل من Araus et al., (1998) و Boukecha, (2001) أن الأوراق ذات المساحة الكبيرة تعطي مردود أعلى من الأوراق ذات المساحة الورقية الأصغر وذلك لإستغلالها الأحسن لأشعة الشمس والتمثيل الضوئي. غير أن ذلك حسب Abbassenne, (1997)، Belkharchouche et al., (2009) و Bouzerzour and Benmahammed, (2009) لا يتوافق مع ظروف المناطق الشبه الجافة. إذ أن المساحة الورقية الكبيرة تزيد من سرعة الفقد المائي الورقي نتيجة زيادة عملية التنفس

الإنتخاب على أساس الزيادة في الوزن النوعي الورقي يزيد عند القطع المنتخبة للهجن الثلاث على التوالي Ofanto/Waha، Ofanto/MBB، و Ofanto/Mrb₅ — 4.1، 3.7، و 4.3 ملغ/سم²، عن متوسط العشائر لـ F3 (جدول III-8). الإنتخاب على هذه الصفة ينعكس بالسلب على الهجين Ofanto/MBB بتراجع معنوي للمردود الحي والإقتصادي — 20.6 و 15.3% على الترتيب بالرغم من زيادة الوزن النوعي للأوراق بـ 41.3% (جدول III-8، شكل III-13). من النتائج يظهر أن هذا التراجع في المردود للهجين Ofanto/MBB يرتبط بنقص المساحة الورقية وعدم توفر محتوى مائي معتبر للأوراق وإرتفاع في نسبة فقد الماء من الأوراق وضعف المقاومة للإجهاد المائي والحراري. بالنسبة للهجين Ofanto/Waha الإنتخاب لهذه الصفة يحقق بعض الصفات الفيزيولوجية والمورفولوجية الإيجابية بالرفع من سرعة الفقد المائي الورقي معنويا — 33.7%، وزيادة الوزن النوعي الورقي بـ 37.5% وتخفيض درجة حرارة الغطاء النباتي — 39.3% مع مقاومة أحسن للإجهاد المائي وحساسية للإجهاد الحراري، هذه التغيرات ترتبط بزيادة المردود الحي بـ 53.5 غ/م² (جدول III-8). الهجين Ofanto/Mrb₅ لا يعطي زيادة ملفتة للمردود الحي والإقتصادي.

ذكر (Araus et al., 1998) أن الإنتخاب من أجل زيادة الوزن النوعي لورقة العلم يزيد من كفاءة الورقة في مختلف الوظائف الحيوية (التمثيل الكلوروفيلي، فعالية إستغلال الماء، ... إخ)، ما يساهم في رفع المردود الحي، غير أن هذا لا يتحقق عند العشائر لـ F3 حيث لا توفر الخطوط التي حققت زيادة في الوزن النوعي الورقي النتيجة المرجوة من الإنتخاب لهذه الصفة نتيجة عدم تأثيرها بالمعنوية الإيجابية على الصفات المورفولوجية والفيزيولوجية الأخرى المدروسة خاصة المردود الحي بإستثناء الزيادة الطفيفة للمردود الحي عند الهجين Ofanto/Waha. يمكن تفسير ذلك للظروف المناخية السائدة والتميزة بنقص كميات المياه المتاحة للنبات وإرتفاع درجات الحرارة ما يجعل الإنتخاب نحو وزن ورقي نوعي أصغر أكثر أهمية من الإنتخاب نحو زيادة الوزن النوعي للمحافظة على ماء الأوراق وتقليل الفقد المائي. يشير (Blum, 1988) أن الأوراق الرقيقة جدا تنقص من الفقد المائي في المناطق الجافة. ووجد (Mazouz, 2006) علاقة إرتباط معنوية سلبية بين المردود الحي

والوزن النوعي الورقي. وعليه يمكن ترقيب زيادة للمردود الحي بالانتخاب مستقبلا نحو أصغر القيم لهذه الصفة بالنظر للتنوع الوراثي الكبير الذي تملكه العشائر لـF3.

III.1.1.3.3. الانتخاب على أساس تكبير الإسبال وتغيرات درجة حرارة الغطاء النباتي

التكبير في الإسبال يسمح للنبات بإتمام دورة نموه في زمن قصير نسبيا مما يحول دون تعرضه للمراحل الحرجة في آخر أطوار النمو كالإجهاد المائي (Simon et al., 1989). يأخذ تاريخ الإسبال عادة ليستعمل كمؤشر لمعرفة درجة تكبير الإسبال و يعتبر كصفة هامة من ناحية تحديد مردود الحبوب، خاصة في المناطق شبه الجافة أين يكون تأثير الإجهادات اللاحيوية متباين على طول مرحلة نمو النبات (Hadjichristodoulou, 1987). لاحظ كل من ; Ceccarelli, (1987) Annicchiarico and Pecetti (1995) أن الأصناف المتأقلمة مع ظروف الجفاف هي التي تتمكن من النضج بعد فترة تعميم قصيرة للحب. وفي هذا المجال يشير كل من Bouzerzour et al., (1998) ; Makhoulf et al., (2006) ; Bahlouli et al. (2008)، أن تحت الظروف الشبه الجافة للهضاب العليا الشرقية الجزائرية، الأنماط الوراثية مبكرة الإسبال تتصف بسرعة تعميم قوية ما يمكن من تحقيق زيادة في المردود الحي مقارنة بالأنماط متأخرة الإسبال. كما وجد Fisher, (1985) أن كل يوم تكبير يؤدي إلى زيادة في الإنتاج تقدر بـ 3 قنطار/ هكتار. وذكر Mosaad et al., (1995) أن تحسن المردود تحت ظروف الإجهاد المائي يرجع بشكل كبير إلى صفة التكبير في الإسبال الذي يفسر من 40 إلى 60% من تغير المردود.

الانتخاب على أساس التكبير في الإسبال يزيد من درجة التكبير بـ 2.0، 1.4، و 1.3 يوم على التوالي للهجن الثلاث Ofanto/MBB، Ofanto/Waha و Ofanto/Mrb₅ بالمقارنة مع متوسطات التكبير للعشائر. ما يكسب زيادة للمردود الحي والإقتصادي للهجين Ofanto/MBB و Ofanto/Waha، وإنخفاض للمردود عند الهجين الثالث. هذه النتائج تبين أن الانتخاب للتكبير في الإسبال يحدث تأثيرات متباينة حسب القاعدة الوراثية المدروسة للهجن الثلاث (جدول III-9، شكل III-14).

عولمي ع (2009). المساهمة لدراسة تباين المحتوى المائي النسبي، درجة حرارة الغطاء النباتي، والبنية الورقية للجيل الثالث F3 عند القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.). مذكرة ماجستير في بيولوجيا النبات. جامعة فرحات عباس سطيف. 92 ص .

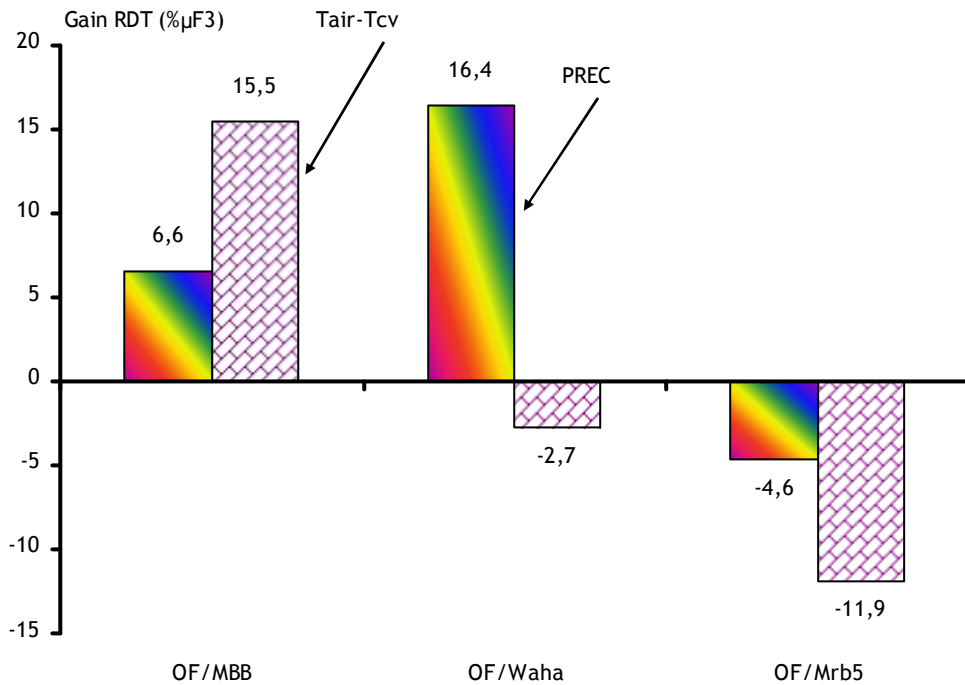
جدول III.9: متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F3 للعشائر الثلاثة، وفرق الانتخاب الفعلي والنسبي لتبكير الإسبال (PREC) ولدرجة حرارة الغطاء النباتي ($T_{air}-T_{CV}$).

Critères / الصفات		TRE	S1F	LWL	PREC	$T_{air}-T_{CV}$	DSI	HSI	PSF	RDT	RDT_{ec}
Ofanto/MBB											
PREC	μ_s	80.3	20.9	5.7	128.9	-2.0	34.1	19.4	11.8	642.4	1101.0
	Ppds5%	2.55	1.21	0.57	0.35	0.33	2.51	2.28	1.27	35.5	45.1
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	-0.1	0.6	0.8	-2.0	0.0	12.1	3.9	2.0	39.6	89.2
	$S(\%\mu_{F3})$	-0.1	2.8	15.6	-1.6	1.0	55.1	25.4	20.2	6.6	8.8
$T_{air}-T_{CV}$	μ_s	76.9	21.6	5.5	132.2	-0.1	26.0	12.6	9.7	696.0	1165.5
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	-3.4	1.3	0.6	1.2	-1.9	4.0	-2.9	-0.1	93.2	153.7
	$S(\%\mu_{F3})$	-4.3	6.3	11.9	0.9	94.7	18.0	-18.7	-1.2	15.5	15.2
Ofanto/Waha											
PREC	μ_s	80.4	19.7	5.9	129.0	1.9	27.9	16.1	9.2	781.0	1219.2
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	-1.2	-1.2	-1.6	-1.4	-0.1	4.4	2.2	-0.7	110.0	183.8
	$S(\%\mu_{F3})$	-1.4	-5.6	-21.0	-1.1	-5.5	18.8	15.5	-7.4	16.4	17.7
$T_{air}-T_{CV}$	μ_s	86.6	21.1	9.8	130.3	0,2	28.5	16.7	10.5	652.6	913.3
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	5.0	0.2	2.3	-0.2	-1,8	5.0	2.8	0.5	-18.4	-122.1
	$S(\%\mu_{F3})$	6.1	0.9	30.8	-0.1	-90.1	21.4	19.9	5.0	-2.7	-11.8
Ofanto/Mrb5											
PREC	μ_s	85.0	19.7	9.8	128.2	2,6	20.9	10.4	10.2	684.4	1039.8
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	1.4	1.0	1.2	-1.3	0,5	18.8	-2.0	0.0	-33.2	-91.3
	$S(\%\mu_{F3})$	1.7	5.4	14.2	-1.0	26.2	-10.1	-16.3	0.3	-4.6	-8.1
$T_{air}-T_{CV}$	μ_s	86.4	19.1	9.9	128.9	0,7	31.1	15.1	10.8	632.3	945.9
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	2.8	0.4	1.3	-0.6	-1,3	29.0	2.7	0.6	-85.2	-185.2
	$S(\%\mu_{F3})$	3.4	2.0	14.9	-0.4	-65.4	33.8	22.1	5.8	-11.9	-16.4

* الانتخاب أنجز في اتجاه القيم المرتفعة لـ: (TRE)، (LWL)، (S1F)، (PSf)، (PREC)، ($T_{air}-T_{CV}$)، (RDT)، (SWI). وفي اتجاه القيم المنخفضة لـ: (PREC)، (HSI). المؤشر (SWI) يعتمد على مساهمة: (0.3) TRE، إختلاف درجة الحرارة (0.2) $T_{air}-T_{CV}$ ، المؤشر (0.1) HSI، والمردود الحي (0.4) RDT.

الانتخاب للتبكير في الإسبال يزيد من الحساسية تجاه الإجهادات اللاحيوية ولا يغير في درجة حرارة الغطاء النباتي للهجينين Ofanto/Waha و Ofanto/MBB. عند الهجين Ofanto/Mrb5 يترافق إقتصار دورة النمو للخطوط المنتخبة مع زيادة في سرعة الفقد المائي الورقي بـ 14.2% وإنخفاض في درجة حرارة الغطاء النباتي ومقاومة أحسن للإجهادات اللاحيوية. الانتخاب لهذه الصفة يحقق زيادة معنوية للوزن النوعي و سرعة الفقد المائي للأوراق، بينما لا يؤثر الانتخاب لهذه الصفة في تغير المحتوى المائي النسبي والمساحة الورقية عند عشائر الثلاث (جدول III.9).

يؤكد علماء تربية النبات على أهمية توسيع القاعدة الوراثية عند كل إنتخاب لكسب أكثر تباين وراثي داخل العشائر ما ينعكس بالإيجاب في عملية الإنتخاب والتحسين للصفات المرغوبة (Lee and Kaltsikes 2000 ; Kumbahar and Iarik, 1996 ; Falconer, 1981) وعليها إلى وجود تنوع وراثي كبير داخل القاعدة الوراثية لعشائر الـ F3 يمكننا من تتبع الخطوط مبكرة الإسبال عند المهجين Ofanto/MBB بالرغم من أن الأب MBB يمتاز بالتأخير في الإسبال ومقاومته الكبيرة للإجهاد المائي والحراري المتزامنة مع آخر أطوار النبات في المناطق شبه الجافة، هذه الخطوط المبكرة الإسبال من شأنها أن ترفع في المردود الحي، وفي هذا المجال ذكر Ben Salem *et al.*, (1997) و Bouzerzour *et al.*, (2002) أن إنتخاب أصناف جديدة ذات دورة حياة قصيرة نسبيا يزيد من تحسين الإنتاج في المناطق شبه الجافة. كما يمكن الإستثمار في العشيرة Ofanto/Mrb5 بالإنتخاب ناحية تأخير الإسبال لإنتخاب أفراد تكون أكثر إنتاجا للمردود الحي ومقاومة للإجهادات بعدما ثبت محدودية خطوطها مبكرة الإسبال في رفع المردود الحي بالرغم من التحسن لمقاومة الإجهاد المائي والحراري وإنخفاض درجة حرارة الغطاء النباتي.



شكل 14.iii: تأثير الإنتخاب على أساس التباين في الإسبال وإختلاف درجات الحرارة ($T_{air}-T_{cv}$) على المردود

الحي للجزء المنتخب (i) لعشائر الـ F3 (i = 10% = 12 lignées par groupe).

الإنتخاب على أساس تغير درجة الحرارة بين الغطاء النباتي والهواء المحيط بالنبات يظهر تباين في النتائج المحققة حيث يؤثر معنويًا بالإيجاب على عشائر وبالسالب على عشائر أخرى، إذ نلاحظ أن متوسط فرق درجات الحرارة يزيد عند الهجين Ofanto/MBB بـ 94.7% . وينقص عند الهجين Ofanto/Waha بـ 90.1% ، والهجين Ofanto/Mrb₅ بـ 65.4% ، مقارنة بمتوسطات تغير درجات الحرارة عند العشائر لـ F3 (جدول III-9).

يعتبر كل من (Alderfasi, 2001)، (Zhang and Wang, 2008)، و (Rassaa at al., 2008) أن درجة حرارة الغطاء النباتي تبين مدى مقاومة النبات للإجهادات اللاحيوية وتساهم في تحديد المردود الحي النهائي، ويبين (Rosyara et al., 2008; Cabrera-Bosquet et al., 2009) وجود علاقة إرتباط معنوية سلبية بين درجة حرارة الغطاء النباتي والمردود الحي، وأن الإنتخاب لدرجة حرارة الغطاء النباتي من شأنه أن يساهم في رفع المردود الحي للقمح (Aidaoui and Hartani, 2000). هذا يظهر عند العشائر المدروسة لـ F3، إذ إنخفاض درجة حرارة الغطاء النباتي عند الهجين Ofanto/MBB يكسب ربح معنوي للمردود الحي والإقتصادي بـ 15.5 و 15.2% على التوالي ومقاومة أحسن للإجهاد الحراري (جدول III-9، شكل III-14)، مع نقص في الوزن النوعي الورقي وإنخفاض في المحتوى المائي للأوراق وذلك راجع لزيادة عملية النتح للنبات لتلطيف درجة حرارة الورقة (Lu et al., 1998 in Rekika et al., 2000).

عند التصالبان Ofanto/Waha و Ofanto/Mrb₅ الإرتفاع الكبير لدرجة حرارة الغطاء النباتي يؤثر مباشرة على كفاءة المردود الحي والإقتصادي بالنقصان ويزيد في الحساسية للإجهادات اللاحيوية على الرغم من زيادة المحتوى المائي والفقد المائي للأوراق (جدول III-9، شكل III-14). هذا يدل على أن المورثات المسؤولة على كفاءة المردود بالإنتخاب لتغير درجات الحرارة لا ترتبط مع الصفات المورفولوجية والفيزيولوجية للنبات المدروسة وترتبط أكثر بتغيرات درجة حرارة الغطاء النباتي. إذن يكن القول أن الإنتخاب لهذه الصفة عند الهجين Ofanto/Mrb₅ و Ofanto/Waha لا يحفز المورثات الخاصة بالإنتاجية بينما يحسن في الصفات الأخرى المدروسة، عكس ما لوحظ عند الهجين Ofanto/MBB.

III.1.1.3.4. الإنتخاب على أساس مؤشر المقاومة للإجهاد الحراري

أشار (Clake and McGaig, 1982) ، إلى أهمية قياس تطوير إنتاج محاصيل الحبوب في المناطق الجافة والحارة من خلال إنتخاب أصناف مقاومة لدرجات الحرارة المرتفعة وذات مردودية جيدة. وينصحون بإستعمال تقنية التحطم الخلوي لغرلة كل المصادر الوراثية الموجهة إلى المناطق الجافة كذلك ينصح بإستعمالها في الإنتخاب بالنسبة لمقاومة درجات الحرارة المرتفعة. نتائج هذا الإختبار هي مرتبطة بالإنتاج تحت الإجهاد الحراري. ففي هذا الإطار أشار كل من Reynolds et al., (1994) ، Bouzerzour et al., (1998b) ، Saadalla and Alderfasi, (2000) أن هناك إرتباط قوي بين إتلاف الخلايا بسبب الصدمة الحرارية (مؤشر المقاومة للإجهاد الحراري) وإنخفاض إنتاجية الأنماط الوراثية المختبرة.

في دراستنا هذه حققت أفراد الخطوط المنتخبة تحسن في المقاومة ضد الإجهاد الحراري بالإنتخاب على أساس مؤشر المقاومة للإجهاد الحراري بـ 80.4، 100، و 74.7% على التوالي للهجن Ofanto/Waha ، Ofanto/MBB ، و Ofanto/Mrb₅ مقارنة بمتوسطات العشائر الثلاث. هذا التحسن في المقاومة للإجهاد الحراري يترافق مع تحسن في المقاومة ضد الإجهاد المائي، ويرتبط بزيادة معنوية للمردود الحي والإقتصادي عند المهجين Ofanto/MBB و Ofanto/Mrb₅، أما المهجين Ofanto/Waha فبالرغم من التحسن الكبير لخطوطه الوراثية في المقاومة للإجهاد الحراري بـ 100% إلا أنها لم تحقق أي زيادة في المردود الحي والإقتصادي (جدول III-10، شكل III-15). هذه النتائج مبينة من طرف (Ben Salem and Vieira Da Silva, 1990) حيث وجدا علاقة إرتباط سلبية بين المردود الحي و مؤشر المقاومة للإجهاد الحراري. و على العكس الباحثون (Sullivan et al., 1979) ، (Shanahan et al., 1990) ، (Saadallah et al., 1990) لم يجدوا علاقة بين قيم إختبار التحطم الخلوي والإنتاجية الحبية عند القمح و السورقو.

الإنتخاب لمؤشر المقاومة للإجهاد الحراري يزيد في المساحة الورقية عند Ofanto/Waha ، وينقص منها عند المهجين Ofanto/MBB و Ofanto/Mrb₅ . كما يتراجع المحتوى المائي الورقي عند Ofanto/Mrb₅ دون تغييره عند المهجين الآخرين. أما الفقد المائي الورقي فيزيد معنوياً عند

عولمي ع (2009). المساهمة لدراسة تباين المحتوى المائي النسبي، درجة حرارة الغطاء النباتي، والبنية الورقية للجيل الثالث F3 عند القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.). مذكرة ماجستير فيولوجيا النبات. جامعة فرحات عباس سطيف. 92 ص .

Ofanto/MBB وينقص عند Ofanto/Mrb₅ بنفس القيمة حوالي 15% هذا النقصان راجع لكون أن الفقد المائي الورقي يرتبط سلبيا مع المساحة الورقية (Begg and Turner, 1976).

جدول III.10: متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F3 للعشائر الثلاثة، وفرق الإنتخاب الفعلي والنسبي لمؤشر المقاومة للإجهاد الحراري (HSI).

Critères / الصفات		TRE	S1F	LWL	PREC	T _{air} -T _{CV}	DSI	HSI	PSF	RDT	RDT _{ec}
Ofanto/MBB											
HSI	μ _s	81.5	19.7	5.7	131.5	-2.0	8.1	3.0	9.8	679.6	1137.1
	Ppds5%	2.55	1.21	0.57	0.35	0.33	2.51	2.28	1.27	35.5	45.1
	S=μ _s -μ _{F3}	1.2	-0.6	0.8	0.6	0.0	-13.9	-12.4	0.0	76.8	125.3
	S(%μ _{F3})	1.4	-3.2	15.7	0.4	-1.6	-63.3	-80.4	-0.2	12.7	12.4
Ofanto/Waha											
HSI	μ _s	83.4	22.0	7.7	130.3	2.5	13.5	0.0	10.9	664.8	995.1
	S=μ _s -μ _{F3}	1.8	1.1	0.2	-0.1	0.5	-10.0	-14.0	0.9	-6.2	-40.3
	S(%μ _{F3})	2.2	5.2	3.2	-0.1	24.8	-42.6	-100.0	9.3	-0.9	-3.9
Ofanto/Mrb ₅											
HSI	μ _s	80.8	18.0	7.4	129.4	0,9	21,2	3.1	10.1	801.0	1280.6
	S=μ _s -μ _{F3}	-2.8	-0.7	-1.2	-0.1	-1,1	-2,0	-9.3	-0.1	83.5	149.4
	S(%μ _{F3})	-3.4	-3.8	-14.2	-0.1	-54.5	-8.9	-74.7	-0.7	11.6	13.2

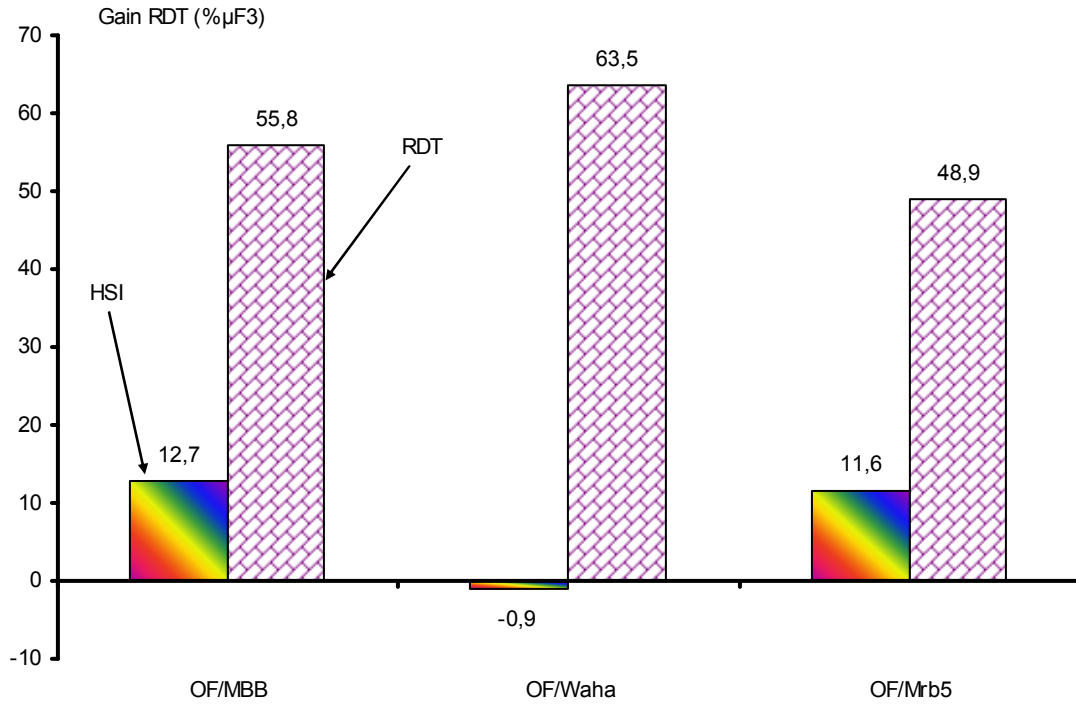
* الإنتخاب أُنجز في اتجاه القيم المرتفعة لـ: (TRE)، (LWL)، (S1F)، (PSf)، (T_{air}-T_{CV})، (RDT)، (SWI). وفي إتجاه القيم المنخفضة لـ: (PREC)، (HSI). المؤشر (SWI) يعتمد على مساهمة: (0.3) TRE، إختلاف درجة الحرارة (0.2) T_{air}-T_{CV}، المؤشر (0.1) HSI، والمردود الحي (0.4) RDT.

فرق درجات الحرارة بين الغطاء النباتي ودرجة حرارة الهواء ينخفض معنويا عند الهجين Ofanto/Mrb₅ بـ 54.5% ما يوحي إلى زيادة درجة حرارة الغطاء النباتي (جدول III-10). يرجع ذلك إلى تناقص سرعة الفقد المائي الورقي، إذ من المعروف أن زيادة سرعة الفقد المائي من الورقة يعمل على تخفيض درجة حرارة الغطاء النباتي (Chaker and Brinis, 2004). الإنتخاب على أساس مؤشر المقاومة للإجهاد الحراري يزيد من التبكير في الإنبال عند بعض الخنطوط للهجينين Ofanto/Waha و Ofanto/Mrb₅، بينما ساهم في إبراز تأخر في الإنبال عند الهجين Ofanto/MBB.

كإستنتاج لما سبق يمكن إعتبار الزيادة المعنوية للمردود الحي والإقتصادي إبرازا لنجاعة الإنتخاب على أساس مؤشر المقاومة للإجهاد الحراري، و ضرورة تركيز البحوث مستقبلا للإهتمام أكثر بدراسة هذه الصفات. من بين الهجن الثلاث يمكن إعتبار زيادة المقاومة للإجهاد الحراري عند الهجين Ofanto/MBB و زيادة تأخره في الإنبال مؤشر إيجابي جدا لإمكانية رفع الغلة

عولمي ع (2009). المساهمة لدراسة تباين المحتوى المائي النسبي، درجة حرارة الغطاء النباتي، والبنية الورقية للجيل الثالث F3 عند القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.). مذكرة ماجستير فيولوجيا النبات. جامعة فرحات عباس سطيف. 92 ص .

الحببة والإقتصادية من خلال إستنباط أنماط وراثية جديدة أكثر تأقلماً للظروف المناخية السائدة في الهضاب العليا الشرقية الجزائرية. كما لا يجب أن نغفل المقاومة والتأقلم الكبيرين اللذين أبرزتهما بعض الخطوط عند الهجين Ofanto/Mrb₅ بإنقاص الفقد المائي الورقي وتقليص المساحة الورقية وزيادة درجة التبكير.



شكل 15.111: تأثير الإنتخاب على أساس مؤشر المقاومة للإجهاد الحراري (HSI) على المردود الحبي للجزء المنتخب (i) لعشائر الـF3 (i = 10% = 12 lignées par groupe).

5.1.1.3.111 الإنتخاب على أساس المردود الحبي العالي

الإنتخاب على أساس المردود الحبي يبين زيادة معنوية معتبرة جدا للمردود الحبي عند الهجين الثلاث بـ 366.6 ، 426.1 ، و 351.1 غ/م² على التوالي لـ Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، و Ofanto/Mrb₅ بالمقارنة مع متوسط العشائر لـF3. هذه الزيادة تترافق مع زيادة للمردود الإقتصادي (جدول 11-111، شكل 15-111).

تحقيق مردود حبي عالي بالإنتخاب لهذه الصفة يرتبط مع زيادة للمساحة الورقية لورقة العلم للهجن الثلاث خاصة عند Ofanto/MBB أين تكون المساحة الورقية ضعف المساحة عند الهجينان

عولمي ع (2009). المساهمة لدراسة تباين المحتوى المائي النسبي، درجة حرارة الغطاء النباتي، والبنية الورقية للجيل الثالث F3 عند القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.). مذكرة ماجستير في بيولوجيا النبات. جامعة فرحات عباس سطيف. 92 ص .

الآحران، زيادة الوزن النوعي عند Ofanto/Waha ونقصانه عند Ofanto/MBB. الفقد المائي الورقي ينقص ما يفسر الإرتفاع الطفيف لدرجة حرارة الغطاء النباتي عند العشائر الثلاث (جدول III. 11).

جدول III. 11: متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F3 للعشائر الثلاثة، وفرق الإنتخاب الفعلي والنسبي للمردود الحبي (RDT) .

Critères / الصفات		TRE	S1F	LWL	PREC	T _{air} -T _{CV}	DSI	HSI	PSF	RDT	RDT _{ec}
Ofanto/MBB											
RDT	μ _s	80.8	21.1	4.9	130.2	-1.9	28.5	21.8	9.3	939.4	1514.3
	Ppds5%	2.55	1.21	0.57	0.35	0.33	2.51	2.28	1.27	35.5	45.1
	S=μ _s -μ _{F3}	0.5	0.8	0.02	-0.8	0.1	6.5	6.3	-0.5	336.6	502.5
	S(%μ _{F3})	0.6	4.0	-0.5	-0.6	-4.8	29.3	41.0	-5.1	55.8	49.7
Ofanto/Waha											
RDT	μ _s	82.7	21.5	7.4	130.2	1.8	21.8	16.9	10.5	1097.0	1622.3
	S=μ _s -μ _{F3}	1.1	0.6	-0.1	-0.3	-0.2	-1.6	2.9	0.6	426.1	586.8
	S(%μ _{F3})	1.3	2.8	-0.9	-0.2	-9.3	-7.0	21.0	5.6	63.5	56.7
Ofanto/Mrb5											
RDT	μ _s	83.4	19.1	8.0	129.5	22.4	2.0	11.9	10.2	1068.6	1661.5
	S=μ _s -μ _{F3}	-0.1	0.4	-0.6	0.0	-0.8	0.0	-0.5	0.0	351.1	530.4
	S(%μ _{F3})	-0.2	2.0	-7.0	0.0	-3.6	0.5	-3.8	-0.3	48.9	46.9

* الإنتخاب أُنجز في إتجاه القيم المرتفعة لـ: (TRE)، (LWL)، (S1F)، (PSf)، (T_{air}-T_{CV})، (RDT)، (SWI). وفي إتجاه القيم المنخفضة لـ: (PREC)، (HSI). المؤشر (SWI) يعتمد على مساهمة : (0.3) TRE ، إحتلاف درجة الحرارة (0.2) T_{air}-T_{CV} ، المؤشر (0.1) HSI ، والمردود الحبي (0.4) RDT.

الإنتخاب على أساس المردود الحبي المرتفع يحدث تغيرات معنوية بين الخطوط المنتخبة من ناحية المقاومة للإجهادات اللاحيوية، فالهجين Ofanto/MBB يبدي حساسية للإجهاد المائي والحراري، و يظهر Ofanto/Waha مقاومة للإجهاد المائي وحساسية تجاه الإجهاد الحراري، أما الهجين Ofanto/Mrb5 لا تتغير خطوطه من ناحية المقاومة ضد الإجهادات اللاحيوية (جدول III. 11). يزداد التبكير في الإنبال عند Ofanto/MBB بالرغم من أن الأب MBB يمتاز بالتأخر في الإنبال وهذه صفة مهمة في مثل هذه المناطق.

بالإنتخاب ناحية المردود الحبي العالي داخل العشائر لـF3 يؤدي إلى الحصول على عدة صفات هامة جدا من شأنها أن تتيح لنا في المستقبل دراستها وتطويرها للحصول على أصناف متأقلمة وأكثر إنتاجا ضمن الظروف المناخية السائدة، كإلستثمار في الخطوط ذات الوزن النوعي

عولسي ع (2009). المساهمة لدراسة تباين المحتوى المائي النسبي، درجة حرارة الغطاء النباتي، والبنية الورقية للجيل الثالث F3 عند القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.). مذكرة ماجستير فيولوجيا النبات. جامعة فرحات عباس سطيف. 92 ص .

الصغير والمبكرة في الإسيال عند Ofanto/MBB و الخطوط ذات الوزن النوعي الكبير عند Ofanto/Waha . أيضا إنخفاض سرعة الفقد المائي الورقي وزيادة المساحة الورقية للخطوط المتفوقة في المردود للتصاليات الثلاث هام جدا لرفع المردود تحت ظروف الجفاف. ويتجلى هذا التطلع لرفع المردود والحصول على أصناف جديدة أكثر إنتاجا و تأقلمة للإجهادات. كل هذه الصفات موثقة في الكثير من البحوث العلمية وتعتبر إيجابية جدا ومرغوب بها كثيرا في مثل هذه المناطق (Bouzerzour and Benmahammed, 2009; Benmahammed et al., 2008; Bouzerzour et al., 2000; Arous et al., 1998; Jones et al., 1981; O'Toole and Gruz, 1980).

2.1.3.III. تأثير الانتخاب متعدد الصفات

1.2.1.3.III. الانتخاب على أساس المؤشر (SWI)

الانتخاب على أساس المؤشر يحقق زيادة معتبرة للمردود الحي والإقتصادي عند العشائر F3 — 46.4 ، 46.2 ، 43.8% و — 42.9 ، 39.8 ، و 42.3% على التوالي للهجن Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، و Ofanto/Mrb₅ (جدول III. 12 ، شكل III. 16).

جدول III. 12: متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F3 للعشائر الثلاثة، وفرق الانتخاب الفعلي والنسبي للمردود للمؤشر (SWI) .

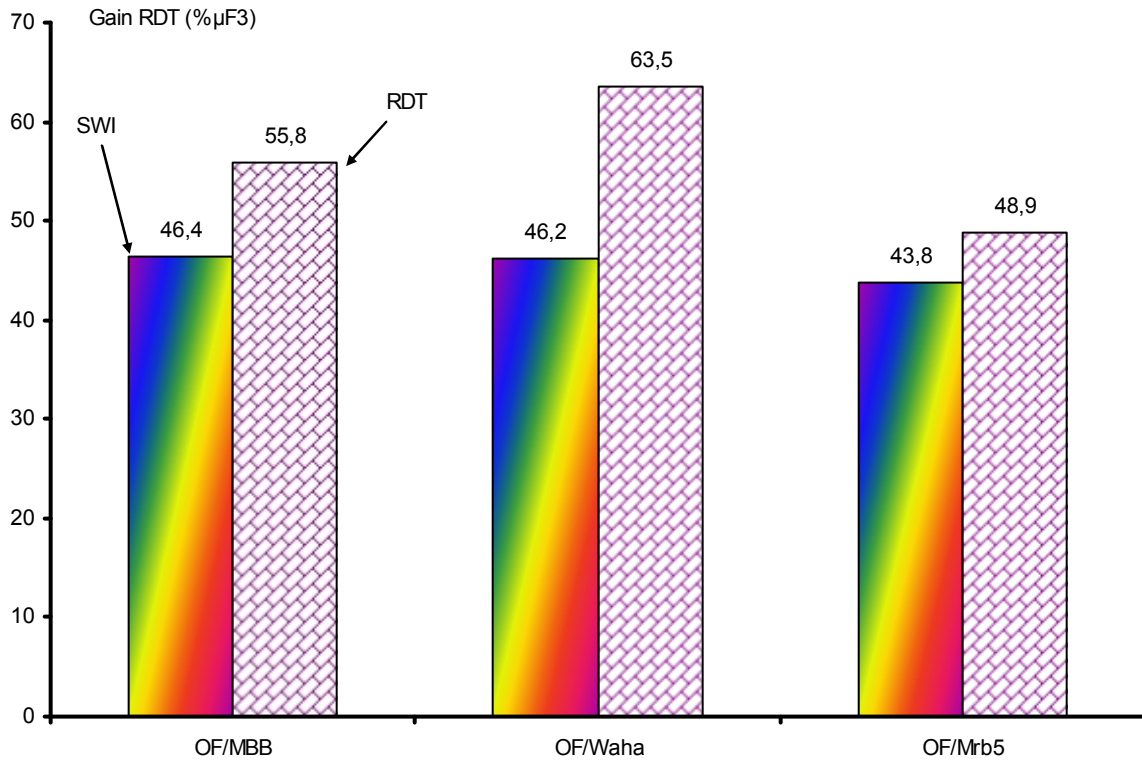
Critères / الصفات		TRE	S1F	LWL	PREC	T _{air} -T _{CV}	DSI	HSI	PSF	RDT	RDT _{ec}
Ofanto/MBB											
SWI	μ _S	85.8	21.3	5.3	131.1	-2.0	33.1	22.1	9.4	882.4	1445.6
	Ppds5%	2.55	1.21	0.57	0.35	0.33	2.51	2.28	1.27	35.5	45.1
	S=μ _S -μ _{F3}	5.4	1.0	0.4	0.1	0.0	11.1	6.7	-0.4	279.6	433.8
	S(%μ _{F3})	6.8	4.8	7.2	0.1	0.5	50.3	43.2	-4.4	46.4	42.9
Ofanto/Waha											
SWI	μ _S	86.4	22.8	8.9	130.7	2.6	17.7	12.8	11.3	981.2	1447.9
	S=μ _S -μ _{F3}	4.8	1.9	1.5	0.2	0.6	-5.8	-1.1	1.3	310.2	412.5
	S(%μ _{F3})	5.9	9.1	19.6	0.2	28.8	-24.7	-8.1	12.8	46.2	39.8
Ofanto/Mrb ₅											
SWI	μ _S	84.2	20.5	9.4	129.4	27.2	2.2	15.9	10.7	1031.7	1609.2
	S=μ _S -μ _{F3}	0.6	1.8	0.8	-0.1	4.0	0.2	3.5	0.5	314.2	478.1
	S(%μ _{F3})	0.7	9.5	8.7	-0.1	17.2	11.2	28.4	5.0	43.8	42.3

* الانتخاب أنجز في اتجاه القيم المرتفعة لـ: (TRE)، (LWL)، (S1F)، (PSF)، (T_{air}-T_{CV})، (RDT)، (SWI). وفي اتجاه القيم المنخفضة لـ: (PREC)، (HSI). المؤشر (SWI) يعتمد على مساهمة: (0.3) TRE ، إختلاف درجة الحرارة (0.2) T_{air}-T_{CV} ، المؤشر (0.1) HSI ، والمردود الحي (0.4) RDT.

تزداد حساسية أفراد القطع المنتخبة لـ Ofanto/MBB و Ofanto/Mrb₅ للإجهاد الحراري والمائي بينما تبدو أكثر مقاومة للإجهادات اللاحيوية عند Ofanto/Waha مع نقص درجة حرارة الغطاء النباتي وزيادة سرعة فقد الماء من الأوراق بالإنتخاب على أساس المؤشر. أيضا يزداد الوزن النوعي الأوراق عند المهجين Ofanto/Waha و Ofanto/Mrb₅ وينقص عند Ofanto/MBB. المساحة الورقية تزيد عند الهجن الثلاث (جدول III.12).

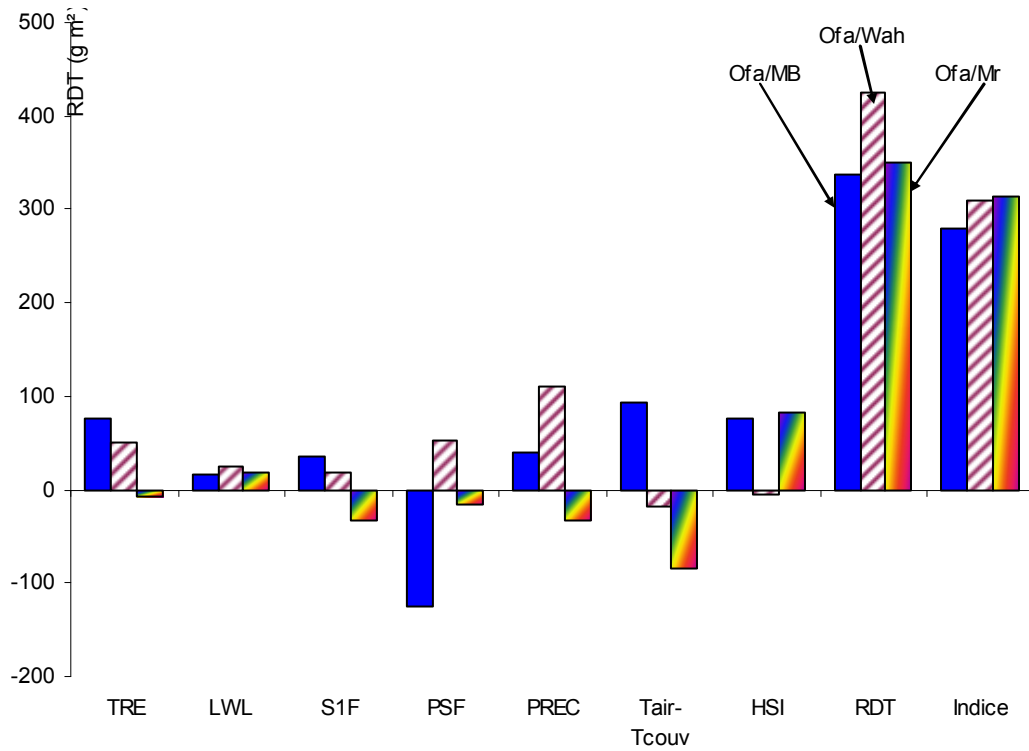
الإنتخاب المتعدد الصفات بالإنتخاب على أساس المؤشر (SWI) يظهر توافق النتائج مع الأبحاث الكثيرة المقدمة في هذا المجال لكل صفة. فبتفسير النتائج للجدول (III-12)، نلاحظ أن الزيادة المعتبرة المردود الحي والإقتصادي ترتبط مع زيادة المحتوى المائي النسبي للأوراق Mazouz, (2006)، وزيادة المساحة الورقية لورقة العلم (Hioun et al., 2002)، أو نقصانها (O'Toole and (Belkharouché et al., 2009)، مع زيادة الوزن النوعي الورقي (Gruz, 1980; Fischer, 1985)، وفي إنخفاض درجة حرارة الغطاء النباتي (Cabrerá-Bosquet et al., 2009; Rosyara et al., 2008; Wardlaw and Moncor, 1995; Blum et al., 1989) وزيادة سرعة فقد المائي الورقي أو إنخفاضها (Turner, 1986; Blum, 1996; Harrath, 2003; Houassine, 2004).

كل هذه الصفات تتحقق مجتمعاً في كثير من الخطوط للعشائر في النسل F3، ما يوحي إلى نجاعة وفعالية الإنتخاب المتعدد الصفات (sélection multi caractères) في العشائر المدروسة من القمح الصلب، وتشير إلى ضرورة الإنتخاب مستقبلاً نحو هذه الصفات مجتمعاً نظراً للربح المعنوي الكبير للمردود الحي والإقتصادي مقارنة بالإنتخاب على أساس صفة واحدة معينة أين كانت الأرباح في المردود متفاوتة النتائج وغير فعالة في كثير من الحالات. إستنتج Bouzerzour et al., (1998b) أنه يمكن إنتخاب أصناف جديدة مقاومة للإجهادات اللاحيوية على أساس الإنتخاب متعدد الصفات، وأحسن طريقة في ذلك تتمثل في الجمع و الإنتخاب على أساس هذه الصفات مجتمعاً. كما بينت طرق الإنتخاب على أساس صفة واحدة منفردة حسب Benmahammed et al., (2003) محدوديتها في الوصول إلى الهدف المرجو.



شكل 16.iii: تأثير الانتخاب على أساس المؤشر (SWI) و المردود الحبي (RDT)، على المردود الحبي للجزء المنتخب (i) لعشائر الـF3 (i = 10% = 12 lignées par groupe).

بمقارنة الزيادات الملاحظة للمردود الحبي نجد أن أكبر زيادة للمردود تكون بالانتخاب على أساس المردود الحبي وعلى أساس المؤشر، في حين الانتخاب على أساس الصفات الأخرى المقاسة يعطي زيادات ضعيفة نسبياً للمردود الحبي في أغلب الأحيان (شكل 16.iii). من هذه النتائج نجد أن مربي النبات مطلوب منه إما أن يقوم بالانتخاب على أساس المقاومة ضد الإجهادات طول دورة النمو للنبات، متبوعة بدورة ينتخب خلالها على أساس المردود الحبي العالي محققاً ما يسمى بالانتخاب المتعاقب (sélection tandem). أو أن يسعى إلى انتخاب أفراد تمتاز بمقاومة للإجهادات وتهجينها مع أنماط وراثية ذات إنتاجية حبية عالية على أمل الحصول على نسل يحوي بعض الأفراد الممتازة بالمقاومة ضد الإجهادات والإنتاجية الحبية معا.



شكل 17. III: تغير المردود الحي بالانتخاب على أساس المتغيرات المقاسة لعشائر الـ F3.

تحت الظروف المناخية السائدة المميزة لمناطقنا (شبه الجافة)، نلاحظ وجود إختلاف وتباين كبير لقيم ونتائج المتغيرات المقاسة عند العشائر الثلاث والخطوط الأبوية. بالمقارنة بين القيم الوسطية للخطوط الأبوية والمسافة (D) بين قيم الآباء المتصالبة، تظهر العشائر الثلاث وجود أفراد متفوقة في عدة صفات مقاسة على أفضل الآباء ما يبين إتساع القاعدة الوراثية لعشائر الـ F3، ويسمح بانتخاب وإستنباط أنماط وراثية جديدة أكثر إنتاجا ومقاومة للإجهادات وتحمل الصفات المرغوبة في المناطق شبه الجافة. العشيرة Ofa/Mr₅ تتيح أفضل الفرص للإنتخاب مقارنة مع عشائر الهجينان الآخران لـ F3.

قيم معامل درجة التوريث من متوسطة إلى عالية ما يبين أن الإنتخاب ناحية هذه الصفات يكون أكثر تأثير داخل العشائر. من بين الآباء يعتبر الأب MBB الأكثر حساسية تجاه الإجهاد الحراري آخذا فرق درجات الحرارة سلبى بـ -1.15 م°، بينما الأب Mrb₅ يظهر أكثر مقاومة مع

فرق درجات حرارة إيجابي بـ 1.50 م°، متبوع بالأب Ofanto بـ 1.23 م°، والأب Waha بـ 0.90 م°. منحني توزيع التردد للقيم المقاسة يشير إلى أنه يمكن إنتخاب خطوط أكثر مقاومة للإجهادات اللاحيوية عند المهجن الثالث مع إمكانية أفضل للمهجن Ofanto/MBB.

تشير دراسة متوسطات المردود الحبي أن أحسن كفاءة للمردود الحبي العالي سجلت عند المهجينان Ofanto/Mrb₅ و Ofanto/Waha مقارنة بالمهجن Ofanto/MBB آخذة القيم 723.4 ، 672.2، و 602.8 غ/م². دراسة الارتباطات بين أن الإنتخاب نحو محتوى مائي عالي يظهر لنا الخطوط التي تمتاز بفقد مائي ورقي كبير بالنتح الورقي تحت ظروف الجفاف، وتظهر أيضا أن الأوراق الكبيرة الحجم تحتوي على كمية أكبر من الماء. العلاقة بين المحتوى المائي وتغير درجات الحرارة (T_{air}-T_{cv}) مثل التي وجدت عند المهجينين Ofanto/Waha و Ofanto/Mrb₅ تفسر بأن الأوراق ذات الحالة المائية الجيدة تقوم بعملية التنفس أفضل من الأوراق ذات المحتوى المائي الأقل بذلك تتلطف درجة حرارة الأوراق ويزيد فرق درجات الحرارة بين الورقة و الهواء المحيط نحو الإيجاب بزيادة المحتوى المائي للأوراق.

أما عند المهجن Ofanto/MBB فقد كانت هذه العلاقة معنوية سلبية ويفسر ذلك على أن هذه العشيرة تمتاز بالتأخير في الإسبال مقارنة بالعشائر الأخرى، من الناحية الفيزيولوجية الأوراق ذات المحتوى المائي العالي تكون أكثر شبابا من الأوراق ذات المحتوى المائي الأقل، وعليه تبدي حساسية وتأثيرا أكبر تجاه الإجهادات اللاحيوية. والنتيجة هي أن تنفس عالي للورقة لا يعني تخفيض لدرجة حرارة الغطاء النباتي بل زيادتها. هذه الفرضية أدت جزئيا إلى علاقة الارتباط المعنوية السلبية بين فرق درجة الحرارة ودرجة التبكير في الإسبال عند المهجن Ofanto/Mrb₅. من ناحية الإنتخاب، الإختيار الأمثل للمهجن Ofanto/MBB يكون في الخطوط ذات محتوى مائي ورقي صغير لأن أنماطها الوراثية تمتاز بمقاومة أحسن للإجهاد المائي و الحراري، في المقابل عند المهجينان Ofanto/Waha و Ofanto/Mrb₅ الإختيار يكون على الخطوط التي تملك محتوى مائي نسبي ورقي عالي.

الأوراق ذات المساحة الكبيرة تكون أكثر تعرضا لأشعة الشمس وأكثر احتكاكا بالهواء المحيط ما يؤدي إلى فقد كمية هامة من الماء في وحدة (سم²) من الورقة، مقارنة بالأوراق الأقل

مساحة (Begg and Turner, 1976; Belkharchouche et al., 2009). ويبدو أن هذه الظاهرة تعتمد على نوع من التصالب، لأنها تلاحظ فقط في تصالبيين من التصالبات الثلاثة. فرق درجات الحرارة ($T_{air}-T_{cv}$) يرتبط سلبيا مع مؤشر المقاومة للإجهاد الحراري، هذا يشير أن مؤشر الإجهاد الحراري يوفر نفس المعلومات التي توفرها صفة الفرق في درجات الحرارة للغطاء النباتي. مؤشرا المقاومة للإجهاد المائي و الحراري يرتبطان إيجابيا و معنويا عند الهجن الثالث. هذا يبين أنهما يعطيان نفس المعلومة ويمكن أن يعوض أحدهما الآخر. ونلاحظ أيضا أن دراسة العلاقات الإرتباطية بين المتغيرات المدروسة بين غياب علاقة المعنوية بين المتغيرات المعنية بالإجهاد المائي والإنتاجية الحبية العالية.

هذه النتائج تشير إلى وجود تأثير محدد للقاعدة الوراثية لكل تصالب، حيث نلاحظ أن نفس الصفة المأخوذة كمعيار إنتخاب، تعطي زيادة الفعالية في الإنتخاب لصفات معينة في تصالب دون الآخر، كالذي يلاحظ عند الإنتخاب على أساس المحتوى المائي النسبي للأوراق حيث يؤثر في فرق درجات الحرارة التي تنخفض عند الهجين Ofanto/MBB وترتفع عند الهجينان الآخران ، ويلاحظ ذلك أيضا من خلال المردود الذي يزداد معنويا عند هجينان ولا يتغير عند الهجين الثالث بالإنتخاب لنفس الصفة. الإنتخاب على أساس التبيكير في الإسبال يزيد من درجة التبيكير بـ 2.0 ، 1.4 ، و 1.3 يوم على التوالي للهجن الثالث Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، و Ofanto/Mrb₅ بالمقارنة مع متوسطات التبيكير للعشائر. هذا الإختصار في دورة الحياة يقابله زيادة للمردود الحبي والإقتصادي للهجينين Ofanto/MBB و Ofanto/Waha ، وإنخفاض للمردود عند الهجين Ofanto/Mrb₅. الإنتخاب على أساس تغير درجات الحرارة بين الغلاف النباتي والهواء المحيط بالنبات يؤثر معنويا بالإيجاب على عشائر وبالسلب على عشائر أخرى، إذ يؤثر بزيادة معنوية للمردود الحبي والإقتصادي عند Ofanto/MBB ، ونقصان للغلة الإقتصادية للهجين Ofanto/Waha ، أيضا تراجع المردود الحبي والإقتصادي للهجين Ofanto/Mrb₅.

بمقارنة الزيادات المحصل عليها للمردود الحبي بالإنتخاب على أساس الصفات السابقة نجد أن أكبر زيادة للغلة الحبية والإقتصادية تكون بالإنتخاب على أساس المردود الحبي العالي وعلى أساس المؤشر، في حين الإنتخاب على أساس المتغيرات الأخرى يعطي زيادات ضعيفة نسبيا في أغلب الأحيان للمردود الحبي. وعليه يتوجب على مربي النبات إما إستعمال تقنية ما يسمى بالإنتخاب المتعاقب، أو إستعمال طريقة ثانية بإنتخاب أفراد أكثر مقاومة للإجهادات وتهجينها مع أنماط

عولمي ع (2009). المساهمة لدراسة تباين المحتوى المائي النسبي، درجة حرارة الغطاء النباتي، والبنية الورقية للجيل الثالث F3 عند القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.). مذكرة ماجستير فيولوجيا النبات. جامعة فرحات عباس سطيف. 92 ص .

وراثية أكثر إنتاجا. وفي هذا المجال يبقى جمع أكبر قدر ممكن من المعلومات حول هذه الأفراد وتحديد أكثر المتغيرات تأثيرا على تحسن المقاومة ضد الإجهادات وزيادة الإنتاج هاما جدا في هذه الدراسة والدراسات المستقبلية.

الختام

يعتبر كل من الإجهاد المائي والحراري عاملان أساسيان في تحديد الأصناف ذات التأقلم لإنتخاب صفات متأقلمة مع الظروف المناخية الخاصة بالجزائر عامة والهضاب العليا الشرقية بصفة خاصة (Baldy, 1974). هناك بحوث ودراسات كثيرة تقام بهذه المناطق في محاولة لإنتخاب وتطوير أصناف جديدة من القمح الصلب ذات إنتاجية عالية ومقاومة فعالة للإجهادات اللاحيوية، تركز هذه الدراسة على تقييم أداء الأنماط الوراثية للنسل F3 من القمح الصلب للمردود الحي والإقتصادي، ومعرفة إستجابتها وتأقلمها للظروف المناخية السائدة. تشير النتائج المتحصل عليها أن الإنتخاب أحادي الصفة أظهر تباين كبير وإختلاف في النتائج المحققة من أجل الرفع في قدرة إنتاج هذه الأنماط الوراثية للمردود الحي والإقتصادي.

الإنتخاب على أساس قيم عالية للمحتوى المائي الورقي ساهم في زيادة معنوية للمردود الحي والإقتصادي للهجينان Ofanto/MBB و Ofanto/Waha، ترافقت هذه الزيادة للغلة الحبية مع تكيفات وتحورات فيزيولوجية و مرفولوجية هامة للأنماط الوراثية لمقاومة ظروف الإجهاد كتقليل المساحة الورقية، التقليل من فقد الماء، وإنقاص الوزن النوعي للأوراق. كل هذه الصفات تعتبر هامة جدا في المناطق شبه الجافة (Fischer, 1985; Mazouz, 2006; Bouzerzour and Benmahammed, 2009; Cabrera-Bosquet et al., 2009; Belkharchouche et al., 2009).

صفة التبركير في الإسبال مرغوبة جدا في المناطق الجافة (Makhlouf et al., 2006; Bouzerzour et al., 1998b; Abbassenne et al., 1997; Hadjichristodoulou, 1987) على أساس هذه الصفة حقق زيادة في الغلة الحبية والإقتصادية للهجينين Ofanto/MBB و Ofanto/Waha بينما تقهقرت عند الهجين Ofanto/Mrb₅. الإنتخاب على أساس مقاومة الإجهاد الحراري و درجة حرارة الغطاء النباتي، أظهر وجود خطوط ذات أنماط وراثية أكثر مقاومة وإنتاج لمردود الحي والإقتصادي عند الهجين Ofanto/MBB ، حيث تتفوق في أداء المردود على أحسن الآباء المتصالبة.

بالإنتخاب ناحية المردود الحي والإقتصادي المرتفع داخل العشائر لـF3 يمكن الحصول على عدة صفات هامة جدا من شأنها أن تتيح لنا في المستقبل دراستها وتطويرها للحصول على أصناف

أكثر تأقلمًا وإنتاجًا ضمن الظروف المناخية السائدة، كإستثمار في الخطوط ذات الوزن النوعي الصغير والمبكرة في الإسبال عند Ofanto/MBB و الخطوط ذات الوزن النوعي الكبير عند Ofanto/Waha . أيضا إنخفاض سرعة الفقد المائي الورقي وزيادة المساحة الورقية للخطوط المتفوقة في المردود للتصالبات الثلاث هام جدا لرفع المردود تحت ظروف الجفاف. ويتجلى هذا التطلع برفع المردود والحصول على أصناف جديدة أكثر إنتاجًا ومقاومة للإجهادات (Bouzerzour and Benmahammed, 2009; Benmahammed et al., 2008; Bouzerzour et al., 2000; Araus et al., 1998; O'Toole and Gruz, 1980).

الإنتخاب المتعدد الصفات بالإنتخاب على أساس المؤشر حقق زيادة معنوية ومعتبرة للمردود الحي والإقتصادي، هذا النوع من الإنتخاب ساهم بشكل لافت إلى تحسين الصفات الفينولوجية والمورفولوجية والفيزيولوجية للأتماط الوراثية من القمح الصلب ضد مقاومة الإجهادات والتأقلم لظروف الجفاف، بزيادة المحتوى المائي النسبي في الأوراق (Mazouz, 2006) ، وزيادة المساحة الورقية لورقة العلم (Hioun et al., 2002)، أو نقصانها عند خطوط أخرى (O'Toole, 1985; Fischer, 1985; and Gruz, 1980)، وزيادة الوزن النوعي الورقي (Belkharhouche et al., 2009)، وإنخفاض درجة حرارة الغطاء النباتي (Cabrer-Bosquet et al., 2009; Rosyara et al., 2008; Wardlaw and Moncor, 1995; Blum et al., 1989) وزيادة سرعة الفقد المائي الورقي أو إنخفاضها (Blum, 1996; Harrath, 2003; Houassine, 2004)، زيادة المقاومة للإجهاد المائي والحراري (Bouzerzour et al., 1998b; Ben Salem and Vieira Da Silva, 1990).

من خلال هذه الدراسة يمكن القول أن الإنتخاب متعدد الصفات أثبت فعاليته في الرفع من كفاءة الأتماط الوراثية المختبرة مقارنة مع أداء الآباء المتصالبة (Bouzerzour et al., 1998b) ، عكس الإنتخاب على أساس صفة واحدة الذي تباينت نتائجه ولم تكن مضمونة وامتازت بالحدودية في العديد من الحالات (Benmahammed et al., 2003)، ولم يساهم في الجمع بين مورثات الإنتاج ومورثات التأقلم والمقاومة ضد الإجهادات اللاحيوية، كإنتخاب على أساس زيادة الوزن النوعي للورقة الذي لم يحقق أي تقدم في أداء المردود للهجن الثلاث. وفي حالات أخرى حقق نتائج مهمة وملفتة للإهتمام كإنتخاب على أساس التباين في الإسبال حيث ترافق تبكير الإسبال المكتسب عند الهجينين Ofanto/Waha و Ofanto/MBB بزيادة معنوية للمردود الحي والإقتصادي.

تشير هذه النتائج أن عشائر الجيل الثالث تملك تنوع وتباين وراثي كبير داخل القاعدة الوراثية، يمكننا من تتبع الخطوط التي أبدت تأقلم ومقاومة للإجهادات اللاحيوية وزيادة معتبرة للمردود الحي والإقتصادي. يؤكد علماء تربية النبات على أهمية توسيع القاعدة الوراثية عند كل إنتخاب لكسب أكبر تباين وراثي داخل العشائر ما ينعكس بالإيجاب في عملية الإنتخاب والتحسين للصفات المرغوبة (Lee and Kaltsikes 2000; Kumbahar and Iarik, 1996; Falconer, 1981)، يحدث ذلك عندما يختلف الأبوان في الجينات المسؤولة عن الصفة (Quick, 1998).

من هذه الدراسة يمكن أن نعتبر أن هذه النتائج المحققة كمؤشر إيجابي جدا لإستنباط أنماط وراثية جديدة أكثر إنتاجا ومقاومة للجفاف، غير أننا لا ننصح بالحكم على نجاح عمليات الإنتخاب هذه، أولا كون هذه الإختبارات طبقت للمرة الأولى على هذه التصلبات ، وثانيا كون هذه المناطق تمتاز بمناخ متغير ومتقلب من سنة لأخرى، وعليه ننصح بإعادة وتكرار هذه الدراسة عدة مرات حتى نتوصل إلى جمع أكبر عدد من المعلومات حول سلوك هذه الأنماط الوراثية.

- * Abbassenne, F. (1998). Etude génétique de la durée des phases de développement et leur influence sur le rendement et ses composantes chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). thèse magister, INA Alger, 81 pages.
- * Abbassenne, F., Bouzerzour, H., Hachemi, L. (1997). Phénologie et production du blé dur (*Triticum durum* Desf.) en zone semi-aride. *Ann. Agron. INA*, 18, 24-36.
- * Abebe, T., Guenzi, A.C., Martin, B., Cushman, J.C. (2003). Tolerance of mannitol-accumulating transgenic wheat to water stress and salinity. *Plant Physiology*, 131: 1748-55.
- * Acevedo, E., Craufurd, P.Q., Austin, R.D., Perez Marco, P. (1991). Traits associated with high grain yield in barley in low yielding environments, *J. Agric. Sci. Camb.*, 116:23-36.
- * Ackerson, R.C. (1981). Osmoregulation in cotton in response to water stress. II. Leaf carbohydrate status in relation to osmotic adjustment. *Plant Physiol*, 67: 489-493.
- * ADE, (2000). Le marché mondiale du blé dur et la place de l'union européenne. Rapport d'évolution de la politique communautaire du blé dur, p30.
- * Ahmadi, N. (1983). Variabilité génétique et hérédité des mécanismes de tolérance à la sécheresse chez le riz (*Oryza sativa* L.). I. Développement du système racinaire. *L'Agron. Trap*, 38: 110-117.
- * Aidaoui, A., Hartani, T. (2000). Gestion de l'irrigation du blé dur par des indicateurs de l'état hydrique. In Royo C. (ed.), Nachit M.M. (ed.), Di Fonzo N. (ed.), Araus J.L. (ed.). *Durum wheat improvement in the Mediterranean region: New challenges= L'amélioration du blé dur dans la région méditerranéenne: Nouveaux défis*. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, *Options Méditerranéennes*. pp: 579-582.
- * Al-Dakheel, R.J. (1991). Osmotic adjustment: A selection criterion for drought tolerance. In: E. Acevedo, A.P. Conesa, P. Monneveux and J.P.A. Srivastava, (eds), *physiology-Breeding Winter Cereals for Stress Mediterranean Environments*. Montpellier. France. pp: 337-368.
- * Alderfasi, A. (2001). Evaluation of certain traits associated with drought resistance in wheat under field conditions. *Annals of Agricultural Science Cairo*, 46: 71-83.
- * Ali Dib, T., Monneveux, P., Araus, J.L. (1992). Adaptation a la sécheresse et notion d'idéotype chez le blé dur II. Caractères physiologiques d'adaptation. *Agronomie*, 12: 381-393.
- * Ali Dib, T., Abdul-Hamid, I. (2004). Réponses physiologiques de quelques lignes de triticales (X. Triticosecale Wittmack). à la salinité au stade juvénile. *Al Awamia*. No 112: 96-107.
- * Allaway, W.G., Mansfield, T.A. (1970). Experiments and observations on after-effect of wilting in stomata of *Rumex sanguineus*. *Can. J. Bot*, 48: 513-523.
- * Amani, I., Fischer, R.A., Reynolds. M.P. (1996) Canopy temperature depression association with yield of irrigated spring wheat cultivars in a hot climate. *J. Agron and Crop Sci*, 176: 119-129.
- * Amokrane, A. (2001). Evaluation et utilisation de trois sources de germoplasme de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Thèse de magister, Institut d'agronomie, Université Colonel El Hadj Lakhdar, Batna. 80 p.

- * Amokrane, A., Bouzerzour, H., Benmahammed, A., Djekoun, A. (2002). Caractérisation des variétés locales, syriennes et européennes de blé dur évaluées en zone semi-aride d'altitude. *Sciences et Technologie*, Université Mentouri, Constantine, numéro spécial D, 33-38.
- * Annicchiarico, P., Pecetti, L. (1995). Morpho-physiological traits to complement grain yield selection under semi-arid Mediterranean conditions in each of the durum wheat types *mediterraneum typicum* and *syriacum*. *Euphytica*, 86: 191-198.
- * Annicchiarico, P., Chiari T., Bazzani F., Bellah, F. (2002). Reponse of durum wheat cultivars to Algerian environments. 2. adaptative traits *J.Afric. Environ. Intern. Develop*, 96: 261-271.
- * Annicchiarico, P., Abdellaoui, Z., Kelkouli, M., 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., Reynolds, M.P., Acevedo, E. (1993). Leaf posture, grain yield, leaf structure and carbon isotope discrimination in wheat. *Crop. Sci*, 33: 1273- 1279.
- * Araus, J.L., Amaro, T., Voltas, J., Nakkoul, H., 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.
- * Araus, J.L., Slafer, G.A., Reynolds, M.P., Royo, C. (2002). Plant breeding and water relations in C₃ cereals. What should we breed for? *Ann. Bot.*, 89: 925-940.
- * Araus, J.L., Vellegas, D., Aparicio, N., Garcia, L.F., del Morel, S.E., Hani, Y., rharrabti, J.P., Ferrio, Royo, C. (2003). Environmenatal factors determining carbon isotope discrimination and yield in durum wheat under Mediterranean condition. *Crop sci*, 43: 170-180.
- * Aurélie, L., Lopez, F., Vansuyt, G., Berthomieu, P., Fourcroy, P., Casse-Delbart, F. (1995). Les plantes face au stress salin. *Cahiers Agricultures*. Synthèse, 4: 263-273.
- * Austin, R.B., Bingham, J., Blackwell, R.D., Evans, L.T., Ford, M.A., Morgan, C.L., M, (1980). Genetic improvements in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes. *The journal of agricultural science*. Cambridge, 94: 675–689.
- * Bahlouli, F., Bouzerzour, H., Benmahammed, A. (1998). Etude de la réponse a la sélection sur la base de la précocité au stade épiaison chez l'orge (*Hordeum Vulgare-L*) en zone semi aride d'altitude. *Annales INA*, 21 : 70-74.
- * Bahlouli, F., Boujeryr, A., Benmahammed, A. (2004). contribution de la tige au remplissage du grain du blé dur (*Triticum durum* Desf.) sur climat méditerranéen. *Cahier Agriculture*. pp15.
- * Bahlouli, F., Bouzerzour, H., Benmahammed, A., Hassous, K.L. (2005). Selection of high yielding and risk efficient durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars under semi-arid conditions. *Pak. J. Agro*, 4: 360-365.
- * Bahlouli, F., Bouzerzour, H., 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.

- * Bajji, M., Lutts, S., Kinet, J.M. (1999). Physiological changes after exposure to and recovery from polyethylene glycol-induced water deficit in callus cultures issued from durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars differing in drought resistance. *J. Plant Physiol.* (sous presse).
- * Bajji, M., Lutts, S., Kinet, J.M. (2001). Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf aging in three durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars performing differently in arid conditions. *Plant Sci.*, 160: 669-681.
- * Baldy, G. (1974). Contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatiques et de leurs influences sur la production des principales zones céréalières. *Document du Projet céréale*, 170p.
- * Baldy, C., Ruelle, P., Fernandes, A. (1993). Résistance à la sécheresse du sorgho-grain en climat méditerranéen. *Sécheresse*, 4: 85-93.
- * Barrs, H.D., 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.
- * Begg, J.E., Turner N.C. (1976). Crop water deficits. *Adv. Agron.* 28; 161-217.
- * Belaid, A., Moussaoui, M. (1999). Le blé dur dans le monde: Production, commerce et effets attendues des récents changements économiques, In: Séminaire régional sur l'amélioration du blé dur dans les régions arides de l'Asie le l'ouest et de l'Afrique du nord (WANA), Alger les 27-29 Novembre 1999, 20 pages.
- * Belhassen, E., This, D., Monneveux P. (1995). L'adaptation génétique face aux contraintes de sécheresse. *Cahier d'Agriculture*, 1: 251-261.
- * Belkharouch, H., Fellah, S., Bouzerzour, H., Benmahammed, A., 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.
- * Benkherbache, N. (2001). Contribution de la sélection à l'amélioration et à la stabilité du rendement en grains de l'orge dans un environnement méditerranées. Thèse de magister. ENSA. 70 p.
- * Benlaghli, M., Bouattara, N., Monneveux, P., Bories, C. (1990). Les blés des oasis: étude de la diversité génétique et de la physiologie de l'adaptation au milieu. Les systèmes agricoles oasiens. V. Dollé and G. Toutain. Tozeur, CIHEAM/CCE-DG VIII: Options Méditerranéennes. pp 171-194.
- * Benmahammed, A., Kermiche, A., Hassous, K. L., Djekoun, A., Bouzerzour, H. (2003). Sélection multi-caractères pour améliorer le niveau de stabilité du rendement de l'orge (*Hordeum vulgare* -L.) en zone semi-aride, *revue sciences et technologies*, 19: 98-103.
- * Benmahammed, A., Djekoun, A., Bouzerzour, H., Hassous, K. (2005). Genotype x year interaction of barley (*Hordeum* spp.) grain yield and its relationship with plant height, earliness and climate factors under semi-arid growth conditions. *Dirasat*, 32: 239-247.
- * Benmahammed, A., Bouzerzour, H., Mekhlouf, A., Benbelkacem, A. (2008). Variation de la teneur relative en eau, l'intégrité cellulaire, la biomasse et l'efficacité 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.
- * Ben Salem, M., Vieira Da Silva, J.B. (1990). Mécanismes physiologiques de résistance à la sécheresse et création variétale. Rapport d'activité numéro 1 MA/DGFRA/INRAT, Tunisie, 23 p.

- * Ben Salem, M., Boussen H, Slama. A. (1997). Évaluation de la résistance à la contrainte hydrique et calorique d'une collection de blé dur : recherche de paramètres précoces de sélection. Sixièmes Journées scientifiques du réseau Biotech.-Génie Génétique des plantes, Agence francophone pour l'enseignement supérieur et la recherche (AUPELF/UREF), Orsay, 30 juin-3 juillet 1997, Aupelf/Uref : 316-326.
- * Benabdelli, K., Benseddik, B. (2000). Impact du risque climatique sur le rendement du blé dur (*Triticum durum* Desf.) en zone semi-aride. *Approche écophysologique. Sécheresse*, 11: 45-51.
- * Bishop, D.L., Bugbee, B.G. (1998). Photosynthetic capacity and dry mass partitioning in a semi-dwarf wheat (*Triticum aestivum* L.). *J Plant Physiol*, 153: 558-565.
- * Bizid, E., ZID, E., Grignon, C. (1988). Tolérance à NaCl et sélectivité K⁺/Na⁺ chez les triticales. *Agronomie*, 8: 23-27.
- * Blum, A. (1988). Plant breeding for stress environments. Boca Raton 4:CRC Press Florida, USA, 223 pp.
- * Blum, A., Shpiler, L., Golan, G., Mayer, J.(1989). Yield stability and canopy temperature of wheat genotypes under droughtstress. *Field Crops Research*, 22: 289-296.
- * Blum, A. (1996b). Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. *Plant Growth Regulation*, 20: 135-148.
- * Borell, A.K., Incoll, L.D., Simpson, R.J., Dalling, M.J. (1989). Partitioning of dry matter and the deposition and use of stem reserves in a semi –dwarf wheat crop. *Ann Bot*, 63: 527-539.
- * Boukecha, D. (2001). Etude agronomique et génétique de la tolérance à la sécheresse de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Thèse magister, INA, El-harrach. 133 pages.
- * Bouzerzour, H., Benmahammed, A. (1994). Environmental factors limiting barley grain yield in the high plateaux of eastern Algeria. *Rachis*, 12: 11-14.
- * Bouzerzour, H., Djekoune, A., Benmahammed, A., Hassous, L. (1998a). Contribution de la biomasse aérienne, de l'indice de récolte et de la précocité au rendement en grain de l'orge (*H. vulgare* L.) en zone semi-aride d'altitude. *Chaiers d'Agriculture*, 8: 133-137.
- * Bouzerzour, H., Benmahammed, A., Makhlof, D., Harzallah, D. (1998b). Evaluation de quelques techniques de selection pour la tolerance aux stress chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) en zone semi-aride d'altitude. *Céréaliculture*, 33: 27-33.
- * Bouzerzour, H., Bahlouli, F., Benmahammed, A., 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., Benmahammed, A., Mekhlouf, A., Hadj Sahraoui, A., Harkati, N., (2001a); Variation climatique et comportement des variété typiques de blé dur. *Revue Cahiers de l'agriculture*, 2: 16-22.
- * Bouzerzour, H., Benmahammed, A., Benkharbache, N., 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. (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.
- * Brigge, L.L., Shantz H.L. (1913). *Relative water requirements of plants*. J. Agric. REs, 7: 155-212.
- * Burton, G.W. (1951). Quantitative inheritance in pearl millet *Pennisetum glaucum*. *Agron. J.*, 43: 409-417.
- * Cabrera-Bosquet, L., Albrizio, R., Araus, J.L., Nogués, S. (2009). Photosynthetic capacity of field-grown durum wheat under different N availabilities: A comparative study from leaf to canopy. *Environmental and Experimental Botany*, 67: 145–152.
- * Calhoun, D.S., Gebeyehu, G., Miranda, A., Rajaram, S., and Van Ginkel, M. (1994). Choosing evaluation environments to increase wheat grain yield under drought condition, *crop sci*, 34: 673-678.
- * Ceccarelli, S. (1987). Yield potential and drought tolerance of segregating populations of barley in contrasting environments. *Euphytica*, 36: 265-273.
- * Ceccarelli, S. (1987). Tolerance to climate stresses. Barley GeneticVs. Proceed. 5th Intern. Barley Genetics Symposium, Okyama, pp. 689-702.
- * Chaerle, L., Saibo, N., Van Der Straeten, D. (2005). Tuning the pores: towards engineering plants for improved water use efficiency. *Trends in Biotechnology*, 23: 308-315.
- * Chaker, A., Brinis, L. (2004). Effet de deux niveaux de choc thermique sur deux parametres physiologiques du blé dur (*Triticum durum* Desf.). *Céréaliculture*, 42: 21-28.
- * Cheeseman, J.M. (1988). Mechanisms of salinity tolerance in plants. *Plant Physiol.*, 87: 547-550.
- * Chenafi, H., Bouzerzour, H., Aidaoui, A. (2004). Réponse du rendement en grains du blé dur (*Triticum durum* Desf) cultivar waha à l'irrigation déficitaire sous climat semi-aride. Doc synthèse ITGC de sétif. 12 pp.
- * Clarke, J.M., McGaig, T.N. (1982). Excised-leaf water retention capability as an indicator of drought resistance of *Triticum* genotypes. *Can. J. Plant Sci.*, 62: 571-578.
- * Clarke, J.M., Romagosa, I., Jana, S., Srivastava, J.P., McCaig, T.N. (1989). Relationship of excised-leaf water loss rate and yield of durum wheat in diverse environments. *Can. Jal. Plant Sci*, 69: 1075-1081.
- * Clark, J.M., Romagosa, J. (1991). Evaluation of excised-leaf water loss rate for selection of durum wheat for dry environments. In: *Physiol-breedin of winter cereals for stressed Mediterranean environment* (Montpellier, France, 3-6 July 1989). Ed Qcevedo E., Conesa AP., Srivastava JP., INRA, Paris, les colloques, 55: 404-416.
- * Condon, Z.G., Richards, R.A., Rebetzke, G.J., Farquhar, G.D. (2002). Improving water-use efficiency and cropyield, *crop Sci*. 42: 122-132.
- * Croston, RP., Williams, J.T. (1981). A world survey of wheat genetic resources. *IBPGR Secretariat Rome*, 80: 59.37
- * DaCosta, M., Wang, Z., Huang, B. (2004). Physiological adaptation of Kentucky bluegrass to localized soil drying. *Crop Science*, 44: 1307-1314.

- * Davies, W.J., Zhang J. (1991). Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. *Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology*, 42: 55-76
- * Davis, W.J., Tardieu F., Trejo, C.L. (1994). How do chemical signals work in plants that grow in drying soil? *Plant Physiol*, 104: 309-314.
- * Dedio, W., (1975). Water relations in wheat leaves, as screening tests for drought resistance. *Can. J Plant Sci*, 55: 369 - 378.
- * Delauney, A.J., Verma D.P.S. (1993); Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. *Plant J.*, 4: 215-223.
- * Deléens, E., Barthes, L., Prioul, J.L. (1995a). Modélisation du fractionnement isotopique du flux de C photosynthétique chez les végétaux à métabolisme C3 et C4 et les applications obtenues en chambre d'assimilation. In utilisation des isotopes stables pour l'étude du fonctionnement des plants (Maillard, P., & R. Bonhomme, Eds) Colloques, 70: 43-64. INRA ed. Paris.
- * Deléens, E., Hannachi, L., Gate, P., Bouthier, A., Casabianca, H. (1995b). Composition isotopique du carbone du blé au cours du développement: efficacité d'utilisation de l'eau de la plante et des différents organes verts participant au remplissage. Discrimination and growth characteristics in bread wheat. In stable isotopes and plant carbon-water relations (Ehleringer, J.R., A.E. Hall, & G.D. Farquhar, eds). pp. 419-434. Academic Press. New York.
- * Demirevska, K., Simova-Stoilova, L., Vassileva, V., Vaseva, I., Grigorova, B., Feller, U. (2008). Drought induced leaf protein alterations in sensitive and tolerant wheat varieties. *Gen. Appl. Plant Physiology, Special Issue*, 34: 79-102.
- * De Raissac, M. (1992). Mécanisme d'adaptation à la sécheresse de la productivité des plantes cultivées. *Agronomie Tropicale*, 46: 29-39.
- * Diehl, R. (1975). Agriculture générale. *Encyclopédie agricole*. Edition J.-B. Baillière, Paris, 2ème édition, 396p.
- * Dily, F., Billard J., Saos J., Huault C. (1993). Effect of NaCl and gabaculine on chlorophyll and proline levels during growth of radish cotyledons. *Plant Physiol. Biochem*, 31: 303-316.
- * Dixit, R.N., Patil, V.P. (1993). Variability and heritability studies in wheat. *J. of Maharashtra Agric. Univ*, 8: 170-172.
- * Dreier, W. (1978). Possibilité d'une élaboration d'un test de présélection des variétés de plantes ayant une haute résistance aux sels sur la base de la relation entre la teneur en proline des tissus végétaux et la résistance aux sels. C.E.R. Agro. Algerie. pp. 736-789.
- * Eckhart, N.A. (2002). Abscisic acid biosynthesis gene underscores the complexity of sugar stress and hormone interaction. *Plant Cell*, 14: 2645-2649.
- * Ehert, D.L., Redmann, R.E., Harvey, B.L., Cipywnyk, A. (1990); Salinity-induced calcium deficiencies in wheat and barley. *Plant Soil*, 128, 143-151.
- * El Jaafari, S., Paul, R., Lepoivre, P., Sema1, J., Laitat, E. (1993). Résistance à la sécheresse et réponses à l'acide abscissique : analyse d'une approche synthétique. *Cahiers Agricultures*, 2: 256-263.
- * El Jaafari, S., Le Poivre, Ph., Semal, J. (1995). Implication de l'acide abscissique dans la résistance du blé à la sécheresse. ED. Auplf-Uref. John Libbey Eurotext. Paris, 141-148.

- * Elias, E.M. (1995). Durum wheat products. In Fonzo, N., di (ed.), Kaan, F., (ed.), Nachit, M., (ed.). *Durum wheat quality in the Mediterranean region = La qualité du blé dur dans la région méditerranéenne*. Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 1995. p. 23-31 : 1 ill.; 4 tables; 26 ref. (*Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 22*).
- * Ellen, J. (1987). Effects of plant density and nitrogen fertilization in winter wheat (*Triticum aestivum* L.): In. production paten and grain yield. *Neth. J. Agric Sci*, 35: 137-153.
- * Epstein, E., Rush, D.W., Kingsbury, R.W., Kelley, D.B., Cunningham, G.A., Wrona, A.F. (1980). Saline culture of crops, a genetic *approch*. *Science*, 210: 399-404.
- * Erdel, L., Taleisnik, E. (1993). Changes in water relation parameters under osmotic and stresses in maize and sorghum. *Physiol. Plant*, 89: 381-387.
- * Falconer, D.S. (1981). *Introduction to Quantitative Genetics*, 2nd Edn. Longman, London and New yourk. 340 p .
- * FAO, (2004). *Annuaire de la production*. 2004-2005.
- * Farquhar, G.D., O'Leary, M.H., Berry, J.A. (1982). On the relationship between carbon isotope discrimination and the intercellular carbon dioxide concentration in leaves. *Aust. J. Plant Physiol*, 9: 121-137.
- * Farquhar, G.D., Richards, R.A. (1984). Isotopic composition of plant correlates with water-use efficiency of wheat genotypes. *Aust. J. Plant Physiol*, 11: 539- 552.
- * Farquhar, G.D., Ehleringer, J.R., Hubick, K.T. (1989). Carbon isotope discrimination and photosynthesis. *Ann. Rev. plant physiol. Plant Mo. Biol*, 40: 503-537.
- * Feldman, M., Lupton, F.G.H., Miller, T.E. (1995). Wheats. In J. Smartt, N.W. Simmonds : *Evolution of crop plants*. Longman Group Ltd., London, 184-192.
- * Feldman, M. (2001). Origin of Cultivated Wheat. Dans Bonjean A.P. et W.J. Angus (éd.) *The World Wheat Book: a history of wheat breeding*. Intercept Limited, Andover, Angleterre, p 3-58.
- * Feliachi, K. (2000). Programme de développement de la céréaliculture en Algérie. Dans : *Actes du premier symposium international sur la filière blé 2000-Enjeux et stratégies*, Alger (Algérie), 7-9 février 2000, pp. 21-27.
- * Fellah, A., Benmahammed, A., Djekoun, A., Bouzerzour, H. (2002). Sélection pour améliorer la tolérance aux stress abiotiques chez le blé dur (*Triticum turgidum* L. var. *durum*). *Actes de l'IAV, Hassan II* (Maroc), 22: 161-170.
- * Fellah, S. (2008). Variation de la teneur relative en eau, de l'intégrité cellulaire, de la croissance et de l'efficacité 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.
- * Fischer, R.A. (1985a). Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *J Agri Sci*, 105: 447-461.
- * Garg, A.K., Kim, J.K., Owens, T.G., Ranwala, A.P., Choi, Y.D., Kochian, L.V., Wu, R.J. (2002). Trehalose accumulation in rice plants confers high tolerance levels to different abiotic stresses. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 15: 898-903.
- * Gate, P., Boutier, A., Casabianca, H., Deléens, E. (1993). Caractères physiologique décrivant la tolérance à la sécheresse des blés cultivés en France: interprétation des

corrélations entre rendement et la composition isotopique du carbone des grains .In tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne .Diversité génétique et amélioration variétale. (Monneveux, P., & M. Bensalem, eds).Colloques 64: 61-73 INRA Ed. Paris.

- * Gate, P. (1995). Ecophysiologie du Blé, *de la Plante à la Culture*. Editions technique et documentation, Lavoisier, *paris Cachan*, 351p.
- * Greenway, H., Munnes, R. (1980); Mechanism of salt tolerance in non halophytes. *Annu. Rev. Plant Physio*, 31: 149-190.
- * Grignac, P. (1965). Contribution a l'étude de (*Triticum durum* Desf.) Thèse Doctorat, Ensa Toulouse. 160 pages.
- * Grignac, P. (1981). Rendement et composantes du rendement du blé d'hiver dans l'environnement méditerranéen. Séminaire scientifique. Bari (Italie), pp. 185-194.
- * Hadjichristodoulou, A. (1985). Stability of Performance of Cereals in Low- Rain fall Areas as Related to Adaptive Traits. Drought Tolerance in Winter Cereals Proceedings of an International Workshop, 27-31 October 1985, Capri, Italy, 191-199.
- * Hadjichristodoulou, A. (1987). The effects of optimum heading date and its stability on yield and consistency of performance barley and durum wheat in dry areas. *J. Agri. Sci. Camb*, 108: 599 - 608.
- * Hamza, M. (1980). Réponses des végétaux à la salinité. *Physiol Vég*, 18: 69-81.
- * Hannachi, L., Deléens, E., Gate, P. (1996). Nitrogen and carbon isotope composition of wheat grain : alteration due to sink-source modification at flowering. *Mass spectrometry*, 19: 979-86.
- * Hanson, PR., Riggs, TJ., Klose, SJ., Austin, RB. (1985). High biomass géotypes in spring barley. *J Agric Sci Cambm*, 105: 73-8.
- * Harrath, N. (2003). Analyse génétique de l'intégrité cellulaire et de la vitesse de dessèchement foliaire chez le blé dur (*Triticum durum* Desf). Thèse de magister, Institut des Sciences de la Nature, Centre Universitaire Larbi Ben Mhidi, OEB, 50 p.
- * Hauchinal, R.R., Tandon, J.P., Salimath, P.M. (1993). Valorisation and adaptation of wheat varieties to heat tolerance in peninsular India. In: Saunders, D.A. and G.P. Hettel EDS, Wheat in heat stressed environments, irrigated, dry areas and rice-wheat farming systems, Mexico, D.F., Cimmyt, 175-183.
- * Havaux, M. (1987). Emission de lumière et de chaleur par les feuilles végétales, mesure rapide des désordres physiologiques dans les plantes. Thèse de l'Enseignement Supérieur. Université Libre de Bruxelles, 90p.
- * Hayashi, H., Alia Mustardy, L., Deshniem, P., Ida M., Murata, N. (1997). Transformation of *Arabidopsis thaliana* with the *codA* gene for choline oxidase; accumulation of glycinebetaine and enhanced tolerance to salt and cold stress. *Plant Journal*, 12: 133-42.
- * Hayek, T., Ben Salem M., Zid E. (2000). Mécanisme ou stratégie de résistance à la sécheresse: Cas du blé, de l'orge et du triticale. CIHEAM-IAMZ, *Options Méditerranéennes* : Série A. Séminaires Méditerranéens, 40: 287-290.
- * Hioun, S., Dekak, A., Khamar, L. (2002). Effet des dates de semis et le traitement hydrique sur 12 variétés de blé dur en zone semi-aride. *Céréaliculture*, 37: 17-23.

- * Houassin, D., (2004). Adaptation au stress hydrique de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.). *Céréaliculture*, 42: 29-35.
- * Hsiao, T.C. (1973). Plant responses to water stress. *Annu. Rev. Plant Physiol*, 24: 519-570.
- * Hsiao, T.C., Acevedo, E. (1974). Plants responses to water deficits, water use efficiency and drought resistance. *Agric. Meteorol*, 14: 59-84.
- * Hubac, J., Vieira, D.a., Silva, J. (1980). Indicateurs métaboliques de contraintes mésologiques. *Physiol. Vég*, 18: 45-53.
- * Hurd, E.A., (1974). Phenotype and drought tolerance in wheat. *Agric Meterol*, 19: 39-55.
- * Jackson, R.D., Kustas, W.P., Choudhury, B.J. (1988). A reexamination of the crop water stress index. *Irrig. Sci.*, 9: 309-317.
- * Johnson, R.C., Nguyen, H.T., Croy, L.I. (1984). Osmotic adjustment and solute accumulation in two wheat genotypes differing in drought resistance. *Crop Sci.*, 24: 957-962.
- * Jonard, P. (1970). Etude comparative de la croissance de deux variétés de blé tendr. *Annales Amélioration des plantes*. 14: 101-130.
- * Jones, M.M., Turner, N.C., Osmond, C.B. (1981). Mechanisms of drought resistance. Dans : *The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants*, Paleg, L.G. et Aspinall, D. (éds). Academic Press Australia, Sydney, pp. 15-37.
- * Jones, JR, Qualset, CO. (1984). Breeding crops for environmental stress tolerance in applications of genetic engineering to trop improvement. Eds. Collins G B. and Petolino J G. Martinus Nijhoff, Junks publishers pp. 305-340.
- * Kameli, A., Losel, D.M. (1995). Contribution of carbohydrates and other solutes to osmotic adjustment in wheat leaves under water stress. *J. Plant Physiol.*, 145: 363-366.
- * Karou, M., Haffid, R., Smith, D., Samir, N. (1998). Roots and shoot growth water use and water use efficiency of spring durum wheat under early-season drought. *Agr*, 18: 181-186.
- * Katerji, N., Mastrorilli, M., van Hoorn, J.W., Lahmer, F.Z., Hamdy, A., Oweis, T. (2009). Durum wheat and barley productivity in saline-drought environments. *European Journal of Agronomy*, 31: 1-9.
- * Kishor, P.B.K., Hong, Z., Miao, C.H., Hu, C.A.A., Verma, D.P.S. (1995). Overexpression of A1-Pyrroline -5- Carboxylate Synthetase Increases Proline Production and Confers Osmotolerance in Transgenic Plants. *Plant Physiology*, 108: 1387-1 394.
- * Koryo, H. W., Stelzer, R., Huchzermeyer, B. (1993). ATPase activities and membrane fine structure of rhizodermal cells from sorghum and *Spartina* roots grown under mild salt stress. *Bot. Acta*, 106: 110-119.
- * Koryo, H.W. (1997). Ultrastructural and physiological changes in root cells of sorghum plants (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanesis* cv. Sweet Sioux) induced by NaCl. *J. Exp. Bot.*, 48: 693-706.
- * Kramer, P.J., Boyer, J.S. (1995). Water relations of plants and soils. Academic Press, California, Lavergne, J. Briantais, J.M., (1996). Photosystem-II heterogeneity. In: Ort DR and Yocum CF (eds). Oxygenic photosynthesis: The light reactions, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp 265-287.
- * Kribaa, M., Hallaire, S., 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.

- * Kumbahar, B.M., Larik, S.A. (1996). Genetic analysis of some yield parameters in *Triticum aestivum* L. Wheat. *information servise*, 71:29-32.
- * Lee, J.P. Kaltsikes, J. (2000). Multivariate statistical analysis of grain yield and agronomic characters in durum wheat. *Theoretical and applied genetics*, 43: 226-231.
- * Lee-Stadelmann, O., Stadelmann, E.J. (1976). sugar composition and freezing tolerance in barley croons eat wearying carbohydrate levels, *crop sci*, 29: 1266-1270
- * Levigneron, A., Lopez, F., Vansuyt, G., Berthobieu, P., Foureroy, P., Casse Delbart, F. (1995). Les plantes face au stress salin. *Chaiers Agricultures*, 4: 263-273.
- * Levitt, J. (1980). Responses of plants to environmental stress. Academic Press, 2 vol. N. Y., USA, 607 pages.
- * Levitt, J. (1982). Water stress. In: « Responses of plant to environmental stress, water radiation, sait and other stress ». *New York Academic Press*: 25-282.
- * Lin, C.S., Binns, M.R., Lefkovitch, L.P. (1986). Stability analysis: Where do we stand ?. *Crop science*, 26: 894-900.
- * Ludlow, M.M., Muchow, R.C. (1990). A critical evaluation of traits for improving crop yields in water-limited environments. *Adv. Agron*, 43: 107-153.
- * Maas, E.V. (1986). Salt tolerance of plants. *App Agric Res*, 1: 12-26.
- * Mara, F. (1992). Le secteur agricole et les perspectives de sa promotion et de son développement. Rapport général de la commission nationale consultative sur l'agriculture, 292 pages.
- * Mather, K., Jinks, J.L. (1971). Biometrical genetics. *Chapman and Hall Ltd*, London. 382p.
- * Mather, K., Jinks, J.L. (1977). Introduction to biometrical genetics. *Chapman and Hall Ltd*, London. 231p.
- * Mazouz, L., (2006). Etude de la constribution des paramètres phéno morphologiques dans l'adaptation du blé dur dans l'étage bioclimatique semi aride. Thèse de magister. Département d'agronomie. Université EL-HADJ LAKHDAR-Batna . 81 p.
- * Mekhlouf, A. (1998). Etude de la transmission héréditaire des caractères associés au rendement en grains et de leur efficacité en sélection chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Thèse de magister, INA, El harrache, 67 pages.
- * Mekhlouf, A., Bouzerzour, H., Dehbi, F. (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.
- * Mekhlouf, A, Bouzarzour, H., Benmahammed, A., Hadj Sahraoui, A., Harkati. N. (2006). Adaptation des variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf) au climat semi_arid. *sécheresse* (sous presse). 17: 507-13.
- *Mi, G.H., Tang, L., Zhang, F.S. (1999). Nitrogen uptake and translocation during grain formation of two wheat cultivars with contrasting maturity appearance. *J. China Agric Univ*, 4: 53-57.
- * Monneveux, P., Nemmar, M. (1986). Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre (*T aestivum* L.) et chez le blé dur (*T. durum* Desf.) : étude de l'accumulation de proline au cours du cycle de développement. *Agron*, 6: 583-90.

- * Monneveux, P., Belhassain, E. (1995). Adaptation génétique face aux contraintes de la sécheresse *Cahiers de l'Agriculture*, 4: 251-261.
- * Monneveux, P., Belhassen, E. (1996). The diversity of drought adaptation in the wide. *Plant Growth Regul.* 20 : 85-92.
- * Moragues, M., García del Moral, L.F., Moralejo, M., Royo, C. (2006). Yield formation strategies of durum wheat landraces with distinct pattern of dispersal within the Mediterranean basin II: Biomass production and allocation. *Field Crops Res.* 95: 182–193
- * Morard, P. (1995). Les cultures végétales hors sol. Publications agricoles, 47-Agen, Fr. 301p.
- * Morgan, J.M. (1984); Osmoregulation and water stress in higher plants. *Annu. Rev. Plant Physiol*, 35: 299-550.
- * Mosaad, MG., Ortiz-Ferrara, G, Mahalakshmi, V., Fischer, RA. (1995). Phyllochron response to vernalization and photoperiod in spring wheat. *Crop Science*, 35: 168-171.
- * Moseki, B. (2007). Evidence for the presence of two components of the root transmembrane potential of a halophyte *Sesuvium. portulacastrum* (L) L grown under saline conditions, *Scientific Research and Essay*, 2: 013-015
- * Mouhouche, B., Boulassel, A. (1999). Contribution à une meilleure maîtrise des pertes en eau d'irrigation et de la salinisation des sols en zones arides. INRA. Algerie .*Recherche Agronomique*, 4: 15-23.
- * Mouret, J.C., Conesa, A., Gaid, A. Monneveux, P. (1988). Identification des facteurs de variabilité du rendement de blé dur en conditions hydriques limitantes dans la région de Sidi Bel Abbés. *Céréaliculture*, 23: 1-9.
- * Naamoune H. (2000). Etude comparée de deux procédés de moulure influence sur les caractéristique le produit et le volume du grain. In séminaire... (blé 2000). 91-98.
- * Nachit, M.M., Jarrah, M. (1986). Association of some morphological characters to grain yield in durum wheat under Mediteranian dryland conditions. *Rachis*, 5:25-35.
- * Nakamura, T., Osaki, H., Ando, M., Tadano, T. (1996); Differences in mechanisms of salt tolerance between rice and barley plants. *Soil Science & Plant Nutrition*, 42: 303-314.
- * Nultsch, W. (2001). Allgemeine Botanik. 11. Auflage. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- * Ober, ES., Sharp, RE. (1994). Proline accumulation in maize (*Zea mays* L.) primary roots at low water potentials. I. Requirement for increased levels of ABA. *Plant Physiology*, 105: 981-987.
- * O'Toole, S. Gruz, P. (1980). Response of leaf water potential. stomatal resistance and leaf rolling to water stress, *Plant Physiol*, 65: 428-437.
- * Oudina, M., Bouzerzour, H. (1988). Variabilité du rendement de l'orde (*Hordeum vulgare* L.) variété Tichedrett sous l'influence du climat des heuts plateaux Sétifiens. In : Proc. Symp Inter. On the Agrometeorology of rainfed barley-based farming systems. Eds WMO- Icarda, 100-119.
- * Ouerghi, Z., Zid, Hajji, E., Soltani. MA. (2000). Comportement physiologique du blé dur (*Triticum durum* L.) en milieu salé. In *option mediterraneennes. L'amélioration du blé dur dans la region mediterraneenne: Nouveaux defis*. Eds C. Royo, M.M. Nachit, N.DI Fonzo, J.L. Araus. (CIHEAM; Centre Udl – IRTA, CIMMYT, ICARDA), 309-313.

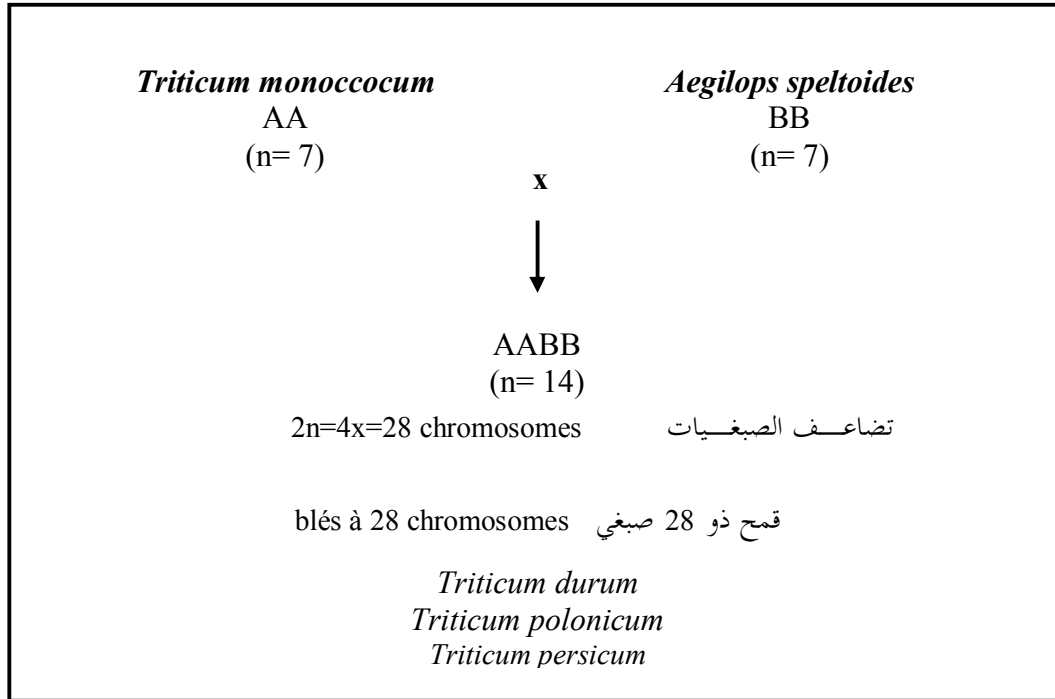
- * Pajević, S., Kristić, B., Stanković, Z., Plesnicar, M., Denić, S. (1999). Photosynthesis of flag leaf and second wheat leaves during senescence. *Cereal research Communication*, 27: 155-162.
- * Palfi, G., Bito, M., Palfi, Z. (1973). Water deficit and free proline in plant tissues. *Fiziol. Rast.* 20: 233–238.
- * Papadakis, J.S. (1938). *Ecologie agricole*. Gembloux and Paris., 312 pp.
- * Passioura, J.B. (2002); Environmental biology and crop improvement. *Functional Plant Biology*, 29: 537- 546.
- * Passioura, J.B. (2004). Increasing crop productivity when water is scarce: from breeding to field management. *In proceedings of the 4th International Crop Science Congress " New directions for a diverse plant"*. Brisbane, Australia. 12 pages, www.regional.org-au/au/cs.
- * Pathmanabhan, G., Rao, JS. (1976). Note on potassium as a possible index for screening sorghum varieties for salt tolerance. *Indian J Agric Sci*, 46: 392-394.
- * Pourrat, Y. (1974). Propriétés écophysiological associées à l'adaptation d'*Artemisia herbaalba*, plante d'intérêt pastoral, au milieu désertique. Thèse. 3 e cycle, Univ., Paris VI, 129 p.
- * Quick, J.S. (1998). Combining ability and interrelationships among an international array of durum wheats. In Proc. 5th Int. Wheat Genet. Symp., ed. S. Ramanujam, 635-47. New Delhi, India.
- * Rashid, A., Stark, J.C., Tanveer, A., 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.
- * Rassaa, N., Ben Haj Salah, H., Latiri, K. (2008). Thermal responses of Durum wheat *Triticum durum* to early water stress. Consequence on leaf and flower development. *Plant biology and pathology*. C. R. Biologies, 331: 363–371
- * Rausch, T., Kirsch, M., Low, R., Lehr, A., Viereck, R., Zhigang, A. (1996). Salt stress responses of higher plants: The role of proton pumps and Na⁺/H⁺ antiporters. *1. Plant Physiol*, 148: 425-433.
- * Rawson, H.M., Hindmarsh, J.H., Fisher, R.A., Stockman, Y.M. (1983). Changes in leaf photosynthesis with plant ontogeny and relationships with yield per ear in wheat cultivars and 120 progeny. *Aust. J. plant physiol*, 10: 503-514.
- * Rawson, H.M. (1988). Effect of high temperatures on the development and yield of wheat and practices to reduce deleterious effects. p. 44- 62. In: A.R. Klatt (ed.). *Wheat Production Constraints in Tropical Environments*. Mexico, D.F.: CIMMYT.
- * Rayapati, P.J., Stewart, C.R (1991). Solubilization of a proline dehydrogenase from maize (*Zea mays* L.) mitochondria. *Plant Physiology*, 95: 787-791.
- * Rekika, D., Nachit, M.M., Araus, J.L., Monneveux, P. (1998). Effects of water deficit on photosynthetic rate and osmotic adjustment in tetraploid wheats. *Photosynthetica*, 35: 129-138.
- * Rekika, D., Kara, Y., Souyris, I., Nachit, M., Asbati, A., Monneveux, P. (2000). The tolerance of PSH to high temperatures in durum wheat (*T. turgidum* conv. *durum*). Genetic variation and relationship with yield under heat stress. *Cereal Research Communications*, 28: 395-402.

- * Reynolds, M.P. (1993). High temperature effect on the development and yield of wheat and practices to reduce deleterious effect. In Conf, On wheat production constraints in tropical environment, *Eds Klatt, UNDP-Cimmyt*, 44-62.
- * Reynolds, M.P., Balota, M., Delgado, M.I.B., Amani, I., and Fischer, R.A. (1994). Physiological and morphological traits associated with spring wheat yield under hot, irrigated conditions. *Aust. J. Plant Physiol*, 21: 717-30.
- * Reynolds, M.P., Singh, R.P., Ibrahim, A., Ageeb, O.A.A., Larque- Saarvedra, A., Qick, J.S. (1997); Evaluation physiological traits to complement empirical selection for wheat in warm environments. *Euphytica*, 100: 85-94.
- * Rhoades, J., Kandiah, A., Mashli, A. (1992). The use of saline waters for crop production. FAO irrigation and drainaga paper 48.
- * Richards, R.A., Passioura J.B. (1981). Seminal root morphology and water use of wheat. 1. Environmental effects. *Crop Sci*, 21 : 249-52.
- * Richards, R.A., Rebtzke, G.J., Van Herwaardlen, A.F., Dugganb, B.L., Condon, A.G. (1997). Improving yield in rainfed environments through physiological plant breeding. *Dry land Agriculture*, 36: 254-266.
- * Richards, R.A., Rebetzke, G.J., Condon, A.G., Van Herwaarden, AF. (2002). Breeding Opportunities for Increasing the Efficiency of Water Use and Crop Yield in Temperate Cereals. *Crop Science*, 42: 111-121.
- * Roosens, N., Willem, R., Li, Y., Verbruggen, I., Biessemans, M., Jacobs, M. (1999). Proline metabolism in the wild-type in salt tolerant Mutant of (*Nicotina pluumbaginifolia*) studied by ¹³C- nuclear magnetic resonance imaging. *Plant Physiol*, 121: 1281-1290.
- * Rosyara, U.R., Vromman, D., Duveiller, E. (2008). Canopy temperature depression as an indication of correlative measure of spot blotch resistance and heat stress tolerance in spring wheat. *Plant Pathology*, 90: 103-107
- * Saab, I.N., Sharp. R.E. (2004). Non-hydraulic signals from maize roots in drying soil: inhibition of leaf elongation but not stomatal conductance. *Planta*, 179: 466-474.
- * Saadalla, M.M., Alderfasi, A.A. (2000). Infrared-thermal sensing as a screening criterion for drought tolerance in wheat. *Annals of Agricultural Science Cairo*, 45: 421-437.
- * Sabahat, Z., Ajmal, Khan, M. (2002). Comparative effect of NaCl and seawater on seed germination of *Limonium stocksii*. *Pak. J. Bot.*, 34: 345-350.
- * Sadeghzadeh, D., Alizadeh, Kh. (2005). Relationship Between Grain Yield and Some Agronomie Characters in Durum Wheat under Cold Dryland Conditions of Iran. *Pakistan. Biological Sciences*, 7: 959-962.
- * Sánchez, E., Ávila-Quezada, G., Gardea, A.A., Ruiz, J.M., Romero, L. (2007). Biosynthesis of proline in fruits of green bean plants: deficiency versus toxicity of nitrogen. *International Journal of EXPERIMENTAL Botany*, 56th Anniversary, 76: 143-152
- * Sandan, A.P., Harcha, C. I., Daniel, F., 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
- * Sanoeka, H., Shiota, K., Kurban, H., Chaudhary, M.I., Premachandra, G.S., Fujita, K. (1999). Effect of Slinity on Growth and Solute Accumulation in Two Wheat Lines Differing in Salt Tolerance. *Soil Sci. Plant Nutr*, 45: 873-880.

- * Savitskaya, N.N. (1967). Problem of accumulation of free proline in barley plant under conditions of soil water deficiency. *Fiziol Rast*, 14: 737-739.
- * Sauter, A., Davies, W.J., Hartung, W. (2001). The long-distance abscisic acid signal in the droughted the fate of the hormone on its way from root to shoot. *Journal of Experimental Botany*, 52: 1991-1997.
- * Schmitz, G., Schütte, G. (2000). Plants resistant against abiotic stress. University of Hamburg. NSFR, n°22.
- * Serrano, R., Cullianz-Macia, F., Moreno, V. (1999). Genetic engineering of salt and drought tolerance with yeast regulatory genes. *Scientia Horticulturae*, 78: 261-269.
- * Shanahan, J.F., Edwards, I.B., Quick, J.S., Fenwick, J.R. (1990). Membrane thermo stability and heat tolerance of spring wheat. *Crop Sci.*, 30: 247-251
- * Shantz, H.L., piemeisel, L.N. (1927). The water requirement of plants at Akron, Colorado. *J. Agri. Res*, 34: 1093-1190.
- * Sharma, R.C., Smith, E.L. (1986). Selection for high and low harvest index in winter wheat populations. *Crop Sci*, 26: 1147-1150.
- * Shen, B., Jensen, R.G., Bohnert, H.J. (1997). Increased resistance to oxidative stress in transgenic plants by targeting mannitol biosynthesis to chloroplasts. *Plant Physiology*, 113: 1177-83.
- * Siddique, K.H.M., Belford, M.W., Perry, D., Tennant, D. (1991). Growth development and light interception of old and modern wheat varieties in Mediterranean environment. *Aust. J. Agri. Res*, 40: 473-487.
- * Simon, H., Codaccioni, P., Lecoeur, X. (1989). Produire les céréales à paille. Agriculture d'aujourd'hui, science, techniques, applications Ed. J.B. Baillière, 333p.
- * Snedecor, G.W., Cochran, W.G. (1980). Statistical Methods. 7th Ed. Iowa state University Press, Ames. Iowa U.S.A. 507p.
- * Soar, C.J., Speirs, J., Maffei, S.M, Penrose, A.B., McCarthy, M.G. Loveys, B.R. (2006). Grape vine varieties Shiraz and Grenache differ in their stomatal response to VPD: apparent links with ABA physiology and gene expression in leaf tissue. *Aust. J. Grape Wine R*, 12: 2-11.
- * Soar, C.J., Loveys, B.R. (2007). The effect of changing patterns in soil-moisture availability on grapevine root distribution, and viticultural implications for converting full-cover irrigation into a point-source irrigation system. *Australian Journal of Grape & Wine Research*, 13: 2-13.
- * Srivastava, J.P. (1987). Barley and wheat for moisture limiting areas in west Asia and North Africa. in Srivastava, Jp. ,E. Porceddu, E. Acevido, S. Varma. eds. Drought tolerance in wenter cereals. Chichester: Wiley .pp: 65-78.
- * Sullivan, C.Y. (1972). Mechanism of heat and drought resistance in grain sorghum and methods of measurement. In: *Sorghum in the Seventies*. (Eds.): N.G.P. Rao and L.R. House. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi.
- * Sullivan, C.Y., Ross, W.M. (1979). Selecting for drought and heat resistance in grain sorghum. Dans : *Stress Physiology in Crop Plants*, Mussell, H. et Staples, R.C. (éds). Wiley Intersciences, New York, pp. 236-281.
- * Supper, S. (2003). Verstecktes Wasser. Sustainable Austrai, Nr- Dezember 2003.

- * Tardieu, F., Davies, W.J. (1993). Integration of hydraulic and chemical signalling in the control of stomatal conductance and water status of droughted plants. *Plant, Cell and Environment*, 16: 341-349.
- * Turk, K.J., Hall, A.E., Asbell, C.W. (1980). Drought adaptation of cowpea. I. Influence of drought on yield. *Agron. J.*, 72: 413-420.
- * Turner, J.E., Begg, J.E. (1978). Responses of pasture plants to water deficits. In : Wilson J.R. (éd.) : *Plants Relations in Pastures*. CSIRO, Melbourne, pp. 50-66.
- * Turner, N.C. (1979). Drought resistance and adaptation to water deficits in crops plants. Dans : *Stress Physiology in Crop Plants*, Mussell, H. et Staples, R.C. (éds). Wiley Intersciences, New York, pp. 303- 372.
- * Turner, N.C. (1986). Adaptation to water deficits : A changing perspective. *Aust. J. Plant Physiol*, 13: 175-190.
- * Tyankova, L.A. (1967). Effects of I.A.A. and 2,4-D on free and bound amino acids in wheat plant recovering after brief drought treatments. *Field Crop Alstr*, 153: 3-11
- * Ungar, I.A. (1978). Halophyte seed germination. *Botanical Review*, 44: 23-264.
- * Van Ginkel, M., Calhoun, D.S., ebeyehu, G.G., Miranda, A., Tianyou, C., Lara, R.P., Trethowan, R.M., Sayer, K., Crossa, J., Rajaram, S. (1998). Plant traits related to yield of wheat in early , late, or continous drought condition. *Euphytica*, 100: 109-121.
- * Van Oosterom, E.J., Acevedo, E. (1992). Adaptation of barley (*Hordeum vulgare* L.) to harsh Mediterranean environments. I. Morphological traits. *Euphytica*, 62: 1–14.
- * Vavilov, N.I. (1926). Centres of origin of cultivated plantes. *Bulletin of Applied Botany and Plant Breeding* (Leningrad), 16: 139-248.
- * Vavilov, N.I. (1951). The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. Translated by K.S.Chester, The Ronald press Co, N. Y. 364 p.
- * Vlasyuk, P.A., Shmat'koi, G., Rubanyuk, EA. (1968). Role of the trace elements zinc and boron in amino acid metabolism and drought resistance of winter wheat. *Fiziol Rast*, 15: 281-287.
- * Voetberg, G., Stewart, C.R. (1984). Steady State Proline Levels in Salt-Shocked Barley Leaves. *Plant Physiol*, 76:567–570.
- * Voinov, O.A., Voinova, O.I., Brezyek, T.S. (1996). Characteristics of the reaction of winter wheat and maize to temperature stress. Nanchnoe shlenogo kompleksa, 50-56 (In Russian, with English summary).
- * Wehner, T.C. (1982). Weighted selection indices for trials and segregating populations. *Cucurbit Genet. Coop. Rpt*, 5: 18-20.
- * Wardlaw, I.F., Dawson, I.A., Munibic, P. (1989). The tolerance of wheat to high temperatures during reproductive growth. II. Grain development. *Australian J. Agri. Res.*, 40: 1–13.
- * Wardlaw, J.F., Moncor, L. (1995). The response of wheat to high temperature following anthesis. I : the rate and duration of grain filling. *Aust J., Plant Physiol*, 22: 391-397.
- * Warming, E. (1909). Oecology of plants: An introduction to the study of plant communities. Clarendon press, Oxford. 246.

- * Westgate, M.E., Boyer, J.S. (1985). Osmotic adjustment and the inhibition of leaf, root, stem and silk growth at low water potentials in maize. *Planta*, 164: 540-549.
- * Yamaguchi-Shinozaki, K., Kasuga, M., Liu, Q., Nakashima, K., Sakuma, Y., Abe, H., Shinwari, Z. K., Seki, M., Shinozaki, K. (2002). Biological mechanisms of drought stress response. JIRCAS Working Report 2002.
- * Ykhlef, N., Djekoun, A. (2000). Adaptation photosynthétique et résistance à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum turgidum* L. var. durum): Analyse de la variabilité génotypique. *Options Méditerranéennes*, 40: 327-330.
- * Zhang J., Nguyen, H.T., Blum A. (1999). Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plants. *Journal of Experimental Botany*, 50: 291-302
- * Zhang H.X., Blumwald, E. (2001). Transgenic salt-tolerant tomato plants accumulate salt in foliage but not in fruit. *Nature Biotechnology*, 19: 765-768.
- * Zhang, S.W., Wang, C.F. (2008). Research Status Quo and Future of Low Temperature Wheat Genotypes. *Agricultural Sciences in China*, 7: 1413-1422.
- * Zid, E., Grignon, C. (1991). Les tests de sélection précoce pour la résistance des plantes aux stress. Cas des stress salin et hydrique. In: L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. Ed. AUPELF-UREF. John Libbey Eurotext. Paris, 91-108.
- * Zohary, D., Hopf, M. (1994). Domestication of plants in the Old World. Oxford, Clarendon Press. n°: 17.
- * Zuang, H. (1987). Les cultures légumières sur substrat installation et conduite .CTIFL Paris, 276p.



ملحق 1-1: الأصل الوراثي للقمح الصلب (*Triticum durum* Desf.) (Croston and Williams, 1981).



ملحق 1.1: الموقع التجريبي. محطة الأبحاث الزراعية ITGC سطيف.

ملحق 1.111: تحليل تباين الصفات المقاسة للآباء. (** معنوي عند 0.05، NS غير معنوي).

Dependent Variable: TRE

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Répétition	15	278,686	18,579	1,426	0,165
Génotype	4	263,778	65,944	5,062	0,001**
Residual	60	781,706	13,028		
Total	79	1324,170	16,762		

Dependent Variable: SIF

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Répétition	15	63,917	4,261	1,455	0,152
Génotype	4	301,309	75,327	25,716	<0,001**
Residual	60	175,754	2,929		
Total	79	540,979	6,848		

Dependent Variable: LWL

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Répétition	15	30,202	2,013	3,039	0,001
Génotype	4	34,978	8,745	13,200	<0,001**
Residual	60	39,748	0,662		
Total	79	104,928	1,328		

Dependent Variable: PREC

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Répétition	15	1,587	0,106	0,431	0,963
Génotype	4	268,075	67,019	273,081	<0,001**
Residual	60	14,725	0,245		
Total	79	284,387	3,600		

Dependent Variable: TCV

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Répétition	15	16,760	1,117	5,091	<0,001
Génotype	4	5,736	1,434	6,534	<0,001**
Residual	60	13,168	0,219		
Total	79	35,664	0,451		

Dependent Variable: DSI

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Répétition	15	206,058	13,737	1,083	0,391
Génotype	4	889,857	222,464	17,537	<0,001**
Residual	60	761,146	12,686		
Total	79	1857,062	23,507		

Dependent Variable: HSI

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Répétition	15	526,761	35,117	3,367	<0,001
Génotype	4	2315,268	578,817	55,497	<0,001**
Residual	60	625,780	10,430		
Total	79	3467,810	43,896		

Dependent Variable: PSF

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Répétition	15	43,044	2,870	1,796	0,056
Génotype	4	10,527	2,632	1,647	0,174 ^{NS}
Residual	60	95,856	1,598		
Total	79	149,428	1,891		

Dependent Variable: RDT

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Répétition	15	802406,314	53493,754	2,476	0,007
Génotype	4	507656,382	126914,096	5,875	<0,001**
Residual	60	1296177,697	21602,962		
Total	79	2606240,393	32990,385		

Dependent Variable: RDTec

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Répétition	15	8356699,188	557113,279	2,023	0,028
Génotype	4	5193198,300	1298299,575	4,714	0,002**
Residual	60	16524690,500	275411,508		
Total	79	30074587,988	380690,987		

الملخص - أجريت هذه الدراسة في الموقع التجريبي لمحطة البحوث الزراعية التابعة للمعهد التقني للمحاصيل الحقلية (ITGC) بسطيف، خلال الموسم الزراعي 2009/2008. بهدف تقييم التباينات المظهرية لثلاثة عشائر من القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.)، تجاه المتغيرات المؤشرة للمقاومة ضد الإجهادات اللاحيوية (الحالة المائية للنبات، المقاومة ضد الإجهاد المائي والحراري، البنية الورقية، درجة حرارة الغطاء النباتي)، وكفاءة المردود الحبي و الإقتصادي، وأيضا تقييم الفرق الانتخابي على أساس هذه المتغيرات وتأثيرات الانتخاب على الصفات الغير منتخبة. تظهر النتائج وجود تباينات مظهرية كبيرة بين المتغيرات المقاسة، تشير دراسة الارتباطات إلى وجود ارتباطات ضعيفة بين المقاومة للإجهادات وكفاءة المردود الحبي والإقتصادي. يؤدي الانتخاب إلى فروقات معنوية مع تأثيرات كبيرة مع المتغيرات الغير منتخبة التي تعتمد على القاعدة الوراثية المدروسة. سجلت أكبر زيادة للمردود الحبي بالنسبة للإنتخاب على أساس المردود الحبي أو على المؤشر. توحي هذه النتائج أن تحسين المردود الحبي والمقاومة للإجهادات اللاحيوية يستوجب إما إستعمال الإنتخاب المتعاقب وإما إستعمال المؤشر الذي يدمج بين صفات المقاومة و الكفاءة.

الكلمات المفتاحية: القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.)، الإجهاد، المحتوى المائي النسبي، درجة حرارة الغطاء النباتي، البنية الورقية، مقاومة، المؤشر، المردود.

Titre: [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.).]

Résumé – L'étude a été conduite sur le site expérimental de la station ITGC de Sétif au cours de la campagne 2008/2009. L'objectif est d'évaluer la variabilité phénotypique des trois populations de blé dur pour les variables indicatrices de la tolérance au stress abiotique (statut hydrique, tolérance aux stress hydrique et thermique, structure foliaires, dépression de la température de la canopée) et les performances de rendements grain et économiques, d'estimer la différentielle de sélection sur la base des ces variables et les effets de la sélection sur les variables non sélectionnées. Les résultats montrent une importante variabilité phénotype pour l'ensemble des variables mesurées. L'étude des corrélations indique le peu de liaisons entre la tolérance des stress et les performances de rendements grain et économique. La sélection induit des différentielles significatives avec des effets sur les variables non sélectionnées qui sont dépendants du fond génétique étudié. Les meilleures augmentations du rendement grain sont notées suite à la sélection sur la base du rendement grain ou sur indice. Ces résultats suggèrent que pour améliorer la tolérance des stress et les performances de rendement, il faut soit faire une sélection tandem soit utiliser un indice qui intègre les caractères contrôlant la tolérance et la performance.

Mots-clés: blé dur (*Triticum durum* Desf.), teneur relative en eau, température de canopée, structure foliaire, tolérance, indice, rendement.

Title: [Contribution to the study of the variation of the relative water content, canopy temperature depression, and foliar structure of three durum wheat (*Triticum durum* Desf.) populations.]

Summary – The study was conducted on the experimental site of the ITGC agricultural research station of Sétif during the 2008/2009 cropping season. The objectives were to evaluate the phenotypic variability within three F3-durum wheat populations for the traits related to abiotic stress tolerance (water status, stress tolerance index, foliar structure, canopy temperature depression) and grain and economic yield performances, to estimate selection differential based on the measure traits and their effects on non selected traits. The results indicated a significant phenotypic variability for most of the measured traits. Correlation analysis indicated a low relationship between stress tolerance traits and grain and economic yield performances. Selection induced significant differentials with effects on non selected traits depending on the studied genotypic background. Best grain yield increases were observed under direct selection for yield and the one based on an index. The results suggested that to improve both stress tolerance and yield performance, tandem selection need to be applied alone or along with the use an index integrating both tolerance and yield performance traits.

Key words: Durum wheat (*Triticum durum* Desf.), relative water content, canopy temperature depression, leaf structure, stress tolerance, index, grain yield.