



قسم البيولوجيا والبيئة النباتية

N°...../SNV/2015

أطروحة

مقدمة من طرف

عولمي عبدالمالك

للحصول على شهادة

دكتوراه علوم

فرع: بيولوجيا

تخصص: بيولوجيا النبات

الموضوع

تحليل مقاومة القمح الصلب (*Triticum turgidum var durum L.*) للإجهادات اللاحيوية
في آخر طور النمو

نوقشت بتاريخ 2015/05/28

أمام لجنة المناقشة

الرئيس	عادل نجيب شاكر	أستاذ جامعة فرحات عباس سطيف 1
المشرف	بن محمد عمر	أستاذ جامعة فرحات عباس سطيف 1
المتحنون	يحي عبد الوهاب	أستاذ المركز الجامعي بو الصوف ميله
	السنوسي محمد مراد	أستاذ جامعة بن مهدي أم البواقي
	بن بلقاسم عبدالقادر	أستاذ (INRA) الجزائر

الفهرس

التشكرات

الملخص

قائمة المنشورات

قائمة الجداول والأشكال

قائمة المختصرات

الصفحة	العنوان
1	مقدمة

الفصل الأول I : الدراسة النظرية (إسترجاع المراجع)

4	1. تركيب نبات القمح
4	1.1. الوصف النباتي
5	2.1. التصنيف
6	2. منشأ وتطور جنس القمح
6	1.2. الأصل الوراثي
7	2.2. الأصل الجغرافي
8	3. مراحل نمو القمح الصلب
10	1.3. الطور النضري
10	أ. مرحلة الإنبات
10	ب. مرحلة الإشتاء
11	2.3. الطور التكاثري
11	أ. مرحلة تشكل بداءات التسنيل
11	ب. التمايز الزهري
11	ج. مرحلة الإسبال والإزهار
12	د. مرحلة الألقاح
12	3.3. طور النضج
12	أ. العبة الطليبية
12	ب. العبة العجينية
12	ج. العبة الناضجة
13	4. إحتياجات نمو القمح

13	1.4 . الماء
13	2.4 . الحرارة
14	3.4 . الضوء
14	4.4 . التربة و التسميد
15	5 . زراعة وإنتاج القمح في العالم
17	6 . زراعة وإنتاج القمح في الجزائر
17	1.6 . الزراعة
18	2.6 . الإنتاج
18	7 . خصوصية مناخ المضايق العليا بالجزائر
19	8 . عوامل إنتاج القمح الصلب
19	1.8 . الجفاف والإجهاد المائي وتأثيره على النبات
22	2.8 . الإجهاد الحراري وتأثيره على النبات
22	1.2.8 . تأثير الحرارة المنخفضة
23	2.2.8 . تأثير الحرارة المرتفعة
24	3.8 . الإجهاد الملحي وتأثيره على النبات
25	9 . إستراتيجيات النبات لتحمل ومقاومة الإجهادات
27	1.9 . تجنب الإجهاد (Esquive)
27	2.9 . تفادي الإجهاد (Evitement)
28	3.9 . مقاومة الإجهاد (Tolérance)
30	10 . ميكانيزمات التأقلم للقمح والطرق والاختبارات المتبعة لدراسة وتحسين المقاومة ضد الإجهادات الأحيوية
30	1.10 . معايير الانتخاب والتحسين الفينو- مورفو- فيزيو- كيميائية
30	1.1.10 . درجة حرارة الغطاء النباتي
31	2.1.10 . مؤشر المقاومة للإجهاد المائي والحراري
32	3.1.10 . الكلوروفيل
33	4.1.10 . البرولين والتعديل الأسموزي
34	5.1.10 . السكريات الذائبة
35	6.1.10 . المحتوى المائي النسبي والفقد المائي الورقي
35	7.1.10 . مورفولوجيا ومساحة الورقة
36	8.1.10 . الجهد المائي الورقي
37	9.1.10 . مورفولوجية وطول النبات
37	10.1.10 . الانتخاب بإستعمال المؤشر

38	1.1.1.10. تبكير الإنبال وتقليص دورة الحياة للنبات
38	2.10. الإنتخاب والتحسين بإستعمال المؤشرات والتقنيات الحديثة
39	1.2.10. الإنتخاب بإستعمال الـ QTL
42	2.2.10. الإنتخاب بإستعمال نظير الكربون وفعالية إستغلال الماء
43	3.2.10. الإنتخاب بإستعمال البروتينات
44	4.2.10. الإنتخاب بإستعمال الصور الرقمية والانعكاس الضوئي
44	5.2.10. الإنتخاب بإستعمال المرهونات النباتية

الفصل الثاني II : (المواد وطرق العمل)

46	1. الموقع التجريبي وخصائصه
47	2. المادة النباتية المستعملة وتصميم التجارب
47	1.2. المادة النباتية المزروعة
49	2.2. تصميم التجارب
49	3. التساقط والظروف المناخية خلال موسم الزرع
51	4. القياسات المنجزة
51	1.4. المساحة الورقية
52	2.4. المحتوى المائي النسبي
53	3.4. مؤشر المقاومة للأجهاد المائي
54	4.4. درجة حرارة الغطاء النباتي
55	5.4. مؤشر الإنتخاب
56	6.4. تبكير الإنبال والصفات المرفولوجية
56	5. التحليل الإحصائي للمعطيات

الفصل الثالث III : (النتائج والمناقشة)

61	III). I. الإنتخاب المبكر للجيل الثالث والإستجابة المباشرة والمرتبطة في الجيل الرابع والخامس
62	1. التغيرات الظاهرية والوراثية للمتغيرات المقاسة للجيل الثالث
63	1.1. كفاءة إنتاج المرذود الحي
65	2.1. كفاءة إنتاج المرذود الإقتصادي
66	3.1. درجة حرارة الغطاء النباتي
68	4.1. المساحة الورقية والمحتوى المائي النسبي
68	1.4.1. المحتوى المائي النسبي
69	2.4.1. المساحة الورقية
71	5.1. تبكير الإنبال ومؤشر المقاومة للأجهاد المائي

71	1.5.1. تكبير الإنبال
73	2.5.1. مؤشر المقاومة للإجهاد المائي
74	6.1. طول النبات وعدد السنابل
74	1.6.1. طول النبات
75	2.6.1. عدد السنابل
77	2. تأثير الإنبات المبكر عند الجيل الثالث على معاشن القمع الصلب
77	1.2. الإنبات الأحادي والمتعدد الصفات
78	1.1.2. تأثير الإنبات أحادي الصفة
78	1.1.1.2. إنبات على أساس المردود العبي
80	2.1.1.2. الإنبات على أساس المردود الإقتصادي
80	3.1.1.2. الإنبات على أساس المحتوى المائي النسبي للورقة
81	4.1.1.2. الإنبات على أساس المساحة الورقية
83	5.1.1.2. الإنبات على أساس المقاومة للإجهاد المائي والحراري
83	أ. الإنبات على أساس درجة حرارة الغطاء النباتي
84	ب. الإنبات لتحسين المقاومة ضد الإجهاد المائي
85	6.1.1.2. الإنبات على أساس تكبير الإنبال وطول النبات
85	أ. الإنبات على أساس تكبير الإنبال
86	ب. الإنبات لطول النبات
88	7.1.1.2. الإنبات على أساس زيادة عدد السنابل
88	2.1.2. تأثير الإنبات متعدد الصفات
88	- الإنبات على أساس المؤشر
92	3. إستجابة الجيل الرابع والجيل الخامس للإنبات المبكر عند الجيل الثالث
92	1.3. إستجابة أفراد الجيل الرابع للإنبات المبكر المباشر
93	2.3. إستجابة أفراد الجيل الرابع للإنبات المبكر الغير مباشر
96	3.3. إستجابة أفراد الجيل الخامس للإنبات المبكر المباشر
99	4.3. إستجابة أفراد الجيل الخامس للإنبات الغير مباشر
103	4. دراسة الإرتباطات المظهرية للصفات والأجيال
103	1.4. الإرتباطات المظهرية للمجين Ofanto/MBB
106	2.4. الإرتباطات المظهرية للمجين Ofanto/Waha
107	3.4. الإرتباطات المظهرية للمجين Ofanto/Mrb ₅
109	5. تحليل الإنحدار
112	(III). II. الإنبات المتأخر للجيل الخامس والإستجابة المباشرة والمرتبطة في الجيل السادس

والسابع

113	(III) . I . التغيرات الظاهرية والوراثية للمتغيرات المقاسة للجيل الخامس
113	1.1 . كفاءة إنتاج المردود الحبيبي والإقتصادي
117	2.1 . درجة حرارة الغطاء النباتي
118	3.1 . المساحة الورقية والمحتوى المائي النسبي
121	4.1 . تبكير الإنبال ومؤشر المقاومة للإجهاد المائي
124	5.1 . طول النبات وعدد السنابل
126	2. تأثير الإنبات المتأخر عند الجيل الخامس على معشائر القمح الصلب
126	1.2 . الإنبات الأحادي والمتعدد الصفات
127	1.1.2 . الإنبات على أساس المردود الحبيبي والإقتصادي المرتفع
129	2.1.2 . الإنبات على أساس المساحة والحالة المائية للورقة
131	3.1.2 . الإنبات على أساس المقاومة للإجهاد المائي والحراري
133	4.1.2 . الإنبات على أساس تبكير الإنبال وطول النبات
135	5.1.2 . الإنبات على أساس عدد السنابل
136	6.1.2 . الإنبات المتعدد الصفات على أساس المؤشر
137	3 . إستجابة الجيل السادس والجيل السابع للإنبات المتأخر عند الجيل الخامس
138	1.3 . إستجابة أفراد الجيل السادس للإنبات المتأخر المباشر وغير مباشر
143	1.2.3 . إستجابة أفراد الجيل السابع للإنبات المتأخر المباشر
143	2.2.3 . إستجابة أفراد الجيل السابع للإنبات المتأخر الغير مباشر
149	4 . دراسة الإرتباطات بين المتغيرات المدروسة

157

الخاتمة

قائمة المراجع

الملحق

تشكرات

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده

باحدي، ذي بدي، نشكر الله العلي القدير الذي وفقنا لإنجاز هذا العمل،
وأولي 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:

أتقدم بأخلص تعبير الشكر، وأسمى معاني التقدير إلى الأستاذ المشرف " بن محمد عمر"
أستاذ بجامعة فرحات عباس سطيف 1 - على كل ما قدمه لي من دعم و نصائح و توجيهات ،
حفظه الله و أطال في عمره.
أشكر الأستاذ بوزرور احمده أستاذ بجامعة فرحات عباس سطيف 1 - على مساهمته الكبيرة
ودعمه المستمر في هذا إنجاز هذا العمل.

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

- ❖ أ.د. محادل نجيب شاكر، أستاذ جامعة فرحات عباس سطيف 1.
- ❖ أ.د. يحيى عبدالوهاب، أستاذ المركز الجامعي بو الصوفه ميلة.
- ❖ أ.د. السنوسي محمد مراد، أستاذ جامعة بن مهدي أم البواقي.
- ❖ د. بن بلقاسم عبدالقادر، أستاذ باحث أ (INRA) وحدة قسنطينة.

كما أتقدم بالشكر الجزيل إلى جميع عمال وإطارات محطة البحوث الزراعية للمعهد التقني
للماصيل العقلية (ITGC) بسطيف، وأشكر كل أساتذة ومخبريي كلية علوم الطبيعة والحياة
على نصائحهم ومساعداتهم القيمة. ولا يفوتني شكر إطارات المعهد الوطني الجزائري للبحر
الزراعي INRA - وحدة سطيف -.

ولا أنسى أن أشكر والدي الكريمين، وزوجتي على تفهمهما وصبرهما معي.
وفي الأخير أشكر كل من ساهم من قريب أو من بعيد في إنجاز هذا البحث ولو بكلمة
طيبة.

الملخص

تهدف هذه الدراسة التي أجريت خلال خمسة مواسم زراعية ما بين 2009/2008 و 2013/2012 على مستوى محطة التجارب الزراعية للمعهد التقني للمحاصيل الكبرى (ITGC) بسطيف إلى دراسة تحليل مقاومة خمسة أجيال لثلاثة عشائر من القمح الصلب للإجهادات اللاحيوية في آخر طور النمو. أظهر تحليل التباين وجود تغيرات وراثية لكل الصفات المدروسة عند الآباء. قيم درجة معامل التوريث للنطاق الواسع جد مرتفعة بالنسبة للمردود الحبي و المردود الاقتصادي لدى الأجيال و العشائر مما يؤكد أهمية هاتين الصفتين في عملية الانتخاب. تظهر العشائر الثلاثة بالنسبة للأجيال الخمس المدروسة معدلات أعلى من معدلات الآباء لمعظم المتغيرات. الانتخاب المبكر عند الـ (F3) المباشر و الغير مباشر يظهر بأنه قليل الفعالية، بسبب تأثيرات تفاعل النمط الوراثي مع البيئة الذي يلغي أي تقدم وراثي. الانتخاب المتأخر على الأجيال (F5، F6، F7)، ظهر أكثر تأثيراً على المردود الحبي مقارنة بالانتخاب المبكر. تشير دراسة الارتباطات أن المردود الحبي يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالمردود الاقتصادي وعدد السنابل داخل وبين الأجيال. أيضاً ظهرت علاقة ارتباط معنوية سلبية بين درجة حرارة الغطاء النباتي المردود الحبي و الاقتصادي.

الكلمات المفتاحية: القمح الصلب، درجة حرارة الغطاء النباتي، مؤشر المقاومة للإجهاد المائي، المردود، الانتخاب المبكر والمتأخر.

Titre: [Analyse de la tolérance du blé dur (*Triticum turgidum var durum* L.) aux stress abiotiques de fin de cycle].

Résumé – La présente étude conduite durant cinq campagnes agricoles entre 2008/2009 à 2012/2013 sur le site de la Station Expérimentale Agricole de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) de Sétif, avait pour objectifs analyse de la tolérance de cinq générations des trois populations de blé dur aux stress abiotiques de fin de cycle. L'analyse de la variance indique des différences génotypiques significatives pour l'ensemble des caractères étudiés chez les parents. Les valeurs de l'héritabilité au sens large sont très élevées pour le rendement grain et le rendement économique de l'ensemble des générations et des populations confirment que ces deux caractères sont intéressants pour la sélection. Les cinq générations des trois populations présentent des moyennes supérieures à celles des parents pour l'ensemble des variables. La sélection précoce (F3) directe ou indirecte se montre inefficace à cause des effets de l'interaction (génotype X environnement). La sélection retardée (F5, F6 et F7) a un effet positif sur le rendement comparativement à la sélection précoce. L'étude des corrélations indique que le rendement grain est étroitement lié au rendement économique et au nombre d'épis intra et inter générations. Ces deux caractères sont suggérés comme traits à utiliser en sélection afin d'améliorer le rendement. La température du couvert végétal est négativement liée au rendement grain et rendement économique.

Mots clés : blé dur - température du couvert végétal - indice de tolérance au stress hydrique (DSI) – rendement - sélection précoce et tardive.

قائمة المنشورات العلمية

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

- * Oulmi, A., A. Benmahammed., Z. Laala., A. Adjabi., and H. Bouzerzour., 2014b. Phenotypic variability and relations between the morpho-physiological traits of three F5 populations of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) evaluated under semi-arid conditions. Advances in Environmental Biology, **8**(21); 436-443

قائمة الجداول

17	جدول I. 1: الإنتاج العالمي من القمح الصلب
63	جدول III. 1: تحليل التغير للصفات المقاسة عند الآباء المزروعة للجيل الثالث F3
64	جدول III. 2: دراسة التباين والمتوسطات الحدية لدرجة حرارة الغطاء النباتي، المردود الحي، والمردود الإقتصادي المقاسة عند الآباء وأفراد الجيل الثالث F3
69	جدول III. 3: دراسة التباين والمتوسطات الحدية للمساحة الورقية و المحتوى المائي النسبي المقاس عند الآباء وأفراد الجيل الثالث F3
72	جدول III. 4: دراسة التباين والمتوسطات الحدية لتبكير الإنبال ومؤشر المقاومة للإجهاد المائي المقاس عند الآباء وأفراد الجيل الثالث F3
75	جدول III. 5: دراسة التباين والمتوسطات الحدية لطول النبات وعدد السنابل في المتر خطي المقاس عند الآباء وأفراد الجيل الثالث F3
78	جدول III. 6: متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F3 للعشائر الثلاثة، وفرق الإنتخاب الفعلي والنسبي للمردود الحي (RDT). والمردود الإقتصادي (RDTec)
82	جدول III. 7: متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F3 للعشائر الثلاثة، وفرق الإنتخاب الفعلي والنسبي للمساحة الورقية والمحتوى المائي النسبي
84	جدول III. 8: متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F3 للعشائر الثلاثة، وفرق الإنتخاب الفعلي والنسبي درجة حرارة الغطاء النباتي ومؤشر المقاومة للإجهاد المائي
87	جدول III. 9: متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F3 للعشائر الثلاثة، وفرق الإنتخاب الفعلي والنسبي درجة حرارة الغطاء النباتي ومؤشر المقاومة للإجهاد المائي
89	جدول III. 10: متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F3 للعشائر الثلاثة، وفرق الإنتخاب الفعلي والنسبي درجة حرارة الغطاء النباتي ومؤشر المقاومة للإجهاد المائي
92	جدول III. 11: تحليل التباين للصفات المقاسة عند الآباء المزروعة للجيل الرابع F4 والجيل الخامس F5
94	جدول III. 12: إستجابة خطوط F4 المنتخبة عند F3 بالإنتخاب المباشر وغير المباشر للصفات المقاسة
99	جدول III. 13: الخطوط المتفوقة بالإنتخاب المتأخر لمختلف الصفات المدروسة لعشائر الجيل F3
101	جدول III. 14: إستجابة خطوط F5 المنتخبة عند F3 بالإنتخاب المباشر وغير المباشر للصفات المقاسة

104	جدول III.15 : مصفوفة الإرتباطات الظاهرية للمتغيرات المدروسة عند المهجنين Ofanto/MBB للأجيال F5، F4، F3
106	جدول III.16: مصفوفة الإرتباطات الظاهرية للمتغيرات المدروسة عند المهجنين Ofanto/Waha للأجيال F5، F4، F3
108	جدول III.17 : مصفوفة الإرتباطات الظاهرية للمتغيرات المدروسة عند المهجنين Ofanto/Mrb ₅ للأجيال F5، F4، F3
109	جدول III.18 : معادلات خط الانحدار فضلا عن معامل التحديد (R^2) لأهم العلاقات الارتباطية بين الصفات المقاسة.
113	جدول III.19: تحليل التباين للصفات المقاسة عند الآباء المزروعة للجيل الثالث F5
114	جدول III.20: دراسة التباين الظاهري والوراثي، المتوسطات الحديدية، ودرجة التوريث للمردود الحي، المردود الإقتصادي، درجة حرارة الغطاء النباتي، المحتوى المائي، والمساحة الورقية المقاسة عند الآباء وأفراد الجيل الخامس
122	جدول III.21: دراسة التباين الظاهري والوراثي، المتوسطات الحديدية، ودرجة التوريث لمؤشر المقاومة للإجهاد المائي، تكبير الإنبال، طول النبات، وعدد السنابل المقاسة عند الآباء وأفراد الجيل الخامس
127	جدول III.22: الخطوط المتفوقة بالإننتخاب المتأخر لمختلف الصفات المدروسة لعشائر الجيل
128	جدول III.23: متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F5 للعشائر الثلاثة، وفرق الإنتخاب الفعلي والنسبي للمردود الحي (RDT). والمردود الإقتصادي
129	جدول III.24: متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F5 للعشائر الثلاثة، وفرق الإنتخاب الفعلي والنسبي للمحتوى المائي النسبي (TRE). والمساحة الورقية (SF).
132	جدول III.25: متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F5 للعشائر الثلاثة، وفرق الإنتخاب الفعلي والنسبي لدرجة حرارة الغطاء النباتي (TCV). ومؤشر المقاومة للإجهاد المائي (DSI)
133	جدول III.26: متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F5 للعشائر الثلاثة، وفرق الإنتخاب الفعلي والنسبي لطول النبات (HT). وتكبير الإنبال (PREC).
136	جدول III.27: متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F5 للعشائر الثلاثة، وفرق الإنتخاب الفعلي والنسبي لزيادة عدد السنابل (NE). والمؤشر (SWI)
138	جدول III.28: تحليل التباين للصفات المقاسة عند الآباء المزروعة للجيل السادس F6 والجيل السابع F7
139	جدول III.29: إستجابة خطوط F6 المنتخبة عند F5 بالإننتخاب المباشر وغير المباشر للصفات المقاسة
142	جدول III.30: الإرتباطات المظهرية لكل متغير عبر الأجيال F5، F6، F7

142	جدول III.31: الإرتباطات المظهرية بين المتغيرات عبر الأجيال F5، F6، F7
146	جدول III.32: إستجابة خطوط F7 المنتخبة عند F5 بالإنتخاب المباشر وغير المباشر للصفات المقاسة
151	جدول III.33: مصفوفة الإرتباطات المظهرية للمتغيرات المقاسة للأجيال F5، F6، F7

قائمة الأشكال

5	شكل I-1: تركيب السنبل، الزهرة، والحب لنبات القمح
7	شكل I-2: تطور نسل الأقمح
8	شكل I-3: منشأ وإنتشار القمح
9	شكل I-4: أطوار نمو القمح
15	شكل I-5: كمية الأسمدة المضافة في الهكتار
16	شكل I-6: الإنتاج العالمي لأهم المزروعات
16	شكل I-7: أهم الدول المنتجة للقمح في العالم
21	شكل I-8: تأثير الإجهاد المائي على بعض الظواهر الفيزيولوجية
41	شكل I-9: تداخل فعل ثلاث مجاميع من جينات تحمل الجفاف وتحمل الملوحة وجينات ABA.
49	شكل II-1: مخطط زرع الأجيال F3 إلى F7 للتصالبات الثلاثة من القمح الصلب
50	شكل II-2: منحنيات التساقط وتغيرات درجات الحرارة خلال مواسم الزرع
51	شكل II-3: منحنيات التساقط وتغيرات درجات الحرارة للفترة 1995-2012
52	شكل II-4: عملية تحضير و وزن خمسة أوراق لقياس المحتوى المائي النسبي.
53	شكل II-5: تحضير العينات في أنابيب الإختبار
54	شكل II-6: عملية القراءة بجهاز قياس التحطم الخلوي
55	شكل II-7: جهاز قياس درجة حرارة الغطاء النباتي الحرارة وطريقة العمل
56	شكل II-8: عملية حصاد عينات نباتية على خط طوله 1م
63	شكل III-1: تباين كفاءة إنتاج المردود الحي (RDT) للعشائر F3 (Ofanto/Waha، Ofanto/MBB، Ofanto/Mrb ₅)، ومتوسطات الخطوط الأبوية
66	شكل III-2: تباين كفاءة إنتاج المردود الإقتصادي (RDT _{cc}) للعشائر F3 (Ofanto/MBB، Ofanto/Mrb ₅ ، Ofanto/Waha)، ومتوسطات الخطوط الأبوية
67	شكل III-3: تباين درجات حرارة الغطاء النباتي (TCV) عند العشائر F3 (Ofanto/MBB)

	Ofanto/Waha، Ofanto/Mrb ₅)، ومتوسط فرق درجات الحرارة للخطوط الأبوية
70	شكل III-4: تباين المحتوى المائي النسبي (TRE) للعشائر F3 (Ofanto/Waha، Ofanto/MBB) ومتوسطات المحتوى المائي للخطوط الأبوية (Ofanto/Mrb ₅)
70	شكل III-5: تباين المساحة الورقية لورقة العلم (SF) عند العشائر F3 (Ofanto/Waha، Ofanto/MBB) ومتوسط (SF) للخطوط الأبوية (Ofanto/Mrb ₅)
72	شكل III-6: تباين التباين في الإنبال (PREC) عند العشائر F3 (Ofanto/Waha، Ofanto/MBB) ومتوسط التباين في الإنبال للخطوط الأبوية (Ofanto/Mrb ₅)
74	شكل III-7: تباين مؤشر مقاومة الإجهاد المائي (DSI) عند العشائر F3 (Ofanto/MBB) ومتوسط (DSI) للخطوط الأبوية (Ofanto/Waha، Ofanto/Mrb ₅)
76	شكل III-8: تباين طول النبات (HT) عند العشائر F3 (Ofanto/Waha، Ofanto/MBB) ومتوسط (HT) للخطوط الأبوية (Ofanto/Mrb ₅)
77	شكل III-9: تباين مؤشر عدد السنابل (NE) عند العشائر F3 (Ofanto/Waha، Ofanto/MBB) ومتوسط (NE) للخطوط الأبوية (Ofanto/Mrb ₅)
79	شكل III-10: تأثير الإنبال على أساس المردود الحي (RDT) والمردود الإقتصادي (RDTec) على المردود الحي للجزء المنتخب (i) لعشائر F3
82	شكل III-11: تأثير الإنبال على أساس المساحة الورقية والمحتوى المائي النسبي (SF) و (TRE) على المردود الحي للجزء المنتخب (i) لعشائر F3
85	شكل III-12: تأثير الإنبال على أساس درجة حرارة الغطاء النباتي (TCV) ومؤشر المقاومة للإجهاد المائي (DSI) على المردود الحي للجزء المنتخب
87	شكل III-13: تأثير الإنبال على أساس تكبير الإنبال (PREC) وطول النبات (HT) على المردود الحي للجزء المنتخب (i) لعشائر F3
90	شكل III-14: تأثير الإنبال على أساس المؤشر (SWI) وعدد السنابل (NE)، على المردود الحي للجزء المنتخب (i) لعشائر F3
91	شكل III-15: تغير المردود الحي بالإنبال على أساس المتغيرات المقاسة لعشائر F3
93	شكل III-16: إستجابة عشائر F4 للمردود الحي تحت تأثير الإنبال المباشر والغير مباشر للجزء المنتخب (i) من عشائر F3
98	شكل III-17: الريح في المردود الحي بالإنبال المباشر للمردود الحي العالي لخطوط الهجين Ofanto/MBB عبر الأجيال F3، F4، F5.

98	شكل III.18: الريح في المردود الحبي بالانتخاب المباشر للمردود الحبي العالي لخطوط المهجين Ofanto/Waha عبر الأجيال F3، F4، F5
99	شكل III.19: الريح في المردود الحبي بالانتخاب المباشر للمردود الحبي العالي لخطوط المهجين Ofanto/Mrb ₅ عبر الأجيال F3، F4، F5.
101	شكل III.20: إستجابة عشائر الـF5 للمردود الحبي تحت تأثير الانتخاب المباشر والغير مباشر للجزء المنتخب (i) من عشائر الـF3
115	شكل III.21: تباين كفاءة إنتاج المردود الحبي (RDT) للعشائر F5، ومجال ومتوسطات الخطوط الأبوية ضمن خطوط الجيل الخامس
116	شكل III.22: تباين كفاءة إنتاج المردود الإقتصادي (RDTec) للعشائر F5، ومجال ومتوسطات الخطوط الأبوية ضمن خطوط الجيل الخامس
118	شكل III.23: تباين درجة حرارة الغطاء النباتي (TCV) للعشائر F5، ومجال ومتوسطات الخطوط الأبوية ضمن خطوط الجيل الخامس
120	شكل III.24: تباين المحتوى المائي النسبي (TRE) للعشائر F5، ومجال ومتوسطات الخطوط الأبوية ضمن خطوط الجيل الخامس
120	شكل III.25: تباين المساحة الورقية (SF) للعشائر F5، ومجال ومتوسطات الخطوط الأبوية ضمن خطوط الجيل الخامس
122	شكل III.26: تباين تكبير الإسبال (PREC) للعشائر F5، ومجال ومتوسطات الخطوط الأبوية ضمن خطوط الجيل الخامس
123	شكل III.27: تباين مؤشر الحساسية للإجهاد المائي (DSI) للعشائر F5، ومجال ومتوسطات الخطوط الأبوية ضمن خطوط الجيل الخامس
125	شكل III.28: تباين طول النبات (HT) للعشائر F5، ومجال ومتوسطات الخطوط الأبوية ضمن خطوط الجيل الخامس
125	شكل III.29: تباين عدد السنابل (NE) للعشائر F5، ومجال ومتوسطات الخطوط الأبوية ضمن خطوط الجيل الخامس
128	شكل III.30: تأثير الانتخاب على أساس المردود الحبي (RDT) والمردود الإقتصادي (RDTec)، على الصفات المقاسة للجزء المنتخب (i) للجيل الخامس
130	شكل III.31: تأثير الانتخاب على أساس البنية والحالة المائية للورقة (SF) و (TRE)، على الصفات المقاسة للجزء المنتخب (i) للجيل الخامس

132	شكل III.32: تأثير الإنتخاب على أساس درجة حرارة الغطاء النباتي (TCV)، ومؤشر المقاومة للإجهاد المائي (DSI) على الصفات المقاسة للجزء المنتخب (i) للجيل الخامس
134	شكل III.33: الإنتخاب على أساس تبكير الإنبال (PREC) وطول النبات (HT)، على الصفات المقاسة للجزء المنتخب (i) للجيل الخامس
137	شكل III.34: تأثير الإنتخاب على أساس المؤشر (SWI) وعدد السنابل (NE)، على الصفات المقاسة للجزء المنتخب (i) للجيل الخامس
140	شكل III.35: إستجابة أجيال الـF6 للمردود الحي (RDT) والمردود الإقتصادي (RDTEC)، تحت تأثير الإنتخاب المباشر والغير مباشر للجزء المنتخب (i) من الجيل الخامس
141	شكل III.36: إستجابة أجيال الـF6 لدرجة حرارة الغطاء النباتي (TCV)، تحت تأثير الإنتخاب المباشر والغير مباشر للجزء المنتخب (i) من الجيل الخامس
145	شكل III.37: إستجابة أجيال الـF7 للمردود الحي (RDT) والمردود الإقتصادي (RDTEC)، تحت تأثير الإنتخاب المباشر والغير مباشر للجزء المنتخب (i) من الجيل الخامس
145	شكل III.38: إستجابة أجيال الـF7 لدرجة حرارة الغطاء النباتي (TCV)، تحت تأثير الإنتخاب المباشر والغير مباشر للجزء المنتخب (i) من الجيل الخامس
148	شكل III.39: الربح في المردود الحي بالإنتخاب المباشر للمردود الحي العالي للخطوط عبر الأجيال F5، F6، F7
152	شكل III.40: علاقة الإرتباط بين المردود الحي (RDT) والمردود الإقتصادي (RDTEC) للأجيال F5، F6، F7
153	شكل III.41: الإرتباط بين المردود الحي (RDT) ودرجة حرارة الغطاء النباتي (TCV) للأجيال F5، F6، F7
154	شكل III.42: علاقة الإرتباط بين المردود الإقتصادي (RDTEC) ودرجة حرارة الغطاء النباتي (TCV) للأجيال F5، F6، F7
154	شكل III.43: علاقة الإرتباط بين المحتوى المائي النسبي (TRE) ودرجة حرارة الغطاء النباتي (TCV) للأجيال F5، F6، F7

قائمة المختصرات

المحتوى المائي النسبي	:TRE
مساحة ورقة العلم	:SF
عدد السنابل	:NE
تغيير الإنبال	:PREC
درجة حرارة الغطاء النباتي	:TCV
مؤشر المقاومة للأجماد المائي	:DSI
طول النبات	:HT
المردود الحبي	:RDT
المردود الإقتصادي	:RDT _{ec}
مؤشر الإنبال	:SWI
بوسلام	:Bous
محمد بن بشير	:MBB
أم الربيع	:Mrb ₅
الإنبال المعيارى البيئي	:ET _P
الإنبال المعيارى الوراثى	:ET _G
معامل التغير الظاهري	:CV _P
معامل التغير الوراثى	:CV _G
التباين الظاهري	: σ^2_p
التباين البيئي	: σ^2_e
التباين الوراثى	: σ^2_G
درجة التوريث للنطاق الواسع	:h ² _{bs}
القمح الصلب	:BD
القمح اللين	:BT
القيم القصوى	:Max
Institut Technique des Grandes Cultures	:ITGC
Food and Agriculture Organization	:FAO
Conseil International des Céréales	:CIC

مقدمة عامة

يحتل القمح المركز الأول بين محاصيل الحبوب من حيث الأهمية الاقتصادية والمساحة المزروعة عالميا (FAO, 2014)، إن تلبية الاحتياجات المتزايدة للسكان من هذا المحصول، فضلا عن تحقيق الأمن الغذائي الوطني (إذ الدول المالكة لقرارها السياسي هي الدول الآمنة إقتصاديا). يتطلب النهوض بالقطاع الزراعي زيادة الإنتاجية الحبية، ويعد القمح من أهم المحاصيل النقدية في العالم، لذا يحظى بدرجة كبيرة من الاهتمام. ونظرا لتدني مردودية وحدة المساحة مع المتوسط العالمي فقد أصبحت هناك ضرورة للوصول إلى أصناف جديدة ذات إمكانيات وراثية عالية للغلة الحبية، والتعرف على البناء الوراثي للنوع وسلوك المورثات المتحكمة بإستجابة النبات للبيئات المختلفة (Chipilsky and Georgiev, 2014; Kashif and Khaliq, 2004).

تعد الجزائر واحدة من الدول المنتجة لمحصول القمح، وتنحصر زراعة مثل هذه المحاصيل الإستراتيجية فيها في مساحات مخصصة تتمثل في المناطق الداخلية الجافة وشبه الجافة. ومنطقة سطيف هي أحد مناطق الهضاب العليا بالجزائر تمتاز بمناخ شبه جاف، شتاء بارد، تذبذب التساقط، الصقيع الربيعي، والرياح الحارة الجافة صيفا (Benmahammed *et al.*, 2005; Mekhlouf *et al.*, 2001). جميع هذه العوامل تؤثر سلبا على الإنتاج السنوي للقمح (Hannachi, 2013; Mekhlouf, 2008).

حاول العلماء منذ زمن بعيد، دراسة إستجابة النبات للجفاف، الذي يعتبر اليوم من أهم العوائق التي تواجه زراعة المحاصيل في العالم (Adjabi *et al.*, 2014; Annichiarico *et al.*, 2005) وخاصة إفريقيا والوطن العربي. أشار كل من (Bouzerzour and Benmahammed, 2009) ، قندوز، (2014) ، Oulmi *et al.*, (2014a) أنه يمكن رفع إنتاج الحبوب في المناطق الشبه جافة وذلك بإجراء إنتخاب على أساس الصفات الفيزيولوجية للنبات كدرجة حرارة الغطاء النباتي والمحتوى للمائي النسبي للأوراق، والمورفولوجية كمساحة الأوراق وحجمها، والفينولوجية كتقليص دورة حياة النبات. فتحقيق زيادة في إنتاجية الأصناف تعتبر من أكبر التحديات أمام مربّي النبات و تتطلب وقفة جدية وداعية للتفكير

بمصادر الغذاء، ومن هنا يأتي الدور الهام و الأساسي لتربية واستنباط الأصناف الجديدة الملائمة للظروف البيئية السائدة و ذات الخواص والمواصفات المرغوبة التي تزيد في الإنتاج وتحسين نوعيته (Asli and Zanjan, 2014; Benmahammed and Bouzerzour, 2001).

إن نجاح برامج التربية يعتمد على ثبات المردود في الظروف المناسبة والغير مناسبة على حد سواء، لذا كان الريح الوراثي الناجم عن عمليات الانتخاب والتربية بطيئا في المناطق محدودة الأمطار (الشبه الجافة) لأنه لا يمكن التنبؤ بموجات الحرارة ولا بالتوزيع المطري خلال الموسم (Neffar, 2013; Bousba, 2012). ويعد البحث عن الأنماط الوراثية المتمتعة بفعالية إستغلال الماء وفعالية تمثيل ضوئي عالية، هاما جدا لعلاقتهم المباشرة بدرجة حرارة الغطاء النباتي، وذلك من أجل إستخدامهما كمصادر وراثية من أجل التحسين الوراثي لإنتاجية العشائر المحلية، والحصول على أصناف عالية الإنتاج (Chipilsky and Georgiev, 2014; Bouzerzour and Benmahammed, 2009). ولقد ساهم كثير من الباحثين في دراسة التباين في الإنتاجية بين مختلف أصناف القمح (Adjabi, 2011; Laala, 2010; Fellahi, 2013; Adjabi et al., 2014). وبين هؤلاء أن الاختلاف في الإنتاجية للحبوب بين مختلف الأصناف يعود إلى الصفات الفينو-مورفو-فيزيولوجية، ويؤكدون على أهمية توسيع القاعدة الوراثية للعشائر الإنعزالية المنحدرة من التهجينات بين الأصناف، ويأملون أن يحصلوا منها على أصناف متفوقة في العديد من مكونات الغلة الحبية عند محاصيل الحبوب (Inamullah et al., 2006 ; Gooding et al., 2003).

يعتمد إختيار طريقة التربية المناسبة لمحصول القمح الصلب إعتقادا كبيرا على فهم طبيعة الفعل الوراثي الذي يؤثر في سلوك الصفات قيد الانتخاب، يعد الفعل الوراثي التراكمي (Genes with Cumulative Effect) المعيار الأساسي خلال عملية الانتخاب والتحسين الوراثي لكن الفعل الوراثي الغير التراكمي هو الأكثر أهمية خلال برنامج تكوين الهجن (Azizi et al., 2006).

تعتمد برامج التربية للوصول إلى هذا الهدف على التهجين وعلى توافر معلومات تتعلق بقدرة التوافق بين الآباء المتاحة للتهجين ومعرفة إمكانية تحقيق الكسب الوراثي بوقت قصير والوقوف على

سلوكية المورثات المعبرة عن الصفات الكمية والنوعية ذات الأهمية الإقتصادية (Singh et al., 1999). ويعد تحديد الهجن المؤشرة لصفة الغلة الحبية من بين عدد كبير من الهجن جزءا مهما من برامج التربية، وهذا يمكننا من تركيز الجهد والوقت على هذه الهجن من بين مجموع الهجن المنفذة وتمثل الحاملة لقوة الهجين (Hétérosis) في الأجيال F1 و F2 وإنخفاضها المحدود نسبيا في F3 مجتمعات مبشرة للإنتخاب والوصول إلى سلالات متفوقة عند الأجيال المتأخرة (Ahmed et al., 2014).

تهدف هذه الدراسة إلى متابعة الأنماط الوراثية لثلاث عشائر من القمح الصلب (*Triticum durum Desf.*)، تجاه المتغيرات المؤشرة للمقاومة للإجهادات اللاحيوية وبعض الصفات المورفو-فيزيولوجية، بالإضافة إلى كفاءة المردود الحبي والإقتصادي، وكذلك تقييم الفروقات بين العشائر الثلاثة بالإنتخاب المبكر والمتأخر على أساس الصفات السابقة.

تتألف هذه الأطروحة من ثلاث فصول، حيث يتعلق الفصل الأول بدراسة نظرية نحاول من خلالها إلقاء الضوء على معظم المعلومات حول الموضوع، والفصل الثاني ينطوي على وسائل وطرق الدراسة المستعملة بإستعراض التجارب والإختبارات المنجزة، أما الفصل الثالث فيقوم على عرض النتائج و مناقشتها وينقسم بدوره إلى جزئين وهما على الترتيب: الجزء الأول حول تطبيق الإنتخاب المبكر عند الجيل الثالث ودراسة الإستجابة المباشرة والمرتبطة عند الجيلين الرابع والخامس. والجزء الثاني حول تطبيق الإنتخاب المتأخر عند الجيل الخامس ودراسة الإستجابة المباشرة والمرتبطة عند الجيلين السادس والسابع.

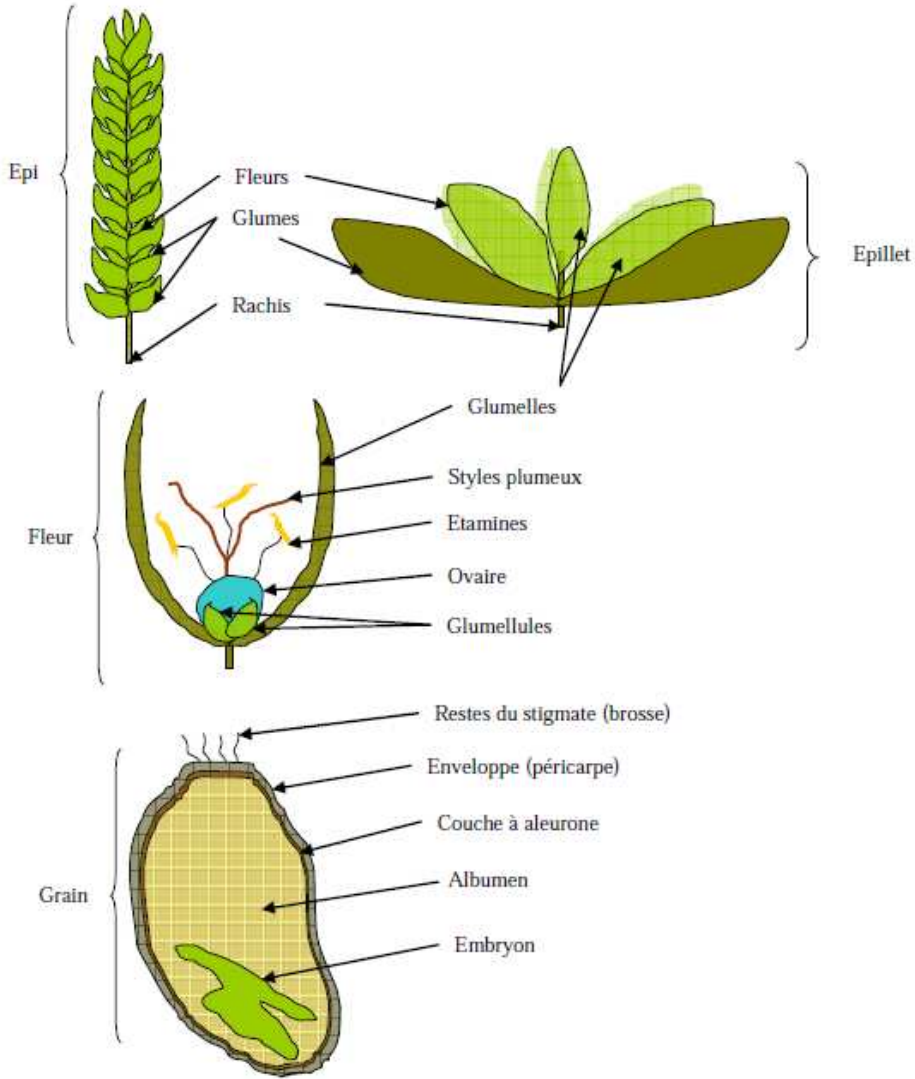
الفصل الأول I : الدراسة النظرية (إسترجاع المراجع)

1. تركيب نبات القمح

1.1. الوصف النباتي

يعتبر نبات القمح من النباتات العشبية الحولية 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 (Fellahi, 2013; Laala, 2010; Jonard, 1970)، ينمو إلى ارتفاع 1,5م ويتحول لونه إلى بني ذهبي عندما ينضج. ولكثير من أنواع القمح شعر غليظ صلب يسمى السفا barbes يمتد إلى القمة. معظم نباتات القمح لها ساق رئيسية وعدة سيقان فرعية تسمى أشطاء (تنشأ في ساق الزرع)، ولكل ورقة في نبات القمح غمد ونصل. يلتف الغمد حول الساق، بينما النصل الطويل المسطح الرفيع فيمتد إلى قمة الغمد. تتميز نباتات القمح الصغيرة بلونها الأخضر الزاهي، وتبدو مثل النجيل، وهي تتحول إلى لون بني مائل إلى الاصفرار عندما تنضج (Bogard, 2011).

تحمل سنبله القمح النموذجية من 30 إلى 50 حبة، يبلغ طول حبة القمح عادة من 3 إلى 9 ملم، ولها ثلاثة أجزاء رئيسية هي: غلاف البذرة *péricarpe*، السويداء *Albumen*، والجنين *Embryon*. الغلاف يغطي سطح الحبة ويتكون من عدة طبقات، وتشكل حوالي 14% من الحبة. وفي داخل غلاف البذرة توجد السويداء والجنين. وتشكل السويداء الجزء الأكبر من الحبة، أي حوالي 83%. أما الجنين، فيكوّن 3% فقط من الحبة، وهو جزء البذرة الذي ينمو إلى نبات جديد بعد زراعتها (شكل I-1).



شكل I-1: تركيب السنبل، الزهرة، والحب لنبات القمح مذكرة من طرف (Bogard, 2011)

2.1. التصنيف:

إتبع المهتمون بعلم النبات طرقا متعددة في تصنيف أصناف القمح منذ القدم، ولعل ما قام به العالم لينياس Lineaus سنة 1753 م ، يعتبر أول الأعمال والجهود المتميزة في هذا المجال (Feillet, 2000; Prats, 1960). حيث ينتمي القمح الصلب إلى النباتات صف أحادية الفلقة (Monocotylédones)، عائلة (Poaceae ex Gramineae) التي تنتمي إلى رتبة Glumiflore ، الجنس *Triticum* ، ونوع

Triticum durum

2. منشأ وتطور جنس القمح

1.1. الأصل الوراثي

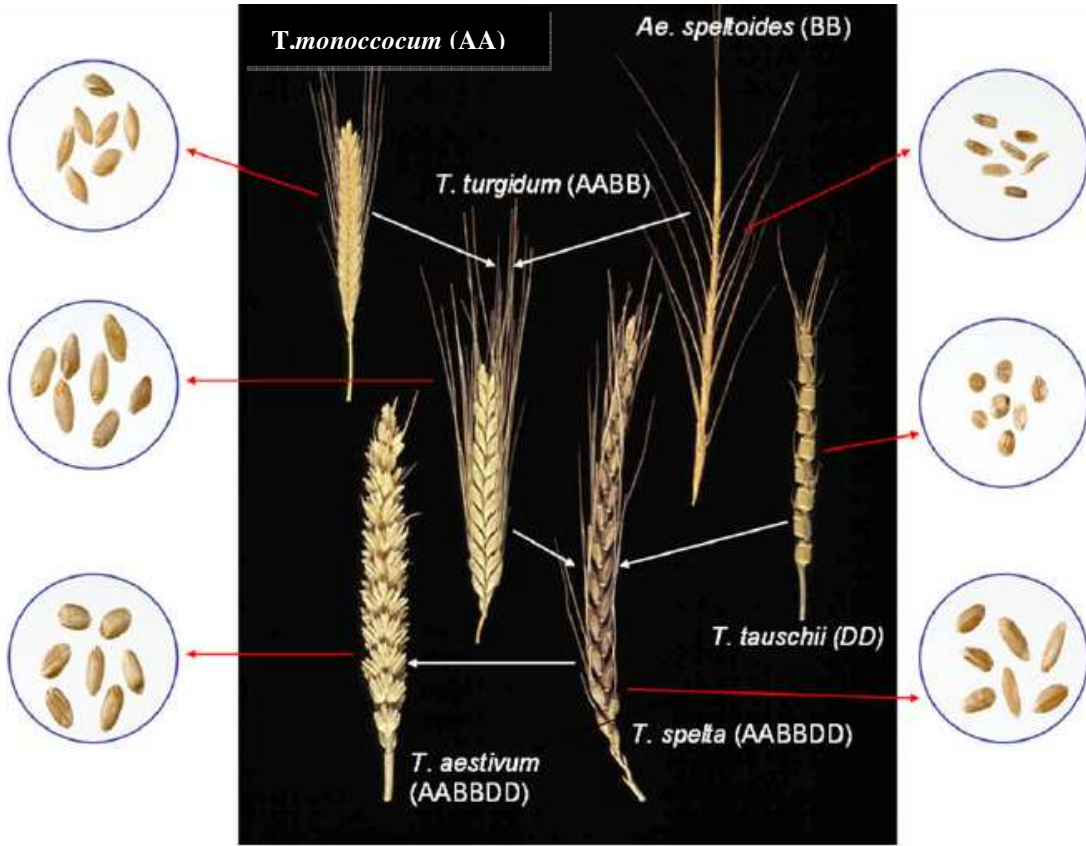
أشار Lupton عام 1987 إلى أن الأنواع البرية للقمح قد نشأت عن التهجين الطبيعي أو الطفرات أو الإصطفاء. ويعتبر القمح من أكثر النباتات تنوعا وتعقيدا من حيث التراكيب الوراثية لكنها تتبع كلها الجنس تريتيكوم *Triticum* والذي يضم عدة أنواع منها المهجنة ومنها البرية. ينتج القمح الصلب (*AABB Triticum durum* Desf., $2n=4x=28$, genome) من تهجين بين أجناس برية ذات الصيغة الصبغية (BB) و تعرف بإسم *Aegilops speltoides* و جنس *Triticum monoccocum* ذات الصيغة الصبغية (AA) (الشكل I - 2) (Shewry, 2009; Feillet, 2000). ويعتبر الجنس *Triticum durum* Desf. الأكثر إنتشارا مقارنة بالأجناس رباعية الصيغة الصبغية الأخرى (Croston and Williams, 1981).

يتكون العدد الصبغي الأساسي للقمح من 7 صبغيات (Feldman et al., 1995) ، حيث تنتج عنه ثلاث مجموعات (Feldman., 2001):

- المجموعة الأولى *Diploïdes*: تحتوي نباتات المجموعة الأولى على $2n = 2x = 14$ صبغي، والتي تعد الأصل الذي تطورت منه المجموعات الأخرى.

- المجموعة الثانية *Tétraploïdes*: رباعيات الصبغيات $2n = 4x = 28$ وهي نتيجة لتهجين الأنواع البرية والمزروعة (ثنائية الصبغيات).

- المجموعة الثالثة *Hexaploïdes*: سداسية الصبغيات وتتكون 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 $n2 = 14$ صبغي.



شكل I -2: تطور نسل الأقماع. Shewry (2009).

2.2. الأصل الجغرافي

لا يعرف أصل نبات القمح أو منشأه تأكيداً، وقد كان هذا موضوعاً للدراسة من جانب كثير من الباحثين، أشارت دراسات كل من Feldman (1955) ، Zohary and Hopf (1994) إلى أن المعالم الأولى لزراعة القمح ظهرت في منطقة الهلال الخصيب في المنطقة التي تمتد من نهر الأردن إلى الفرات حوالي 9000 سنة ق م (شكل I-3). وأكد العالم Vavilov, (1926) أن المنشأ الأصلي للقمح اللين هو جنوب غرب آسيا والقمح الصلب هو منطقة البحر الأبيض المتوسط (العراق وشمال إفريقيا، وإثيوبيا) غروشة، (2003). لينتشر فيما بعد في مناطق أخرى كالسهول الكبرى في أمريكا الشمالية (داكوتا، كندا، أرجنتينيا)، وجمهورية الاتحاد السوفياتي سابقاً (Elias, 1995). وتعتبر الحبشة مركزاً من مراكز تنوع القمح الرباعي الصيغة الصبغية ولذلك جاءت تسميته أحياناً بالقمح الحبشي (Croston and Williams, 1981; Harlan, 1975).

الإكتشافات الرئيسية تمت في المنطقة التي تمتد من نهر الأردن إلى الفرات (بالشرق الأوسط)، 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 (Vavilov, 1926). أولى الاختلافات تظهر من خلال طريقة إنتشار البذور، فالقمح البري يتكاثر تلقائيا في حين القمح "المدجن - المنزلي" لا يمكنه التكاثر دون مساعدة الإنسان، والسبب يتركز على مستوى محور السنبل "العنقود" فمبدئيا الأشكال التلقائية الذاتية تكون هشّة 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).



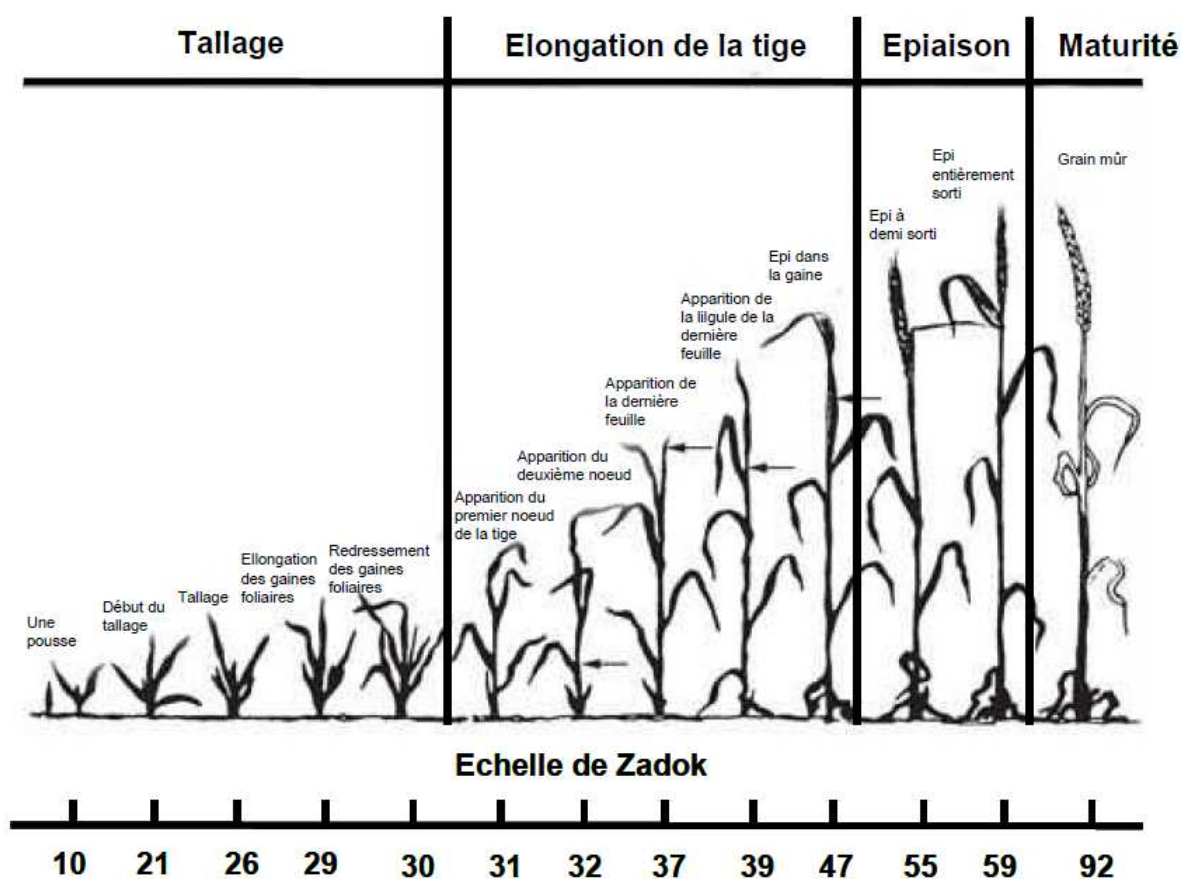
شكل I-3: منشأ وإنتشار القمح. (Zohary and Hopf, 2000).

3. مراحل نمو القمح الصلب

يوجد العديد من المقاييس لدراسة مختلف مراحل تطور نمو نبات القمح إقترحت من طرف عدة علماء وباحثين، من بين هذه المقاييس نجد مقياس Feek (Large, 1954)، ومقياس Geslin and Rivals, (1965)، ومقياس Haun (Haun, 1973)، الذي يعتبر مهم لتحديد مراحل النمو الخضري،

وأيضاً مقياس Zadoks (Zadoks et al., 1974). والذي أثبت فعالية عالية لوصف كل من المرحلة الخضريّة والتكاثرية. وقد قام Harrel et al., (1993) بتطوير برنامج حسابي يسمح بتحديد التغيرات من مقياس إلى آخر. ويمكن تقسيم دورة نمو نبات القمح إلى ثلاث أطوار أساسية والمذكورة من طرف Zadoks et al., (1974) (شكل I- 4):

الطور الخضري (الإنبات، الإشتاء)، الطور التكاثري (تشكل بداءات التسنبل، التمايز الزهري، الإسبال والإزهار، الإلقاح)، طور النضج (مرحلة الحبة الحليبية، الحبة العجينية، الحبة الناضجة).



شكل I- 4: أطوار نمو القمح (Zadoks et al., 1974)

1.3. الطور الخضري

أ. مرحلة الإنبات

تحتاج حبة القمح للإنبات إلى عنصرين رئيسيين هما الرطوبة والحرارة (Chakrabarti et al., 2011)، حيث تتراوح درجة الحرارة الصغرى لبدء الإنبات بين 3,5 – 5,5 درجة مئوية. تمتص حبة القمح الماء من التربة ليصل إلى 35-45 % من وزنها (Evans and Rawson, 1975)، فيخرج الجنين الموجود في أعلى قمة الحبة من سباته بمفعول تحفيز أنزيمات النمو المؤدية إلى تكاثر الخلايا فتظهر أولاً الجذور الأولية البذرية في جانب من البرعم، ويظهر فوقها الغمد (Coléoptile) الذي يحمي إنباشق الورقة الأولى ويشرع في النمو نحو الأعلى. إمتداد أو طول الكوليوبتيل يكون محددًا بعمق الزرع وطوله يتغير باختلاف الأنماط الوراثية (Kirby, 1993)، أصناف القمح نصف المتقزمة تملك كوليوبتيل قصير بالمقارنة مع الأصناف الطويلة. بعد إنفتاح الغمد في أعلاه تخرج منه الورقة الأولى ثم الثانية ثم الثالثة حتى يظهر الجنين البذري (Hay and Kirby, 1991). ويكتمل الإنبات عند ظهور أغماد أغلب الحبات المزروعة. البذور ذات الحجم الكبير لها العديد من المحاسن والإمميزات بالمقارنة مع البذور صغيرة الحجم، مثل سرعة نمو النبتة، عدد الأشطاء الخصبة عالي ضمن النبات الواحد والمردود الحبي العالي (Spilde, 1989).

ب. مرحلة الإشتاء

عند وصول النبات إلى مرحلة الأربعة أوراق، تبدأ البراعم الجانبية (الأشطاء) في النمو ويبرز أولها في إبط الورقة الأولى للفرع الرئيسي (Benlaribi, 1990)، و يتواصل ظهور الأوراق والبراعم الجانبية مع سيقانها في النبات (Soltner, 1980)، في نفس الوقت تبدأ الجذور الرئيسية في البروز مباشرة تحت مستوى سطح الأرض مكونة طبق الإشتاء (Plateau de tallage). ينتهي ظهور الأشطاء وتمايزها عادة مع بداية إستطالة الساق (Baker and Gebeheyu, 1982).

أظهر الباحثان Gallagher and Biscoe, (1978) أنه ليست جميع الأشطاء تنتج سنابل في القمح. وبين Fischer et al., (1976) عدد الأشطاء الخصبة يتأثر بكل من النمط الوراثي والظروف البيئية وكثافة الزرع. بين Longnecker et al., (1993) و Bousba, (2012) أن عملية الإشتاء لا تتوقف عند مرحلة نمو معينة لكن وإلى حد ما تتحكم فيها العديد من العوامل الوراثية والبيئية.

2.3. الطور التكاثري

يبدأ هذا الطور بظهور ما بين 4 - 8 أوراق على الفرع الرئيسي، ينقسم إلى:

أ. مرحلة تشكل بداءات التسنبل

خلال هذه المرحلة تبدأ الأشطاء المتراصة في مستوى طبق التجذير بالإستطالة تحت تأثير ارتفاع الحرارة وطول النهار، في المقابل تتوقف القمة عن تشكيل البداءات الورقية وتتحول إلى براعم زهرية حيث تبدأ السنبل في التخلق في أعلاه، وتبدأ السلاميات بالإستطالة (Asli and Zanjan, 2014; Jonard, 1964). إذا تجاوزت درجة الحرارة 30°م خلال مرحلة تكوين أو تشكل الزهرة فإن ذلك يؤدي إلى عقمها بشكل تام (Saini and Aspinall, 1982).

ب. التمايز الزهري

بازدياد إستطالة السلاميات وتواصل نمو السنبل تصعد السنابل لأعلى الساق، وينتفخ غمد الورقة الأخيرة (ورقة العلم) قبل أن يبرز سفاء السنبل من الورقة الأخيرة ثم ظهور السنابل لاحقا من الغمد (Bonjean et Picard, 1990).

ج. مرحلة الإسبال والإزهار

بعد خروج السنابل من غمد الورقة يبدأ الإزهار بحوالي 5 إلى 6 أيام بعد التسنبل وتدوم فترة إزهار كل سنبل ما بين يومين إلى 4 أيام (Neffar, 2013; Gate, 1995). ويتمثل الإزهار في ظهور أكياس اللقاح من السنيبلات بداية بوسط السنبل ثم يشمل البقية. في المرحلة الخضرية يكون عدد السنيبلات ضمن السنبل الواحدة بين 20 و 30 سنيبل (Kirby and Appleyrad, 1984). أشار Rahman et al., (1977) إلى وجود إرتباط إيجابي بين طول المرحلة الخضرية وعدد السنيبلات ضمن السنبل الواحدة، فتمدد المرحلة الخضرية يحث على أكبر عدد من السنيبلات ضمن السنبل الواحدة، هذه المرحلة جد حساسة للإجهادات البيئية خصوصا الأزوت والماء (Wuest and Cassman, 1992). نمو السنبل يكون بطئا في المراحل المبكرة من النمو، ويزداد ما إن تصبح ورقة العلم مرئية (Asli and Zanjan, 2014).

د. مرحلة الإلقاح

يتميز الإلقاح ظاهريا بالإسبال ثم بروز مآبر الأسدية (Anthère). تحمل كل سنيلة ما بين 3-6 أزهار خصبة (Kirby and Appleyard, 1984)، ويكون تلقيحها ذاتيا في معظم الحالات (حوالي 96%) (Martin et al., 1976). يبدأ التلقيح على مستوى السنييلات الموجودة في منتصف السنيلة لينتقل لاحقا إلى السنييلات الموجودة في قمة وقاعدة السنيلة خلال مدة تتراوح ما بين 3-5 أيام (Peterson, 1965). أزهار السنييلة المركزية المتلاحمة يحدث بها التخصيب مبكرا من يومان إلى أربعة أيام مقارنة بالأزهار المتباعدة، والحبوب الناتجة من هذه الأزهار تكون ذات وزن عال (Simmons and Crookston, 1979).

3.3. طور النضج

يبدأ النضج بعد إتمام عملية التلقيح تعمير، وملئ الحب المتكون خلال 25-30 يوم (Bahlouli et al., 2005)، ويشمل أطوار تكوين الحبوب من بداية تكوينها داخل السنيلة إلى غاية جفافها وتصلبها (Geslin et Rivals, 1965) وينقسم إلى:

أ. **الحبة الحليبية**: تواصل نمو المبيض بعد الإخصاب يؤدي إلى تشكل الحبة التي تأخذ بدورها في النمو داخل جوف الزهرة لتبلغ بذلك الطور الحليبي حيث تمتلئ الحبة (السويداء) بسائل أبيض " مادة نشوية"، ويبقى في هذه المرحلة لون الحبة أخضر كبقية النبتة في حين تميل الأوراق السفلى للنبات إلى الاصفرار. يتشكل الجنين في نفس الوقت الذي تنمو فيه السويداء (Jones et al., 1989).

ب. **الحبة العجينية**: يزداد تركيز النشاء والبروتينات داخل سويداء الحبة بفعل عملية التمثيل الضوئي ويتواصل إعادة توزيع المواد المخزونة في الأوراق والسيقان فيرتفع بذلك وزن المادة الجافة في الحبة وترداد كثافة محتواها تدريجيا وتنتقل الحبة بذلك إلى الطور العجيني الذي تبلغ فيه الحبة أقصى وزنها.

ج. **الحبة الناضجة**: في هذه المرحلة من النمو تفقد الأوراق والسيقان والسنابل لونها الأخضر وتدخل الحبة في طور النضج الفيزيولوجي الذي تأخذ فيه لونها الذهبي المعروف وحجمها النهائي. ويصبح القمح قابلا للحصاد عند تصلب الحب حيث تنخفض نسبة رطوبة الحبة إلى حوالي 12% وتصبح سهلة التصدع والتشقق.

4. إحتياجات نمو القمح

1.4. الماء

يعتبر الماء من العوامل المحددة لإنتاج نبات القمح ، كما أن أكبر كمية من الهيدروجين والأكسجين التي تدخل في تركيب المادة الجافة مصدرها الماء. يشير (Baldy, 1993) إلى أنه من أجل الحصول على الإنبات فإن بذور القمح تحتاج إلى الماء ويجب عليها أن تمتص من 20-25 مرة من وزنها ماء من أجل إعادة إنتفاخ الخلايا الموجودة في حالة راحة والتمكن من تحليل ونقل المدخرات نحو الشتيلة (ريشة موجودة داخل البذرة) (Soltner, 1998)، ويبين نفس العالم أن كمية الماء لها تأثير على المادة الجافة ومن أجل إذابة 1 غ من المادة الجافة يجب توفير 500 ملم من الماء عند القمح الصلب.

كما يشير (Karou et al., 1998) إلى وجود فترتين تتطلبان كمية كبيرة من الماء هما: الخريف (البذر - إنتاش) وفي الربيع (الإستطالة - تسبيل). ويرى (Bousba, 2012) و (Neffar, 2013) أن توفر الماء أو جلبه في فترة النمو تسمح برفع الإنتاج من 15 إلى 20 قنطار/هكتار. إن إمتصاص الماء من طرف القمح بصفة منتظمة يسمح بنمو مستقر مع رفع محتوى الحبة من المادة الجافة (Baldy, 1974).

2.4. الحرارة

هي شرط ضروري في كل طور من أطوار حياة نبات القمح المرفولوجية كما يجب ان تكون أكثر من 0°م من أجل الإنتاش حسب (Anonyme, 1988)، ويبين (Gate, 1995) أن الإنبات يحتاج إلى مجموع حراري يقدر بـ 150°م، تبلغ درجات الحرارة الملائمة لإزهار القمح حوالي 18 درجة، غير أن الحرارة المرتفعة، سيما إن كان هناك نقص في رطوبة الأرض تؤثر سلبا على عملية التركيب الضوئي Photosynthèse ، وتحد من نقل السكريات من الأوراق إلى الحبوب وبالتالي ينجر عنها تكون حبوب نخيلة Graines échaudées. ويذكر (Gate, 1995) أن متطلبات الحرارة تختلف حسب الطور كما يلي:

المجموع الحراري	120°م بدءا من الزرع	- الإنتاش
المجموع الحراري	450°م بدءا من الزرع	- الإشتاء
المجموع الحراري	600°م بدءا من الإنتاش	- سنبله 1سم

3.4. الضوء

يعتبر نبات القمح الصلب من المحاصيل ذوي فترة الإضاءة الطويلة بحيث تكون من 12- 14 ساعة وهي مهمة خاصة في المناطق الباردة حيث تعدل من أثر الحرارة المنخفضة (; Baldy, 1974 ; Soltner, 1980). الإضاءة المثلى تضمن التسنبل الجيد و إنخفاضها يسبب تخفيض الجليسيديات (Clément-Grandcourt and Prats, 1971).

وبذلك فإن إنخفاض ساعات الإضاءة يؤدي الى تعطيل كبير في بداية الإزهار الذي يصادف الظروف القاسية للرطوبة (Boyeldieu, 1980). وحسب (Gate, 1995) فإن محاصيل الحبوب بشكل عام تعتبر من نباتات C_3 وهي أقل إحتياجاً للضوء مقارنة من النباتات C_4 مثل الذرى، لكن مع ذلك يبقى الضوء عاملاً محددًا في بعض الظروف مثل كثافة البذر، فورقة القمح في أقصى نموها تحتاج لتمثيل غاز CO_2 بمعدل جيد إلى مستويات إشعاع ضوئي بين 0.7-0.8 كالوري/سم²/دقيقة.

4.4. التربة و التسميد

يعرف القمح بتأقلمه الجيد مع عدة أنواع من التربة، إلا أن الأراضي الثقيلة السليمة الغنية بالمغذيات العميقة أو المعتدلة العمق ضعيفة الالكالين والتي تحتوي على قدر كاف من الكلس هي الأكثر تلاؤماً والأفضل للحصول على مردود مرتفع بفضل قدرتها على تخزين كميات كافية من الماء وكذلك تأمين تغذية معدنية متوازنة للنبات (Kribaa et al., 2001)، ويجب أن تحتوي التربة على كميات مثلى من الأملاح المعدنية هي كالتالي:

- 2.1 كغ إلى 2.7 كغ من الأزوت N_2 .

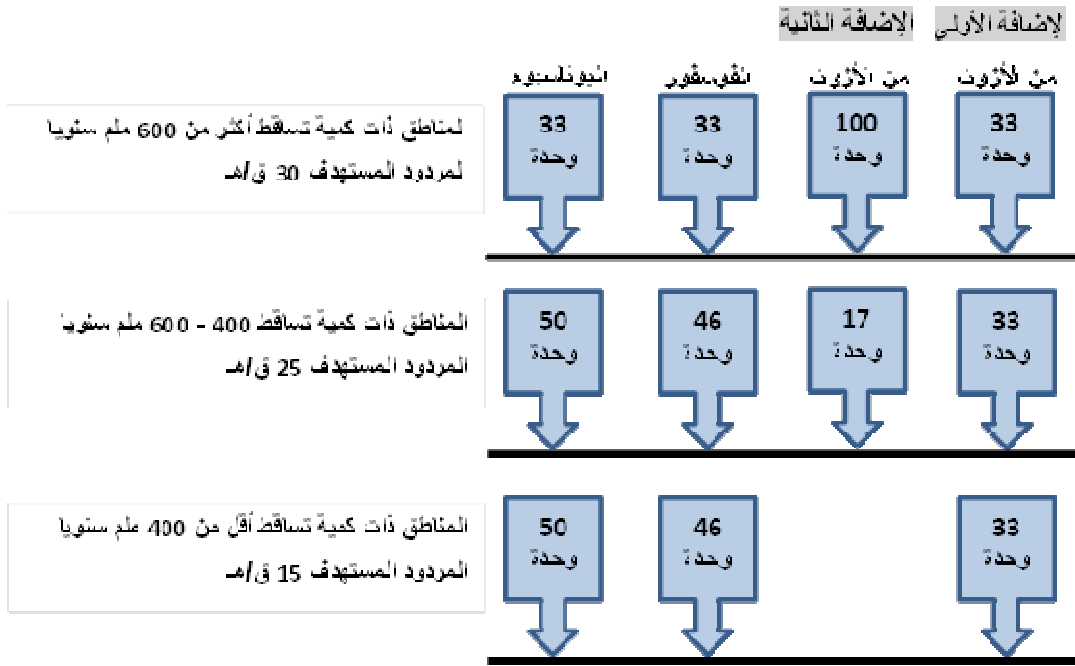
- 1 كغ إلى 2.6 كغ من الفوسفور P_2O_5 .

- 2.2 إلى 1.6 كغ من البوتاس K_2O .

- 0.5 إلى 1 كغ من الكالسيوم CaO .

يحتاج نبات القمح في كثير من الأحيان إلى تدعيم نموه بإضافة الأسمدة للتربة (الأسمدة)، حيث تساهم هذه الأسمدة في تحسين خصائص التربة البيولوجية والفيزيوكيميائية مما يسهل إمتصاص العناصر المعدنية الضرورية لنمو النبات (El hassani and Persoons, 1994 ; Prévost, 1999). إن سد إحتياجات نبات القمح من الأزوت، الفوسفور، البوتاسيوم أو غيرها من العناصر المعدنية يجب أن

يوافق التراكيز المثلى للنمو Les concentrations optimales والتي إذا أعطيت للنبات في أطوار مناسبة ستحقق حتما مردودا جيدا (Gate, 1995).
وفي الجزائر تضاف الأسمدة إلى التربة بشكل منظم حسب مناطق زراعات الحبوب وكمية التساقط بها (الشكل I - 5).

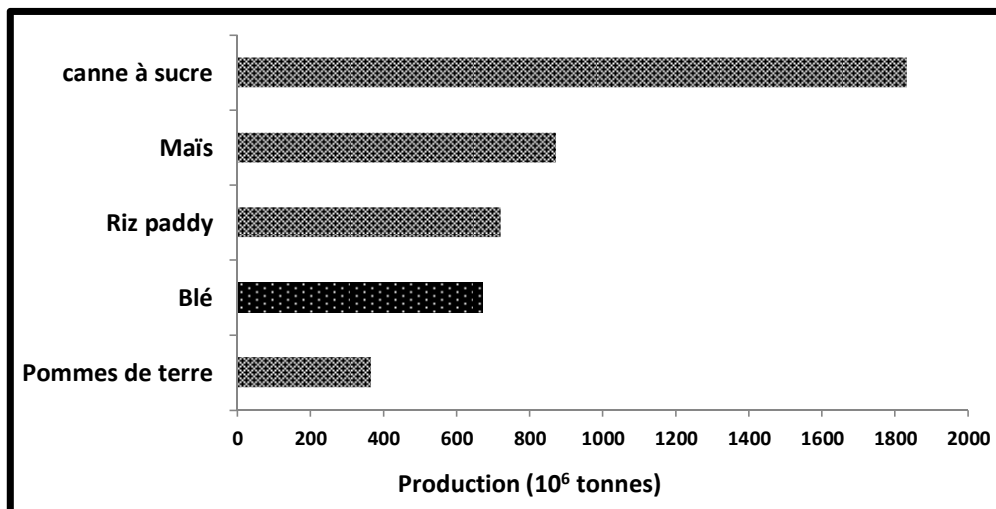


شكل I. 5: كمية الأسمدة المضافة في الهكتار (ITGC, 2001)

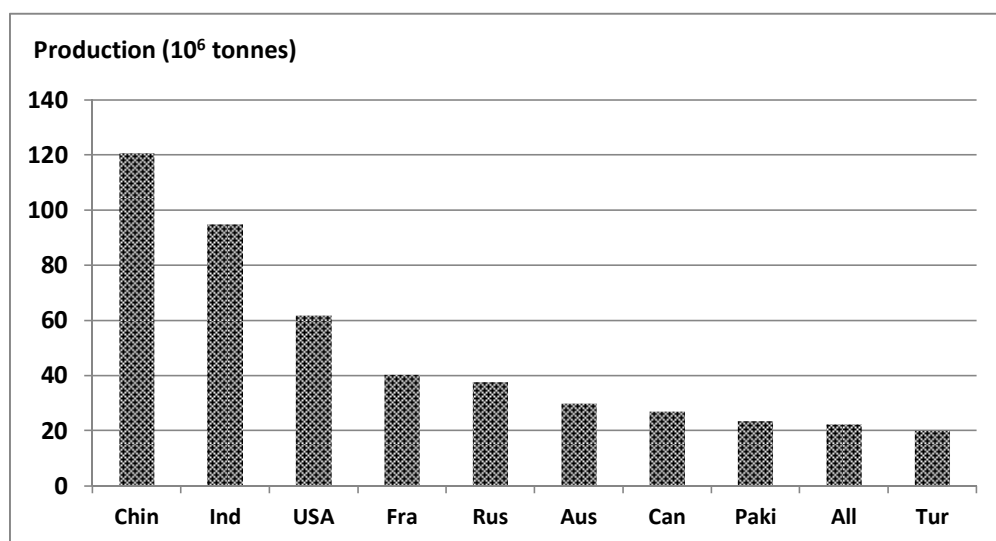
5. زراعة وإنتاج القمح في العالم

ارتفع إستهلاك الحبوب ومشتقاتها من 63 كغ للفرد/سنة في 1980 إلى 175 كغ للفرد/سنة في السنوات الأخيرة (Redjal et Benbelkacem, 2002). مما يستدعي رفع الإنتاج العالمي للقمح من سنة لأخرى. يعتبر القمح من بين المحاصيل الزراعية واسعة الإنتشار في جميع أنحاء العالم (Benlaribi, 1990)، حيث يحتل المرتبة الرابعة عالميا من بين المحاصيل الزراعية المنتجة، ويأتي في المرتبة الثالثة من بين محاصيل الحبوب بعد الذرى و الأرز (شكل I. 6). تأتي الصين في طليعة الدول المنتجة للقمح متبوعة بكل من الهند، الولايات المتحدة الأمريكية، فرنسا، روسيا، وأستراليا على التوالي (شكل I. 7). ومن

أكثر الدول تصديرا للقمح في العالم الولايات المتحدة الأمريكية، الإتحاد الأوروبي، كندا، وأستراليا (FAO, 2013).



شكل I. 6. الإنتاج العالمي لأهم المزروعات (FAO, 2013)



شكل I. 7. أهم الدول المنتجة للقمح في العالم (FAO, 2013)

تقدر المساحة المخصصة لزراعة القمح عالميا 233.6 مليون هكتار أنتجت ما يقارب 687 مليون طن، و بمردود يناهز 3.07 ط/هـ (CIC, 2012). يحتل الإتحاد الأوروبي الصدارة في إنتاج القمح الصلب حيث بلغ متوسط الإنتاج للسنة الواحدة خلال الفترة 2007-2012 حوالي 8.5 مليون طن،

متبوعا بكندا في المرتبة الثانية بـ 4.3 مليون طن في السنة. وتقدر قدرة إنتاج كل من تركيا، كازاخستان، والجزائر بين 2.5 - 3.0 مليون طن في السنة (جدول I. 1).

جدول I. 1: الإنتاج العالمي من القمح الصلب (CIC, 2012).

Années \ Pays	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Union européenne	8,2	10,1	8,7	9,1	8,2
Canada	3,7	5,5	5,4	3	4,2
Mexique	1,8	2	2,2	2,2	2,2
États-Unis	2	2,3	3	2,9	1,4
Turquie	2,7	3	3,1	2,9	3
Algérie	1,8	0,9	2,9	2,2	2,5
Maroc	0,5	1	1,9	1,6	1,7
Tunisie	1,4	1,4	1,4	0,6	1,2
Syrie	1,8	1,2	1,8	1,6	1,7
Kazakhstan	3	2,5	2,6	1,7	3
Australie	0,3	0,5	0,5	0,5	0,6
Autres pays	7,7	8,5	7,5	6,7	7,1

6. زراعة وإنتاج القمح في الجزائر

1.6. الزراعة

تملك الجزائر مساحة شاسعة من الأراضي تقارب 2.4 مليون كلم²، تحتل الصحراء منها أكثر من 2 مليون كلم²، أي ما يعادل نسبة 84% من المساحة الإجمالية للبلاد. والمساحة الباقية تمتد على شريط ساحلي طوله 1200 كلم وعرضه 180 كلم (هذه المساحة تمثل 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 والجنوب. تقع الهضاب العليا التي تتألف من صخور قديمة مغطاة بترسبات سطحية حديثة ذات قدرة محدودة في تخزين مياه الأمطار (MARA, 1992).

من بين 42 مليون هكتار الصالحة للزراعة بالجزائر، يتم إستغلال 8.42 مليون هكتار فقط، ما يمثل حوالي 20% من الأراضي الصالحة للزراعة (MARD, 2009). يزرع القمح الشتوي بالجزائر في المناطق التي يزيد معدل الهطول المطري فيها 350 ملم. تقدر المساحة المخصصة لزراعة القمح

(40%) من المساحة الإجمالية المخصصة لزراعة الحبوب البالغة 3.8 مليون هكتار. يشغل القمح الصلب (52%) والقمح اللين (48%) من هذه المساحة (أي من الـ40% المخصصة لزراعة القمح) (Benseddik et Benabdelli, 2000 ; MARD, 2010).

2.6. الإنتاج

تبين الإحصائيات زيادة الطلب الوطني لإستخدام الحبوب حيث قفز الإحتياج الوطني من 19.5 مليون قنطار سنة 1961 إلى 95.0 مليون قنطار سنة 2000 (Hervieu et al., 2006). هذا ما يؤدي إلى زيادة كمية الإستيراد من سنة لأخرى، فعلى سبيل المثال إستوردت الجزائر 545000 طن من القمح الصلب نهاية شهر نوفمبر سنة 2012 مقابل 527000 طن في نفس الفترة للسنة التي قبلها أي بزيادة أكثر من 3% (FAO, 2013). ترجع هذه الزيادة في الإستيراد إلى ضعف وقلة الإنتاج الوطني.

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). من بين أهم أسباب نقص إنتاج القمح الصلب بالجزائر نقص مستوى الإنتاجية للهكتار الواحد الذي يعطي من 9 إلى 11 قنطار (Chellali, 2007). هذا الضعف في الإنتاج سببه عدة عوامل منها الإجهادات اللاحيوية، وأيضا الإستعمال الغير جيد للتقنيات الزراعية (Chellali, 2007). يخصص عموما الإنتاج كاملا للاستهلاك البشري وتتعدد طرق إستخدام القمح كصناعة الخبز، العجائن،... وغيرها (Jeantet et al., 2006; Feillet, 2000).

7. خصوصية مناخ الهضاب العليا بالجزائر

تميز منطقة الهضاب العليا بمناخ متوسطي قاري، حيث يغلب عليه طابع التذبذب وعدم الاستقرار في الحرارة وغياب تساقط الأمطار من سنة الى أخرى ويتميز شتاءه بالبرد، يليه ربيع قصير ثم صيف حار وجاف (Benmahammed et al., 2005; Mekhlouf et al., 2001). هذه الظروف المناخية تعيق زراعة وإنتاج القمح حيث تتعرض في الغالب إلى إجهاد حراري في بداية الموسم الزراعي و إلى إجهاد مائي في نهايته (Oudina and bouzerzour, 1988).

8. عوائق إنتاج القمح الصلب

تنحصر مجمل المساحات المخصصة لزراعة الحبوب في المناطق الداخلية من الوطن ذات المناخ المتقلب الذي يجد في أغلب الحالات من مستوى الإنتاج (Annichiarico et al., 1998; bouzerzour et al., 2005). ترتبط مساهمة التحسين الوراثي لرفع الإنتاج إرتباطا وثيقا بالتغيرات المناخية للأوساط الزراعية، فالتغيرات في المناخ تؤدي إلى صعوبة تحقيق ربح وراثي ملموس وإنعدام إستقراره (Adjabi et al., 2014; Richards et al., 1997).

ويمكن تعدد الإجهادات اللاحيوية على أنها تداخل لعدة عوامل وإجهادات تؤثر معا على النبات والمتمثلة أساسا في الجفاف والإجهاد المائي (زيادة أو نقص الماء) ، الإجهاد الحراري (الحرارة المرتفعة و الجليد)، وأحيانا الإجهاد الملحي (زيادة أو نقص أحد العناصر المعدنية).

1.8. الجفاف والإجهاد المائي وتأثيره على النبات

يعتبر الجفاف العامل الرئيسي المحدد للمردود في المناطق الجافة والشبه الجافة، على إعتبار أنه مسؤول بنسبة 50% عن ضعف الإنتاج في منطقة الحوض المتوسط (Adjabi, 2011; Neffar, 2013)، تنتج هذه الظاهرة في الفترة التي يقل فيها التساقط فتؤدي إلى إنخفاض المحتوى المائي للتربة مما يجعل النبات يعاني من عجز مائي يكون في الغالب مصحوبا بالتبخر الشديد بسبب إرتفاع درجات الحرارة (Touati, 2002). والجفاف ظاهرة واسعة الإنتشار، يؤثر أولا على الأنسجة النباتية بتناقص المحتوى المائي فيها ومن ثم يؤثر على المردود الحبي للمحصول (Henin, 1976). طول فترة التعرض للإجهاد المائي يجعل النبات يعاني من إضطرابات عديدة في مختلف الوظائف الفيزيولوجية مما ينتج عنه توقف تام عن النمو (Deraissac, 1992).

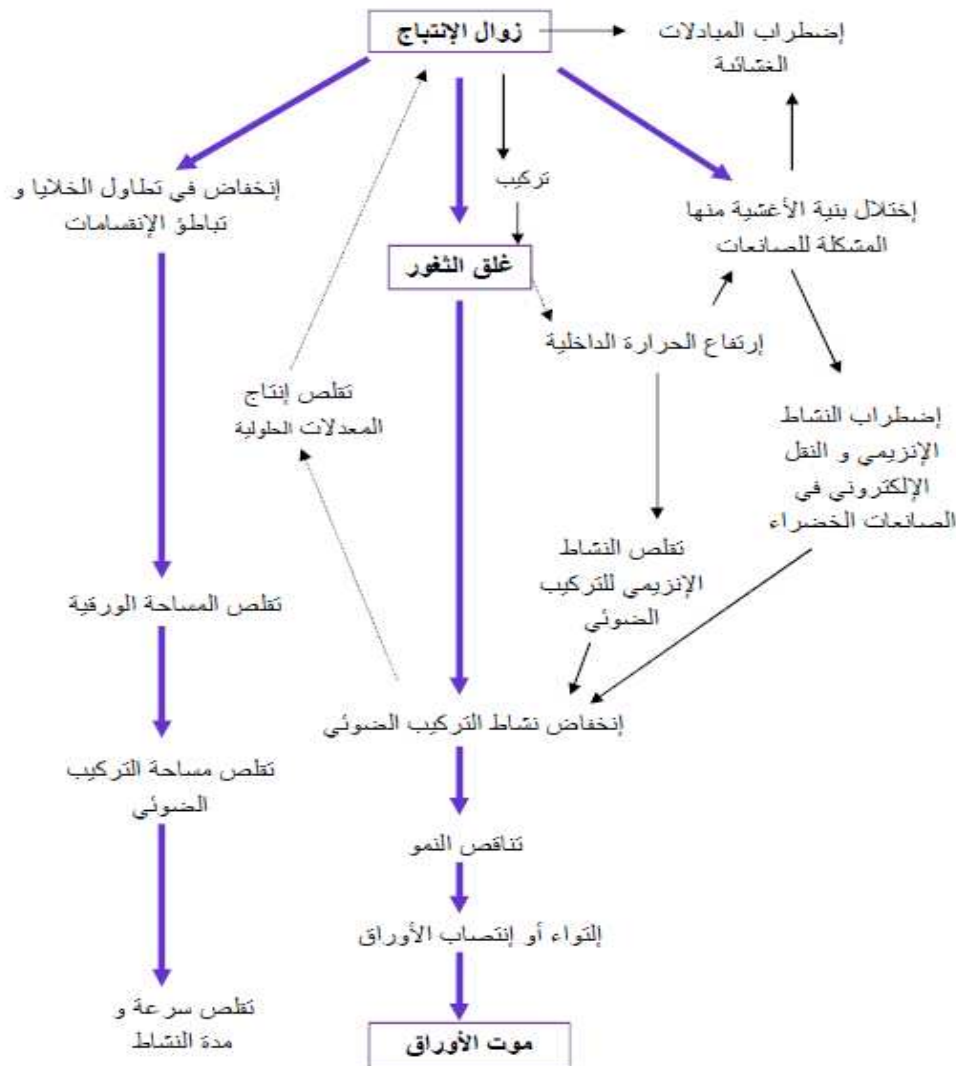
تفاقم مشكلة الجفاف جعل الكثير من الباحثين يهتمون بها سعيا لفهم الآليات التي تسمح للنبات بالتأقلم مع هذه الظاهرة أو إنتخاب أصناف تتميز بالكفاءة الوراثية في مقاومة مختلف العوائق المحددة للإنتاج. إن الإجهاد المائي يؤثر على جميع مراحل النمو من الإنبات إلى الإثمار (من الطور الخضري إلى طور الإنتاج) فهو يؤثر في 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 داخل أنسجة الورقة، وتناقص في معدل التنفس، وبالتالي نقص صافي في معدل عملية التمثيل الضوئي

وإرتفاع درجة حرارة الورقة والذي ينجم عنه تحرب في الأغشية الخلوية و توقف نشاط الإنزيمات (Reynolds, 1993). يتميز الطور التكاثري باستطالة سريعة للساق إنتاج كثيف للمادة الطازجة، هذا النمو يتطلب تغذية مائية عالية، وأي نقص في الماء في هذه المرحلة يترتب عنه إختزال المساحة الورقية (Aguirrezabal and Tardieu, 1996) فنمو الأوراق يكون حساسا جدا تجاه الإجهاد المائي ما يؤدي إلى نقص في المساحة الورقية الذي يكون حسب ما ذكره الباحثان راجع إلى نقص الانقسامات الخلوية. كما بينت النتائج التي تحصل عليها (Adjab, 2002) في دراسة على خمسة أصناف من القمح، عرضت لمستويات متزايدة من الإجهاد المائي، أنه كلما كان هذا الأخير شديدا، تقلص حجم النبات أكثر.

يؤدي حدوث عجز مائي في مرحلة الإزهار، إلى إختزال في دورة حياة حبوب الطلع و بذلك نقص عدد الحبات في السنبل (Debaeke et al., 1996). وبعد مرحلة الإزهار يؤدي الجفاف إلى نقص في حجم الحبة، وهذا يرتبط بسرعة و مدة الامتلاء (Debaeke et al., 1996)، وذلك بتأثر عملية إمتلاء الحبوب نتيجة تباطؤ أو توقف هجرة المواد المركبة في الأوراق وهو ما قد يمثل السبب الرئيسي في محدودية المردود النهائي. كما ينقص عدد الإشطاعات ووزن الألف حبة (Wardlaw and Moncor 1995)، وفي هذا الصدد لاحظ كل

من (Benseddik and Benabdelli, 2000) تراجع في عدد الإشطاعات بحوالي 70%، وتناقص في عدد الحبات في السنبل بأكثر من 80% مقارنة مع السنوات العادية والتميزة 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. ويكون تراجع النمو بتوقف مختلف العمليات الفيزيولوجية والبيوكيميائية مثل 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)، الشكل (I. 8) يبين أهم تأثيرات الإجهاد المائي على النبات. ويعتبر تغير مساحة الورقة وتراجع طول النبات أولى علامات تأثير الإجهاد المائي (Nachit and Jarrah, 1986)، ولوحظ على المستوى الجذري بأن كتلة الجذور تحت تأثير الإجهاد المائي تزداد مقارنة بكتلة المجموع الهوائي للنبات (Westgate and Boyer, 1985).

أكدت أبحاث (Chaerle et al., 2005) و Oosterhuis and Walker.,(1987) أن الإجهاد المائي يؤثر على مختلف تفاعلات عملية التركيب الضوئي، ويرى الباحثون أن ذلك يتم بطريقتين، إما بارتفاع المقاومة الثغرية، مما يحدد إنتشار غاز CO₂ إلى داخل الأوراق ومنه تحديد معدل التركيب الضوئي. أو بالتأثير على تفاعلات الإستقلاب في مستوى الخلية وعضياتها المسؤولة على ذلك. تعمل الخلايا الثغرية وغيرها في حالة الإجهاد المائي على تخفيض معدل التركيب الضوئي عند القمح (Aboussouan Seropian et Planchon., 1985)، وذلك بغلق الثغور، و بتقليص المساحة الورقية والتقليل من فقدان الماء مما يؤدي إلى تخفيض المردود، كما أن الإجهاد المائي الشديد يؤثر مباشرة على عمل الأنظمة اليخضورية الضوئية ويؤدي إلى خفض محتوى الأوراق من اليخضور (Holaday et al., 1992).



شكل I. 8. تأثير الإجهاد المائي على بعض الظواهر الفيزيولوجية حسب (Gate, 1995).

2.8. الإجهاد الحراري وتأثيره على النبات

الحرارة عامل بيئي مهم لما لها من تأثير مباشر أو غير مباشر على جميع العمليات الفسيولوجية والأيضية في النبات ، وقد تكون درجة الحرارة عامل بيئي مجهد للنبات، درجة حرارة النبات غير ثابتة فهي تتغير مع تغير درجة حرارة المحيط حول النبات ، والعامل المحدد لدرجة حرارة أجزاء النبات هو درجة حرارة المحيط الملامس لذلك الجزء منه، 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 مجهدة حراريا، أما درجات الحرارة التي تفوق 32م فإنها تسبب موت النبات (Belhassen et al., 1995). ويبدأ الإجهاد الحراري إذا زادت درجة الحرارة عن الحد الأقصى أو نقصت عن الحد الأدنى الذي يتحملة النبات. وتختلف درجة الحرارة المضرة أحيانا بين الخلايا في النبات نفسه. تعتبر درجة حرارة التربة مهمة كذلك حيث تتأثر درجة حرارة التربة بقوام التربة ولونها كمية المياه المتوفرة في التربة و بصفة عامة فإن التربة ذات القوام الرملّي تسخن و تبرد أسرع كثيراً من التربة الطينية، وإذا تساوت جميع العوامل الأخرى فإن التربة الداكنة تمتص بكمية أكبر من الحرارة عن التربة الجافة. لاحظ (Jordan., 1987) أن حرارة الجذور تغير النسبة بين الوزن الجاف للقسمين الهوائي والجذري، كما أن الحرارة ترفع من نسبة فتح الثغور، فتتفتح عند إرتفاعها وتغلق نهائيا عند إنخفاضها

1.2.8. تأثير الحرارة المنخفضة

تختلف حساسية نبات القمح لدرجة الحرارة المنخفضة حسب مراحل نموه، تختلف أصناف القمح في تحملها لدرجة الحرارة المنخفضة حيث أن الأقماح الخريفية أو الشتوية أكثر تحملا لدرجات الحرارة المنخفضة عن الأقماح الربيعية. تؤدي الحرارة المنخفضة جدا إلى تجمد الأنسجة، يعزى الضرر الناتج من إنخفاض درجات الحرارة إلى تكوين بلورات من الثلج داخل الخلايا أو بينها (في المسافات البينية) مما يؤثر على التركيب الوظيفي للأغشية الخلوية وعلى البروتوبلازم (لزوجته) وبالتالي تشييط عمليات النقل للتغير في طبيعة الدهون المفسفرة المكونة للأغشية.

درجات الحرارة المتدنية تؤثر بإنخفاض معدل البناء الضوئي بسبب تضرر أغشية البلاستيدات الخضراء وتكسير الكلوروفيل، وأيضاً زيادة معدل هدم البروتين عن معدل بناءه وتراكم NH_3 السام

داخل الأنسجة وتراكم المواد السامة. الحرارة المنخفضة تؤثر أيضا، على ميتابوليزم البرولين حيث تؤثر بتثبيط تخليقه في الأوراق (Paquin and Vezinal, 1982). وقد وجد (Naidu and Aspinal, 1991) أن تركيز البرولين يزداد إلى 52 مرة بالنسبة لتركيز الشاهد مقارنة بالنباتات المعرضة لدرجات حرارة منخفضة. 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 وتخریب المبيض الناشئة (Gate, 1995). يجد وجود هذا العائق المناخي من تبني وزراعة الأصناف مبكرة الصعود (Mekhlouf et al., 2001).

2.2.8. تأثير الحرارة المرتفعة

تؤثر درجات الحرارة المرتفعة كثيرا في النبات، فهي تؤدي إلى إختلالات فيزيولوجية عميقة في أنسجة النبات، وإرتفاع درجات الحرارة أكثر من الحد المثالي للنمو يؤدي إلى تجمع البروتوبلازم نتيجة لتأثير الحرارة المدمر لمكونات الخلية حيث أن للحرارة تأثير مدمر على الأغشية والسيتوبلازم (Morard, 1974; Baldy, 1995). كما يؤثر الإجهاد الحراري على مختلف أعضاء النبات بتثبيط النمو وصغر حجم النبات والفشل في تكوين الأزهار (Saab and Sharp, 2004; Gate, 1995)، ويعتبر طور الإنبات وطور الإزهار الأكثر حساسية فالجنين يموت عادة، ويتعرض الأندوسيرم للتحليل في درجات الحرارة المرتفعة بسبب نشاط البكتيريا والفطريات. وفي طور الإزهار إرتفاع الحرارة خلال المرحلة ما بعد خروج المآبر يؤدي الى تسارع عملية إمتلاء الحبوب الشيء الذي يؤثر سلبا على وزن ألف حبة (Abbassene., 1997). ويؤدي أيضا إلى نقص في حجم الحبة (Debaeke et al., 1996). يجد هذا الإجهاد من إنتشار زراعة المحاصيل بسبب قلة المردود (Fischer, 1985).

درجة الحرارة المرتفعة تؤدي إلى حدوث أضرار في التركيب الخلوي وكذلك تراكيب العضيات في الخلية ويحدث أيضا تدهور في وظيفة الأغشية البلازمية كما يحدث أيضا تغيير في التعبير الجيني. وتؤثر في تراكم ونشاط البرولين عند النباتات (Hubac and Vieira Da Silva, 1980)، حيث ينخفض محتوى البرولين في الأزهار تحت تأثير درجة الحرارة العالية.

تبين النتائج التي تحصل عليها (Kara et Bentchikou, 2002) أن أفضل طريقة لمقاومة إرتفاع درجات الحرارة يكمن في تبني أصناف مبكرة الإسبال، وبين (Turner, 1986) في دراسة على القمح

أن كل يوم تبكير يكسب ربح في المردود الحبي ب 3 قنطار/هكتار. أشار (Bouzerzour et al., 2002) إلى أن أصناف القمح الصلب متأخرة الإنبال ينخفض مردودها نتيجة تزامن طور ملء الحبة مع الفترة التي ترتفع فيها درجة الحرارة.

3.8. الإجهاد الملحي وتأثيره على النبات

إن ظاهرة الملوحة تهدد معظم الدول بما فيها الجزائر، وملوحة التربة هي العامل الثاني بعد الجفاف المسؤولة على الحد من نمو المحاصيل في المناطق الشبه الجافة، وهذه الظاهرة تؤثر على 19% من الأراضي الزراعية وهي في إزدیاد مستمر، تنشأ الملوحة نتيجة وجود أملاح شديدة الذوبان في التربة، ووجود نسبة تبخر عالية (سرعة نفاذية مياه الأمطار في التربة أقل من سرعة تبخرها) (Djilali and Daoud, 2000). وبالرغم من أن تملح التربة هو أساسا ظاهرة طبيعية يبقى للإنسان يد فيها من خلال استغلاله للأراضي (خاصة الممارسات التي تؤثر على تسيير التربة و المياه) و اللجوء إلى تبوير الأرض، الشيء الذي يساهم و بكثرة في تفاقم ملوحة التربة (Djilali and Daoud, 2000). يكثر انتشار الأراضي المالحة طبيعيا في المناطق الجافة، وهي غالبا ما تظهر على شكل سبخات لكن يمكن أن تتشكل أيضا بعيدا عن الرؤية أين لا تكون لها علاقة بالمياه الجوفية أو بصعود مستوى المياه الجوفية (Rengasamy et al., 2010).

الإجهاد الملحي واسع التأثير على المحصول فهو يؤثر على تراكم المادة الجافة وإستيعاب الكلوروفيل، وإستطالة الأوراق، ونمو النبات، وتختلف آثار الإجهاد الملحي حسب عمر النبات وحسب نوعية الأعضاء، وطبيعة الأيونات المرتبطة بالصوديوم وشدة الإجهاد الملحي نفسه (Meneguzzo et al., 2000). ويؤثر الإجهاد الملحي بشكل كبير على المراحل الأولى للنبات (إنبات - بادرة)، فالمراحل الخضرية حساسة جدا للإجهاد المائي والملحي (Hamdy et al., 1995)، والكثير من البذور لا تنتش عموما في الأراضي شديدة الملوحة، وذلك بسبب عجز البذور على إمتصاص الكمية اللازمة من الماء لإنتاشها في وجود تراكيز معتبرة من الأملاح، وأيضا بسبب تسمم الجنين نتيجة للتركيز المرتفع لبعض الأيونات كالكلور (Mahmoud et al., 2003; Mass and Hoffman, 1977; Yeon et al., 2000). التمرکز الجيد للبادرات تحت ظروف مجهددة يعتمد على القدرات الوراثية للصنف لتحمل الإجهاد (Benmahammed et al., 2010). ويرى (Hubac and Vieira Da 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 (Hubac and Vieira Da Silva, 1980). كما تؤدي الملوحة إلى زيادة تراكم الأيونات المعدنية 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 المئوية للإنبات و معدل الإنبات (Sabahat and Ajmal Khan, 2002)، ويعتقد (Dily 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. ولا يؤدي الإجهاد الملحي إلى اضطراب في النمو فحسب بل أيضا إلى اضطراب في التثبيت التعايشي للأزوت وذلك بإتلاف التعايش الذي بدأ بين الريزوبيوم والنبته (Saadalla and Alderfasi, 2000)، وتظهر علامات الإجهاد على النباتات المعرضة لتراكيز عالية للملوحة من خلال هدم الكلوروفيل.

9. إستراتيجيات النبات لتحمل ومقاومة الإجهادات

تتباين استجابة الأنواع النباتية المختلفة للإجهادات اللاحيوية حسب مرحلة نمو المحصول، وطول فترة التعرض للإجهاد، ويختلف هذا التأثير باختلاف النوع، وضمن النوع الواحد باختلاف أصنافه، وحتى ضمن الصنف الواحد باختلاف التراكيب الوراثية، ومراحل النمو والتطور، والظروف البيئية السائدة والممارسات الزراعية، وشدة الإجهاد. فمثلا تحت ظروف الجفاف والنقص المائي يطور النبات النظام الجذري أكثر من الكتلة الهوائية (Monneveux and Belhassen, 1996). طورت النباتات سلوكيات و إستراتيجيات تأقلم مختلفة ضد العراقيل البيئية المناخية فالكثير من النباتات لها قدرات كثيرة لكي تقاوم هذا الضغط (الجفاف) بعدة ميكانيزمات للتقليل من أثره كنباتات البرسيم التي تعيش في الجفاف عن طريق نمو جهاز جذري عميق يستطيع أن يصل إلى المياه الجوفية. ويلعب النظام الجذري المتطور دورا هام في التغذية المائية والمعدنية للنبات، فقد تبين أن إمتصاص الماء من التربة لمحاصيل 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). من جهة أخرى هناك تقنيات مقاومة للجزء الخضري من النبات فتقليل مساحة الأوراق في ظروف الإجهاد المائي الحاد هي آلية للتقليل من الإحتياجات المائية (Ludlow and Muchow, 1990; Blum, 1996). وأيضا إتلاف الأوراق، الذي يمكن إعتباره كدليل

لفقد الإمتلاء وفي نفس الوقت كصفة لتفادي التجفف (Amokrane et al., 2002). وأشار أيضا إلى اللون الفاتح، تكوين الزغب ووجود الأدمة Cuticule كآلية ناجحة للتقليل من كمية الماء المفقود (Blum 1988; Ludlow and Muchow, 1990).

يشير (Hadjichristodoulou, 1985) إلى أن طول السفا يعد مؤشرا مرفولوجيا هام، لديه علاقة مباشرة بمقاومة الإجهاد المائي النهائي وخاصة لدى القمح الصلب، إذ يزيد السفا في الوزن الجاف للنبات ويرفع من كفاءة إستعمال الماء أثناء مرحلة تعمير الحب. ويقاوم النبات الجفاف بزيادة كمية البرولين في الأنسجة (Sánchez, et al., 2007; Demirevska et al., 2008)، 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 (Tyankova, 1967; Vlasyuk et al., 1968). ولقد وجد بعض الباحثين أيضا في أوراق القمح المجهد حراريا ومائيا تراكم السكريات وتثبيط أيض النشاء (Turner and Begg, 1978)، ما يوحي بأن للسكريات 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).

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. فتحت ظروف الإجهاد تغلق النباتات الثغور عن طريق التقليل من عملية التبخر و الحفاظ على كمية الماء الموجودة و ذلك لأنها تنتج أوراق شعرية تدخر بها الماء، 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).

ويعدد (Turner, 1979) ثلاث إستراتيجيات متبعة من النبات لمقاومة الجفاف والمذكورة من طرف Hayek et al., (2000) :

1.9. تجنب الإجهاد (Esquive)

يتمحور حول التهرب من الجفاف المصادف للمراحل المتأخرة من النمو، وذلك إما بالتبكير في الإنبال والنضج كما في القمح والشعير. أو بالتدخل البشري من خلال تغيير مواعيد البذر للحيلولة دون تصادف النضج مع الإجهاد المائي. يشير (Abbassene et al., 1998) أنه تحت الظروف الشبه الجافة، تعتمد بعض الأنماط الوراثية صفة التبكير في الإنبال وتتصف بسرعة تعميم قوية، بذلك تنهي دورة نموها قبل حلول حادث الإجهاد وارتفاع درجات الحرارة. فالنمو السريع والإزهار المبكر يسمحان بتفادي فترة الجفاف. ذكر (Bouzerzour et al., 2002) أن المناطق شبه الجافة يميزها الجفاف وارتفاع درجة الحرارة في نهاية دورة الحياة فإنه من المستحسن زراعة الأصناف ذات دورة حياة قصيرة نسبياً، والمتميزة بالإنبال المبكر (Mekhlouf et al., 2006). فقد تبين من النتائج التي تحصل عليها (Ceccarelli, 1987) أن الأصناف ذات المردود العالي هي دائماً تلك التي تحدث عندها مرحلتها الأزهار والنضج مبكراً؛ أما تلك التي تحصل عليها (Kara et Bentchikou., 2002) فبينت أن المردود يرتبط إيجابياً ومعنوياً مع تبكير الإنبال. وجد (Turner., 1986) في دراسة على الشعير والقمح أن التبكير بيوم واحد يؤدي إلى ارتفاع المحصول بـ 3 قنطار/هكتار. في المقابل لاحظ (Fischer and Maurer, 1978) أن النتائج الإيجابية للتبكير تبقى مرهونة بمدى حساسية النبات للفترة الضوئية ودرجات الحرارة المرتفعة.

2.9. تفادي الإجهاد (Evitement)

عرف (Blum, 1988) التفادي بأنه قدرة النبات على الاحتفاظ بكمية عالية من الماء بخفض عملية النتح والتي تمكنه من مواصلة مختلف عملياته الأيضية بمستوى مقبول، والتمسك بحالة مائية جيدة من خلال إستمرارية إمتصاص الماء وتقليل عملية لفقده. يحافظ النبات على جهد مائي مرتفع برفع قدرته على امتصاص الماء مما يتميز بعدة خصائص مورفولوجية تتعلق بزيادة طول وتشعب الجذور، فتتميز هذه النباتات بكونها تتوسع في نمو مجموعها الجذري مع إحتزال مجموعها الخضري الشيء الذي يحقق توازناً مائياً سليماً. وتطوير النظام الجذري إحدى الآليات الهامة في مقاومة النبات للإجهاد المائي وهو أقل تأثراً بالجفاف من الجزء الهوائي للنبات (Westgate and Boyer, 1985) (Saab et al., 1990)؛ تمتد الجذور بشدة في التربة تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنة بالترب المسقية بانتظام (Soar and Loveys, 2007). يلاحظ عند النباتات المقتصدة للماء ارتفاع 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 لتمكينه من التوغل في التربة لامتصاص الماء. ويتم التقليل من فقد الماء من الفقد بغلق الثغور ويكون مصحوبا بتشكيل طبقة من الأدمة (Cuticule) للزيادة من فعالية الإحتفاض بالماء.

أيضا للمحافظة على محتوى مائي داخلي كاف، يبدي النبات بعض الصفات المورفولوجية للأوراق مثل إلتفاف الأوراق (Monneveux., 1991)، لاحظ (Clarke et Townley-Smith., 1986) أن ظاهرة إلتفاف الأوراق هي في نفس الوقت مؤشر على إنكماش الخلايا ووسيلة لتفادي جفاف الأنسجة بالتقليل من عملية النتح، فعملية النتح مرتبطة بعدة عوامل داخلية أهمها: المساحة الورقية، سمك طبقة الكيوتيكل، عدد الثغور و مكان توضعها على سطحي الورقة و هي العوامل التي يكتيفها النبات حسب شدة الإجهاد المائي. كما أن ظاهرة الإبيضاض (Glaucescence) تحد من عملية النتح من النتح وتقليل إمتصاص الإشعاعات الضوئية (Araus et al., 1997). و يحافظ النبات على الإنتاج في حالة الجهد المائي المنخفض و يمكن إرجاع ذلك إلى ظاهرة التعديل الأسموزي وهي آلية فعالة لتحمل الجفاف أو الإجهاد المائي و هي تسمح بحماية الأغشية و النظم الإنزيمية خاصة على مستوى الأعضاء الفتية، وتتمثل في قدرة النبات على تجميع بعض المدخرات على المستوى السيتوبلازمي والفجوي. وجد (Tardieu and Davies, 1993) أن حمض الأبسيسيك يلعب دورا أساسيا في إستجابة ومقاومة النبات للإجهاد، ويظهر كمؤشر كيميائي يرسل من طرف الجذور إلى الأوراق لتفعيل ميكانيزمات التحكم في فقد الماء وخاصة غلق الثغور (Sauter et al., 2001).

3.9. مقاومة الإجهاد (Tolérance)

يملك النبات المقاوم للنقص المائي، خصائص مورفولوجية و أيضية تسمح له بالحفاظ على محتوى مائي مرتفع داخل أنسجته و ترتبط هذه الخصائص بطبيعة الميتابوليزم الخاص بها وبالخصائص الكيميائية لبروتوبلازمها (Levitt, 1982). تتغير آليات التحمل من نوع نباتي إلى آخر، ويعتبر التعديل الأسموزي الميكانيزم الفيزيولوجي الأكثر إستعمالا من طرف النباتات في مقاومة الإجهاد المائي (Zhang et al., 1999). لوحظت قدرة التعديل الأسموزي في العديد من النباتات وكذلك في مختلف الأعضاء النباتية (Blum, 1988). يمكن للتعديل الأسموزي أن يتحقق بتراكم الأيونات المعدنية داخل

الفجوة و المركبات العضوية والسكريات الذائبة. يعتبر النبات مقاوما للنقص المائي عندما يكون قادرا على الحفاظ على وظيفته الأيضية تحت جهد مائي منخفض إلى نقطة معينة. لاحظ (Monneveux et Benlaribi, 1988) مدى تعقيد الظواهر الفيزيولوجية للتأقلم مع العجز المائي عند القمح الصلب، فقد سجلا تراكما للبرولين عند النباتات المعرضة للإجهاد المائي الذي يؤدي إلى جفاف الأوراق المسنة وتخفيض القدرة على إمتصاص الماء من طرف النبات مما يؤدي في النهاية إلى تقليص الإنتاج. فالنباتات المعرضة للإجهاد المائي تبدي استجابات مؤقتة لتنظيم حالتها المائية. أعزى Leclerc, (1999) أن مقاومة النقص المائي داخل النباتات يتوافق وقدرة الغشاء الستوبلازمي على الحصول على الأيونات السالبة Electrolytes وبالتالي الحفاظ على تكامله في حالة الجفاف، فقد أظهرت العديد من الدراسات دور غشاء الخلية في المقاومة البروتوبلازمية للنباتات إتجاه الجفاف. عند الأصناف الحساسة للجفاف، يمكن أن يتأثر التنظيم العام للخلية ويؤدي إلى تجزئة و تدمير بعض العضيات الخلوية (Vieira Da Silva, 1976). تمتلك بعض النباتات آلية تحمل أحسن من البعض الأخر إتجاه العجز المائي مما يكون السبب في بقاء النباتات العصارية على قيد الحياة تحت ظروف الجفاف الشديد بسبب محتواها من المادة الجافة و عملية الأيض المختزل لديها و احتياجها لكميات قليلة من الكربوهيدرات (Levitt, 1980) وبذلك يمكنها تحمل سرعة التمثيل الضوئي الذي يمكن أن يكون مميتا بالنسبة للنباتات ذات الأيض النشط. يسمح انخفاض معامل مرونة الخلايا على المستوى الخلوي بالحفاظ على جهد عالي رغم شدة الجفاف بزيادة امتصاص النظام الجذري خاصة. وتكون هذه الزيادة نتيجة امتداد الامتصاص في العمق و المساحة و لسرعة نمو و تفرع الجذر لتحسين النقل المائي داخل النبات ولإنخفاض المجموع الخضري مقارنة بالمجموع الجذري (Benlaribi, 1990). ومن ظواهر المقاومة أيضا بالنسبة للقمح أن الأنماط الوراثية المتأخرة الإسبال فإنها تعتمد على الغذاء المخزن في السيقان، للتقليل من أثر الإجهاد بتسريع نقله إلى الأجزاء التي لم يصلها الإجهاد من النبات، كل هذه الأليات وغيرها من أساليب مقاومة الجفاف للنباتات تفتح المجال واسعا أمام الباحثين للإستثمار فيها من أجل تحسين غلة المزروعات عامة والحبوب خاصة.

10. ميكانيزمات التأقلم للقمح والطرق والإختبارات المتبعة لدراسة وتحسين المقاومة ضد الإجهادات اللاحيوية

1.10. معايير الإختخاب والتحسين الفينو-مورفو-فيزيو-كيميائية

حاول العلماء منذ زمن بعيد دراسة إستجابة النباتات للجفاف والإجهادات اللاحيوية، وفهم أنواع الإستجابات المختلفة للنباتات تحت ظروف الجفاف، وكانت الإستجابات المورفولوجية والتشريحية هي أولى الظواهر التي درست. ومع مرور الزمن تعددت المعايير التي تركز عليها عمليات إختخاب الأصناف لمقاومة وتحمل الجفاف ولكن لا يمكن إستعمالها بصورة نهائية في الإختخاب إلا بعد التحقق من دورها الفعلي في غريلة السلالات المقاومة للجفاف وكذلك بأن لها درجة توريث كافية. ويعتمد التحسين الوراثي حاليا للقمح الصلب في المناطق الجافة أساسا على طريقة المقاومة للإجهادات لجعل هذا المحصول يتأقلم مع التغيرات غير المنتظمة للمناخ (Amokrane, 2001). فالصفات الفينو-مورفو-فيزيولوجية تعتبر أساس البحوث الحالية بالإضافة إلى الصفات البيوكيميائية والتي بدورها أخذت حيزا هاما في برامج التحسين، حيث تنصح كثير من الدراسات بالإهتمام بها أكثر مستقبلا. ومن أهم الإختبارات المستعملة حاليا لتحسين المقاومة للأصناف والسلالات ما يلي:

1.1.10. درجة حرارة الغطاء النباتي

قام العديد من العلماء بدراسة إستجابة النباتات لظروف الإجهاد معتمدين على عدة طرق منها درجة حرارة الغطاء النباتي، والتي تعتبر من الصفات الهامة والتجارب الحديثة التي تبين مدى مقاومة النبات للإجهادات اللاحيوية وتساهم في تحديد المردود الحي النهائي (Rassaa et al., 2008; Zhang and Wang, 2008; Alderfasi, 2001) ، تقاس بواسطة جهاز يسمى (Thermomètre infrarouge) ، ولها علاقة ومدلولية بالفارق بين المحتوى المائي ونسبة خروجه من الأوراق وقدرة وفعالية إمتصاص الجذور للماء، حسب (Morard, 1995)، ليس معنى ذلك أن الفارق قد أستهلك لكن الماء ينتقل في تيار متواصل من التربة إلى الجو عبر النبات، تختلف كمية الماء المفقودة من نبات لآخر، فالنباتات العشبية مثلا تستبدل محتواها المائي يوميا، يطرح الماء في شكل بخار بعملية النتح مما يسمح بتنظيم حرارة الأجزاء الهوائية للنبات ويساعده على التخلص من الحرارة الممتصة في شكل أشعة ضوئية. ينصح (Bouzerzour and benmahammed, 2009) بإستعمال تقنية درجة حرارة الغطاء النباتي في برامج الإختخاب لسهولة القيام بها ودقتها في القياس. وجد كل من (Rosyara et al., 2008;

(Wardlaw and Moncor, (1995); Cabrera-Bosquet et al., 2009) علاقة إرتباط معنوية سلبية بين درجة حرارة الغطاء النباتي والمردود الحبي، وأن الإنتخاب لدرجة حرارة الغطاء النباتي من شأنه أن يساهم في رفع المردود الحبي للقمح (Aidaoui and Hartani, 2000). ووجد أن درجات حرارة الغطاء النباتي تنخفض عند إستعمال التسميد الأزوتي وترتفع في غيابه، هذا يشير أن للأزوت تأثير معنوي على نشاطية الأوراق بالزيادة من كفاءة إستغلال الماء وتحسين عملية التمثيل الضوئي (Sandan et al., 2009). بالمقارنة بين طرق الإنتخاب تحت الظروف المروية، يشير (Amani et al., (1996) أن الإنتخاب بالري المنظم يساعد على تغيير فرق درجات الحرارة بين درجة حرارة الغطاء النباتي ودرجة حرارة الهواء. ما يمنح المرابي إمكانية التعرف على الخطوط التي تملك أنماط وراثية فعالة تجاه الإنتخاب لتغيرات درجة حرارة الغطاء النباتي وتوفير المزيد من المعلومات حول التنوع الوراثي للإنتخاب. هذه الطريقة من الإنتخاب أثبتت فعاليتها في إختيار خطوط وراثية أكثر نشاطية ومقاومة للإجهاد الحراري من طرق الإنتخاب الأخرى. لاحظ (Amani et al., (1996) أنه تحت الظروف المروية والتسميد الأزوتي المثالي، إستعمال صفة فرق درجات الحرارة كوسيلة للإنتخاب فعال ومفيد.

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 تكسيورها في الأوراق المسنة توجه للأوراق الفتية لتعمير الحبة، هذا مهم جدا للتحكم في تباين المردود تحت ظروف الإجهاد المائي (Blum, 1988).

2.1.10. مؤشر المقاومة للإجهاد المائي والحراري

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 المحتملة لدرجات الحرارة المرتفعة. النباتات المقاومة لإجهاد الجفاف تتمكن من تعديل إسموزية خلاياها من خلال زيادة تركيز العصير الخلوي ببعض المكونات التي ترفع من الضغط الإسموزي لمقاومة ظروف الإجهاد. إختبار التحطم الخلوي واحد من التجارب القليلة المطبقة على مستوى الخلايا النباتية لتقدير التأثيرات الفيزيولوجية للإجهادات على الخلية. قام بها العالم Sullivan, (1972) ويعتمد هذا الإختبار على تقدير الإصابة الناجمة عن الصدمة الحرارية وذلك

بطريقة قياس الناقلية الكهربائية والتي تبين قياس المواد الكيميائية المتسربة من الأنسجة المصابة إلى الماء المقطر. نتائج هذا الإختبار مرتبطة بالإنتاج تحت الإجهاد الحراري.

أشار (Clarke and McGaig, 1982)، إلى أهمية قياس تطوير إنتاج محاصيل الحبوب في المناطق الجافة والحارة من خلال إنتخاب أصناف مقاومة لدرجات الحرارة المرتفعة وذات مردودية حبية جيدة. وينصحون بإستعمال تقنية التحطم الخلوي لغزلة 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 Bouzerzour et al., (1998) و Saadalla and Alderfasi, (2000) أن هناك إرتباط قوي بين إتلاف الخلايا بسبب الصدمة الحرارية (مؤشر المقاومة للإجهاد الحراري) وإنخفاض إنتاجية الأنماط الوراثية المختبرة.

3.1.10. الكلوروفيل

تختلف أصناف القمح الصلب في إستجاباتها للإجهادات اللاحيوية، بحيث تميل بعض الأصناف إلى خفض تركيزهما من الكلوروفيل و رفع حصيله الكلوروفيل a/b كما يفعل الصنف محمد بن بشير، في حين وفي نفس الظروف تتبنى أصناف أخرى طريقة معاكسة في المقاومة (Ait Kaki, 1984; Siakhène, 1993). هذا الإختلاف في سلوك الأصناف يؤدي ببعض الباحثين إلى التركيز على صفة الكلوروفيل في عمليات الإنتخاب (Sabbagh et al., 2014; Kolaksazov et al., 2014). يعتبر Guettouche, (1990) أن حصيله الكلوروفيل a/b مؤشرا جيدا للإجهاد المائي، ويشير إلى أنه كلما كان هذا المعيار مرتفعا كلما كانت الأصناف مقاومة للإجهاد المائي. تعتبر قدرة البلاستيدات الخضراء على الحفاظ على إمتلائها أحد أهم ميكانيزمات التكيف للجفاف، فالصناعات الخضراء الممتلئة جيدا تضمن تمثيل كلوروفيلي عالي عند جهود مائية ضعيفة. وجد Karron and Maranville, (1994) أن نباتات القمح المعرضة للإجهاد حصل فيها إنخفاض بتركيز الكلوروفيل مقارنة بالنباتات الغير معرضة للإجهاد، وهناك دراسات عديدة أشارت إلى وجود علاقة ترابطية بين حالة نقص الماء ومحتوى الكلوروفيل إذ أن صبغات الكلوروفيل والكاروتين تتناقص بإنخفاض رطوبة التربة (Mahmood et al., 2005).

4.1.10 البرولين والتعديل الأسموزي

يعتبر التعديل الأسموزي الميكانيزم الفيزيولوجي الأكثر إستعمالا من طرف النباتات في مقاومة الإجهاد المائي (Zhang 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). يبدو أنه بالرغم من وفرة المنشورات العلمية لهذه الآلية في الوقت الحاضر إلا أنه هناك عدد محدود من الأعمال المتعلقة بالقمح الصلب (Bajji et al., 2001). تبين من الدراسة الوراثية التي قام بها Morgan, (1983)، على النسل الناتج عن تلقيح بين سلالات مختلفة فيما بينها من ناحية قدرتها على التعديل الأسموزي أن هذه الصفة بسيطة ويتحكم فيها جينات متنحية.

يعتبر تراكم البرولين من أحد أهم المظاهر البارزة و المصاحبة للإجهاد الملحي و المائي، يتعلق الأمر بأسموليت يتراكم في السيتوبلازم حتى يقوم بتعديل التأثيرات الأسموزية و الأيونية الناتجة عن ارتفاع تركيز الملح في الفجوات (Zid and Grignon, 1991). و اكتشف البرولين سنة 1900 من طرف Wilstetter خلال معايرة Ornithine وعزل لأول مرة من التحاليل الحمضية للكازين من طرف Fischer سنة 1901 (Delauney and Verma, 1993). على العموم لم يتضح بعد دور البرولين الدقيق في تحمل الإجهادات اللاحيوية ، حيث يبين Venekamp, (1989) أن تراكم البرولين يلعب دورا منظما لدرجة الحموضة. كما يفترض كل من Dix and Pearce (1981) أن تراكم البرولين يعود إلى حدوث اضطرابات في عملية الأيض. يعتبر تراكم البرولين حاليا أحد المظاهر الملازمة للإجهادات اللاحيوية يشير El mekkaoui, (1990) أن الأصناف التي تراكم البرولين بكميات أكبر تعتبر الأكثر تحملا . وتشير الأبحاث أن زيادة المعاملة بالهرمونات النباتية يحفز على إنتاج البرولين في أوراق النباتات ما يساهم في رفع درجة مقاومة المحاصيل للإجهاد (El meleigy et al., 1999). ويعتبر Bensalem, (1993) أن تراكم البرولين عند النباتات تبعا للصفة ودرجة الإجهاد يساعدها على تحمل ظروف نقص الماء و ذلك بالمحافظة على انتاجها و سلامتها. وتراكم هاته المواد في أنسجة الأوراق لدى

النباتات المجهدة من الخصائص التي تدل على التأقلم (Kameli and Losel, 1995)، وهي من المركبات الهامة للتعديل الأسموزي عند الكثير من الأنواع النباتية المزروعة كالقمح (Adjab, 2002).

5.1.10. السكريات الذائبة

تلعب العناصر المغذية كالسكريات و المركبات الآزوتية دورا محددًا في نمو النباتات حيث تشارك بكميات كبيرة لضمان هذه العملية، وللسكريات أدوار مختلفة وهامة تساعد النبات على التأقلم ومقاومة الإجهادات، وقد إقترحها بعض الباحثين كآليات بديلة للإنتخاب وتحسين المقاومة للإجهاد المائي (Shen et al., 1997; Zhang et al., 1999; Garg et al., 2002; Abebe et al., 2003)، السكريات مع مواد أخرى تساهم في ظاهرة التعديل الحلولي التي تحمي الأغشية والأنظمة الأنزيمية و ذلك بالمحافظة على إنتباج الخلايا بتخفيض كمونها الحلولي لتعويض إنخفاض الكمون المائي للأوراق (Ludlow and Muchow., 1990). وهي عبارة عن هيدرات الكربون الذائبة (الجلوكوز Glucose، الفركتوز Fructose، والسكراروز Saccharose)، توصف بغير الضارة بأبيض الخلية إذا وجدت بتراكيز عالية مثل البوتاسيوم، الصوديوم، والكلور (Kishor et al., 1995; Hayashi et al., 1997)، تساعد في التعديل الأسموزي للخلية (Blum, 1988; Ackerson, 1981). 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. كما بينت بعض الأبحاث أن هناك استنفاد عام للسكر و النشاء في الأوراق المعرضة للإجهاد المائي (Ackerson, 1981). بالإضافة إلى ذلك فإن السكريات الذائبة تساهم في حماية (الظواهر) التفاعلات (المؤدية إلى تركيب الأنزيمات الشيء الذي يسمح للنبات بتحمل أفضل لمؤثرات الجفاف (Bamoun., 1997). لاحظ (Ali dib et al., 1990) أن تغيرات محتوى القمح من السكريات الذائبة أضعف بكثير منها بالنسبة للبرولين وأن أكبر النسب تسجل إنطلاقًا من اليوم الثاني عشر من الاجهاد المائي. أما النتائج التي توصل إليها (Adjab, 2002) خلال معايرته للسكريات في الورقة الخامسة عند خمسة أصناف من القمح الصلب فبينت أن هذه الأخيرة تبدي تراكما ضعيفا لها (أي للسكريات الذائبة).

6.1.10. المحتوى المائي النسبي والفقد المائي الورقي

تعتبر متابعة صفتا المحتوى المائي النسبي والفقد التدريجي للماء مترادفتان ويمكن إعتبارهما كمعيار هام لتقييم تحمل الإجهاد، وتظهر الأصناف المتحملة للإجهاد محتوى نسبي مائي مرتفع و يحدد هذا المحتوى بالنسبة المئوية للماء الموجود في نسيج النبات. يعرف الفقد التدريجي للماء أو النتح الآدمي بنسبة النتح في الحالة التي يكون فيها فتح قليل للثغور، يرتبط الفقد المائي بالمساحة الورقية بمعامل ارتباط عالي، مشيرا إلى انه كلما زادت المساحة الورقية، كلما زادت كمية الماء المفقودة و بالتالي إنخفاض المساحة الورقية أثناء الإجهاد المائي مهم جدا ويعتبر ميكانيزم فعال في خفض احتياجات النبات للماء. يسبب التفاف الأوراق إنخفاض النتح بنسبة 40 إلى 60% ، وحسب (Blum, 1988) فإن الأوراق الرقيقة جدا تنقص من الفقد المائي. ومن بين الإستجابات أيضا الخفض من معدل فقد الماء بواسطة النتح كما أشار إليه (Morgan, 1991). ومن المعروف أنه في الظروف الملائمة للمحصول و توفر الماء للنبات تنخفض درجة حرارة الغطاء النباتي بزيادة سرعة الفقد المائي من الورقة (Chaker and Brinis, 2005).

7.1.10. مورفولوجيا ومساحة الورقة

من المعروف أن جميع الأجزاء الخضراء في النبات تقوم بعمليات البناء الضوئي، إلا أن الأوراق هي الجزء المهيأ بشكل أفضل من غيره للقيام بهذه العملية لكبر مساحتها السطحية وإستقبالها أكبر كمية من ضوء الشمس، ومن المعروف ان زيادة مساحة المسطح الورقي (ضمن حدود معينة) يؤدي إلى زيادة انتاج المادة الجافة اذا توفرت العوامل الأخرى التي تؤثر في كفاءة البناء الضوئي (Rico-García et al., 2009). من هنا فقد إهتم كثير من الباحثين منهم (Ali And Anjum, 2004) و Soheil et al., (2009) في دراسة مساحة الورقة ومقدار التغيير الذي يحدث في مساحتها عند إستخدام المعاملات المختلفة في التجارب. إن حساب مساحة الأوراق النباتية لا يخلو من مشاكل وصعوبات لمجموعة اسباب اهمها تباين اشكال الأوراق وعدم انتظامها، وفي محاصيل الحبوب ذات الأوراق الشريطية المتوسطة الحجم كالقمح والشعير والأرز والشوفان إستخدمت طرق عديدة لقياس مساحة الأوراق منها ضرب أقصى طول وأقصى عرض للورقة ($L_{max} \times I_{max}$) في معامل ثابت (K) يتم إستخراجه بمعادلات الانحدار التنبؤية او بمعادلات التكامل الرياضية (Dornbusch et al., 2010)، ولنجاح وزيادة دقة هذه الطريقة يجب إستخراج معامل معين لكل نوع من الانواع النباتية و احيانا

لكل ورقة ضمن المحصول وذلك بسبب تباين أشكال الأوراق على النبات الواحد (Rico-García et al., 2009). وتلعب الأوراق دورا هاما في تعمير الحب بالسنابل، وعموما فإن مدة حياة هذه الأوراق مرتبط معنويا مع معدل ملء الحبة. يمكن التقليل من عملية فقد الرطوبة من الأوراق بانتخاب الأصناف ذات الأوراق صغيرة المساحة للتقليل من عملية النتح (Fischer, 1985). وكذلك الأوراق ذات طبقة الأدمة السميكة للتقليل من شدة الطاقة الشمسية المستقبلية ودرجة حرارة الأوراق، ومنه خفض معدل نتح الماء منها (Nultsch, 2001).

إن تقليص مساحة الأوراق في ظروف الإجهاد المائي الحاد هي آلية للتقليل من الإحتياجات المائية (Ludlow and Muchow, 1990; Blum, 1996). يبين 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 et al., 1995)، وأشير أيضا إلى اللون الفاتح، تكوين الزغب ووجود الكيوتيكل كآلية ناجحة للتقليل من كمية الماء المفقود (Blum 1988; Ludlow and Muchow, 1990). أعتبر (Gate, 1995) أن حياة الورقة النهائية تقدر بتطور مساحتها الخضراء وهو مؤشر على مستوى عمل جهاز التركيب الضوئي في وجود عجز مائي. تساهم الورقة النهائية خلال مرحلتي الأزهار والنضج بشكل كبير في تحقيق المردود عند النجيليات، ومنه فبتأخير شيخوخة الأوراق يمكن تحسين إمتلاء الحبوب (Nelson, 1988).

8.1.10. الجهد المائي الورقي

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

9.1.10. مورفولوجية وطول النبات

الساق هو المقر الرئيسي لتوضع المادة الجافة غير المهيكلة المشكلة أساسا من الغليكوز، الفريكتوز و السكروز و التي تتاجر فيما بعد نحو الحبوب للمساهمة في امتلائها (Davidson et al., 1992)، لذلك يجذبها مربي النبات كثيرا ويدخلها بشكل دوري في برامج التحسين، أثبت Bidinger et al., (1987) أن مساهمة الساق مهمة في إمتلاء الحبوب في حالة وجود عجز مائي، وحسب Austin et al., (1980) يمكن أن تفوق 40% من المادة الجافة للحبوب. إرتبط طول النبات بمقاومة الجفاف، حيث كلما كان النبات مرتفعا كانت جذوره أكثر عمقا وبالتالي إمتصاص كمية أكبر من الماء ومنه يكون مردوده أحسن (Subbiah et al., 1968). وطول النبات هو أحد الصفات الدالة 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).

10.1.10. الإختيار بإستعمال المؤشر

إن البحث عن تحمل الجفاف في الأصناف النباتية، يستوجب الجمع بين كل ميكانيزمات التأقلم في تركيب وراثي واحد، يكون هذا الأخير حاملا لصفات وراثية مهمة، وذلك للحصول على مردود عال تحت ظروف الإجهادات اللاحيوية (El-Jaafari et al., 1995). إستنتج Bouzerzour et al., (1998) أنه يمكن إختيار أصناف جديدة مقاومة للإجهادات اللاحيوية على أساس الإختيار متعدد الصفات، وأحسن طريقة في ذلك تتمثل في الجمع والإختيار على أساس هذه الصفات مجتمعة. كما بينت طرق الإختيار على أساس صفة واحدة منفردة حسب Benmahammed et al., (2003) محدوديتها في الوصول إلى الهدف المرجو. ووجد Oulmi, (2010) أن الإختيار المتعدد الصفات بإستعمال المؤشر حقق زيادة معنوية ومعتبرة للمردود الحي والإقتصادي، وساهم بشكل لافت في تحسين الصفات الفينو-مورفو-فيزيولوجية لعشائر من القمح الصلب قد تساهم في تحسين المقاومة ضد الإجهادات والتأقلم لظروف الجفاف.

11.1.10. تكبير الإسبال وتقليص دورة الحياة للنبات

التقليص في دورة حياة النبات بزيادة تكبير الإسبال يسمح للنبات بإتمام دورة نموه في زمن قصير نسبيا مما يحول دون تعرضه للمراحل الحرجة في أحر 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, 1985). لاحظ كل من (1994) Annicchiarico and Perenzin ; (1987) Ceccarelli أن الأصناف المتأقلمة مع ظروف الجفاف هي التي تتمكن من النضج بعد فترة تعمير قصيرة للحب. وفي هذا المجال يشير كل من Bouzerzour (2006) ; Mekhlouf et al., (2008) ; Bahlouli et al. (1998) et al., أن تحت الظروف الشبه الجافة للهضاب العليا الشرقية الجزائرية، الأنماط الوراثية مبكرة الإسبال تتصف بسرعة تعمير قوية ما يمكن من تحقيق زيادة في المردود الحبي مقارنة بالأنماط متأخرة الإسبال. كما وجد Fischer, (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 التبير في الإسبال الذي يفسر من 40 إلى 60% من تغير المردود. كما 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 الشبه الجافة.

2.10. الإنتخاب والتحسين بإستعمال المؤشرات والتقنيات الحديثة

إن إستخدام تقنيات المؤشرات الجزيئية التي طورت بالشكل الكافي لإستخدامها في برامج التربية يمكن أن يقلل من تعقيدات إدخال عدد من الصفات المرغوب فيها في النمط الوراثي الواحد. هذه التقنيات تجعل من الممكن رسم خرائط وراثية للحبوب (Graner et al., 1991; Ramsay et al., 2000). بدأت في الآونة الأخيرة أبحاث أساسية لإكتشاف المصدر الجزيئي لمقاومة الإجهاد غير الحيوي (Krishna, 2002). يحث تحمل النباتات للإجهاد عادة عن طريق تفاعل شبكة متكاملة من العديد من المورثات المختلفة أو ما يعرف بالمؤشرات. وتركز الأبحاث الوراثية الأخيرة على مكونات منفردة من هذه الخاصيات المعقدة، وحتى وإن كان متعارفا على أنه لا يمكن القيام بمبادرة هندسية لمقاومة قصوى إلا إذا أدرجت مورثات من إستجابات إجهادية مختلفة (Holmberg and Bùlow, 1998). إلا أنه

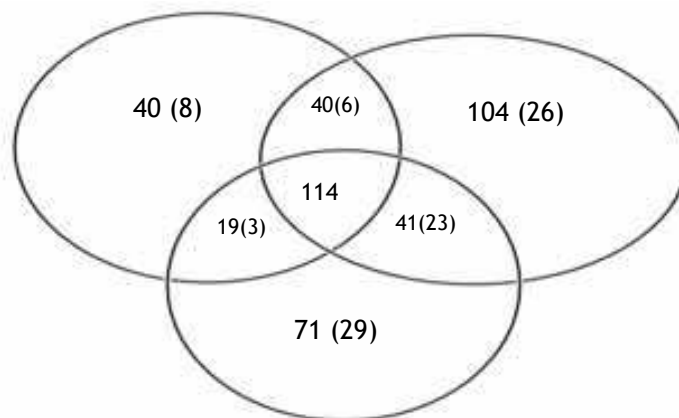
هناك نقطة أساسية وهي معرفة المورثات المنظمة التي تقوم بتنظيم السلسلة الوراثية المتتالية المعقدة أثناء الإجهاد اللاحيوي في النبات (Datta et al., 1998). ولحد الآن لا يزال إستعمال المؤشرات وتحديد عدد المورثات والآليات التي تربطها بجهولة نسبية، وحتى الآليات البيوكيميائية لعمل المحاليل الحامية للنبات لم تعرف بعد (Datta et al., 1998)، و تركز الأبحاث التي تمت على النباتات المقاومة المعدلة وراثيا غالبا على إجراء الإختبارات في المخابر والبيوت الزجاجية، ويتم إعتقاد عدة تقنيات في إستعمال المؤشرات أهمها:

1.2.10. الإختيار بإستعمال ال QTL

تعد التربية لمحاصيل تتحمل الإجهاد اللاحيوي من بين أصعب ما يواجهه مربي النبات في العالم، وذلك لارتباط آلية التحمل بمجموعات كبيرة من الجينات الثانوية، لقد دفع ذلك بعض الباحثين للجوء إلى تشخيص مواقع الصفات الكمية (QTL) على كروموسومات نبات المحصول وتحديد دور كل منها في معايير النمو والتحمل وكما هو الحال في دراسة علاقة دوام الإخضرار في أوراق محاصيل التي قام بها (Harris et al., 2007)، والتي اوضحوا فيها أن تلك الصفة مرتبطة إيجابيا بتحمل شد الجفاف عن طريق تأخير شيخوخة الأوراق. إن مشكلة شح المياه وإرتفاع درجات الحرارة وملوحة التربة تحد من إنتاج المحاصيل في مساحات شاسعة حول العالم. هذا ما دفع بالباحثين المختصين في العالم إلى العمل على إستنباط أصناف محاصيل أو تشخيص أنواع وأجناس منها تتحمل الإجهادات اللاحيوية. إن ذلك يتطلب بالدرجة الأولى تشخيص صفات نباتية في المحصول تتميز بتغايراتها الوراثية العالية المرتبطة بتحمل الإجهادات، من هنا وجب تحديد هذه الصفات بإستعمال تقنية تشخيص مواقع الصفات الكمية (QTL)، إذ أن ذلك يساعد مربي النبات على إختيار النباتات التي تمتلك تلك الصفات فيمكن بذلك إستنباط الصنف المتحمل مباشرة أو بإستخدام التضريب (التصالب) مع أصناف أخرى للجمع بين الصفات المفضلة من الصنفين (Borrell et al., 2000). قام عدة باحثين في العالم (Mason and Singh, 2014; Hartman et al., 2014) بإستعمال تقنية ال (QTL) بدراسة العديد من الصفات الحقلية لبعض نباتات المحاصيل وتشخيص تغايراتها الوراثية بعلاقتها مع درجة تحمل عجز الماء، وأكدوا جميعا على النتائج الإيجابية لدور تلك الصفات في تحمل بعض الأصناف للإجهادات، وبذلك فقد توجه بعض الباحثين منهم النصح بدراسة الحالة الجزئية المرتبطة بتلك الصفات لأجل تشخيص ال QTL المسؤولة عنها ثم تشخيص الجينات المرشحة للدراسة

ونقلها إلى الصنف المطلوب. من جانب آخر، عمل بعض الباحثين كـ (Mhike et al., 2012) على اعتماد مؤشرات (Indices) تستند إلى صفات معينة لاختبارها وتشخيص الصنف المتحمل للجفاف، وذلك لإرتباط تلك المؤشرات بالمردود للمحصول الذي يعد الصفة الأولى كمقياس تحمل الصنف للجفاف.

تختلف أصناف وأنواع وأجناس النباتات في تحملها للعجز المائي بحسب طبيعة التوليفة الجينية التي تحويها. يوجز (Bhargara and Sawant, 2013) تأثير شد عجز الماء في النبات في خفض معدل نمو مرستيم الجذر، فيقل الإيصال المائي والأيونات إلى أجزاء النبات، وتنغلق الثغور ويقل دخول ثاني أكسيد الكربون فينخفض التمثيل الكربوني، وتضطرب آلية التزهير والإخصاب ويقل مردود النبات. فضلا عن ذلك يزداد إختزال الأكسجين الجزيئي بزيادة إنتاج مركبات ROS (Reactive Oxygen Species) وانخفاض الفسفرة الضوئية فيقل إنتاج الطاقة (ATP) بسبب ضعف نقل المحفزات المسؤولة عن الإستنساخ الـ ARNm، وبذلك يضعف التعبير الجيني ويقل معدل نمو النبات. إن الصفات المرتبطة بتلك العمليات متعددة، وهي ليست نفسها في كل الأصناف والأنواع والأجناس. وعليه، لا بد لمربي النبات أن يبحث بنفسه عن تلك الصفات المرتبطة بآلية التحمل للأصناف التي يدرسها، حتى إذا شحصها تمكن من انتخاب الصنف الأفضل أو التصالب بينه وبين صنف آخر يكمل معه بعض الصفات الإنتاجية الأساسية. هذا ولما كانت هذه الصفات متعددة، فإن عدد جيناتها سيكون أكثر، فضلا عن ذلك فإن التداخلات بين أفعال تلك الجينات ستكون الغلة النهائية هي المحدد لآلية التحمل في النبات. إن من بين المخططات الإيضاحية لطبيعة تداخلات الفعل الجيني في آلية تحمل الجفاف هو ما ذكره (Seki et al., 2006) (شكل I. 9). يتضح من الشكل تداخل فعل جينات تحمل الجفاف مع جينات تحمل الملوحة ومع جينات حامض الأبسيسك (ABA) الذي يبين وجود فعل سبع مجاميع من الفعل الجيني تؤثر في آلية التحمل، فإذا علمنا أن هناك عدة صفات يتداخل فعل جيناتها مع بعضها البعض، فإن عدد مجاميع التداخل وأعداد جيناتها ستكون كبيرة جدا لتوضح بالتالي مدى تعقيد عمل هذه الآلية في النبات.



جينات ABA (245 جين)

شكل I. 9. تداخل فعل ثلاث مجاميع من جينات تحمل الجفاف وتحمل الملوحة وجينات ABA، في إظهار تحمل النبات للجفاف، ومجاميع الجينات السبع المتداخلة. الأرقام بين قوسين توضح أن تلك الجينات إزداد تحفيزها بمعدل خمس مرات على الأقل لدى تعرض النبات لعوامل الجفاف (Seki et al., 2006).

ولأجل فهم وتسهيل عمل برامج تربية نباتات لتحمل الإجهادات اللاحيوية، يحاول الباحثون أن يربطوا بين بعض الصفات والمردود الحبي في وحدة المساحة سواء بالاعتماد على معامل الارتباط بينها وبين المردود (Alake et al., 2008)، أو على قيمة التغيرات الوراثية لتلك الصفات (Elsahookie et al., 2002; Bruce et al., 2013). إذا أخذنا بعين الاعتبار آلية التزهير وحدها، فهي متلازمة مركبة ترتبط بمجموعة كبيرة من الجينات، وهي بدورها ترتبط مع جينات أخرى ترتبط بشكل غير مباشر بالمردود الحبي. إستنادا لذلك، فإن التوصل إلى غلة حبية تحت إجهاد معين يحتاج إلى تكامل معلومات تضمن بلوغ الهدف. نستنتج من ذلك أن آلية تحمل الإجهاد هي متلازمة مركبة ترتبط بمجاميع كبيرة من الجينات تعود لعدة صفات، غير أن هناك صفات لها دور أكبر من الأخرى في جعل النبات متحملا للإجهاد أكثر مع إعطاء مردود إقتصادي مقبول وثبات لتلك الصفة تحت ذلك الحد من الإجهاد.

وحاليا تستخدم برامج إحصائية معينة لتحديد مواقع ذات أثر تراكمي QTLs ودراسة تأثيراتها في النمط الظاهري (Teulat et al., 1998; Hayes et al., 2000)، حيث يزودنا تحليل مواقع الصفات ذات الأثر التراكمي QTLs بأداة قوية وفعالة لتحديد المورثات المسؤولة على الصفة على الصبغي وبالتالي فإن تحديد المؤشر الجزئي المرتبط عن قرب بال QTL ذا الأهمية الزراعية أو بالصفة السلبية

سيسمح لنا بإستخدام ما يسمى بالإنتخاب بمساعدة المؤشرات الجزيئية ومن ثم زيادة فعالية إستخدام المصادر الوراثية المتاحة.

2.2.10. الإنتخاب بإستعمال نظير الكربون وفعالية إستغلال الماء

بينت العديد من الدراسات أن قدرة النبات على تحمل الجفاف هي عملية معقدة تحكمها عوامل وراثية عديدة، فضلا عن عوامل إدارة المحصول زراعي (Cushman and Bohnert, 2000). إعتمدت عدة مؤشرات في الآونة الأخيرة لتحسين مقاومة النبات وتحقيق فعالية في إستغلال الماء (Water use efficiency) والتوصيل المسامي، ومعدل التمثيل الضوئي، والمحتوى المائي للأوراق، ودرجة حرارة المجموع الخضري، ونسبة التمييز النظيري للكربون $D^{13}C$ في برامج تربية المحاصيل الزراعية لانتقاء الصنف الأكثر تحملا للجفاف (Araus et al., 2003). وجد أن المردود يرتبط بدرجة كبيرة بتأثير الإجهاد على الأعضاء التركيبية، وعلى إعادة تعبئة المدخرات المخزنة أساسا في عنق السنبلة وما بين العقدتين الأخيرتين (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 CO_2 إلى النتح في الثغور) والتي تخضع إلى العديد من التفاعلات الكبيرة بين النمط الوراثي \times الموسم \times الوسط (Van Ginkel et al., 1995). هو أحد الوسائل الهامة من أجل تحقيق زيادة في المردود، و قد أقترح نظير الكربون ^{13}C ($\Delta^{13}C$) كبديل لقياس فعالية إستغلال الماء، وهناك العديد من الدراسات التي إختبرت العلاقة بين مردود المحاصيل وفعالية إستغلال الماء بإستعمال تمييز نظير الكربون ^{13}C (Araus et al., 1993; Gate et al., 1993). وفعالية إستغلال الماء مهمة جدا أين تكون ظروف النمو تفتقر إلى الماء، وعموما فإن فعالية إستغلال الماء WUE يعبر عنها من خلال النسبة ما بين المادة الجافة وكمية التبخر خلال مدة زمنية محددة (Richards et al., 2002; Condon et al., 2002)، إن كانت هذه المدة تقتصر على مرحلة فقط من مراحل تطور النبات فإننا نتحدث في هذه الحالة عن فعالية إستغلال صافية (WUE_{net}) بينما إذا إشمطت المدة الزمنية كامل مراحل تطور النبات فإننا نتحدث عن فعالية إستغلال خام (WUE_{crude})، من ناحية أخرى فعالية إستغلال الماء تعرف على أنها النسبة ما بين المردود الحبي وكمية الماء المستعملة لإنتاج هذا المردود الحبي (Gardner et al., 1985).

حاول العديد من العلماء فهم العلاقة الموجودة بين استهلاك الماء والإنتاجية لدى النباتات أمثال Warming سنة 1909 الذين اهتموا بدراسة العلاقة (لمردود كبير في وجود كميات محدودة من الماء)، 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 C_3 (Farquhar and Richards, 1984)، أصبح مؤشر النظائر شائع الاستعمال كوسيلة سريعة لتقييم فعالية استغلال الماء، وتحديد تغيراتها على مجموعة واسعة من أنواع C_3 و في أوساط بيئية مختلفة.

تعطي قيم نسبة التمييز النظيري $\Delta^{13}C$ % في النباتات قياسا شاملا لتمثيل الكربون خلال موسم النمو وتعكس هذه القيمة التغيرات التي تطرأ على نسبة غاز CO_2 داخل الخلية إلى خارجها، المترافقة بنفاذية المسام وعملية Carboxylation (Barbour and Farquhar, 2000)، وجذير بالذكر أن أي عامل يؤثر في عمل الثغور التنفسية وعملية Carboxylation يؤثر في كمية ^{13}C في الأنسجة النباتية. فالإجهاد المائي والملوحة ودرجة الحرارة وأشعة الشمس تخفض في قيمة $\Delta^{13}C$ من خلال تأثيرها في عمل المسام. وتعكس القيم الأكثر سلبا ل $\delta^{13}C$ % ارتفاعا في قيم نسبة التمييز النظيري $\Delta^{13}C$ ، ففي حال عدم تعرض النبات إلى أي إجهاد، فإن المسام تكون أكثر انفتاحا والتمييز النظيري يكون مرتفعاً، أما في حال تعرض النباتات إلى إجهاد، فالمسام سوف تغلق جزئيا مما يخفض من قيم نسبة التمييز النظيري $\Delta^{13}C$.

3.2.10. الإنتخاب بإستعمال البروتينات

تحمي بعض المنتجات الخلوية النبات من عوامل إجهادية مختلفة (الجفاف، الجليد...)، وتشمل البروتينات التي لها على الأرجح عمل مباشر في مقاومة الإجهاد (البروتينات الوظيفية)، وتساهم أيضا بطريقة أخرى غير مباشرة، وعملها يتمثل في تنظيم نقل الإشارة (Signal transduction) والتعبير الوراثي وتسمى (بروتينات التنظيم) (Yamaguchi-Shinozaki et al., 2002). في هذا الإطار يوصي Moffat, (2002) بالبحث عن الآليات المتشابهة التي تعمل على حماية النبات من الإجهادات الاحيوية المختلفة.

قام (Witzel et al., 2009) بمقارنة صنفين من الشعير مختلفين في التحمل للإجهاد اللاحيوي، وحللوا بروتينات (Proteome) الجذور فيهما، ووجدوا ظهور 1100 بقعة بروتينية في الصنف المتحمل لم تظهر في الصنف غير المتحمل، وكان من بين تلك البروتينات ما هو مرتبط بالعمليات الأيضية ونقل المحفزات وإختزال الأوكسجين وإنتاج ROS وإزالة سميته، ومنها ما هو مرتبط بمقدرة الصنف في التعديل الأسموزي تحت الإجهاد. لقد أكدت هذه الأراء كذلك نتائج بحوث آخريين، منها ما وجدته (Jiang and Zhang, 2002) من أن شد عجز الماء يؤدي إلى زيادة إنتاج ROS (Reactive Oxygen Species)، فيما ذكر (Uno et al., 2000) أن بعض البروتينات تنشط بسبب ضعف الاستنساخ، فتقوم هذه البروتينات بحماية خلايا النبات من ضرر الإجهاد المائي. من الجدير بالذكر أن تأثير الإجهاد المائي يختلف إنعكاسه على النبات باختلاف مراحل نمو النبات، وأن أعلى ذلك الضرر يقع في مرحلة الطور التكاثري، إذ يقل إنتاج ونشاط حبوب اللقاح، وتضعف المياسم في استقبالها لحبوب اللقاح، فينخفض عدد البذور ومردودها في وحدة المساحة.

4.2.10. الإنتخاب بإستعمال الصور الرقمية والإنعكاس الضوئي

الضوء عامل أساسي في فيزيولوجية النباتات الخضراء، فالتركيب الضوئي ظاهرة تحدث في عدة مراحل كيميائية-ضوئية، وبيوكيميائية يتم خلالها تحويل الطاقة الضوئية الممتصة من طرف الأصبغة اليخضورية المتجمعة في الأنظمة الضوئية (PSI, PSII) إلى طاقة كيميائية يستعملها النبات. يؤثر الضوء بشدته أو بمدته (Photopériode) على نمو النبات، تعتبر الإضاءة الشديدة مع الاجهاد المائي من أهم العوامل المؤثرة على معدل التركيب الضوئي في المناطق شبه الجافة (قندوز، 2014). من هنا إقترح بعض العلماء إدخال صفة الإنعكاس الضوئي كألية إنتخاب دقيقة ومهمة لتحديد مدى مقاومة المحاصيل الزراعية للإجهاد المائي والحراري (Marutani et al., 2014; Çulha Erdal and Çakirlar, 2014).

5.2.10. الإنتخاب بإستعمال الهرمونات النباتية

الهرمونات النباتية هي مواد عضوية طبيعية أو إصطناعية (رسائل كيميائية)، تنتجها النباتات بكميات صغيرة تنظم العمليات الفسيولوجية النباتية وهي تتحرك خلال النبات من أماكن تخليقها إلى أماكن عملها. وإستجابة النبات للرسائل الكيميائية يكون بالنمو، في بعض الخلايا يحفز النمو وفي حالات أخرى يثبط (Petter, 2005)، ففي بعض الأحيان يكون النمو في جانب من النبات مما يؤدي

إلى إنحاء الفروع أو الجذور نتيجة الاستجابة إلى محفز معين (Heller et Lance., 2000). وتحدث تأثيرها على العمليات الفسيولوجية الدائرة بالنبات إما بتنشيطها أو بتثيبتها أو تحويرها، ومنه فإن ما نلاحظه من مظاهر نمو وتطور النبات قد يكون محصلة لتأثير الهرمونات المختلفة. تنتج في النبات بكميات ضئيلة للغاية عادة توجد بتركيز 7-10 إلى 6-10 ملغ/كغ من الوزن الطازج للنبات. وتنقسم الهرمونات النباتية إلى خمسة مجاميع هامة في النباتات تختلف عن بعضها في تركيبها الكيميائي وتأثيرها البيولوجي هي: الأوكسينات، الجبريلينات، السيبتوكينات، الإيثيلين، حمض الأبسيسيك. الأوكسينات والجبريلينات والسيبتوكينات تعمل كمحفزات للنمو، أما الإيثيلين وحمض الأبسيسيك يعملان كمثبطات له (Petter, 2005).

توجد آليات جزئية نشيطة خاصة بالنقص المائي ومقاومة النبات للنقص المائي كاستعمال هرمونات الإجهاد دون الإجهاد نفسه (Seki et al., 2007)، وجدت إختلافات مهمة بين الإستجابات داخل الأعضاء تحت النقص المائي في النبات عند بعض محاصيل الحبوب. توجد ثمة إشارة تضع في الحسبان الإتصال بين الجينات وهرمونات الإجهاد. فالهرمونات بشكل عام تؤثر في المحاصيل بظهور صفات مرغوبة في برامج الإنتخاب (Dumbroff et Marshall., 1999; El-Meleigy et al., 1999; Hopkins., 2003)، فهي تحفز الإستطالة والنمو حيث تستطيل معظم النباتات طوليا وتزداد الإستطالة رأسيا خلال فترات النمو المختلفة تبعا لعمليتين مختلفتين بيولوجيا الأولى تعرف بالإنقسام الخلوي و الثانية تعرف بالإستطالة الخلوية. توجد في النباتات ظاهرتين طبيعيتين إحداهما على المجموع الخضري وهي الإنتحاء الضوئي Phototropisme وهو إستجابة النبات للضوء و تظهر هذه الإستجابة في صورة حركة، والأخرى على المجموع الجذري و تسمى الإنتحاء الأرضي Géotropisme ويعني إستجابة المجموع الجذري بصفة خاصة بنمو الجذور إلى باطن التربة وبالتالي تساعد في وصول الجذور إلى المناطق التي بها الماء من التربة ومنه التقليل من أثر الإجهاد المائي (Hopkins., 2003). كما تعمل الهرمونات على تسريع الإزهار وبذلك تساهم في إستراتيجية المحصول بالتهرب من الجفاف (El-Meleigy et al., 1999).

الجزء الثاني (المواد وطرق العمل)

1. الموقع التجريبي وخصائصه

تم إنجاز التجارب خلال المواسم الزراعية 2009/2008 - 2010/2009 - 2011/2010 - 2012/2011 - 2013/2012 بالموقع التجريبي لمحطة الأبحاث الزراعية التابعة للمعهد التقني للمحاصيل الحقلية (ITGC) الواقع بمنطقة سطيف (21' 5° شرقا، و 9' 36° شمالا ، وعلى إرتفاع 1081م فوق سطح البحر) وهي إحدى مناطق الهضاب العليا بالجهة الشمالية الشرقية للجزائر.

يتصف الموقع التجريبي بتربة طميية-طينية ذات عمق متوسط يصل إلى حوالي 0,60 متر ولون بني فاتح ، قليلة الخصوبة (Chenafi et al., 2004) ، ذات pH قلوي قيمته 8,2 و نسبة الكلس الفعال 18,4 ، نسبة المادة العضوية 2,6 % و نسبة الفسفور الممتص هي 36,0 جزء في المليون (Kribaa et al., 2001).

مناخ موقع التجربة 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). يقدر متوسط درجات الحرارة في الشتاء والربيع بـ 6.6 و 12.5°م على التوالي (Annicchiarico et al., 2002). جميع هذه العوامل تؤثر سلبا على الإنتاج السنوي للقمح الصلب، كذلك عدم تأقلم الأصناف المستعملة رغم أن تحسين محاصيل الحبوب في العالم حقق نجاحا في إستنباط أصناف ذات إنتاجية عالية. إلا أن هذه الأخيرة تبقى أقل مقاومة للإجهادات اللاحيوية وتفقد جزءا كبيرا من كفاءتها الإنتاجية تحت ظروف الجفاف (Ceccarelli, 1987). يعتبر إنتخاب أصناف مقاومة للإجهادات الهدف الرئيسي والهام رغم غموض الآليات والميكانيزمات المورفو-فيزيولوجية للنبات (Condon et al., 2004 ; Reynolds et al., 1997).

بالنسبة للسابق الزراعي للأجيال الخمسة (من F3 إلى F7) فكانت الأرض تترك بور قبل أن يتم الزراعة عليها مجددا ، وذلك لكي لا يتم استتراف المواد المغذية من التربة، ومكافحة الأعشاب الضارة بها. المسار الزراعي المعتمد من طرف محطة الأبحاث الزراعية هو كالاتي: حرث عميق في شهر فبراير-

مارس بمحراث سكة قلاب ، يليه مرور بالمشط القرصي لتغطية التربة و القضاء على الاعشاب الضارة. في شهر سبتمبر يتم المرور الثاني بالمشط القرصي للقضاء على الاعشاب الضارة و في شهر نوفمبر يتم نثر الاسمدة الفوسفاتية (MAP) بمعدل 80 كغ/هـ. تتبع هذه العملية لتحضير مهد البذر بواسطة المشط المسنن. خلال مرحلة الاشطاء تتم عملية التسميد الآزوتي بمعدل 80 كغ/هـ بالسماذ اليوريا (l'urée à 46%) . عملية التعشيب بالنسبة لمختلف التجارب تمت يدويا.

2. المادة النباتية المستعملة وتصميم التجارب

1.2. المادة النباتية المزروعة

تم إستعمال كمادة نباتية ثلاث تصالبات من القمح الصلب هي (Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، Ofanto/Mrb₅) الممثلة في الأجيال الخمسة (F3 إلى F7). تم إنجاز هذه التصلبات على مستوى محطة الأبحاث الزراعية (ITGC) بسطيف خلال الموسم الزراعي 2004-2005.

الآباء المتصالبة المزروعة هي: Ofanto ، Bousselam ، MBB ، Mrb₅ ، Waha . منها المحلية ومنها التي تم إدخالها من المركز الدولي للبحوث الزراعية للمناطق الجافة (ICARDA) بسوريا، في إطار التعاون مع محطة البحوث الزراعية بسطيف. إختيار الآباء كان على أساس التباين الجغرافي والتأقلم للوسط وكذلك لوجود قيم مرتفعة لها لمختلف الصفات المرغوبة في المناطق الشبه الجافة كالمردود الحي، طول النبات، عدد السنابل في وحدة المساحة،.... وغيرها. ويتصف كل أب بما يلي:

Ofanto هو صنف إيطالي محسن ناتج عن تهجين بين الصنفين Appulo و Valnova (De vita et al., 2007). يمتاز بتبكير الإسبال، طول متوسط نسبيا، و بالإنتاجية العالية في الظروف الملائمة (Laala, 2010)، أدخل في العديد من برامج التحسين بالمناطق الشبه الجافة بالتهجين بينه وبين أصناف محلية (Belkharouché et al., 2009).

Bousselam هو صنف جديد منتخب من طرف محطة الأبحاث الزراعية سطيف، ناتج عن التهجين Heider/Martes//Huevos de Oro والمحضر من طرف المركز الدولي Cimmyt الموجود

بالمكسيك. يتراوح طوله بين 90 و 100 سم ، كثير الإشطاءات الحاملة للسنابل، نصف متأخر الإسبال حيث يأتي بين الصنفين واحة ومحمد بن بشير، وهو من الأصناف ذات المردود الجيد في المناطق الشبه جافة (Baghem, 2012; Laala et al., 2009).

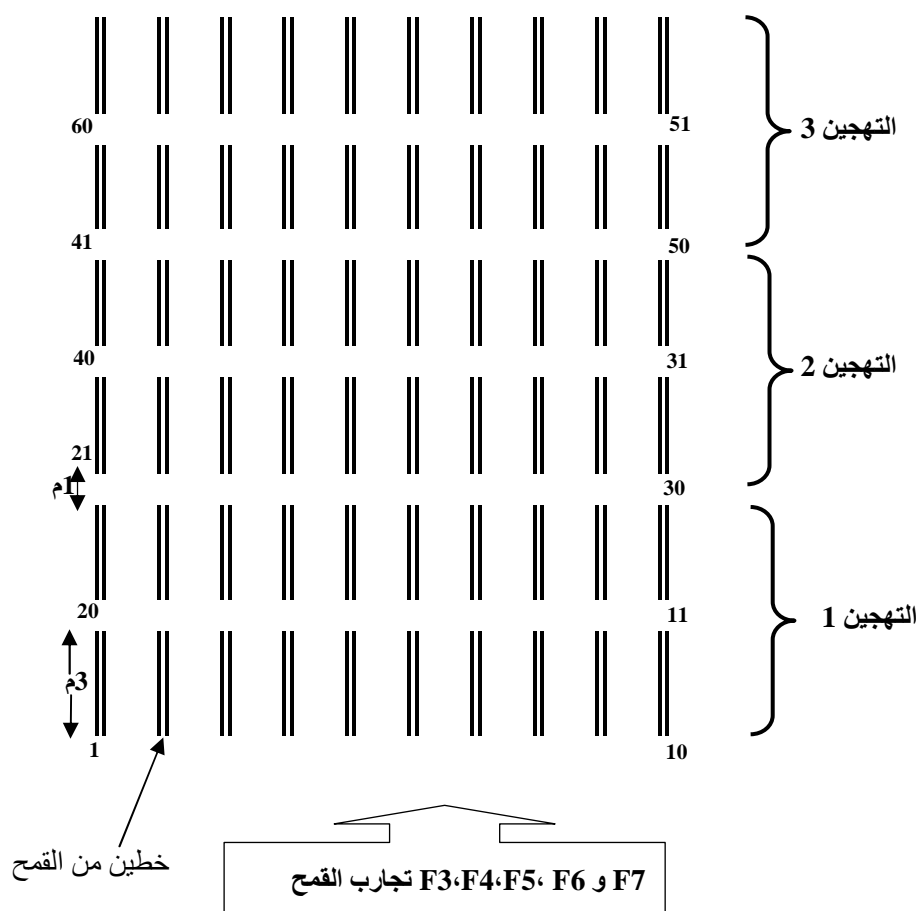
Waha هو أحد الأصناف التي تم إنتخابها محليا من طرف محطة الأبحاث الزراعية بسطيف (ITGC) عام 1983، ناتج عن تصالب بين أصناف واردة من المركز الدولي للبحوث الزراعية للمناطق الجافة (إيكاردا) بسوريا وهي (Pelicano/Ruffino/Gaviota, (Plc/Ruff//Gta's')، يتميز بقصر طوله نسبيا كثرة الإشطاءات الحاملة للسنابل وأيضا يمتاز بتكبير الإسبال ما يجعله حساسا للصقيع المتأخر، كما أنه صنف يمتاز بالتهرب من الإجهاد في نهاية دورة حياته بسبب تكبير الإسبال (Abbassenne, 2006; Mekhlouf et al., 1998; Abbassenne et al., 1997) ، ويعتبر واحد من بين أكثر الأصناف إستعمالا في برامج التحسين بمناطق الهضاب العليا (Hannachi, 2013; Bouzerzour et al., 2001).

Mrb5 هو صنف تم الحصول عليه من طرف لمركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ICARDA) بسوريا ناتج من تهجين بين ToriC69/Haurani، وهو صنف نصف مبكر الإسبال، وذو طول متوسط (ما بين محمد بن بشير وواحة)، يمتاز بالإنتاجية العالية في المناطق ذات الظروف المناخية الملائمة لذلك تم إدخاله في عدة برامج إنتخاب (Ben Naceur et al., 1997).

تم الحصول على الصنف محمد بن بشير Mbb عن طرق الإنتخاب بالنسب (Sélection généalogique) داخل العشيرة المحلية من القمح الصلب من ناحية عين الروى بالمنطقة الشمالية لسطيف، (Laumont and Erroux, 1961)، وهو صنف نصف شتوي، يحتاج إلى الإرتباع (Vernalisation) والضوء (Photopériodique) أكثر مقارنة مع الصنف واحة، وهو ذو ساق أطول (+20سم) ومتأخر الإسبال (+10 أيام). كل هذه الخصائص تسمح له بتفادي الجليد الربيعي المتأخر (Bouzerzour et al., 1998).

2.2. تصميم التجارب

تم زراعة أجيال القمح الصلب من F3 إلى F7، لمختلف التصالبات، خلال المواسم الزراعية (2009/2008 إلى 2013/2012)، تتكون كل قطعة أولية من خطين بطول 3 م و المسافة بين كل قطعتين 20 سم، بكثافة زرع تقدر بـ 250 بذرة في المتر المربع، وزرعت الآباء في خطوط بنفس القياسات مع استعمال (3) ثلاث تكرارات لكل أب. كل تجربة بها 60 خط تمثل الآباء المهجنة والتصالبات الثلاث (زرع 20 خط لكل تصالب). (شكل II. 1).



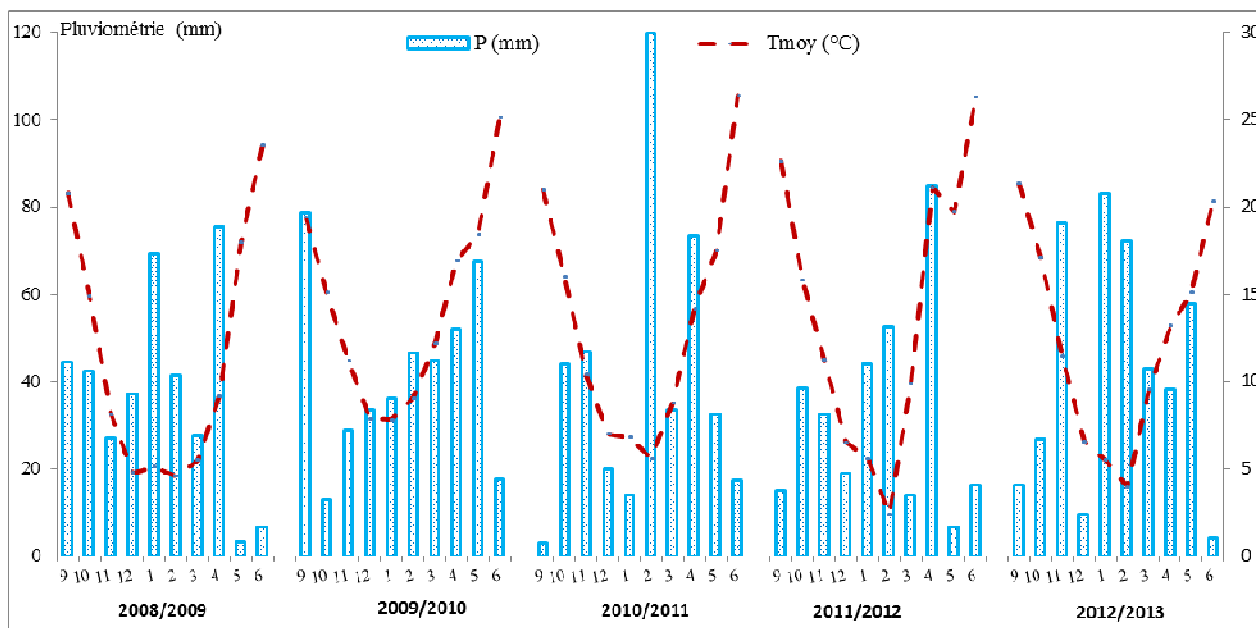
شكل II. 1: مخطط زرع الأجيال F3 إلى F7 للتصالبات الثلاثة من القمح الصلب.

3. التساقط والظروف المناخية خلال مواسم الزرع

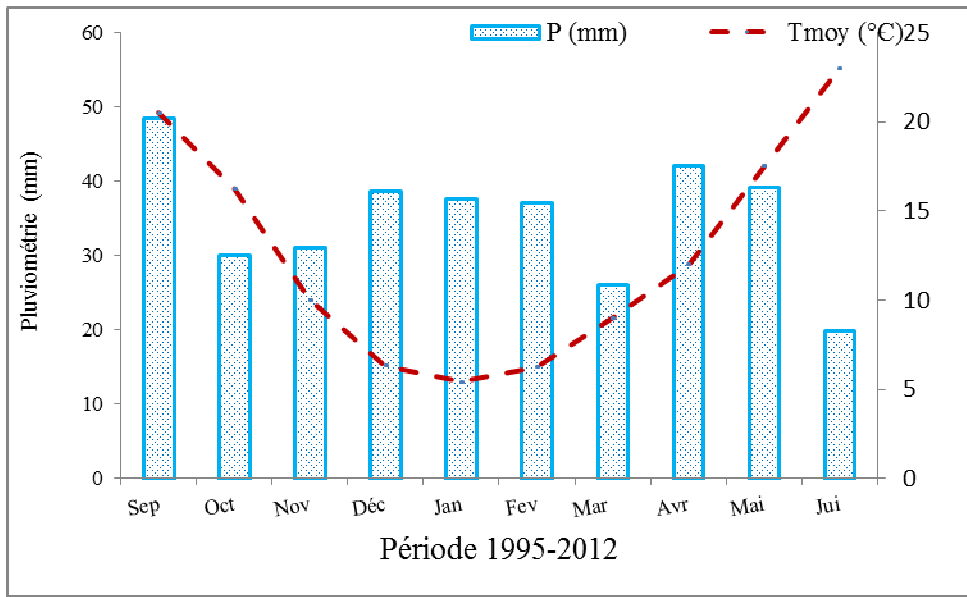
قدر مجموع التساقط للأمطار خلال مواسم الزرع الخمس (2009-2008 إلى 2013-2012) الخاصة بالأجيال الخمسة (F3 إلى F7) بـ 375.0 ، 418.8 ، 352.8 ، 408.7 ، و 427.4 ملم على

التوالي، مع ملاحظة أن أكبر كمية تساقط كانت خلال الموسم الزراعي (2009-2010). بينما سجل مجموع متوسط تساقط الأمطار للفترة الممتدة من 1992 إلى 2012 بـ 329 ملم (شكل II.2). مجموع متوسط تساقط الأمطار خلال المواسم الزراعية الخمس كان أكبر من متوسط التساقط لـ 20 سنة.

لوحظ وجود إستقرار في كمية التساقط لفترة الـ 20 سنة (1992-2012) المقاسة من شهر سبتمبر إلى شهر ماي بمتوسط تساقط شهري بين 30 و 40 ملم لمعظم الشهور، وسجلت أعلى كمية تساقط خلال هذه الفترة في شهر سبتمبر بمتوسط 48.4 ملم وأقلها في شهر جوان بـ 19.8 ملم (شكل II.3). بمقارنة متوسطات تساقط الأمطار الشهرية لمواسم الزرع الخمس الخاصة بالدراسة، نجد أن الموسمين 2010-2009 و 2012-2013 كانا الأحسن من ناحية التساقط بمتوسط 41,9 و 47,0 ملم على الترتيب، خاصة خلال أواخر فترات النمو للنبات (شهري ماي وجوان) أين يتزامن ذلك مع مرحلتي الإزهار وملئ الحب بالسنابل، والتي تحدد بنسبة كبيرة الغلة الحبية نظرا لحساسية هذه المرحلة للنقص المائي والجفاف (Bousba, 2012; Bouzerzour and Benmahammed, 2009). وبتابعة تساقط الأمطار خلال شهر محدد لسنوات الزرع الخمس نجد أن تساقط الأمطار متذبذب للشهر نفسه من موسم زراعي لآخر، وهذا التذبذب والتغير في التساقط هو من خصائص المناطق الشبه الجافة (شكل II.2).



شكل II.2: منحنيات التساقط وتغيرات درجات الحرارة خلال مواسم الزرع (ONM, 2013).



شكل II.3: منحنيات التساقط وتغيرات درجات الحرارة للفترة 2012-1995 (ONM, 2013).

درجات الحرارة عرفت إنخفاض مستمر خلال الأشهر سبتمبر، أكتوبر، نوفمبر، ديسمبر، وجانفي. ثم إرتفاع متزايد خلال أشهر مارس، أبريل، ماي، وجوان مع تسجيل أقصى إنخفاض لها في شهر فيفري لكل موسم من مواسم الزرع الخمس المعنية بالدراسة (شكل II.2). ونفس التغير في درجات الحرارة لوحظ للفترة 2012-1992 (شكل II.3)، وهذا يبين تعرض المحصول إلى إرتفاع حاد ومستمر لدرجات الحرارة خلال آخر أطوار النمو. يشير Bouzerzour and Benmahammed, (1994) و Bouzerzour et al., (2002) 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.

4. القياسات المنجزة

1.4. المساحة الورقية

أنجزت القياسات على كل الخطوط (الآباء و أفراد الأجيال)، تم قياس مساحة الورقة الراية (ورقة العلم) أثناء مرحلة الإسبال، على عينة مكونة من 5 أوراق مأخوذة عشوائيا على طول كل خط. قدرت المساحة الورقية المتوسطة بالعلاقة الآتية (Spagnoletti-Zeuli et Qualset, 1990):

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

حيث SF، هي المساحة المتوسطة لورقة العلم (سم²)، 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 x I).

2.4. المحتوى المائي النسبي (TRE%)

تم تحديد المحتوى المائي النسبي (TRE)، أثناء مرحلة الإنبال، على عينة مكونة من 5 أوراق. حيث تم وزن أوراق عينة كل نمط وراثي مباشرة (شكل II 4). 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 التشبع (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, 1968) والمذكورة من طرف (DaCosta et al., 2004) و (Mahdid, 2014) الآتية:

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

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



شكل II 4: عملية تحضير و وزن خمسة أوراق لقياس المحتوى المائي النسبي.

3.4. مؤشر المقاومة للإجهاد المائي (DSI)

تم تقدير مؤشر المقاومة للإجهاد المائي (DSI) باستعمال اختبار التحطم الخلوي (نسبة (%)) الخلايا التالفة) (IC %) على الورقتين الأخيرتين المتطورة تماما. تؤخذ ورقتين من كل 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 الاختبار وتغسل بالماء المقطر لإزالة الغبار الملصق الذي يمكن أن يؤثر على نتائج الاختبار. يضاف لكل أنبوب 10 مل من الماء المقطر، ترج الأنابيب دوريا يدويا وتترك في درجة حرارة المختبر (شكل II 5).

تترك مجموعة الأنابيب في المخبر وبعد 24 ساعة تتم القراءة الأولى عليها (EC_1) بواسطة جهاز الناقلية الكهربائية (Conductivimètre) (شكل II 6). توضع كل الأنابيب المقاسة في حمام مائي في درجة حرارة 100 درجة مئوية، لمدة 60 دقيقة. تجرى قراءة ثانية للناقلية (EC_2) 24 ساعة بعد مرور العينات في الحمام المائي. تقدر النسبة المئوية للخلايا التالفة بسبب الإجهاد المائي، حسب الطريقة التي وصفها (Bajji et al, 2001)، على النحو التالي:

$$DSI (\%) = 100(EC_1/EC_2)$$

حيث: - DSI هو نسبة التحطم الخلوي بواسطة الإجهاد المائي.
- EC_1 و EC_2 : هي على التوالي تعبر عن الناقلية الكهربائية قبل وبعد المرور إلى الحمام المائي.



شكل II 5: تحضير العينات في أنابيب الاختبار.



شكل II.6: عملية القراءة بجهاز قياس التحطم الخلوي (Conductimètre).

4.4. درجة حرارة الغطاء النباتي (TCV)

تم قياس درجة حرارة الغطاء النباتي (TCV) الأنماط الوراثية خلال مرحلة الإنبال بمعدل ثلاث قراءات لكل نمط وراثي (شكل II.7)، بواسطة جهاز قياس الحرارة Thermométrie infrarouge نوع Jackson et al., (Modèle AG-42, Teletemp Corp., Fullerton, CA) المستعمل من طرف كل من (1988) و (2013) Gautam et al. القياس يكون بتوجيه الجهاز إلى خط الأفراد على بعد حوالي 50 سم من النبات (Amani et al., 1996)، تأخذ القياسات وقت منتصف النهار، أخذت هذه الفترة بالتحديد للقياس لإرتفاع درجات الحرارة لأقصى مداها في هذا المجال من اليوم، الزمني وبالتالي تكون النباتات معرضة لدرجات حرارة مرتفعة ما يحفز آلية المقاومة لديها، بزيادة ظاهرة التنفس للأوراق، تحفيز عملية التنفس للنبات يساعد على تخفيض درجة حرارة الغطاء النباتي، ما يمنحنا إمكانية التعرف على الخطوط التي تملك أنماط وراثية فعالة في مقاومة إرتفاع درجات الحرارة وتوفير المزيد من المعلومات حول التنوع الوراثي للإنتخاب. هذه الطريقة من الإنتخاب أثبتت فعاليتها في إختيار خطوط وراثية أكثر نشاطية ومقاومة للإجهاد الحراري من طرق الإنتخاب الأخرى.



شكل II.7: جهاز قياس درجة حرارة الغطاء النباتي وطريقة العمل.

4.4. مؤشر الانتخاب (SWI)

تم تطبيق الإختيار 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: $a_1=0.4$, $a_2=0.3$, $a_3=0.2$, $a_4=0.1$, على التوالي لـ RDT, TRE, DSI, TCV. وتمثل X_i = قيمة الصفة i المأخوذة من خط واحد. σ_p = الإنحراف المعياري.

ووفق دراسات سابقة وجد أن تطبيق الإختيار على أساس المؤشر يساهم بشكل فعال في تحديد الخطوط التي تجمع بين الصفات المرغوبة في عملية الإختيار (Oulmi, 2010). وإستنتج Bouzerzour et al., (1998) أنه يمكن إختيار أصناف جديدة مقاومة للإجهادات اللاحيوية على أساس الإختيار متعدد الصفات، وأحسن طريقة في ذلك تتمثل في الجمع والانتخاب على أساس هذه الصفات مجتمعة.

5.4. تكبير الإسبال والصفات المرفولوجية

تم تدوين تاريخ الإسبال بعدد الأيام ابتداءً من 1 جانفي إلى خروج 50% من السنابل من غمد ورقة العلم لمعرفة درجة التكبير للأنماط الوراثية (PREC).

و عند النضج تم حصاد عينات نباتية على خط طوله 1م لكل قطعة أولية من كل الخطوط التجريبية لنباتات الأفراد الأبوية والأجيال من القمح الصلب (شكل II.8). وذلك لتقدير المتغيرات المرتبطة بالإنتاج. وزن الكتلة الجافة الكلية (BioM) لتقدير المردود الإقتصادي (RDT_{cc}) ، قياس طول النبات (HT) (السفا لم يؤخذ بعين الاعتبار في الطول)، قياس عدد السنابل (NE) في وحدة المساحة، تقدر الغلة الحبية (RDT) بعد الحصاد الميكانيكي للتجربة.

يقدر المردود الاقتصادي ب: $RDT_{grain} = (RDT_{cc}) + 0,3 * RDT_{paille}$ (Annichiarico et al., (2005).



شكل II.8: عملية حصاد عينات نباتية على خط طوله 1م.

5. التحليل الإحصائي للمعطيات

تكمن أهمية معرفة طبيعة الفعل الجيني على الصفات الكمية ذات الأهمية الاقتصادية كالمردود الحبي في القمح الصلب وصفات المقاومة التي ترفع منه في إعداد برامج لتربيتها وتحسينها . وهناك حالات مختلفة من طرق التربية تعتمد من قبل المربين الغرض منها اختصار الوقت والجهد والتكاليف في الوصول إلى نتائج إيجابية ولقد أجريت دراسات مختلفة على هذا المحصول وغيره من المحاصيل ،

وقدمت عدة نماذج وراثية من قبل Jinks and Jones, (1958) و Snedecor and Gamble, (1962) و Cochran, (1980) و Mather and Jinks, (1982) لدراسة التحليل التبايني والفعل الجيني على الصفات الكمية والأهمية النسبية للفعلين الوراثيين التراكمي واللاتراكمي ودرجة التوريث، ومعاملات التغير الظاهري (CV_P) و الوراثي (CV_G)، ومعادلة الإنحدار الخطي والتقدم الوراثي بتحليل متوسطات عدة أجيال ذاتية وخليطة الإخصاب من نباتات ذاتية الإخصاب طبيعيا كالقمح والشعير والأرز، ومن بين هذه الدراسات كذلك ما تمحضت عنه من نتائج عمل Fisher, (1918) على تجزئة التباين الوراثي إلى تباين إضافي ينتج عن معدل التأثيرات الإضافية للجينات وتباين سيادي ينتج عن تأثيرات التداخل الأليلي للجينات وتباين تداخلي والذي يعبر عن التداخل الأليلي للجينات. وإعتمد Comstock and Robinson, (1948) and (1952) على طرق أخرى للحصول على مكونات التباين ومعدل السيادة و افترض عدم وجود تداخل. وقد إعتمدت طرق مختلفة من قبل الباحثين في تقدير بعض الثوابت الوراثية (كطرق التحليل الإحصائي الوصفي) توصلوا من خلالها إلى نتائج تفيد في إستخدامها في برامج التربية. والتي تمكن من التنبؤ بمقدار الريح الوراثي الناتج عن عملية الإنتخاب في المادة الوراثية المدروسة، وتختص نتائج هذه المؤشرات بالمادة الوراثية المدروسة في معظم الحالات (Yadav and Singh, 2011).

وهذه التحاليل تتيح تقدير العديد من المؤشرات الوراثية الهامة لمربي النبات ودراستها، وتتطلب الدراسات الوراثية توافر معلومات حول طبيعة وأهمية الفعل المورثي ودرجة التوريث، وكذلك مساهمته في التحكم بالصفات الكمية من أجل صياغة برامج التربية الفعالة (Mohan and Ram, 2006).

في هذه الدراسة، تم تحليل المتغيرات المقاسة بواسطة التحليل التبايني، تحليل معامل الإنحدار (*Régression linéaire*) وفق الطريقة المستعملة من طرف Snedecor and Cochran, (1981) و Shaherly and Khoury, (2012) ، عولجت المتغيرات المقاسة على النباتات عن طريق التحليل الإحصائي الوصفي وفق الطريقة المستعملة من طرف Iqbal et al., (2010)، للحصول على

المتوسطات (μ)، القيم القصوى (Max)، الدنيا (Min)، التباين (σ^2)، والإنحراف المعياري (ET). وهذا وفق ما بينه كل من Singh and Chaudhary, (1977).

كما جرى حساب الإرتباطات المظهرية لجميع المتغيرات المقاسة داخل وبين الأجيال حسب Snedecor and Cochran, (1981) ، وتم تفصيل عناصر التباين من أجل تقدير درجة التوريث للصفات المقاسة ومعاملات التغير الظاهري (CV_P) و الوراثي (CV_G) مثلما درسها Shabbir Shakoor et al., (2007). تم حساب هذه المعاملات لكل صفة بمعامل التباينات الظاهرية والوراثية على متوسط الصفة تبعاً لـ Snedecor and Cochran, (1981) حسب المعادلات:

$$CV_P (\%) = 100 \sqrt{(\sigma^2_p / moy)}$$

$$CV_G (\%) = 100 \sqrt{(\sigma^2_g / moy)}$$

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 كل جيل، 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 وفقاً 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) و ALhadi et al., (2013):

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

وقسم Falconer and Mackay, (1996) قيم معامل درجة التوريث إلى ثلاث مستويات، ($0,30 <$) تعتبر درجة التوريث ضعيفة، ($0,30-0,60$) تعتبر متوسطة، ($0,60 >$) تعتبر مرتفعة.

تم حساب الإستجابة للإنتخاب (R_S) الذي يمثل الفرق بين متوسط الجزء المنتخب (μ) ومتوسط العشيرة ($\mu_{\text{population}}$). وفق الطريقة التي إستعملها ALhadi et al., (2013) على عشائر من الذرى الصفراء، وطبقها Al-Aswd et al., (2014) على عشائر منتخبة من فول الصويا.

$$R_S = \mu' - \mu_{\text{population}}$$

R_S : الإستجابة للإنتخاب ، μ' : متوسط الخطوط المنتخبة.

تم حساب الربح مقارنة بمتوسط الآباء ($\text{Gain}/X_{\text{Par}}$) الذي يمثل الفرق بين متوسط الجزء المنتخب (μ') ومتوسط الآباء (μ_{Par}). وفق الطريقة التي ذكرها Mather, (1949) ، وإستعملها ALhadi et al., (2013) على عشائر من الذرى الصفراء.

$$\text{Gain}/X_{\text{Par}} = \mu' - \mu_{\text{Par}}$$

$\text{Gain}/X_{\text{Par}}$: الربح مقارنة بمتوسط الآباء ، μ_{Par} : متوسط الآباء.

تمت مقارنة متوسطات المتغيرات نسبيا لأصغر فرق معنوي عند نسبة 5%. أجريت التحاليل الإحصائية بواسطة برمجيات CropStat 7.2.3 (2010) ، و Stats4U (2007) ، و Excel (2010) Microsoft Office.

تم تطبيق الإنتخاب المبكر عند الجيل الأولي (F_3) ودراسة الإستجابة المباشرة والمرتبطة والإرتباطات عند الأجيال المتقدمة (F_4) و (F_5) ، بإستعمال التقديرات الإحصائية البيانية والوصفية

المبينة سابقا. وذلك وفق ما يستعرضه الباحثون (Ahmed et al., 2014; Al-Aswd et al., 2014;) حيث درسوا الإنتخاب على عشائر مبكرة من القمح الصلب، الذرى الصفراء، وفول الصويا، وينصحون بتطبيق الإنتخاب المبكر عند كل برنامج إنتخاب، وذلك للتباين والتنوع الوراثي الكبير للقاعدة الوراثية عند الأجيال الأولى من الإنتخاب، وجمع أكبر عدد ممكن من المعلومات حول سلوك العشائر والأفراد.

وتم تطبيق الإنتخاب المتأخر عند الجيل الخامس (F5)، ودراسة الإستجابة المباشرة والمرتبطة والإرتباطات عند الأجيال المتأخرة (F6) و (F7) ، لإستخلاص الخطوط المقاومة والمتأقلمة مع ظروف الجفاف. وذلك وفق ما تقدم في دراسة كل من (Benmahammed, 2005) و Benmahammed et al., (2010) على الأجيال المتأخرة من الشعير، حيث وجدوا أن الأجيال المتأخرة تكون أكثر إستقرارا وثباتا في الصفات الفينو-مورفو-فيزيولوجية، وتمكن مربي النبات من عزل الخطوط المتفوقة على الآباء المتصالبة.

III. النتائج و المناقشة

III). I. الإنتخاب المبكر للجيل الثالث والإستجابة المباشرة والمرتبطة في الجيل

الرابع والخامس

تكمن أهمية الانتحاب المبكر في التشخيص المبكر للخطوط الانعزالية التي يؤمل أن تكون لها قدرة إنتاجية عالية في برنامج الانتحاب. لا يمكن تبرير الانتحاب المبكر إلا إذا كانت الصفة المستعملة كمييار للانتحاب لها درجة توريث عالية و أقل حساسية لتأثيرات التغيرات البيئية. بصفة عامة مثل هذه الصفات تكون تحت رقابة المورثات السائدة التي تثبت بسرعة عند الأجيال الانعزالية الأولى. إن عملية الانتحاب المبكر على أساس صفة ما ، تسعى عموما لتحسين هذه الصفة نفسها و بطريقة غير مباشرة الصفات الأخرى التي ترتبط بها. درجة فعالية الصفة المأخوذة كمييار للانتحاب يمكن تفسيرها بتغيرات الصفات المرتبطة و الغير مراقبة بعملية الانتحاب.

De Pauw and Shebeski (1973) هما من الباحثين الأوائل الذين نصحوا بأن عملية الانتحاب على أساس المردود يجب أن تبدأ مبكرا خلال الأجيال الأولى F2- F3 . إن فعالية مثل هذا الانتحاب على أساس المردود عند الأجيال المبكرة مرتبط بقدره إدراك الاختلافات بين الأنماط الوراثية و دوام هذه الاختلافات داخل الأجيال المتقدمة. درجة التوريث لصفة ما لها أهمية كبيرة في تحديد الاستجابة للانتحاب.

في ظل قلة التباينات الوراثية المتاحة، يلجأ مربوا النبات إلى البحث ضمن المادة الوراثية المتوفرة لديهم ولاسيما داخل الأجيال الانعزالية المبكرة الناتجة عن التربية الذاتية للهجن الفردية المميزة، التي تعد مصدرا مهما للتراكيب الوراثية الجديدة، والتي يعد اختيارها الخطوة الأولى والأهم خلال التخطيط لبرنامج تربوي ناجح، بهدف الحصول على سلالات مرغوبة تحقق الهدف الأساسي للمربي وهو زيادة الغلة الحبية ورفع المقاومة للجفاف، ولاسيما أن الأجيال المبكرة هي التي تحدث فيها أقصى الإنعزالات الوراثية (Koutsika- Sotiriou and Karagounis, 2005). وفي حين يعد انتحاب الأنماط الوراثية ذات القيمة التربوية خطوة مهمة من برنامج التربية والتحسين الوراثي، إلا أن التقييم المدروس لهذه التراكيب خلال الأجيال الإنعزالية المبكرة أمر مهم ومثالي يقوم خلاله المربي بإستبعاد الأنماط الوراثية التي لا تناسب الهدف الذي أعد له برنامج التربية، وتشخيص التراكيب المميزة التي يمكن أن

تؤدي إلى تحقيق هدف المري (Shaherly and Khoury, 2012; Kamran et al., 1994). بمعنى الإستثمار في إتساع التباين الوراثي للصفات الزراعية المهمة داخل الأجيال، مع ضرورة وجود الإرتباط الإيجابي بين الصفات الهامة، ويتحقق ذلك من خلال تتبع ودراسة التباينات الوراثية والمظهرية في الأجيال الإنعزالية المبكرة كعشائر ال F3 (Ahmed et al., 2014; Fellahi, 2013; Lee and Kaltsikes, 2000).

1. التغيرات الظاهرية والوراثية للمتغيرات المقاسة للجيل الثالث F3

من أهم خصائص الوراثة الكمية 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، بين أفراد الجيل الثالث (F3)، ويحدث ذلك عندما يختلف الأبوين في الجينات المسؤولة عن الصفة (Ahmed et al., 2014; Quick, 1998). تعتبر الإختلافات الموجودة في المصادر الوراثية المادة الأولية في عمل مربي النبات ونظرا للتنوع الكبير في صفات العشائر المحلية المتأقلمة مع الظروف البيئية فإن وجود بيانات تشخيصية دقيقة موثقة عبر إجراء تشخيص 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، يتم تحليل التغيرات الظاهرية والوراثية للمتغيرات المقاسة للجيل الثالث للوقوف على مدى التغير والتنوع الوراثي بين العشائر وأفراد القمح الصلب وتحديد ومتابعة العشائر والخطوط المتفوقة للتجارب اللاحقة.

يظهر جدول تحليل التغير وجود فروقات معنوية عند الآباء المزروعة لجميع الصفات المقاسة ما يوحي بوجود تنوع وراثي كبير داخل أفراد الهجن الثلاث المنتخبة (جدول III.1). وتعتمد برامج التربية في عملها على التوصل إلى معلومات دقيقة عن أداء الآباء الداخلة في برنامج التهجين، وعلى اختيار المادة الوراثية، وكذلك على الإجراءات التي تهدف إلى إنتاج الأصناف الواعدة ذات الغلة العالية. ويعتبر اختيار الآباء أو العشائر النباتية المناسبة الجانب الأكثر أهمية في تربية النبات، إذ تعد مصدرا هاما للمادة الوراثية (Frederick and Hesketh, 1994).

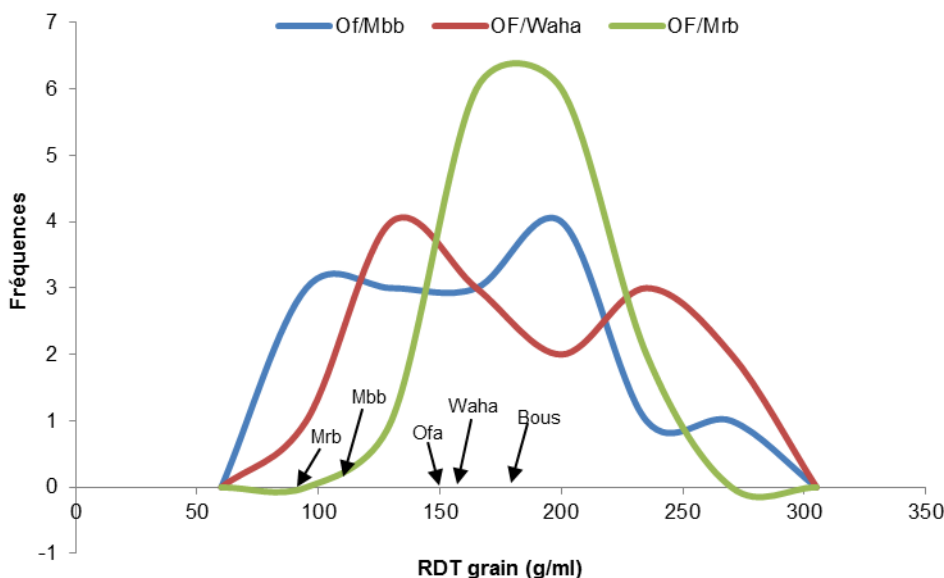
جدول 1. III: تحليل التغير للصفات المقاسة عند الآباء المزروعة للجيل الثالث F3.

source	ddl	RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
rep	2	40.7	50.6	14.3	2.4	8.8	0.6	125.6	61.2	1.04
parents	4	3391**	6342**	105**	31,4**	42,3**	6.16**	302**	2456**	14.6**
Erreur	8	188.7	454.0	7.4	1.2	5.4	0.4	34.1	122.8	0.95

** معنوي عند 1% ، * معنوي عند 5% ، ns ليس معنوي. TCV: درجة حرارة الغطاء النباتي (م°)، RDT: المردود الحبي (غ/م²خطي)، RDT_{ec}: المردود الإقتصادي (القش) (غ/م²خطي)، TRE: المحتوى المائي النسبي (%) ، SF: المساحة الورقية (سم²)، PREC: التبكير في الإنبال بالأيام ، DSI: مؤشر المقاومة للإجهاد المائي (%) ، HT: طول النبات (سم) ، NE: عدد السنابل في المتر/خطي.

1.1. كفاءة إنتاج المردود الحبي (RDT)

يشير تحليل متوسطات المردود الحبي للعشائر أن للهجينان Ofanto/Waha و Ofanto/Mrb₅ أفضل كفاءة للمردود الحبي مقارنة مع الهجين Ofanto/MBB. متوسطات المردود الحبي للهجن الثلاث قدرت بـ 154 ، 162 ، و 171 غ/م²خطي على التوالي لـ Ofanto/Waha ، Ofanto/MBB ، و Ofanto/Mrb₅ ، مقارنة بأصغر فرق معنوي (P_{pds5%}) الذي يساوي 25.8 غ/م²خطي (جدول 2. III). سجلت أعلى قيمة قصوى للمردود الحبي عند الهجين Ofanto/MBB بقيمة تقدر بـ 260.2 غ/م²خطي. توزيع الترددات يظهر أن أفضل كفاءة للمردود الحبي هو لخطوط الهجينان Ofanto/Waha و Ofanto/Mrb₅ (شكل III-1).



شكل III-1: تباين كفاءة إنتاج المردود الحبي (RDT) للعشائر F3 (Ofanto/Mrb₅ ، Ofanto/Waha ، Ofanto/MBB).

ومتوسطات الخطوط الأبوية (n_{OFA/MBB}=15, n_{OFA/waha}=15, n_{OFA/Mrb5} =15).

سجلت الآباء المتصالبة متوسطات متباينة للمردود حيث تفوق كل من Waha ، Bousselam ، Ofanto محققين القيم 164.1 ، 156.3 ، 150.6 غ/م^{خطي} على التوالي، وكان الأب Mrb₅ أضعفهم إنتاجا بـ 87.4 غ/م^{خطي} (جدول III.2). وهي نفس النتائج المحصل عليها من طرف Annichiarico et al., (2005) و Nouar et al., (2010). حيث وجدوا تفوق الصنفين Bousselam و Waha في إنتاج المردود الحبي مقارنة بالأصناف المزروعة الأخرى كالصنف MBB المستعمل في هذه الدراسة.

جدول III.2 : دراسة التباين والمتوسطات الحدية لدرجة حرارة الغطاء النباتي، المردود الحبي، والمردود الإقتصادي المقاسة عند الآباء وأفراد الجيل الثالث F3.

Croisements	Ofanto/MBB			Ofanto/Waha			Ofanto/Mrb ₅		
	RDT	RDTec	TCV	RDT	RDTec	TCV	RDT	RDTec	TCV
Max	260,2	415,5	32,8	251	391	26,8	218,3	377,8	24,2
Min	84,7	123,1	22,9	93	131	21,1	114,2	165,7	20,0
Amplitude	175,5	292,4	9,9	158	260	5,7	104,2	212,1	4,2
$\mu_{X_{ss}}$	154,0	255,1	25,8	162	247	22,8	171,0	263,1	22,3
Var	2719	7799	7,0	2599	6778	2,38	810	2418	2,25
X_{Bous}	164,1	263,6	26,4	164,1	263,6	26,4	164,1	263,6	26,4
X_{MBB}	108,1	200,4	21,3	108,1	200,4	21,37	108,1	200	21,37
X_{Mrb5}	87,4	151,1	26,2	87,4	151,1	26,2	87,4	151	26
X_{Ofa}	150,6	225,4	25,1	150,6	225,4	25,17	150,6	225	25,2
X_{Waha}	156,3	257,4	26,8	156,3	257,4	26,8	156,3	257	26,8
μ_{par}	133,3	219,6	25,2	133,3	219,6	25,2	133,3	219,6	25,2
Var P	188,7	454	0,95	188,7	454	0,95	188,7	454	0,95
h^2_{bs}	0,93	0,94	0,86	0,93	0,93	0,60	0,77	0,81	0,58
Ppds5%	25.8	40.1	1.84	25.8	40.1	1.84	25.8	40.1	1.84

TCV: درجة حرارة الغطاء النباتي (م°)، RDT المردود الحبي بـ (غ/م^{خطي}) ، RDTec المردود الإقتصادي (القش) (غ/م^{خطي}).

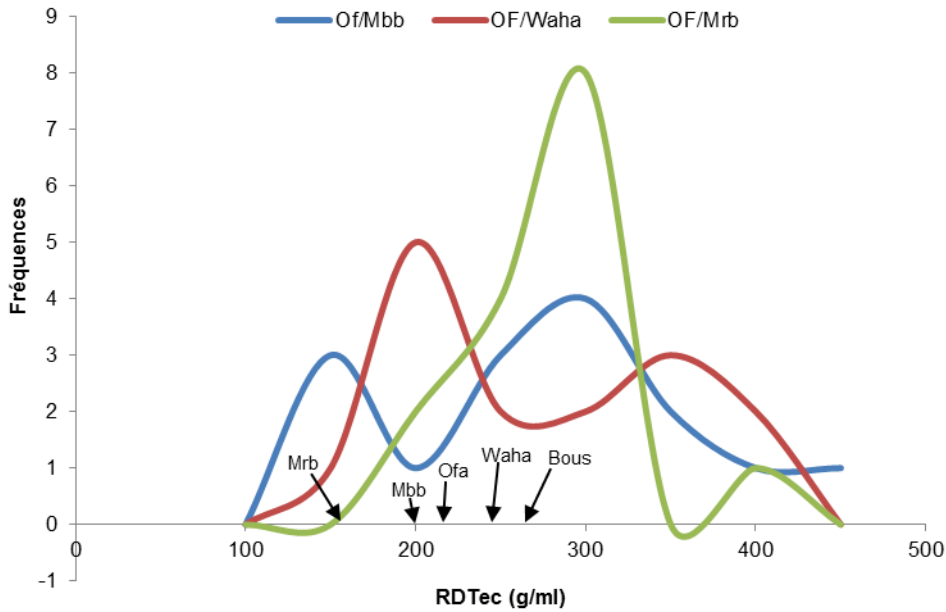
تعد قوة الهجين ودرجة التورث بمفهومها الضيق والواسع، والريح الوراثي المتوقع تحقيقه بفعل الانتخاب، من المقاييس الوراثية المهمة التي تساعد مربي النبات على الوقوف على حقيقة الفعل الوراثي للصفات المدروسة، في تحديد أفضل الهجن لمتابعة العمل عليها بهدف تحسين الصفات الكمية والنوعية (Zeeshan et al., 2014; Singh et al., 1999). كما أكدت البحوث الحديثة أهمية قوة الهجين في زيادة الغلة وتحسين النوعية، إلا أنه ليست جميع التصلبات بين الآباء قادرة على إعطاء قوة هجين، وتتحقق فقط عند توافق الآباء مع ضرورة توفير التباين الوراثي للسلاسل الأبوية، وهذا بدوره يضمن مستويات أعلى وأكثر ثباتا لقوة الهجين (Cisar and Cooper, 2002). يشير Falconer and Mackay, (1996) بأن القيم الأكبر من 60% لدرجة التورث تعتبر مرتفعة. أما بالنسبة لدراستنا

سجلنا معامل درجة التورث جد مرتفع عند الهجن الثلاث خاصة عند الهجينين Ofanto/MBB وOfanto/Waha (0,93) والذي يترجم درجة التحديد الوراثي المرتفعة جدا عند هاذين الهجينين (جدول III.2)، هذه النتيجة وجدت أيضا في أعمال (Mohammadi et al., 2014)، حيث وجدوا قيم مرتفعة لمعامل درجة التورث بالنسبة للمردود الحبي عند أصناف من القمح الصلب.

2.1. كفاءة إنتاج المردود الإقتصادي (RDT_{ec})

ذكرت عدة بحوث ودراسات أن قدرة النبات على إنتاج مجموع خضري كبير (كتلة حيوية كبيرة) يعتبر كمؤشر على قدرة التأقلم وإعطاء مردود إقتصادي وحي معتبر (Austin et al., 1980); (Bouzerzour et al., 2001a); (Guessoum, 2012). بالرغم من أن أقل مردود إقتصادي كان عند الأب Mrb_5 مقارنة بالآباء الأخرى، إلا أن تصالبه أنتج نسلا أكثر فعالية في إنتاج المردود الإقتصادي قدر متوسطه بـ 263.1 غ/م^{خطي} مقارنة بالمتوسطات 255.1 و 247 غ/م^{خطي} للهجينان Ofanto/MBB، Ofanto/Waha (جدول III.2). ويعتبر الأب Bousselam الأحسن من ناحية الإنتاج لهذه الصفة بمتوسط مردود إقتصادي يساوي 263.1 غ/م^{خطي}. هذه النتائج توافق تلك المحصل عليها من طرف Oulmi, (2010) في دراسة على ثلاث عشائر من القمح الصلب، حيث وجد أن الهجين $Ofanto/Mrb_5$ تفوق على الهجينان الأخران في إنتاج المردود الإقتصادي.

تظهر الهجن معامل درجة تورث جد مرتفع (أكبر من 90%)، وهي توافق النتائج المحصل عليها من طرف (Laala, 2010) حيث وجدت في دراسة على ثلاث عشائر من القمح الصلب معامل درجة تورث مرتفع جدا لهذه الصفة يفوق الـ 90%. من منحنى توزيع التردد يتبين أن الهجين $Ofanto/Mrb_5$ يوفر أفضل فرص الانتخاب ناحية المردود الإقتصادي لمحصول القمح الصلب. (جدول III.2، شكل III.2).



شكل III-2: تباين كفاءة إنتاج المردود الإقتصادي (RDT_{cc}) للعشائر F3 (Ofanto/Waha، Ofanto/MBB)

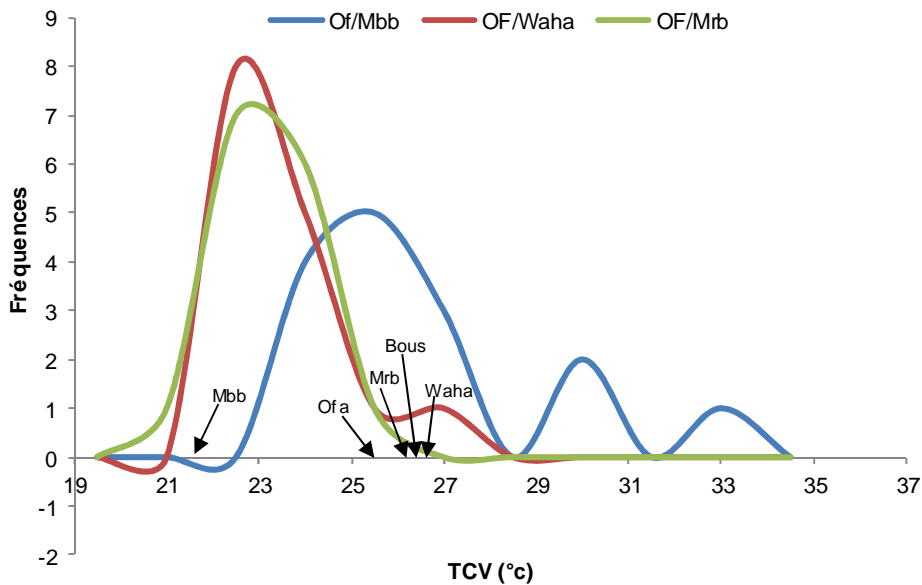
(Ofanto/Mrb₅)، ومتوسطات الخطوط الأبوية ($n_{OFA/MBB}=15$ ، $n_{OFA/waha}=15$ ، $n_{OFA/Mrb5}=15$).

3.1. درجة حرارة الغطاء النباتي (TCV)

تلعب الحرارة دورا هاما في نمو النباتات، حيث تساهم في سير عمليات نمو وتطور النبات ويعتبر بعض أطوار ومراحل دورة الحياة حساسة للتغيرات في درجة الحرارة وكيفية مقاومتها (Cabrera-Bosquet et al., 2009; Zhang and Wang, 2008). ويظهر تأثير درجات الحرارة خاصة بهدم جزئي أو كلي لأعضاء النبات الخضرية أو التكاثرية كما تؤثر في العمليات الطبيعية كالانتشار و إمتصاص الماء و تبخره وفي كافة العمليات الكيميائية للتحويل الغذائي (Gate, 1995). وقد بين Rashid et al., (1999) و Chipilsky and Georgiev, (2014) أن درجة حرارة الغطاء النباتي المنخفضة تؤثر بزيادة المردود الحبي لمحصول القمح. تشير النتائج أن متوسطات درجة حرارة الغطاء النباتي (TCV) مرتفعة عند أفراد الهجين Ofanto/MBB، ومنخفضة عند الهجينين Ofanto/Waha و Ofanto/Mrb₅. أخذة القيم 25.8، 22.8، و 22.3 م° على الترتيب (جدول III-2). هذه النتائج توضح أن العشيرتان لـ Ofanto/Waha، و Ofanto/Mrb₅ أكثر مقاومة للإجهاد الحراري من العشيرة للهجين Ofanto/MBB والتي تبين أيضا من خلال منحني توزيع الترددات (شكل III-3). من بين الآباء نجد الأب Waha الأكثر حساسية للإجهاد الحراري بإظهاره لدرجات حرارة مرتفعة بـ 26.8 م°، في المقابل يظهر الأب MBB أكثر مقاومة مع درجة حرارة بـ 21.3 م° هذا ما يعكس قدرته على تأخير الإسبال في المناطق شبه

الجافة (جدول III.2). وهي عكس النتائج التي توصل إليها (Oulmi, 2010) في دراسة على نفس الأصناف من القمح الصلب المستعملة كآباء في هذه الدراسة، حيث وجد أن الصنف MBB كان الأكثر حساسية للإجهاد الحراري (درجة حرارة الغطاء النباتي مرتفعة)، والأب Waha كان من بين الأصناف الأكثر مقاومة للإجهاد الحراري، ويرجع ذلك إلى تأثير البيئة على الأصناف الذي يختلف من موسم زراعي لآخر.

يتراوح معامل درجة التوريث في النطاق الواسع (h^2_{bs}) عند الهجن الثلاث من 0.58 إلى 0.86 وهي قيم متنوعة ومرتفعة تبين التنوع الكبير لأفراد الهجن الثلاث لهذه الصفة وتسمح لنا بالانتخاب مستقبلا داخل العشائر لتحسين مقاومة النباتات للإجهادات الحرارية (جدول III.2). ووجد أن إستعمال التسميد الأزوتي يرفع في درجة حرارة الغطاء النباتي وفي غيابه تنخفض، هذا يشير أن للأزوت تأثير معنوي على نشاطية الأوراق بالزيادة من كفاءة إستغلال الماء وتحسين عملية التمثيل الضوئي (Siebert et al., 2014; Sandan et al., 2009) ما يؤثر مباشرة على درجة حرارة الغطاء النباتي.



شكل III-3: تباين درجات حرارة الغطاء النباتي (TCV) عند العشائر F3 (Ofanto/Waha, Ofanto/MBB)

(Ofanto/Mrb₅), ومتوسط فرق درجات الحرارة للخطوط الأبوية ($n_{OFA/MBB}=15, n_{OFA/waha}=15, n_{OFA/Mrb5}=15$)

4.1. المساحة الورقية والمحتوى المائي النسبي

1.4.1. المحتوى المائي النسبي (TRE)

سجلت قيم المحتوى المائي النسبي للأوراق المتوسطة 80.9 ، 83.8 ، و 83.3% على الترتيب لأفراد التصالبات الثلاث Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، و Ofanto/Mrb₅ ، تتراوح القيم الدنيا والقصى بين 74.2 و 93.8 ، 73.3 و 87.3 ، و بين 55.7 و 88.5% على الترتيب للهجن الثلاث. مقارنة بأقل فارق كبير المحدد من تحليل التغير القياسات المنحزة على الخطوط الأبوية الثابتة يبين المدى إتساع الفروق للأنماط الوراثية بين وداخل العشائر ل F3 أما المدى فأخذ القيم 19.6 ، 13.9 ، و 32.9% عند نفس الهجن مظهرا تنوع أكثر لهذه الصفة عند الهجين Ofanto/Mrb₅ . (جدول III.3).

قيم المحتوى المائي النسبي للخطوط الأبوية تتراوح ما بين 69.4 بالنسبة لأب Ofanto و 85.6% بالنسبة للصنف المحلي MBB ، تشير عدة دراسات بأنه عند الإختخاب تأخذ القيم المرتفعة لهذه الصفة (Clarke and McGaig, 1982; Wardlaw and Moncor, 1995; Hannachi, 2013) ، إذ تظهر الأصناف المتحملة للإجهاد محتوى مائي كبير. بالمقارنة بين القيم المتوسطة للخطوط الأبوية والمسافة بين قيم الآباء المتصالبة، نلاحظ أن العشائر ل F3 تظهر وجود أفراد تحتوي على محتوى مائي كبير يزيد عن قيمة الأب الأعلى MBB (جدول III.3 ، شكل III-4). وهذا يتيح الفرصة للإختخاب بأخذ القيم المرتفعة لهذا المتغير حيث الهجينين Ofanto/Waha و Ofanto/Mrb₅ يحتويان على أكبر النسب مقارنة مع التصالب الأخر (شكل III-4).

تحليل معاملات التحديد الوراثي (درجة التوريث في النطاق الواسع h^2_{bs}) مرتفعة عند الهجينين Ofanto/MBB و Ofanto/Mrb₅ ومتوسط عند الهجين Ofanto/Waha آخذا القيم 81.0 ، 88.0 ، و 59.0% على التوالي (جدول III.3). تشير هذه النتائج إلى أن الإختخاب على أساس المحتوى المائي للأوراق يكون أكثر تأثيرا داخل العشيرتين Ofanto/MBB و Ofanto/Mrb₅ منه عند العشيرة Ofanto/Waha حيث ترجع هذه الإختلافات إلى تأثير كل من التركيب الوراثي، والعوامل البيئية المحيطة على كل أفراد العشيرة (Falconer, 1981; Benmahammed, 2005).

جدول III.3: دراسة التباين والمتوسطات الحدية للمساحة الورقية و المحتوى المائي النسبي المقاس عند الآباء وأفراد الجيل الثالث F3

Croisements	Ofanto/MBB		Ofanto/Waha		Ofanto/Mrb ₅	
	TRE	SF	TRE	SF	TRE	SF
Max	93,8	26,2	87,3	30,2	88,5	23,1
Min	74,2	18,1	73,3	15,0	55,7	12,9
Amplitude	19,6	8,2	13,9	15,2	32,9	10,2
μ_{Xss}	80,9	21,6	83,8	21,1	83,3	19,6
Var	38,5	7,7	17,86	20,5	63,7	7,0
X_{Bous}	80,3	22,7	80,3	22,7	80,3	22,7
X_{MBB}	85,6	21,9	85,6	21,9	85,6	21,9
X_{Mrb5}	79,1	14,9	79,1	14,9	79,1	14,9
X_{Ofa}	69,4	19,8	69,4	19,8	69,4	19,8
X_{Waha}	76,6	17,1	76,6	17,1	76,6	17,1
μ_{par}	78,2	19,3	78,2	19,3	78,2	19,3
Var P	7,4	1,2	7,4	1,2	7,4	1,2
h^2bs	0,81	0,84	0,59	0,94	0,88	0,83
Ppds5%	5.14	2.06	5.14	2.06	5.14	2.06

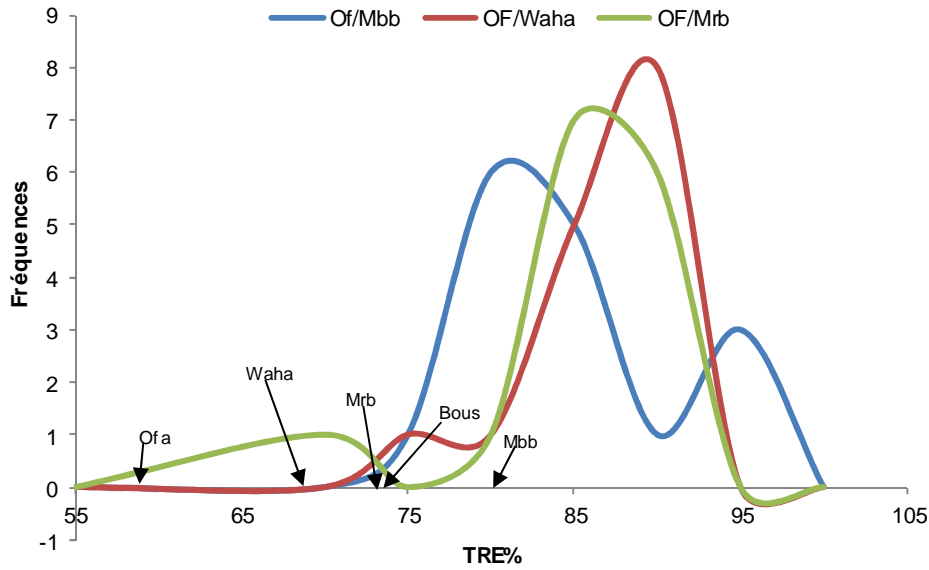
TRE: المحتوى المائي النسبي (%), SF: المساحة الورقية (سم²).

2.4.1. المساحة الورقية (SF)

نظرا للدور الذي تلعبه ورقة العلم في نمو الحبة وتطورها، وتحديد الإنتاجية من الحبوب، ونظرا لما للإنتاج من أهمية أساسية في بحثنا، فهو يشكل هدف نسعى لتحقيقه للحصول على أصناف جديدة. يملك الهجين Ofanto/Mrb₅ مساحة ورقية صغيرة يقدر متوسطها بـ 19.6 سم²، والهجينان Ofanto/MBB، Ofanto/Waha مساحة ورقية أكبر (جدول III.3). الفرق في حجم الأوراق للأفراد يكون أكبر عند الهجين Ofanto/Waha وصغير عند الهجين Ofanto/MBB بالنظر إلى القيم الدنيا والقصى المسجلة. من بين الآباء المتصالبة يظهر الأب Boussem أكبر مساحة ورقية في حين تنخفض المساحة الورقية عند الأبوان Waha و Mrb₅ (جدول III.3، شكل III-5). وهي نفس النتيجة المسجلة من طرف (Hannachi, 2013).

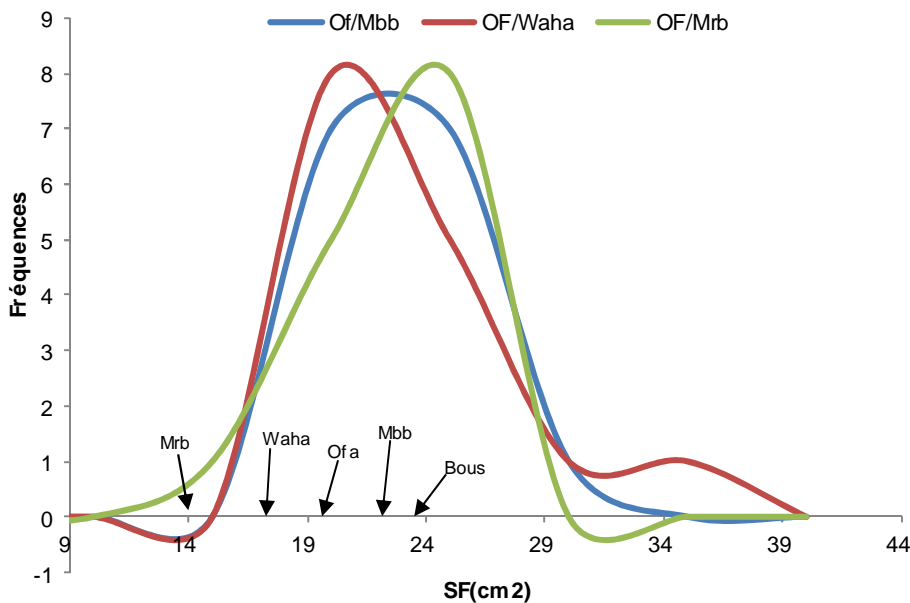
يمكن لإختزال وتقليص مساحة الأوراق في ظروف الجفاف أن يرفع في قدرة النبات على التقليل من الإحتياجات المائية (Sadeghzadeh and Alizadeh, 2005)، لذا ينصح بعض الباحثين بالإنتخاب على هذه الصفة في المناطق الشبه جافة (Benmahammed et al., 2008)، ويتيح لنا الهجين Ofanto/Mrb₅ أفضل الفرص بين الهجن الثلاث للإنتخاب 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 (Mekhlouf, 2008; Araus

(et al., 1998) ويعتبر الهجين Ofanto/Waha الأفضل للإنتخاب للمساحة الورقية الكبيرة وربما تدخل عوامل أخرى كتبكير أو تأخير الإنبال من شأنه أن يحدد أكثر حجم الورقة الأفضل للإنتخاب (شكل III-5). تحليل معامل درجة التورث أكثر أهمية عند دراسة هذه الصفة منه عند دراسة المحتوى المائي النسبي حيث كان مرتفع عند الهجن الثلاث (يتغير من 83 إلى 94%)، في حين كان مرتفع عند هجينين من الثلاثة هجن للمحتوى المائي (جدول III.3).



شكل III-4: تباين المحتوى المائي النسبي (TRE) للعشائر F3 (Ofanto/Mrb₅، Ofanto/Waha، Ofanto/MBB)

ومتوسطات المحتوى المائي للخطوط الأبوية ($n_{OFA/MBB}=15$, $n_{OFA/waha}=15$, $n_{OFA/Mrb5}=15$).



شكل III-5: تباين المساحة الورقية لورقة العلم (SF) عند العشائر F3 (Ofanto/Mrb₅، Ofanto/Waha، Ofanto/MBB)

ومتوسط (SF) للخطوط الأبوية ($n_{OFA/MBB}=15$, $n_{OFA/waha}=15$, $n_{OFA/Mrb5}=15$).

5.1. تبكير الإنبال ومؤشر المقاومة للإجهاد المائي

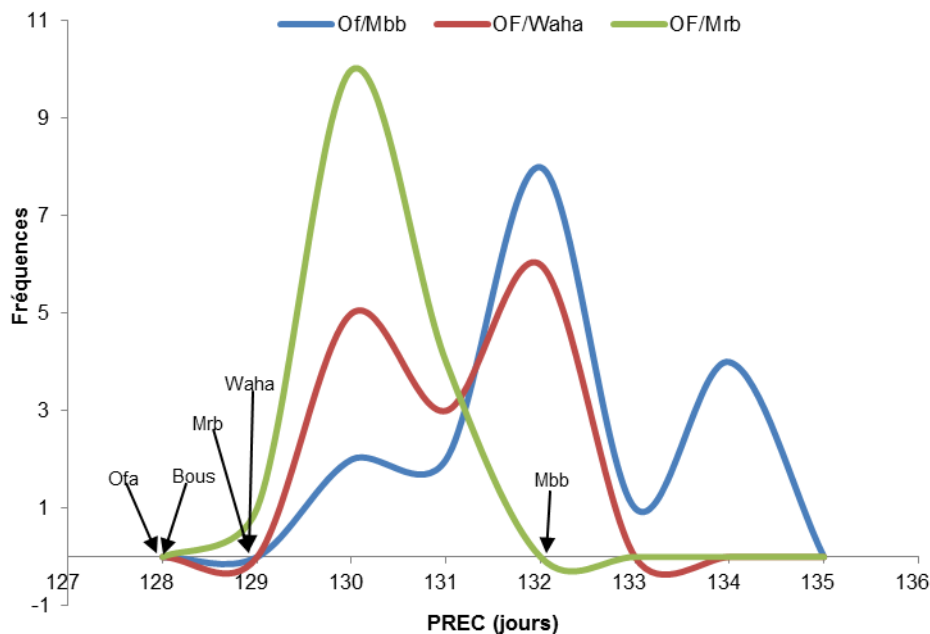
1.5.1. تبكير الإنبال (PREC)

تظهر النتائج أن الأب MBB كان الأكثر تأخرا في الإنبال بين الآباء المدروسة، وهذا أثر في نسله بتأخر أفراده في الإنبال بمتوسط 131 يوم، مقارنة بالمهجنان الأخران (Ofanto/Mrb₅ بـ129,2 و Ofanto/Wah بـ130,0 يوم). المدى بين القيم الطرفية القصوى والدنيا جد هام عند الهجين Ofanto/MBB على أساس أن التسييل لأفراده إنحصر بين 129 و 133 يوم، أما الهجينان Ofanto/Waha و Ofanto/Mrb₅ فقد إنحصر التبكير فيهما على التوالي بين 128 و 130 ، 129 و 131 يوم (جدول III.4، شكل III-6). من بين الآباء المتصالبة نجد الأب Ofanto الأكثر تبكيرا بمتوسط 128.6 يوم، والأب MBB الأكثر تأخرا في فترة النمو والإنبال بمتوسط 132.0 يوم وهي نفس النتيجة المحصل عليها من طرف (Annichiarico et al., 2005)، في دراسة على أصناف من القمح الصلب حيث وجد أن الصنف MBB كان الأكثر تأخيرا بين الأصناف المزروعة. بينما الآباء Mrb₅، Waha، و Bousselam أظهرت وسطية في التبكير بحوالي 129.0 يوم (جدول III.4). ينصح الباحثان (Bouzerzour et al., 2002) و (Bahlouli et al., 2008) بأخذ الأصناف المتميزة بتبكير الإنبال في المناطق شبه الجافة لقدرتها على تجنب المراحل الحرجة في النمو ما يرفع من المردود الحبي. من بين الهجن الثلاث يسمح الهجين Ofanto/Mrb₅ بالانتخاب أكثر ناحية تبكير الإنبال (شكل III-6). من بين جميع الصفات المدروسة عند العشائر الثلاث سجلت أقل قيمة لمعامل درجة التوريث عند دراسة هذه الصفة (تبكير الإنبال) للهجين بـ 22,0% عند الهجين Ofanto/Mrb₅، هذا يشير إلى عدم وجود فرق كبير نسبيا بين الأفراد لصفة تبكير الإنبال لهذا الهجين. وعند الهجين Ofanto/Waha كانت درجة التوريث متوسطة أخذا القيمة 52%، بينما كانت مرتفعة عند الهجين Ofanto/MBB (75,0%) (جدول III.4). هذا يشير إلى أن التنوع لهذه الصفة أكثر داخل الهجين Ofanto/MBB.

جدول III.4 : دراسة التباين والمتوسطات الحدية لتبكير الإنبال ومؤشر المقاومة للإجهاد المائي المقاس عند الآباء وأفراد الجيل الثالث F3.

Croisements	Ofanto/MBB		Ofanto/Waha		Ofanto/Mrb ₅	
	DSI	PREC	DSI	PREC	DSI	PREC
Max	50,3	133	63,04	131	58,1	130
Min	2,1	129	3,48	129	3,9	128
Amplitude	48,3	4,0	59,56	2	54,1	2,0
μ_{Xss}	24,8	131,0	24,9	130,0	17,8	129,2
Var	219,2	1,6	330,82	0,84	189,6	0,5
X_{Bous}	23,8	128,7	23,8	128,7	23,8	128,7
X_{MBB}	20,1	132	20,1	132	20,1	132
X_{Mrb5}	17,2	129	17,2	129	17,2	129
X_{Ofa}	26,7	128,6	26,7	128,6	26,7	128,6
X_{Waha}	19,5	129	19,5	129	19,5	129
μ_{par}	21,5	129,5	21,5	129,5	21,5	129,5
Var P	5,4	0,4	5,4	0,4	5,4	0,4
h^2bs	0,98	0,75	0,98	0,52	0,97	0,22
Ppds5%	4.39	1,19	4.39	1,19	4.39	1,19

PREC : التبكير في الإنبال بالأيام (j) ، DSI : مؤشر المقاومة للإجهاد المائي ب %.



شكل III.6: تباين التبكير في الإنبال (PREC) عند العشائر F3 (Ofanto/Mrb₅، Ofanto/Waha، Ofanto/MBB).

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

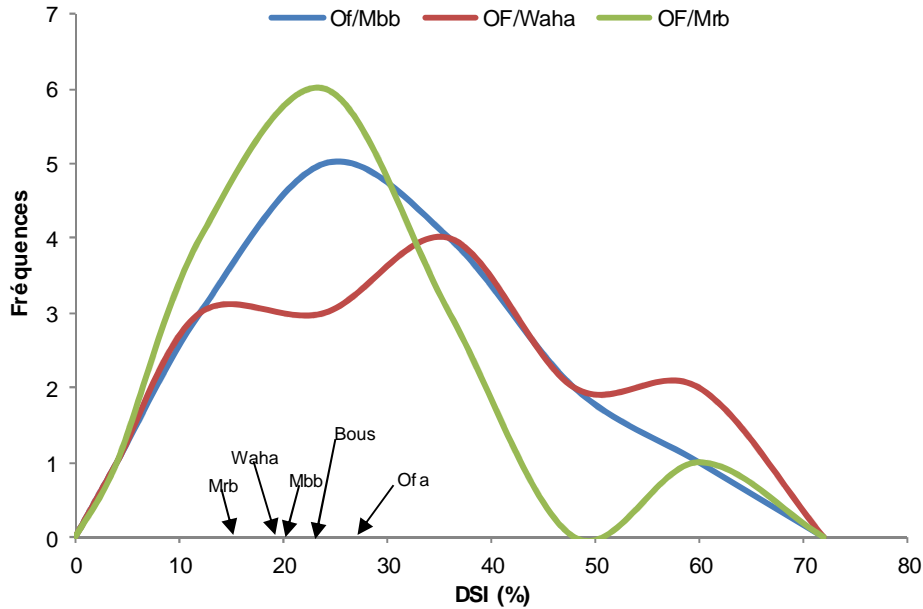
2.5.1. مؤشر المقاومة للإجهاد المائي (DSI)

مؤشر المقاومة للإجهاد المائي هو واحد من التجارب القليلة المطبقة على مستوى الخلايا النباتية لتقدير التأثيرات الفيزيولوجية للإجهادات على الخلية. أشار (Clake and McGaig, 1982)، إلى أهمية قياس تطوير إنتاج محاصيل الحبوب في المناطق الجافة من خلال إنتخاب أصناف مقاومة للجفاف وذات مردودية حبية جيدة، وينصحون بإستعمال هاذة التقنية لغريلة كل المصادر الوراثية الموجهة إلى المناطق الجافة كذلك ينصح بإستعمالها في الإنتخاب بالنسبة لمقاومة درجات الحرارة المرتفعة. تشير متوسطات مؤشر المقاومة للإجهاد المائي أن التصالب Ofanto/Mrb₅ أقل حساسية للإجهاد المائي (DSI=17,8) من التصالبان الآخران اللذان يظهران حساسية أكبر القيم 24.8، 24.9، على التوالي ل Ofanto/MBB، Ofanto/Waha. القيم الحدية متباينة بين الهجن الثلاث وتشير أن أفراد الهجن الثلاث ذات تنوع كبير تجاه هذه الصفة (جدول III.4). ما يؤكد على أهمية الإنتخاب لهذه الصفة من أجل مقاومة الإجهادات اللاحيوية التي تميز المناطق شبه الجافة في أحر أطوار نمو القمح. ويتأكد ذلك من خلال أعمال كل من (Bouzerzour et al., 1998) و (Oulmi, 2010) 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 ومركباته.

منحنى توزيع الترددات يظهر أنه بالإمكان الإنتخاب على بعض الخطوط المقاومة للإجهاد المائي في العشائر لF3 خاصة في الهجين Ofanto/Waha إذ يملك أكبر فرق بين القيم الحدية العليا والدنيا، والهجين Ofanto/Mrb₅ لإمتلاكه أكبر عدد من الخطوط ذات القيم المنخفضة لمؤشر الحساسية (شكل III-7). ومثل باقي الصفات الإنتخاب من أجل مقاومة أحسن للإجهاد المائي ضروري وهام لتحديد خطوط أكثر مقاومة.

من بين الآباء يظهر الأبوان Mrb₅ و Waha بـ 17.2 و 19.5% أكثر مقاومة والأبوان Ofanto، Bousselam أكثر حساسية للإجهاد المائي بـ 26.7 و 23.8% على الترتيب. تمتاز التصالبات الثلاث بمعامل درجة توريث مرتفع جدا يتراوح بين 0,97 و 0,98. هذا يشير إلى أن الإنتخاب على أساس هذه الصفة سيكون أكثر تأثيرا داخل العشائر الثلاث، أين تأثير العوامل البيئية يلعب دورا كبيرا في تحديد المقاومة ضد الإجهاد المائي (جدول III.4). وهي توافق النتائج المحصل عليها في أبحاث Oulmi

et al., (2014b) في دراسة على ثلاث عشائر من القمح الصلب، حيث وجدوا قيم معامل درجة توريث مرتفعة جدا لمؤشر مقاومة الإجهاد المائي.



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

6.1 طول النبات وعدد السنابل

1.6.1 طول النبات (HT)

يعتبر طول النبات أحد الصفات الدالة على تحمل النبات للجفاف، حيث كلما كان النبات مرتفعا كانت جذوره أكثر عمقا وبالتالي إمتصاص كمية أكبر من الماء ومنه يكون مردوده أحسن (Subbiah et al., 1968)، أيضا الطول المرتفع للنبات يعني مردود قشي كبير، وهذه الصفة يجذبها كثيرا المزارعون في المناطق الشبه الجافة ذات الطابع الفلاحي لتستعمل في تغذية الماشية. تبين الكثير من الدراسات والبحوث تفوق الصنف MBB في الطول مقارنة بالأصناف الأخرى المزروعة في المناطق شبه الجافة (Adjabi et al., 2014 ; Adjabi, 2011; Benmahammed et al., 2010; Annichiarico et al., 2005) هذه النتائج موضحة أيضا في هذه الدراسة حيث أظهرت دراسة المتوسطات تفوق الأب MBB في الطول على جميع الآباء المزروعة الأخرى بمتوسط طول 108.3 سم، هذا ما أثر بالإيجاب على الأفراد الناتجة عن تصالبه حيث تفوق الهجين Ofanto/MBB على الهجين الأخران، قدر متوسط طوله بـ

108.4 سم (جدول III.5). القيم الطرفية الكبرى لهذه الصفة تظهر وجود خطوط جديدة أكثر طولاً من الآباء هذا ما يوحي بنجاعة الانتخاب لهذه الصفة مستقبلاً خاصة في المناطق الشبه الجافة كما ينصح (Ahmed et al., 2014). درجة التوريث غير مستقرة لهذه الصفة إنحصرت بين متوسطة عند الهجين Ofanto/Waha بـ 0,58 ومرتفعة بـ 0,86 عند الهجينين Ofanto/MBB و Ofanto/Mrb₅. هذه القيم المرتفعة تسمح بالانتخاب أكثر داخل أفراد هاتين العشيرتين للحصول على طول مرتفع للنبات كما توضح (Laala et al., 2009). من هذه النتائج يتبين أن الهجين Ofanto/MBB يعطي أفضل الفرص للانتخاب ناحية طول مرتفع للنبات، والهجين Ofanto/Waha ناحية طول قصير للنبات هذا يرجع حسب الهدف المسطر (شكل III-8).

ويؤكد منحنى توزيع الترددات هذه القيم حيث يظهر تنوع كبير لأفراد الهجينين Ofanto/MBB و Ofanto/Mrb₅ (شكل III-8).

جدول III.5: دراسة التباين والمتوسطات الحدية لطول النبات وعدد السنابل في المتر خطي المقاس عند الآباء وأفراد الجيل الثالث F3.

Croisements	Ofanto/MBB		Ofanto/Waha		Ofanto/Mrb ₅	
	HT	NE	HT	NE	HT	NE
Max	129	210	95,5	155,0	133	155
Min	65,5	63	69,0	49,0	75,5	70
Amplitude	63,5	147,0	26,5	106,0	57,5	85,0
μ_{Xss}	108,4	117,3	81,6	112,3	106,4	106,1
Var	246	1804	78,7	948,9	244	514
X_{Bous}	85,0	161,3	85,0	161,3	85,0	161,3
X_{MBB}	108,3	94	108,3	94	108,3	94,0
X_{Mrb5}	90	110,7	90	110,7	90,0	110,7
X_{Ofa}	84,3	118,6	84,3	118,6	84,3	118,6
X_{Waha}	86,3	152,9	86,3	152,9	86,3	152,9
μ_{par}	90,8	127,5	90,8	127,5	90,8	127,5
Var P	34,1	122,8	34,1	122,8	34,1	122,8
h^2bs	0,86	0,93	0,58	0,87	0,86	0,76
Ppds5%	10.99	20.86	10.99	20.86	10.99	20.86

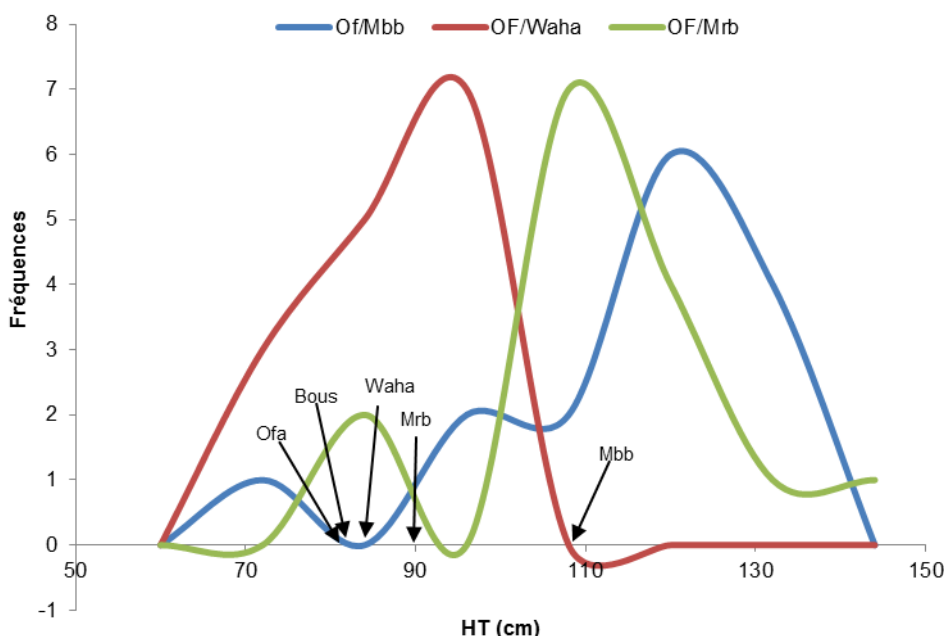
HT: طول النبات بـ سم ، NE: عدد السنابل في المتر/خطي.

2.6.1. عدد السنابل (NE)

التفرع والإشطاء القوي (عدد السنابل) مهم في الظروف الشبه الجافة، إذ يعتبر من بين مركبات المردود الحبي، وهو يؤثر بشكل كبير على الغلة النهائية (Zeeshan et al., 2014). تشير دراسة

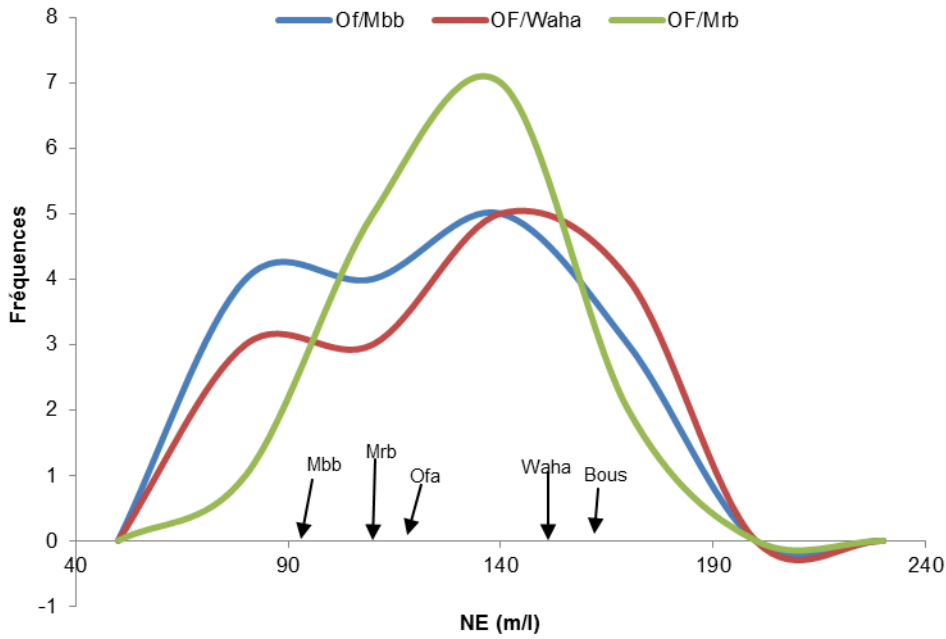
المتوسطات لعدد السنابل في المتر خطي للتصالبات الثلاث للنسل F3 إلى أن المهجين Ofanto/MBB أكثر إنتاجا للسنابل مقارنة بالمهجين Ofanto/Waha و Ofanto/Mrb₅ (جدول III.5)، هذا ما يفسر ظهور أكبر عدد للسنابل (Max=210) عند بعض الخطوط للتصالب Ofanto/MBB، ما يعكس الفرق الكبير بين القيم الحديدية العليا والدنيا عند هذا المهجين (147 سنبل). معامل التوريث مرتفع عند التصالبات الثلاث ويكون أكثر أهمية عند المهجين Ofanto/MBB بأخذ النسبة 93,0% (جدول III.5). من بين الآباء تفوق الأبوان Bouslam و Waha في التفرع وإنتاج السنابل مقارنة بالآباء الأخرى (جدول III.5).

من هذه النتائج يتبين أن المهجين Ofanto/MBB يعطي أفضل الفرص للإنتخاب ناحية هذه الصفة غير أنه لا يمكن الجزم بعدم إستغلال المهجين الأخران كون منحى توزيع الترددات بين وجود بعض الأفراد عالية الإنتاجية للسنابل (شكل III-9).



شكل III.8: تباين طول النبات (HT) عند العشائر F3 (Ofanto/MBB، Ofanto/Waha، و Ofanto/Mrb₅)، ومتوسط

(HT) للخطوط الأبوية (n_{OFA/MBB}=115, n_{OFA/waha}=118, n_{OFA/Mrb5}=112)



شكل III.9: تباين مؤشر عدد السنابل (NE) عند العشائر F3 (Ofanto/Mrb₅، وOfanto/Waha، وOfanto/MBB)، ومتوسط (NE) للخطوط الأبوية ($n_{OFA/MBB}=115, n_{OFA/waha}=118, n_{OFA/Mrb5}=112$)

2. تأثير الانتخاب المبكر عند الجيل الثالث على عشائر القمح الصلب

1.2. الانتخاب الأحادي والمتعدد الصفات

يمكن للانتخاب وحيد الصفة أن يحسن الغلة الحبية ولكن التحسين طويل الأمد يمكن أن ينتج عن تحسين مرافق لجميع مكونات الغلة (Benmahammed, 2005; Bouzerzour and Djekoun, 1996). إقترح علماء تربية النبات والفيزيولوجيا أنه بالإمكان رفع غلة المحاصيل الحبية والإقتصادية للحد الأعلى من خلال تحديد المورثات المسؤولة عليها، وإستعمال بعض الإختبارات الفيزيولوجية والمورفولوجية والفيولوجية كالحالة المائية للورقة، البنية الورقية، التبكير في الإسبال، ودرجة حرارة الغطاء النباتي، ومؤشرات المقاومة للإجهادات اللاحيوية. لذلك فإن مربّي النبات يؤكدون على أهمية كبر القاعدة الوراثية Broad genetic base، بمعنى إتساع التباين الوراثي للصفات الزراعية المهمة، مع ضرورة وجود الإرتباط الإيجابي بين الصفات الهامة. ويتحقق ذلك من خلال تتبع ودراسة التباينات الوراثية والمظهرية في الأجيال الإنعزالية المبكرة كعشائر الـ F3 (Ahmed et al., 2014; Fellahi, 2013; Lee and 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 (جدول III 1). هذا يدل على تنوع القاعدة الوراثية للنسل F3 وبالتالي إمكانية الإختيار على أساس هذه الصفات سواء كانت أحادية أو متعددة وفق ما ينصح (Benmahammed et al., 2010)، حيث وجدوا في دراسة على ثلاث هجن من الشعير أن الإختيار وحيد الصفة لم يؤثر على التحسين للعشائر مقارنة بالإختيار المتعدد أين جمع بين عدة صفات، فكان التأثير أحسن على العشائر بزيادة معنوية في المردود الحبي، وذلك كون المناطق الشبه الجافة تكون متقلبة المناخ وبالتالي الإختيار لصفة واحدة لا يحفز بالشكل الكافي الإنتاجية والمقاومة في أن واحد.

1.1.2. تأثير الإختيار أحادي الصفة

1.1.1.2. الإختيار على أساس المردود الحبي

تعد الغلة الحبية عند القمح الهدف الأسمى الذي يسعى إليه مربوا النبات من خلال الإختيار لمركباته المتعددة. بالإختيار على أساس المردود الحبي نفسه عند شائر F3 سجلت زيادة معنوية معتبرة للمردود الحبي عند الهجن الثلاث ب 59.8، 59.6، و 30.3 غ/م^{خطي} أي ب 299، 279.9، و 151.2 غ/م^{خطي} على التوالي لـ Ofanto/MBB، Ofanto/Waha، و Ofanto/Mrb₅ بالمقارنة مع متوسط العشائر لـ F3. هذه الزيادة تترافق مع زيادة معتبرة للمردود الإقتصادي (جدول III 6، شكل III-10).

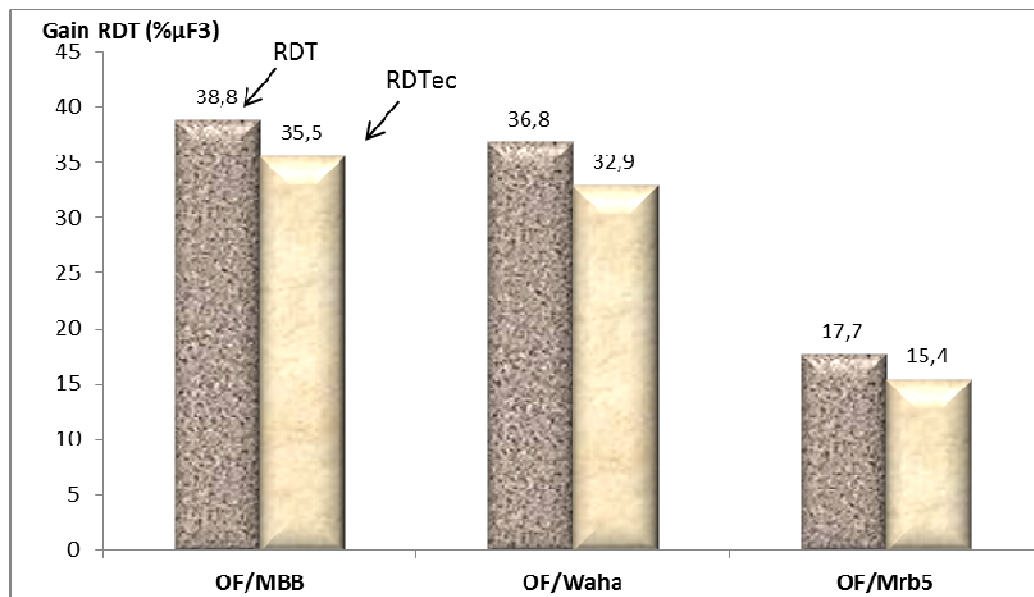
جدول III 6: متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F3 للعشائر الثلاثة، وفرق الإختيار الفعلي والنسبي للمردود الحبي (RDT) والمردود الإقتصادي (RDTEc).

Critères		RDT	RDTEc	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
		Ofanto/MBB								
RDT	μ_5	213,9	346,4	86,1	22,0	25,5	130,8	105,4	140,2	24,1
	μ_{F3}	154,0	255,1	80,9	21,6	24,8	131,0	108,5	117,5	25,8
	$S = \mu_5 - \mu_{F3}$	59,8	91,3	5,2	0,4	0,6	-0,2	-3,1	22,6	-1,7
	Ppd _{5%}	25,8	40,1	5,14	2,06	4,39	1,19	10,99	20,86	1,84
	$S(\% \mu_{F3})$	38,8	35,8	6,5	2,0	2,6	-0,2	-2,8	19,2	-6,5
RDTEc	μ_5	208,8	346,7	86,1	22,2	28,6	131,0	107,7	140,7	24,1
	$S = \mu_5 - \mu_{F3}$	54,8	91,6	5,2	0,6	3,7	0,0	-0,8	23,1	-1,7
	$S(\% \mu_{F3})$	35,5	35,9	6,4	2,6	15,0	0,0	-0,7	19,7	-6,5

		Ofanto/Waha									
RDT	μ_s	221,5	332,4	85,6	24,6	24,4	129,8	87,6	138,6	22,0	
	μ_{F3}	161,9	247,5	83,9	21,1	24,5	130,1	81,8	112,5	22,8	
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	59,6	85,0	1,7	3,5	-0,1	-0,3	5,8	26,1	-0,8	
	$S(\%\mu_{F3})$	36,8	34,3	2,1	16,7	-0,4	-0,3	7,0	23,2	-3,3	
RDTec	μ_s	215,2	342,4	85,1	25,8	18,1	129,4	91,6	142,8	22,3	
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	53,3	94,9	1,3	4,6	-6,3	-0,7	9,8	30,3	-0,5	
	$S(\%\mu_{F3})$	32,9	38,4	1,5	21,9	-25,8	-0,6	11,9	27,0	-2,3	
		Ofanto/Mrb5									
RDT	μ_s	201,2	299,4	86,6	19,2	19,7	129,2	99,5	124,0	22,2	
	μ_{F3}	171,0	263,1	83,3	19,6	17,8	129,2	106,4	106,3	22,3	
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	30,3	36,3	3,2	-0,4	1,9	0,0	-6,9	17,7	-0,1	
	$S(\%\mu_{F3})$	17,7	13,8	3,9	-1,9	10,9	0,0	-6,5	16,7	-0,2	
RDTec	μ_s	197,4	309,0	85,6	18,5	18,6	129,2	109,9	124,2	22,0	
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	26,4	45,9	2,2	-1,1	0,9	0,0	3,5	17,9	-0,2	
	$S(\%\mu_{F3})$	15,4	17,5	2,7	-5,5	5,0	0,0	3,3	16,9	-1,0	

* الإلتخاب أنجز في إلتجاه القيم المرتفعة ل: (RDT)، (RDTec)، (TRE)، (SF)، (HT)، (NE)، (SWI). وفي إلتجاه القيم المنخفضة ل:

(PREC)، (TCV)، (DSI)، μ_s : متوسط الخطوط المنتخبة، μ_{F3} : متوسط العشيرة، $S(\%\mu_{F3})$: نسبة الريح %.



شكل 10. III: تأثير الإلتخاب على أساس المردود الحي (RDT) والمردود الإقتصادي (RDTec) على المردود الحي

للجزء المنتخب (i) لعشائر الـ F_3 ($i = 30\% = 05$ خطوط لكل مجموعة).

الإلتخاب المباشر للمردود الحي المرتفع يحدث تغيرات بين الخطوط المنتخبة، فالهجين Ofanto/MBB يبدي مقاومة تجاه الإجهاد الحراري، والهجين Ofanto/Mrb5 يظهر أكثر حساسية للإجهاد المائي والحراري، أما الهجين Ofanto/Waha لا تتغير خطوطه من ناحية المقاومة ضد الإجهادات اللاحيوية (جدول III.6).

2.1.1.2. الإنتخاب على أساس المردود الإقتصادي (RDT_{ec})

الإنتخاب ناحية الرفع من المردود الإقتصادي (المجموع الحضري للنبات) لم يختلف كثيرا عن الإنتخاب ناحية المردود الحبي بزيادتهما المتجانسة معا (شكل III.10)، ويرجع ذلك إلى علاقة الإرتباط الوثيقة بين هاتين الصفتين المثبتة في العديد من الدراسات (Asli and Ghandian Zanjan, 2013; Shamsi and Kobraee, 2014). وبمتابعة تأثير الإنتخاب للمردود الإقتصادي على الصفات الأخرى، نجد أنه كان أكثر تأثيرا داخل الهجين Ofanto/Waha، فقد إرتفع عدد السنابل بنسبة 27.0% وزادت المساحة الورقية وطول النبات بـ 21,9 و 11,9% على التوالي، كما إنخفضت حساسيته للإجهاد المائي بـ 25,8% (جدول III.6).

الإنتخاب على أساس المردود الحبي والمردود الإقتصادي العالي يساهم بشكل فعال جدا في الحصول على عدة صفات هامة ومرغوبة في المناطق الشبه الجافة وهذا من شأنه أن يتيح لنا في المستقبل دراستها وتطويرها للحصول على أصناف أكثر تأقلا وإنتاجا، كالإستثمار في الخطوط ذات المردود الإقتصادي العالي لإرتباطه المباشر بالمردود الحبي، إنخفاض درجة حرارة الغطاء النباتي وترافقها مع فعالية إستغلال الماء. أيضا الزيادة في عدد السنابل وطول النبات للهجن الثلاث، وزيادة المساحة الورقية. هذا التنوع عند التصالبات الثلاث هام جدا لرفع المردود تحت ظروف الجفاف، كل هذه التغيرات المورفو-فيزيولوجية الظاهرة موثقة في الكثير من البحوث العلمية وتعتبر إيجابية جدا ومرغوب بها كثيرا في المناطق شبه الجافة (Mason and Singh, 2014; Asli and Ghandian Zanjan, 2014; Hannachi et al., 2013; Fellahi et al., 2013; Bouzerzour and Benmahammed, 2009; Benmahammed et al., 2008; Beecher et al., 2012;).

3.1.1.2. الإنتخاب على أساس المحتوى المائي النسبي للورقة (TRE)

يشير كل من (Oulmi et al., 2014a; Fellahi et al., 2013; قندوز، 2014) إلى أن دراسة المحتوى المائي للورقة من المعايير الهامة التي تستعمل لتقييم وتحديد قدرة النبات على تحمل الإجهادات. ذكر كل من Houassine, (2004) و Oulmi, (2010) أن الأنماط الوراثية التي تملك محتوى مائي عالي تعطي مردود حبي 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 الحبي،

الإنتخاب على أساس القيم الكبرى للمحتوى المائي النسبي للورقة يساهم في رفع المحتوى المائي في الأوراق بـ 8.5 ، 3.9 ، و 5.4% على التوالي عند التصالبات Ofanto/Waha ، Ofanto/MBB و Ofanto/Mrb₅ (جدول III.7)، بالمقارنة مع متوسط العشيرة لكل هجين، والتي قدرت بـ 80.9 ، 83.9 ، و 83.3% على الترتيب للتصالبات الثلاثة (جدول III.6).

تشير النتائج هذه الدراسة أن الخطوط ذات المحتوى المائي الأكبر هي التي حققت الزيادة الأكبر في المردود الحبي والمردود الإقتصادي و قدرت بـ 14.0 و 17.9% على الترتيب عند الهجين Ofanto/MBB ، عند الهجين Ofanto/Waha لوحظ أنه على نفس متوسطات العشيرة للمردود الحبي والإقتصادي. أما إستجابة الهجين Ofanto/Mrb₅ تحت تأثير الإنتخاب لهذه الصفة كانت سلبية ولم تحقق الهدف المرجو من ذلك ناحية المردود الحبي حيث تراجع بـ -4.8% (جدول III.7، شكل III.11).

سجل إرتفاع معنوي للمساحة الورقية بالإنتخاب على أساس المحتوى المائي النسبي عند الهجينين Ofanto/Waha و Ofanto/MBB بـ 1.2 و 3.4 سم² على الترتيب، مصحوب بإنخفاض درجة حرارة الغطاء النباتي (TCV) عند الهجين Ofanto/MBB بـ -1.4°م، في حين إنخفض مؤشر الحساسية للإجهاد المائي عند الهجين Ofanto/Waha بـ -21% (جدول III.7).

عند الهجين Ofanto/Mrb₅ الإنتخاب على أساس (TRE) لا يؤدي إلى تحسين فعال للصفات المدروسة فقد إرتفع مؤشر الحساسية للإجهاد المائي بـ 15%، ولم تتأثر درجة حرارة الغطاء النباتي بالإنخفاض، لعل ذلك يرجع إلى عدم إرتباطها بصفة المردود، غير أنه لا يمكننا الجزم بهذه القاعدة كون العشائر في الجيل الثالث واسعة القاعدة الوراثية تتحسن هذه الصفات في الأجيال المتأخرة من القمح الصلب (جدول III.7).

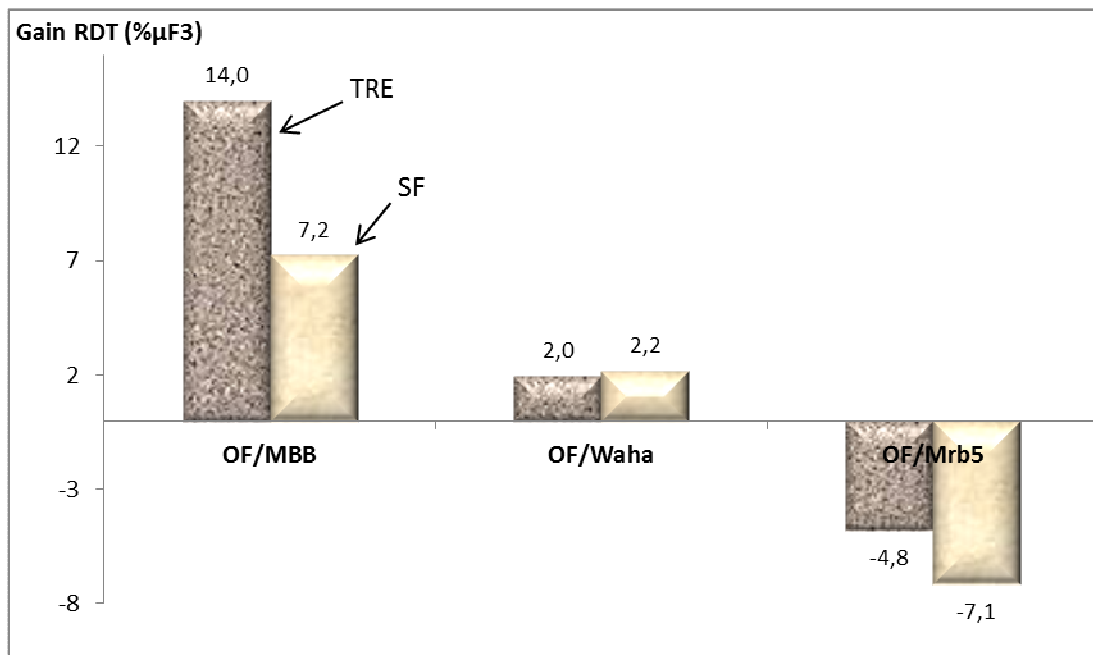
4.1.1.2. الإنتخاب على أساس المساحة الورقية (SF)

الإنتخاب من أجل زيادة مساحة الأوراق لعشائر الجيل الثالث F3 من القمح الصلب يؤثر بزيادة معنوية للمساحة الورقية لورقة العلم عند الهجن الثلاث تتراوح بين 12.3 و 23.4% ، غير أن كبر مساحة الأوراق كان تأثيره متباين بين العشائر للمردود الحبي، فقد إرتفع عند الهجين Ofanto/MBB بـ 7.2% و إنخفض عند الهجين Ofanto/Mrb₅ بـ -7.1% (جدول III.7، شكل III.11).

جدول III.7 : متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F3 للعشائر الثلاثة، وفرق الإنتخاب الفعلي والنسبي للمساحة الورقية والمحتوى المائي النسبي.

Critères		RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
Ofanto/MBB										
TRE	μ_s	175,6	300,8	87,8	22,8	24,4	131,0	107,6	149,3	24,4
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	21,5	45,7	6,9	1,2	-0,5	0,0	-0,9	31,8	-1,4
	Ppds _{5%}	25,8	40,1	5,14	2,06	4,39	1,19	10,99	20,86	1,84
	$S(\%\mu_{F3})$	14,0	17,9	8,5	5,6	-1,8	0,0	-0,8	27,0	-5,4
SF	μ_s	165,2	290,2	85,0	24,6	25,6	131,0	108,8	147,3	24,0
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	11,2	35,0	4,1	3,0	0,7	0,0	0,3	29,7	-1,8
	$S(\%\mu_{F3})$	7,2	13,7	5,0	13,9	2,9	0,0	0,3	25,3	-6,8
Ofanto/Waha										
TRE	μ_s	165,1	290,9	87,1	24,5	19,3	129,6	87,9	124,4	22,1
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	3,2	43,4	3,2	3,4	-5,1	-0,5	6,1	11,9	-0,7
	$S(\%\mu_{F3})$	2,0	17,5	3,9	16,1	-21,0	-0,4	7,4	10,6	-3,0
SF	μ_s	165,5	257,3	86,0	26,1	18,1	129,6	89,0	134,2	22,7
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	3,5	9,8	2,1	4,9	-6,3	-0,5	7,2	21,7	-0,1
	$S(\%\mu_{F3})$	2,2	4,0	2,5	23,4	-25,8	-0,4	8,8	19,3	-0,4
Ofanto/Mrb ₅										
TRE	μ_s	162,8	260,6	87,8	21,6	17,1	129,2	108,6	107,6	22,1
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	-8,2	-2,4	4,5	2,0	-0,7	0,0	2,2	1,3	-0,2
	$S(\%\mu_{F3})$	-4,8	-0,9	5,4	10,2	-3,9	0,0	2,0	1,3	-0,9
SF	μ_s	158,8	286,0	87,0	22,0	20,4	129,0	114,7	106,6	22,3
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	-12,2	22,9	3,6	2,4	2,7	-0,2	8,3	0,3	0,1
	$S(\%\mu_{F3})$	-7,1	8,7	4,4	12,3	15,0	-0,2	7,8	0,3	0,3

* الإنتخاب أنجز في إتجاه القيم المرتفعة ل: (RDT)، (RDTec)، (TRE)، (SF)، (HT)، (NE)، (SWI). وفي إتجاه القيم المنخفضة ل: (PREC)، (TCV)، (DSI). μ_s : متوسط الخطوط المنتخبة، μ_{F3} : متوسط العشيرة، $S(\%\mu_{F3})$: نسبة الريح بـ%.



شكل III.11: تأثير الإنتخاب على أساس المساحة الورقية والمحتوى المائي النسبي (SF) و (TRE) على المردود الحبي

للجزء المنتخب (i) لعشائر الـ F3 (i = 30% = 05 خطوط لكل مجموعة)

الإنتخاب لهذه الصفة يحفز معنويا المقاومة ضد الإجهاد المائي عند الهجين Ofanto/Waha (DSI=-25,8%) ، ويساهم في خفض درجة حرارة الغطاء النباتي للهجين Ofanto/MBB بـ 1,8°م (جدول III.7). من بين الهجن الثلاث لا تتحسن مقاومة خطوط الهجين Ofanto/Mrb₅ ضد الإجهادات اللاحيوية عند الإنتخاب لزيادة مساحة أوراقها، ربما أفراد هذا الهجين تتأقلم أكثر مع ظروف الجفاف عندما تمتلك مساحة ورقية صغيرة وهذا يظهر من خلال دراسة المتوسطات الموضحة في الجدول (III.3)، حيث كان أصغر متوسط مساحة للأوراق عند الهجين Ofanto/Mrb₅ وهذا يعطي إمكانية متابعة خطوط منتجة بمساحة ورقية صغيرة (Bousba, 2012).

5.1.1.2. الإنتخاب على أساس المقاومة للإجهاد المائي والحراري

أ. الإنتخاب على أساس درجة حرارة الغطاء النباتي (TCV)

إستعمال الصفات المتعلقة بالمقاومة ضد الإجهادات اللاحيوية في برامج تحسين النبات مهم من قبل مربّي النبات (Mason and Singh, 2014; Benmahammed et al., 2010)، الإنتخاب لتخفيض درجة حرارة الغطاء النباتي عند أجيال الـ F3 ذات القاعدة الوراثية الواسعة يساهم بشكل ملفت في تخفيض درجة حرارة العشائر الثلاث أبرزها الإنخفاض المعنوي عند Ofanto/MBB بـ 2,3°م ، ترافق هذا الإنخفاض مع تناقص مؤشر المقاومة للإجهاد المائي عند الهجن الثلاث معنويا بين -16,8 و -31,4 (جدول III.8). هذه الترادف في النقصان يبرز أن هاتين الصفتان المتعلقتان بالمقاومة يمكن أن ترتبطا معنوية وأيضاً إذا تحقق ذلك عند دراسة الارتباطات المظهرية فإنه يمكن لأحدهما أن يعوض الأخر، وهذا يوفر لمربي النبات إختيار الطريق في عملية الإنتخاب.

بالرغم من زيادة عدد السنابل عند الهجين Ofanto/Mrb₅ بـ 12,5 سنبل، وزيادة حجم الأوراق بـ 16,5% عند الهجين Ofanto/Waha ، إلا أنه لم يرتفع المردود الحبي لهذا الهجينان، بل تراجع عند الهجين Ofanto/Mrb₅ بـ 15,3 غ/م^{خطي} (جدول III.8)، تشير (Laala, 2010) في هذا الإطار أن الصفات المتعلقة بالمقاومة لا ترتبط بصفات الإنتاج، وهذا ما ظهر في هذه النتائج.

جدول 8. III : متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F3 للعشائر الثلاثة، وفرق الإنتخاب الفعلي والنسبي درجة حرارة الغطاء النباتي ومؤشر المقاومة للإجهاد المائي.

Critères		RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
Ofanto/MBB										
TCV	μ_s	165,6	280,3	81,5	23,5	20,7	131,4	106,2	127,7	23,5
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	11,5	25,1	0,6	1,9	-4,2	0,4	-2,3	10,1	-2,3
	Ppds _{5%}	25.8	40.1	5.14	2.06	4.39	1,19	10.99	20.86	1.84
	$S(\% \mu_{F3})$	7,5	9,9	0,8	9,0	-16,8	0,3	-2,1	8,6	-8,7
DSI	μ_s	168,8	280,8	80,8	22,1	9,2	131,2	105,7	148,7	25,7
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	14,7	25,7	-0,1	0,6	-15,6	0,2	-2,8	31,1	-0,1
	$S(\% \mu_{F3})$	9,6	10,1	-0,1	2,6	-62,9	0,2	-2,6	26,5	-0,4
Ofanto/Waha										
TCV	μ_s	169,9	257,0	85,7	24,6	16,8	130,0	84,6	108,8	21,4
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	8,0	9,5	1,8	3,5	-7,7	-0,1	2,8	-3,7	-1,4
	$S(\% \mu_{F3})$	4,9	3,8	2,2	16,5	-31,4	-0,1	3,4	-3,3	-5,9
DSI	μ_s	155,7	246,8	84,9	23,0	5,9	130,2	83,6	108,8	22,1
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	-6,2	-0,7	1,0	1,9	-18,5	0,1	1,8	-3,7	-0,7
	$S(\% \mu_{F3})$	-3,8	-0,3	1,2	8,9	-75,7	0,1	2,2	-3,3	-3,0
Ofanto/Mrb ₅										
TCV	μ_s	155,6	259,7	85,6	17,8	14,7	129,6	101,3	118,8	21,3
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	-15,3	-3,3	2,3	-1,8	-3,0	0,4	-5,1	12,5	-1,0
	$S(\% \mu_{F3})$	-9,0	-1,3	2,7	-9,0	-17,1	0,3	-4,8	11,8	-4,5
DSI	μ_s	174,2	275,4	78,8	19,3	7,0	129,4	114,5	114,8	22,4
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	3,2	12,3	-4,6	-0,3	-10,8	0,2	8,1	8,5	0,1
	$S(\% \mu_{F3})$	1,9	4,7	-5,5	-1,4	-60,6	0,2	7,6	8,0	0,5

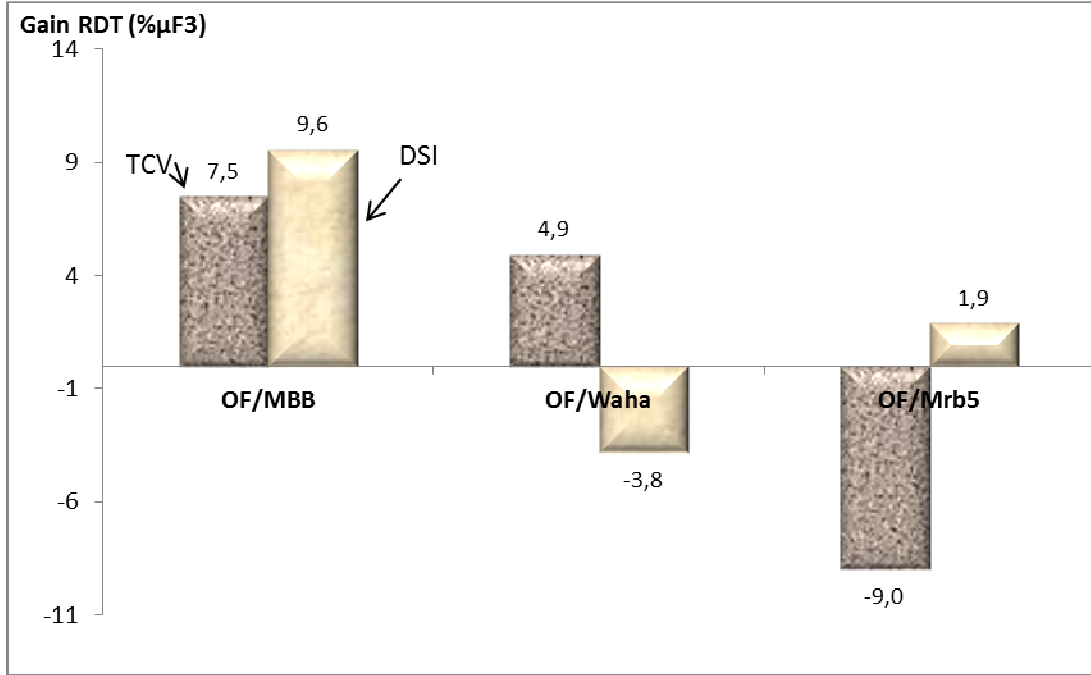
* الإنتخاب أنجز في إتجاه القيم المرتفعة ل: (RDT)، (RDTec)، (TRE)، (SF)، (HT)، (NE)، (SWI). وفي إتجاه القيم المنخفضة ل: (PREC)، (TCV)، (DSI). μ_s : متوسط الخطوط المنتخبة، μ_{F3} : متوسط العشيرة، $S(\% \mu_{F3})$: نسبة الريح %.

ب. الإنتخاب لتحسين المقاومة ضد الإجهاد المائي (DSI)

ينخفض مؤشر الحساسية للإجهاد المائي كثيرا بالإنتخاب ناحيته محققا القيم -62,9 ، -75,7 ، و -60,6% على التوالي للهجن الثلاث Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، Ofanto/Mrb₅ (جدول 8. III). هذا يبين أن أفراد الهجن الثلاث تحسنت كثيرا ناحية المقاومة للإجهاد المائي. أيضا هذا الإنتخاب يؤثر بزيادة عدد السنابل معنويا عند الهجين Ofanto/MBB بـ 26,5% ، وزيادة طول النبات بـ 8,1سم عند الهجين Ofanto/Mrb₅ ، وزيادة المساحة الورقية عند الهجين Ofanto/Waha بـ 1,9سم² (جدول 8. III).

يبين الشكل (12. III) تفوق الهجين Ofanto/MBB في الجمع بين صفات المقاومة ضد الإجهادات وصفة المردود الحبي بتحقيقه زيادة في المردود الحبي بـ 7,5 و 9,6 غ/م^{خطي} لدرجة حرارة الغطاء النباتي ومؤشر المقاومة للإجهاد المائي، بالإنتخاب ناحية المقاومة، هذا يجعله أحسن من الهجينان الأخران

ويمكن لهذه العلاقة أن تتطور أكثر عند الأجيال المتأخرة (F6 و F7) لهذا الهجين. قد تظهر هذه الزيادة قليلة جدا وغير مجدية ولكنها تعادل زيادة ب 5.75 و 4.8 قنطار في الهكتار وهي زيادة معتبرة هامة جدا في المناطق الشبه جافة.



شكل III.12: تأثير الانتخاب على أساس درجة حرارة الغطاء النباتي (TCV) ومؤشر المقاومة للإجهاد المائي (DSI) على المردود الحي للجزء المنتخب (i) لعشائر F3 (i = 30% = 05 خطوط لكل مجموعة).

6.1.1.2. الانتخاب على أساس تبكير الإنبال وطول النبات

أ. الانتخاب على أساس تبكير الإنبال (PREC)

يعتبر تبكير الإنبال الإستراتيجية الأكثر إستعمالا لإنتخاب أصناف ملائمة للمناطق الجافة، والشبه الجافة التي تتميز بشدة الإجهاد في نهاية دورة حياة النبات (Fellahi et al., 2013; Meziani et al., 2011; Attia. 2007)، 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 (Bahlouli et al., 1998). كما يلعب النضج المبكر دور مهم في مقاومة درجة الحرارة المرتفعة (Abbassene et al., 1998). الانتخاب على أساس التبكير في الإنبال يؤثر أكثر داخل أفراد الهجين

Ofanto/MBB بتبكير 1,2- يوم مقارنة بالمهجين Ofanto/Waha (1,1- يوم) والمهجين Ofanto/Mrb₅ (0,4 يوم) (جدول III.9).

يرجع تحسين المردود تحت ظروف الإجهاد المائي بشكل كبير إلى التبكير الذي يفسر من 40 إلى 60 % من تغير المردود (Mosaad et al., 1995). من بين الهجن الثلاث تفوق الهجينان Ofanto/MBB و Ofanto/Waha في زيادة الإنتاج لهذه الصفة (جدول III.9، شكل III.13). كثيرا ما لوحظ أن التقليل في دورة الحياة عموما يرتبط بإنخفاض عدد الأوراق المحمولة على الساق الرئيسي وطول النبات (Mosaad et al., 1995)، وهنا لوحظ أن الهجين الأكثر ربحا في تبكير الإنبال (Ofanto/MBB) زاد في الطول بـ 7,4 سم والهجين الأقل ربحا في تبكير الإنبال (Ofanto/Mrb₅) إنخفض طوله بـ 14,3 سم (جدول III.9).

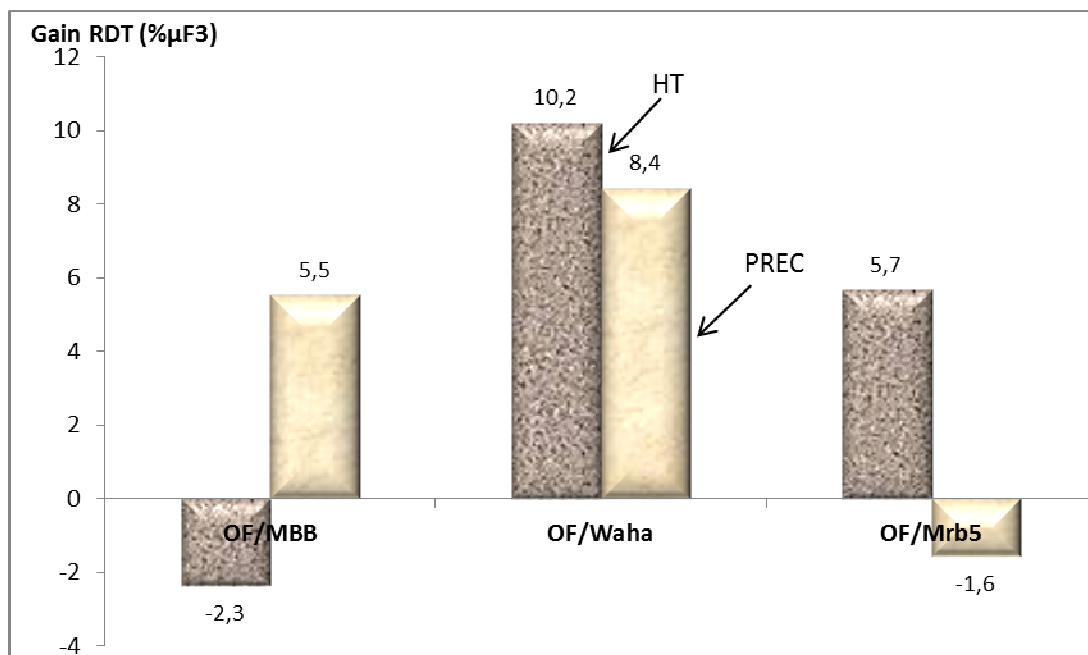
ب. الإنتخاب لطول النبات (HT)

يرجع دائما طول النبات على أنه أحد الصفات الهامة والدالة على تحمل النبات للجفاف والإجهادات اللاحيوية (Nachit and Jarrah, 1986; قندوز، 2014). 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). الإنتخاب على أساس طول النبات يزيد في الطول معنويا بـ 14,2، 10,0، و 15,5 سم على الترتيب للتصالبات الثلاث Ofanto/MBB، Ofanto/Waha، Ofanto/Mrb₅. هذه الزيادة في الطول أثرت بالزيادة في عدد السنابل والمردود الحبي عند الهجينان Ofanto/Waha، Ofanto/Mrb₅ (جدول III.9، شكل III.13)، عند الهجين Ofanto/MBB تراجع المردود الحبي ويرجع ذلك إلى أن معظم أفراد الهجين Ofanto/MBB تمتاز بطول قصبه طويل يفوق المتر (100سم) وبذلك فإن أي زيادة في طولها يصبح ذو تأثير سلبي على إنتاج النبات لإحتياجه لكميات أكبر من الماء الذي يكون قليل في مرحلة الإنبال لتغطية المجموع الخضري (الطول) الزائد في النبات. ظهور الجفاف خلال مرحلة التلقيح يؤدي إلى خفض حجم الأغلفة عندما تظهر إبتداء من مرحلة التسبيل إلى مرحلة الحبة اللبنية (Gate, 1995).

جدول 9. III : متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F3 للعشائر الثلاثة، وفرق الإنتخاب الفعلي والنسبي درجة حرارة الغطاء النباتي ومؤشر المقاومة للإجهاد المائي.

Critères		RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
Ofanto/MBB										
HT	μ_s	150,4	277,6	84,0	22,6	22,4	130,6	122,7	122,1	24,8
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	-3,6	22,5	3,1	1,0	-2,4	-0,4	14,2	4,5	-1,0
	$S(\%\mu_{F3})$	25,8	40,1	5,14	2,06	4,39	1,19	10,99	20,86	1,84
PREC	μ_s	162,6	280,3	84,3	21,9	23,7	129,8	115,9	132,6	26,0
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	8,5	25,1	3,4	0,3	-1,2	-1,2	7,4	15,1	0,2
	$S(\%\mu_{F3})$	5,5	9,8	4,2	1,3	-4,8	-0,9	6,9	12,8	1,0
Ofanto/Waha										
HT	μ_s	178,4	280,2	85,2	23,6	25,4	129,4	91,8	138,6	22,3
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	16,5	32,7	1,3	2,5	0,9	-0,7	10,0	26,1	-0,5
	$S(\%\mu_{F3})$	10,2	13,2	1,5	11,9	3,8	-0,6	12,2	23,2	-2,2
PREC	μ_s	175,6	264,9	85,5	22,8	30,1	129,0	86,2	134,8	22,8
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	13,6	17,4	1,6	1,7	5,6	-1,1	4,4	22,3	0,0
	$S(\%\mu_{F3})$	8,4	7,0	1,9	8,0	23,1	-0,9	5,3	19,9	0,1
Ofanto/Mrb5										
HT	μ_s	180,7	304,3	84,2	19,0	13,0	129,6	121,9	120,6	21,8
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	9,7	41,2	0,8	-0,6	-4,7	0,4	15,5	14,3	-0,5
	$S(\%\mu_{F3})$	5,7	15,7	1,0	-3,1	-26,7	0,3	14,5	13,5	-2,2
PREC	μ_s	168,3	247,3	85,1	18,8	16,0	128,8	91,6	104,0	22,4
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	-2,7	-15,7	1,7	-0,7	-1,7	-0,4	-14,8	-2,3	0,2
	$S(\%\mu_{F3})$	-1,6	-6,0	2,1	-3,8	-9,7	-0,3	-13,9	-2,1	0,7

* الإنتخاب أنجز في إتجاه القيم المرتفعة ل: (RDT)، (RDTec)، (TRE)، (SF)، (HT)، (NE)، (SWI). وفي إتجاه القيم المنخفضة ل: (PREC)، (TCV)، (DSI). μ_s : متوسط الخطوط المنتخبة، μ_{F3} : متوسط العشيرة، $S(\%\mu_{F3})$: نسبة الريح ب%.



شكل 13. III: تأثير الإنتخاب على أساس تبكير الإنبال (PREC) وطول النبات (HT) على المردود

الحي للجزء المنتخب (i) لعشائر الF3 ($i = 30\% = 05$ خطوط لكل مجموعة).

7.1.1.2. الإنتخاب على أساس زيادة عدد السنابل (NE)

يشير كل من Grignac, (1981) و Bensemane et al., (2011) أن الجفاف في فترة الصعود يقلل من عدد السنابل وكذا يسرع في عملية شيخوخة الأفرع. وقد لاحظ Hauchinal et al., (1993) أن الجفاف المصحوب بارتفاع في درجات الحرارة يتسبب في إنخفاض الغلة الحبية عند مواعيد البذر المتأخر والمرتبطة أساسا بقلّة عدد السنابل في المتر مربع والوزن المتوسط للحب. الإنتخاب للرفع من عدد السنابل في ظروف الجفاف يزيد معنويا في عدد السنابل عند الهجن الثلاث أقلها 24.3 سنبله عند الهجين Ofanto/Mrb₅ وأكثرها 46.7 سنبله/م^{خطي} عند Ofanto/MBB ، يظهر الجدول (10. III) و الشكل (14. III) زيادات معتبرة جدا للمردود الحبي بالإنتخاب لهذه الصفة تتراوح بين 16,7 غ و 53,3 غ/م^{خطي} وللمردود الإقتصادي بين 38,9 غ و 94,9 غ/م^{خطي} ، وهذا يرجع إلى علاقة الارتباط الإيجابية بين المردود الحبي وعدد السنابل والمثبتة في دراسة (Janmohammadi et al., 2014).

الإنتخاب للرفع من عدد السنابل يؤثر بإنخفاض درجة حرارة الغطاء النباتي عند الهجين Ofanto/MBB بـ 1,4°م، وإنخفاض مؤشر الحساسية للإجهاد المائي عند الهجينين Ofanto/Waha و Ofanto/Mrb₅ بأكثر من 21% ، أيضا يزيد من طول القصبه ومساحة الأوراق عند الهجين Ofanto/Waha (جدول 10. III). 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 الإسبال يؤدي إلى قلة عدد الحبات المتشكلة في وحدة المساحة. ويؤثر على خصوبة السنبله (Abbassene et al., 1998). ومن بين الهجن الثلاث كان الهجين Ofanto/Waha أحسنهم للإنتخاب على أساس عدد السنابل بعد زيادته الكبيرة والمعتبرة في المردود الحبي والإقتصادي.

2.1.2. تأثير الإنتخاب متعدد الصفات

- الإنتخاب على أساس المؤشر (SWI)

تحت الظروف الشبه الجافة ينصح Bouzerzour et al., (1998) و Laala et al., (2009) بالإنتخاب على أساس عدة صفات لإستنباط أصناف جديدة مقاومة للإجهادات اللاحيوية، وأحسن طريقة في ذلك تتمثل في الجمع والإنتخاب على أساس هذه الصفات مجتمعة، كون

الإنتخاب على أساس صفة واحدة لا يحقق النتائج المرجوة عادة من عملية الإنتخاب ولذلك ينصح بعض الباحثين على غرار (Benmahammed et al., 2010) بإختيار الصفات المرغوبة في المناطق الشبه الجافة والإنتخاب لها مجتمعة لتحسين المقاومة للنبات.

الإنتخاب المتعدد الصفات على أساس المؤشر SWI (بمساهمة كل من: RDT ب 0,4، TRE ب 0,3، DSI ب 0,2، TCV ب 0,1) يظهر تحقيق زيادات معنوية هامة للمردود الحبي والإقتصادي عند الهجن الثلاث أهمها عند الهجين Ofanto/MBB ب 31,6 و 31,0% (جدول III.10، شكل III.14). هذه الزيادة تترافق مع تحسن في المقاومة ضد الإجهاد المائي والحارري بالأخص عند الهجين Ofanto/Waha.

جدول III.10 : متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F3 للعشائر الثلاثة، وفرق الإنتخاب الفعلي والنسبي درجة حرارة الغطاء النباتي ومؤشر المقاومة للإجهاد المائي.

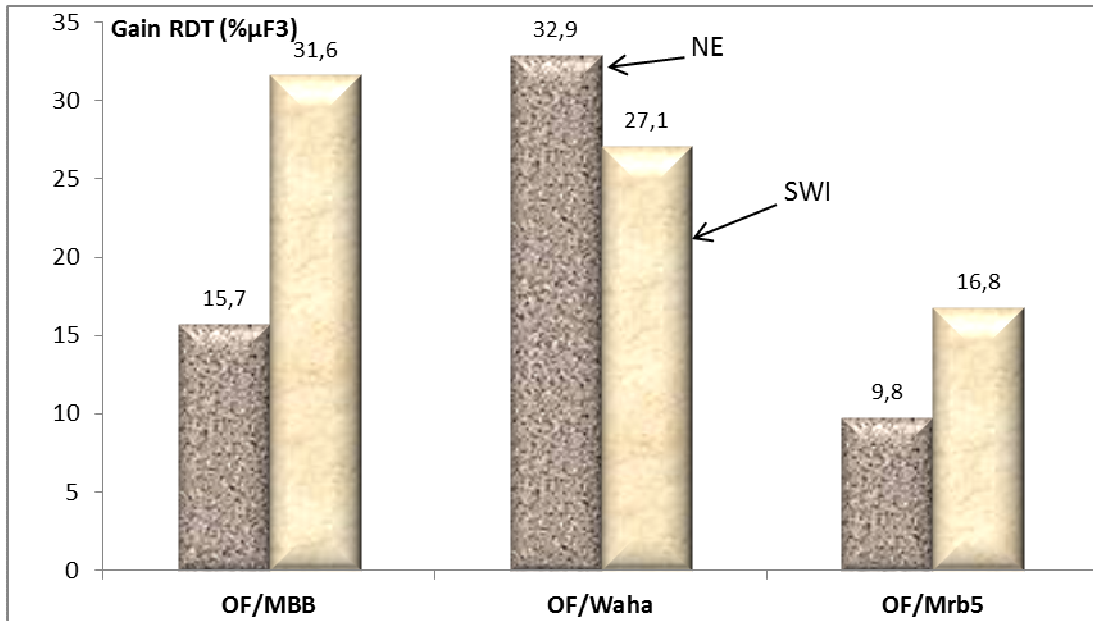
Critères		RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
Ofanto/MBB										
NE	μ_s	178,3	295,8	83,9	22,9	22,7	130,6	106,1	164,2	24,3
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	24,2	40,6	3,0	1,3	-2,2	-0,4	-2,4	46,7	-1,4
	Ppds _{5%}	25,8	40,1	5,14	2,06	4,39	1,19	10,99	20,86	1,84
	$S(\% \mu_{F3})$	15,7	15,9	3,7	6,0	-8,7	-0,3	-2,2	39,7	-5,5
SWI	μ_s	202,8	334,3	87,5	22,8	19,4	130,8	107,6	152,0	25,2
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	48,7	79,2	6,6	1,2	-5,4	-0,2	-0,9	34,4	-0,5
	$S(\% \mu_{F3})$	31,6	31,0	8,2	5,4	-21,7	-0,2	-0,8	29,3	-2,0
Ofanto/Waha										
NE	μ_s	215,2	342,4	85,1	25,8	18,1	129,4	91,6	142,8	22,3
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	53,3	94,9	1,3	4,6	-6,3	-0,7	9,8	30,3	-0,5
	$S(\% \mu_{F3})$	32,9	38,4	1,5	21,9	-25,8	-0,6	11,9	27,0	-2,3
SWI	μ_s	205,8	312,6	86,1	25,3	12,4	129,8	89,3	128,8	22,0
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	43,9	65,1	2,2	4,2	-12,0	-0,3	7,5	16,3	-0,8
	$S(\% \mu_{F3})$	27,1	26,3	2,7	19,7	-49,1	-0,3	9,1	14,5	-3,4
Ofanto/Mrb ₅										
NE	μ_s	187,7	301,9	84,8	17,2	13,9	129,6	103,7	130,6	21,4
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	16,7	38,9	1,4	-2,3	-3,8	0,4	-2,7	24,3	-0,8
	$S(\% \mu_{F3})$	9,8	14,8	1,7	-11,9	-21,6	0,3	-2,6	22,9	-3,7
SWI	μ_s	199,7	304,4	86,7	19,0	16,1	129,2	111,6	129,2	22,0
	$S=\mu_s-\mu_{F3}$	28,7	41,3	3,3	-0,6	-1,6	0,0	5,2	22,9	-0,2
	$S(\% \mu_{F3})$	16,8	15,7	4,0	-3,2	-9,2	0,0	4,9	21,6	-1,0

* الإنتخاب أنجز في إتجاه القيم المرتفعة ل: (RDT)، (RDTec)، (TRE)، (SF)، (HT)، (NE)، (SWI). وفي إتجاه القيم المنخفضة ل:

(PREC)، (TCV)، (DSI). μ_s : متوسط الخطوط المنتخبة، μ_{F3} : متوسط العشيرة، $S(\% \mu_{F3})$: نسبة الريح %.

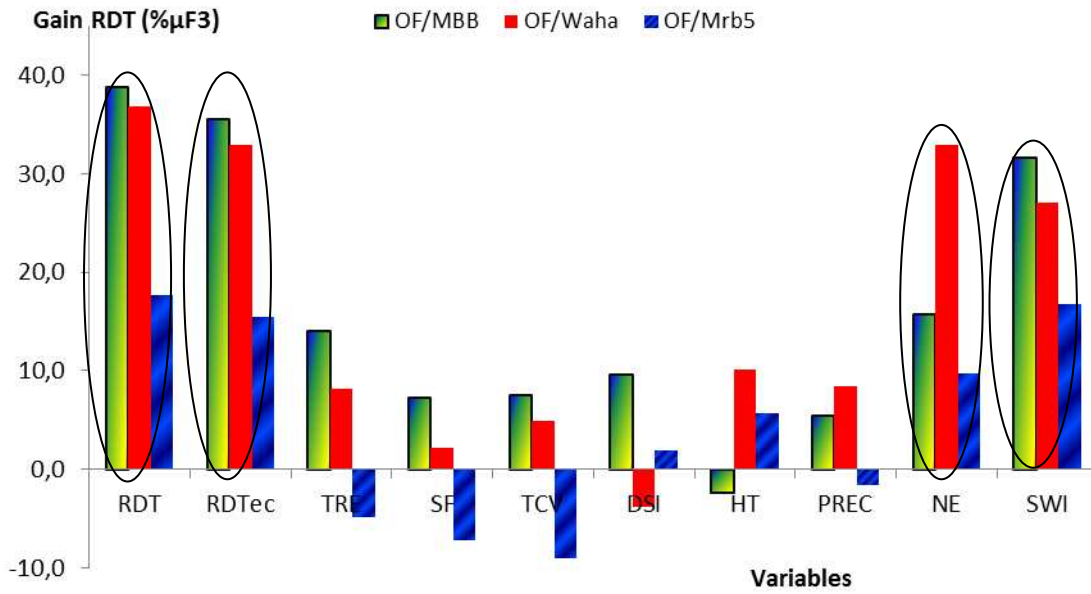
الإنتخاب على أساس المؤشر يرفع معنويا من عدد السنابل في وحدة المساحة عند الهجن الثلاث، ويزيد في المحتوى المائي النسبي للهجين Ofanto/MBB، وفي المساحة الورقية وطول القصبنة

للهجين Ofanto/Waha (جدول III.10). بشكل عام أبرز الانتخاب بالجمع بين عدة صفات مجتمعة نجاعة فعالية في الانتخاب وبالإضافة إلى الريح في الغلة الحبية أظهر لنا عدة صفات مرغوبة جدا في المناطق شبه الجافة، يمكن أن تسمح لنا مستقبلا إستغلالها في تصالبات جديدة تجمع بين صفات المردود والمقاومة.



شكل III.14: تأثير الانتخاب على أساس المؤشر (SWI) وعدد السنابل (NE)، على المردود الحبي للجزء المنتخب (i) لعشائر F3 (i = 30% = 05 خطوط لكل مجموعة).

بالإنتخاب المبكر لعشائر الجيل الثالث F3 تشير النتائج السابقة 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. بالمقارنة بين الزيادات الملاحظة للمردود الحبي نجد أن أكبر الزيادات للغلة الحبية تكون بالإننتخاب على أساس كل من المردود الحبي، المردود الإقتصادي، عدد السنابل، والمؤشر. في حين الإنتخاب للصفات الأخرى لم يحقق الزيادات المطلوبة في أغلب الأحيان (شكل III.15). هذه النتائج تبين عدم إرتباط الصفات المتعلقة بالمقاومة بالصفات المتعلقة بالإنتاج وعليه يجد مربو النبات نفسه أمام حتمية الإنتخاب على أساس المقاومة للإجهادات ومن ثم تحجين الأنماط الوراثية المحصل عليها مع أفراد عالية الإنتاج للغلة الحبية للحصول على خطوط تجمع بين هاته الصفات.



شكل III.15: تغير المردود الحي بالانتخاب على أساس المتغيرات المقاسة لعشائر F3.

بدراسة خطوط العشائر الثلاث للجيل F3 تحت الظروف شبه الجافة، تم تسجيل وجود تباين كبير بين قيم المتغيرات المقاسة، دراسة المتوسطات بين الخطوط الأبوية والعشائر أظهر وجود بعض الأفراد تتفوق على الآباء المدروسة عند كل صفة وخطوط أضعف منها، هذا يبين إتساع القاعدة الوراثية لأجيال F3 وفق ما بين (Benmahammed, 2005)، حيث وجد في دراسة على أجيال من الشعير أن الأجيال الأولى في برامج الانتخاب تكون ذات قاعدة وراثية واسعة ما ينعكس بتباين القيم والنتائج المحصل عليها لكل صفة مدروسة. من بين الهجن الثلاث تباينت النتائج حسب المتغيرات المقاسة فالهجين Ofanto/Mrb₅ يتيح أفضل الفرص للانتخاب ناحية صفات المقاومة ضد الإجهادات اللاحيوية، في حين الهجينان Ofanto/Waha و Ofanto/Mrb₅ يسمحان بالانتخاب أكثر ناحية المردود الحي ومركباته. بينما الهجين Ofanto/MBB ظهرت نتائجه متذبذبة وغير مستقرة للمردود الحي والمقاومة ويسمح أكثر بالانتخاب ناحية الصفات الفيزيولوجية. ويمكن القول أن تطبيق الانتخاب المبكر لهذه العشائر من شأنه أن يوفر لنا معلومات أكثر عن سلوك أفراد هذه العشائر ومدى تنوعها ومحافظتها على صفاتها نسبة لمعامل درجة التوريث الذي سجل مرتفعا عند معظم المتغيرات المقاسة.

3. إستجابة الجيل الرابع F4 والجيل الخامس F5 للانتخاب المبكر عند الجيل الثالث F3

دراسة تحليل التباين للتراكيب الوراثية للصفات المدروسة للأصناف الأبوية المزروعة ضمن خطوط الجيل الرابع والجيل الخامس من القمح الصلب أظهرت وجود فروقات معنوية بين متوسطات التراكيب الوراثية عند مستوى احتمال 5% بين الآباء الخمسة المهجة Ofanto، MBB، Mrb₅، Bousselam، Waha، لجميع الصفات المدروسة ما يعزز نتيجة التباين المعنوي للأبناء عند الجيل الثالث وهي توافق النتائج المتعلقة بالتباين المعنوي المحصل عليها من طرف (Bousba, 2012) في دراستها لأصناف من القمح الصلب وجدت تباينات معنوية بين المتغيرات المقاسة منها (TRE، RDT، NE، PREC). هذا يبين مدى فعالية الانتخاب لهذه الصفات بإستعمال هذه الآباء في التهجين، ويعكس إتساع القاعدة الوراثية للنسل عند الجيل الثالث وبالتالي إمكانية الإنتقاء على أساس هذه الصفات سواء كانت بالانتخاب المباشر أو الانتخاب الغير مباشر (جدول III.11).

جدول III.11: تحليل التباين للصفات المقاسة عند الآباء المزروعة للجيل الرابع F4 والجيل الخامس F5.

Source F4	ddl	RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
rep	2	2118	3269	5,04	4,74	6,66	0,45	1,25	502,2	8,19
parents	4	4986,7**	7104**	164,8**	23,2**	65,9**	31,1**	475**	387**	1,36**
Erreur	8	35,9	79,7	0,81	0,71	7,3	0,57	8,4	51,2	0,3
Source F5	ddl	RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
rep	2	79,55	7,99	18,1	3,57	26,65	11,66	13,06	54	0,64
parents	4	1527**	2591**	27,5 ^{ns}	8,97*	230,3**	28,3**	414**	4250**	10,6**
Erreur	8	62,25	136,6	18,83	1,65	28,13	2,83	10,73	97,98	0,4

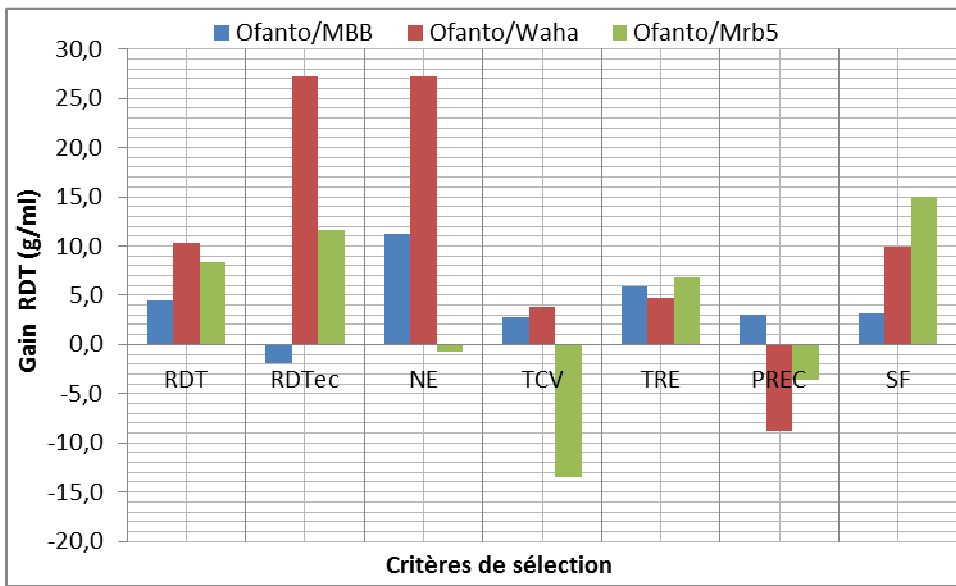
** معنوي عند 1% ، * معنوي عند 5% ، ns ليس معنوي. TCV: درجة حرارة الغطاء النباتي (°م)، RDT: المردود الحي (غ/م²خطي)، RDT_{ec}: المردود الإقتصادي (القش) (غ/م²خطي)، TRE: المحتوى المائي النسبي (%)، SF: المساحة الورقية (سم²)، PREC: التبيكر في الإسيال بالأيام، DSI: مؤشر المقاومة للإجهاد المائي (%)، HT: طول النبات (سم)، NE: عدد السنابل في المتر/خطي.

1.3. إستجابة أفراد الجيل الرابع للانتخاب المبكر المباشر

تعتمد معظم برامج التربية في عملها على التوصل إلى معلومات دقيقة عن أداء الآباء الداخلة في برامج التهجين، وعلى مقدار الريح الوراثي الممكن تحقيقه من أفراد التصلبات، وعلى طبيعة أداء المورثات التي تخضع لها الصفات الكمية والنوعية المهمة من الناحية الإقتصادية (Ahmed et al., 2014; Singh et al., 1999). بالانتخاب المباشر للمردود الحي العالي حققت أفراد خطوط الهجن المنتخبة نتيجة إيجابية حيث حافظت على أرقام تقارب متوسطات العشيرة للصفات الفينو-مورفو-فيزيولوجية المدروسة، أهمها كان بالزيادة المعنوية للمردود الحي والإقتصادي عند الهجين Ofanto/Waha بـ 10.4 و

23.9 غ/م^{خطي}، هذه الزيادة تراكفت بتحسن المقاومة للإجهادات اللاحيوية بالإنخفاض المعنوي لكل من مؤشر المقاومة للإجهاد المائي بـ 12.4% ودرجة حرارة الغطاء النباتي بـ 2.3م° وإرتفاع المحتوى المائي الورقي بـ 3.0% عند نفس المحجين (جدول III.12، شكل III.16).

بالمقارنة مع متوسطات الآباء إرتفع كل من المردود الحي والإقتصادي بزيادات معنوية هامة جدا عند الخطوط المنتخبة للهجن الثلاث Ofanto/MBB ، Ofanto/Waha ، و Ofanto/Mrb₅ بـ 22.7 و 50.7، 30.0 و 53.3، 36.2 و 56.6 غ على الترتيب (جدول III.12).



شكل III.16: إستجابة عشائر F4 للمردود الحي تحت تأثير الإنتخاب المباشر والغير مباشر للجزء المنتخب (i) من عشائر F3 (i = 30% = 05 خطوط لكل مجموعة).

2.3. إستجابة أفراد الجيل الرابع للإنتخاب المبكر الغير مباشر

يلعب الإنتخاب الغير مباشر دورا فعالا لمربي النبات في زيادة المردود في المناطق الشبه الجافة، حيث يسمح بإستغلال الصفات المرتبطة بالمردود كالكثلة الحيوية وعدد السنابل وتبكير الإنبال للرفع من المردود الحي (Benmahammed, 2005; Benmahammed et al., 2010)، وجدت في كثير من البحوث والدراسات العلمية علاقات إرتباط معنوية إيجابية بين المردود الحي والصفات المرتبطة به (Ahmed et al., 2014; Zeeshan et al., 2014)، وهذا يظهر في دراستنا هذه إذ بالإنتخاب

الغير مباشر ناحية المردود الإقتصادي والمساحة الورقية إنحصر المردود الحبي عند الخطوط المختارة بين المحافظة على قدرته الإنتاجية تساوي متوسطات الإنتاج للهجين Ofanto/MBB وبين الزيادة المعنوية له عند الهجينين Ofanto/Waha و Ofanto/Mrb₅ (جدول III.12).

الإنتخاب المبكر الغير مباشر ناحية التخفيض من درجة حرارة الغطاء النباتي أدى إلى إستجابة الخطوط المنتخبة إيجابيا ناحية هذه الصفة عند الهجينين Ofanto/Waha و Ofanto/MBB حيث إنخفضت درجة حرارة الأوراق معنوياً بـ 1,2م° و 2,4م° مع إرتفاع معنوي للمردود الحبي والإقتصادي (جدول III.12، شكل III.16)، الهجين Ofanto/Mrb₅ لم يتأثر إيجابياً بالرغم من إنخفاض درجة حرارته بـ 1م° إلا أن المردود الحبي إنخفض معنوياً عنده بـ 13,5م^{خطي}/غ (شكل III.16).

من المعلوم أن المساحة الورقية عند نبات القمح تلعب دوراً مهماً في زيادة المردود الحبي ومقاومة النبات للإجهاد الحراري فكلما زادت مساحة الأوراق إنخفضت درجة حرارة الغطاء النباتي وإرتفعت الغلة الحبية (Oulmi, 2010)، وهذا ما إستجاب به الخطوط المنتخبة من أجل حجم كبير للأوراق عند الهجين Ofanto/Mrb₅ إذ إنخفضت درجة حرارة الغطاء النباتي بـ 1,2م° وزاد المردود الحبي معنوياً بـ 15,0م^{خطي}/غ (جدول III.12). الإنتخاب من أجل تبكير الإنبال لم يؤثر كثيراً في الصفات المدروسة بالإيجاب، ربما يرجع ذلك إلى عامل الإنتخاب المتقدم والذي لم يظهر مدى تأثير هذه الصفة بعد، أما بمقارنته مع متوسط الآباء يكون إستجابة الخطوط المنتخبة فعالة لتبكير الإنبال بزيادة المردود الحبي والإقتصادي عند الهجن الثلاث خاصة عند الهجينان Ofanto/MBB و Ofanto/Mrb₅ (جدول III.12).

جدول III.12 : إستجابة خطوط F4 المنتخبة عند F3 بالإنتخاب المباشر وغير المباشر للصفات المقاسة.

		Ofanto/MBB								
		RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
select direct sur										
RDT	μ _{F4}	132,6	205,5	81,7	16,8	71,7	118,0	107,7	99,5	17,7
	μ _{Par}	114,3	167,7	79,1	15,9	74,8	116,5	86,3	104,0	20,2
	μ _·	137,1	218,4	82,9	16,8	72,1	118,2	107,9	104,0	17,2
	R ₅	4,5	12,9	1,3	0,0	0,4	0,2	0,2	4,5	-0,4
	Gain/X _{Par}	22,7	50,7	3,8	0,8	-2,7	1,7	21,6	0,0	-2,9
	Ppds _{5%}	11,28	16,8	1,7	1,58	5,1	1,42	5,45	13,47	1,03

indirect via RDTec	μ	130,7	211,0	82,2	18,1	76,4	118,8	109,9	96,0	18,3
	R_S	-1,9	5,5	0,5	1,3	4,7	0,8	2,2	-3,5	0,6
	Gain/ X_{Par}	16,3	43,3	3,0	2,1	1,7	2,3	23,6	-8,0	-1,9
indirect via NE	μ	143,8	246,6	80,8	16,2	73,5	119,2	111,1	109,6	18,2
	R_S	11,3	41,1	-0,9	-0,6	1,7	1,2	3,4	10,1	0,5
	Gain/ X_{Par}	29,5	78,9	1,6	0,2	-1,3	2,7	24,8	5,6	-2,0
indirect via TCV	μ	135,3	231,3	82,6	16,8	70,7	118,4	110,5	102,4	16,5
	R_S	2,7	25,8	0,9	0,0	-1,0	0,4	2,8	2,9	-1,2
	Gain/ X_{Par}	21,0	63,6	3,5	0,8	-4,0	1,9	24,2	-1,6	-3,7
indirect via TRE	μ	138,5	238,1	81,0	16,0	74,7	118,8	114,1	115,6	17,7
	R_S	5,9	32,6	-0,7	-0,8	3,0	0,8	6,4	16,1	0,0
	Gain/ X_{Par}	24,1	70,4	1,8	0,1	-0,1	2,3	27,8	11,6	-2,5
indirect via PREC	μ	135,6	216,2	81,2	16,6	75,0	118,0	100,4	107,2	17,2
	R_S	3,0	10,7	-0,5	-0,2	3,2	0,0	-7,3	7,7	-0,4
	Gain/ X_{Par}	21,2	48,5	2,1	0,7	0,2	1,5	14,1	3,2	-3,0
indirect via SF	μ	135,7	228,5	81,9	16,4	72,9	118,2	109,5	108,4	16,8
	R_S	3,1	23,0	0,2	-0,4	1,2	0,2	1,8	8,9	-0,9
	Gain/ X_{Par}	21,3	60,8	2,8	0,5	-1,9	1,7	23,2	4,4	-3,4
Ofanto/Waha										
		RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
select direct sur RDT	μ_{F4}	133,9	197,1	84,8	16,3	48,6	114,3	85,3	109,2	21,4
	μ_{Par}	114,3	167,7	79,1	15,9	74,8	116,5	86,3	104,0	20,2
	μ	144,3	221,0	87,8	17,2	36,3	114,0	87,6	116,0	19,2
	R_S	10,4	23,9	3,0	1,0	-12,4	-0,3	2,3	6,8	-2,3
	Gain/ X_{Par}	30,0	53,3	8,6	1,3	-38,5	-2,5	1,3	12,0	-1,0
	Ppds _{5%}	11,28	16,8	1,7	1,58	5,1	1,42	5,45	13,47	1,03
indirect via RDTec	μ	161,1	232,9	86,0	16,5	31,3	113,8	89,7	126,4	20,1
	R_S	27,2	35,9	1,2	0,2	-17,4	-0,5	4,4	17,2	-1,3
	Gain/ X_{Par}	46,8	65,2	6,8	0,5	-43,5	-2,7	3,4	22,4	0,0
indirect via NE	μ	161,1	232,9	86,0	16,5	31,3	113,8	89,7	126,4	20,1
	R_S	27,2	35,9	1,2	0,2	-17,4	-0,5	4,4	17,2	-1,3
	Gain/ X_{Par}	46,8	65,2	6,8	0,5	-43,5	-2,7	3,4	22,4	0,0
indirect via TCV	μ	137,8	209,5	86,8	17,1	48,1	114,0	89,4	112,8	19,0
	R_S	3,8	12,4	2,0	0,8	-0,6	-0,3	4,1	3,6	-2,4
	Gain/ X_{Par}	23,4	41,8	7,6	1,2	-26,7	-2,5	3,1	8,8	-1,1
indirect via TRE	μ	138,7	201,9	83,8	16,1	44,2	114,0	88,8	114,8	20,4
	R_S	4,7	4,8	-0,9	-0,2	-4,5	-0,3	3,5	5,6	-1,1
	Gain/ X_{Par}	24,3	34,2	4,7	0,2	-30,6	-2,5	2,5	10,8	0,2
indirect via PREC	μ	125,2	187,5	83,9	15,7	46,9	113,8	85,3	105,6	21,3
	R_S	-8,8	-9,6	-0,8	-0,6	-1,7	-0,5	0,0	-3,6	-0,2
	Gain/ X_{Par}	10,8	19,8	4,8	-0,2	-27,8	-2,7	-1,0	1,6	1,1
indirect via SF	μ	143,8	232,7	85,7	16,3	38,6	115,0	88,0	131,2	21,3
	R_S	9,9	35,7	0,9	0,0	-10,1	0,7	2,7	22,0	-0,1
	Gain/ X_{Par}	29,5	65,0	6,5	0,4	-36,2	-1,5	1,7	27,2	1,1

		Ofanto/Mrb ₅								
		RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
select direct sur										
RDT	μ_{F4}	142,1	214,7	80,8	15,1	70,5	113,3	100,9	114,0	21,9
	μ_{Par}	114,3	167,7	79,1	15,9	74,8	116,5	86,3	104,0	20,2
	μ	150,5	224,3	79,3	15,8	66,8	113,0	105,9	114,0	20,6
	R_S	8,3	9,6	-1,5	0,7	-3,7	-0,3	5,0	0,0	-1,3
	Gain/ X_{Par}	36,2	56,6	0,1	-0,1	-8,0	-3,5	19,6	10,0	0,4
	Ppds _{5%}	11,28	16,8	1,7	1,58	5,1	1,42	5,45	13,47	1,03
indirect via										
RDTec	μ	153,7	231,2	80,3	15,7	73,2	113,0	106,0	114,0	21,3
	R_S	11,6	16,6	-0,5	0,6	2,7	-0,3	5,1	0,0	-0,6
	Gain/ X_{Par}	39,4	63,5	1,1	-0,3	-1,5	-3,5	19,7	10,0	1,1
indirect via NE										
	μ	141,4	223,8	80,2	13,8	73,2	114,6	111,0	115,2	21,1
	R_S	-0,8	9,1	-0,6	-1,3	2,7	1,3	10,1	1,2	-0,8
	Gain/ X_{Par}	27,1	56,1	1,0	-2,1	-1,6	-1,9	24,7	11,2	0,9
indirect via TCV										
	μ	128,7	203,4	79,8	14,2	67,9	114,2	109,3	107,2	20,9
	R_S	-13,5	-11,3	-1,0	-0,9	-2,6	0,9	8,4	-6,8	-1,0
	Gain/ X_{Par}	14,3	35,7	0,6	-1,7	-6,9	-2,3	23,0	3,2	0,8
indirect via TRE										
	μ	149,0	222,0	78,6	16,1	63,3	112,4	104,4	115,6	20,7
	R_S	6,8	7,3	-2,1	1,0	-7,2	-0,9	3,5	1,6	-1,2
	Gain/ X_{Par}	34,6	54,3	-0,5	0,2	-11,5	-4,1	18,1	11,6	0,5
indirect via PREC										
	μ	138,6	207,2	82,4	16,6	70,9	113,0	92,3	115,2	22,6
	R_S	-3,6	-7,5	1,7	1,5	0,4	-0,3	-8,6	1,2	0,7
	Gain/ X_{Par}	24,2	39,5	3,3	0,6	-3,9	-3,5	6,0	11,2	2,5
indirect via SF										
	μ	157,2	231,6	81,3	17,1	62,5	112,4	101,8	116,0	20,7
	R_S	15,0	16,9	0,5	2,0	-8,0	-0,9	0,9	2,0	-1,2
	Gain/ X_{Par}	42,9	63,9	2,2	1,1	-12,3	-4,1	15,5	12,0	0,5

R_S : الإستجابة للإنتخاب ، μ_{Par} : متوسط الآباء ، μ : متوسط الخطوط المنتخبة، Gain/ X_{Par} : الريح مقارنة بالآباء. TCV: درجة حرارة الغطاء النباتي (م²)، RDT: المردود الحي (غ/م خطي) ، RDT_{ec}: المردود الإقتصادي (القش) (غ/م خطي) ، TRE: المحتوى المائي النسبي (%)، SF: المساحة الورقية (سم²) ، PREC: التبخير في الإسهال بالأيام ، DSI: مؤشر المقاومة للإجهاد المائي (%) ، HT: طول النبات (سم) ، NE: عدد السنابل في المتر/خطي .

3.3. إستجابة أفراد الجيل الخامس للانتخاب المبكر المباشر

يعتبر إستقرار المردود في المناطق الشبه جافة صعب جدا، و يرجع عدم إستقرار إنتاج الأصناف الجديدة إلى التباين البيئي للوسط الزراعي الناجم أساسا من تأثير العوامل المناخية و الترابية التي تتمثل في قلة الأمطار و تذبذبها و قلة العناصر الغذائية، حيث لا تستغل جيدا من طرف النبات نظرا لانخفاض درجة الحرارة، ظهور الصقيع الربيعي الذي يقلص من تبني أصناف مبكرة الإسهال وظهور الإجهاد المائي و الحراري في آخر الموسم الزراعي اللذان يحدان من الإنتاج المنتظر

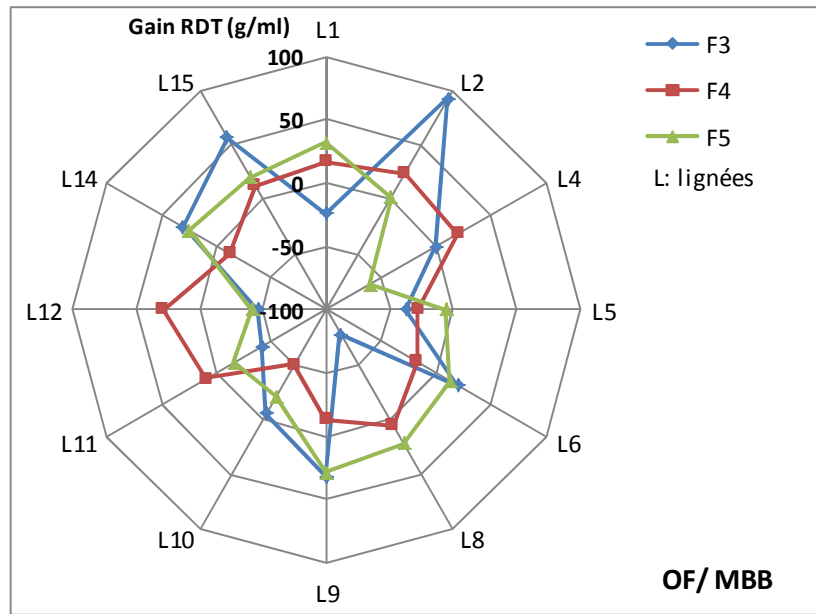
(Annichiarico et al., 2005; Benkherbache, 2001; Bouzerzour and Benmahammed, 1994). وربما كل هذه العوامل أثرت بالسلب على إنتاج الخطوط المنتخبة عند الجيل الثالث، حيث بالانتخاب المباشر على أساس المردود الحبي العالي لم تترجم الخطوط المنتخبة تفوقها في الإنتاج عند الهجينين Ofanto/Mrb₅ و Ofanto/Waha بتسجيلهما متوسطات تعادل متوسط إنتاج العشييرة للمردود الحبي والإقتصادي. عكس الهجين Ofanto/MBB والذي أبدت خطوته زيادة جيدة للمردود الحبي والإقتصادي بلغت 12.3 و 14.2 غ/م^{خطي} على الترتيب (جدول III.14).

أما من جانب الصفات المورفو-فيزيولوجية الأخرى لوحظ تسجيل زيادة عدد السنابل ب7,7 سنبله لـ Ofanto/Waha و تراجعها بـ 9,1- سنبله/م^{خطي} لـ Ofanto/Mrb₅. دون تأثير الصفات الأخرى عند هاذان التصالبان. الهجين Ofanto/MBB زاد الطول عنده بـ 5,3سم، وتناقص مؤشر الحساسية عنده بـ 6,5% (جدول III.14).

بمتابعة إستجابة الخطوط للعشائر الثلاث بالانتخاب المبكر على أساس المردود الحبي العالي المطبق عند الـ F3 (جدول III.13). تباينت إستجابة الأنماط الوراثية من سنة لأخرى ومن هجين لآخر، فقد أظهرت بعض الخطوط تفوقها في الإنتاج في موسم زراعي وتأخرها في موسم زراعي آخر ربما يرجع ذلك لتأثير العلاقة نمط الوراثة X البيئة على غرار ما يلاحظ عند الخطوط L4، L6، L9 عند الهجين Ofanto/MBB، وL5، L7 عند الهجين Ofanto/Waha وهذه النتائج توافق أعمال Adjabi, (2011) و Adjabi et al., (2014) حيث وجدوا أن إنتاج الأصناف الثابتة من القمح الصلب يتغير من موسم زراعي لآخر وفي بعض الحالات يختلف المردود لديها بالزيادة أوالتقصان بأكثر من 50% عن إنتاجها في السنة التي قبلها. في حين ظهرت بعض الخطوط غير فعالة في الانتخاب لضعف إنتاجها من سنة لأخرى كالخط L5 عند Ofanto/MBB، L4 عند Ofanto/Waha، و L1، L9، L15 عند Ofanto/Mrb₅.

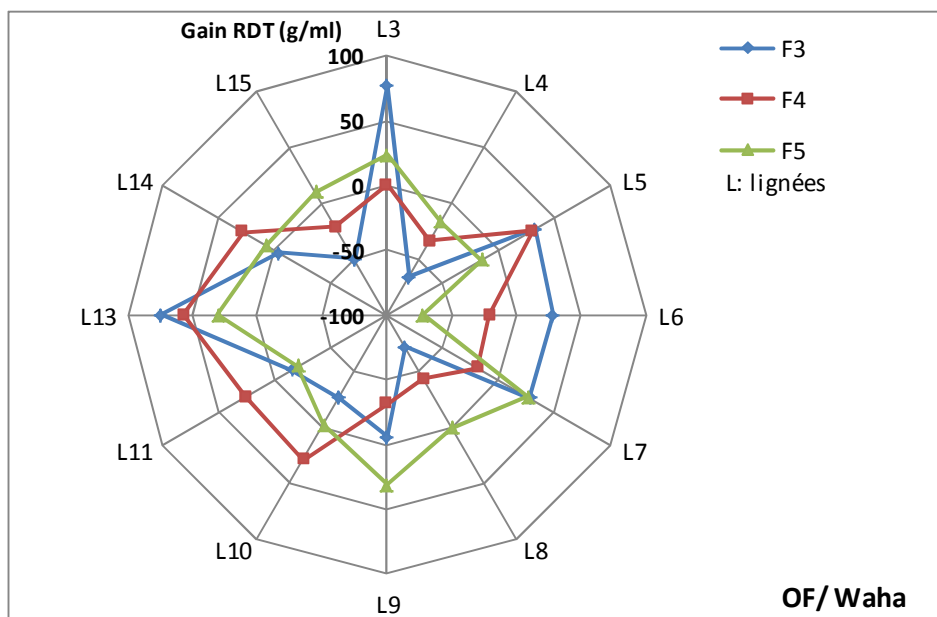
في هذا الانتخاب لوحظ وجود بعض الخطوط المهمة حيث حافظت على قدرة إنتاج مرتفعة عبر مختلف مواسم الزرع وهي الخط L15 عند الهجين Ofanto/MBB، الخطوط L3، L13، L14 عند الهجين Ofanto/Waha، والخطوط L2، L3، L6 عند الهجين Ofanto/Mrb₅ (الأشكال III.17، 18، 19). هذه الخطوط تستوجب متابعتها ودراستها بالانتخاب المتأخر للرفع من المردود الحبي إبتداء من الجيل الخامس F5 للوقوف على مدى إستقرارها في الإنتاج من جهة وقدرتها على تحمل

الإجهادات اللاحيوية من جهة أخرى. الخطوط التي تم إلغاؤها ولم تحقق التفوق في أي صفة من صفات الإنتخاب هي L3، L7، L13 عند Ofanto/MBB و L1، L2، L12 عند Ofanto/Waha و L7، L13 عند Ofanto/Mrb₅.



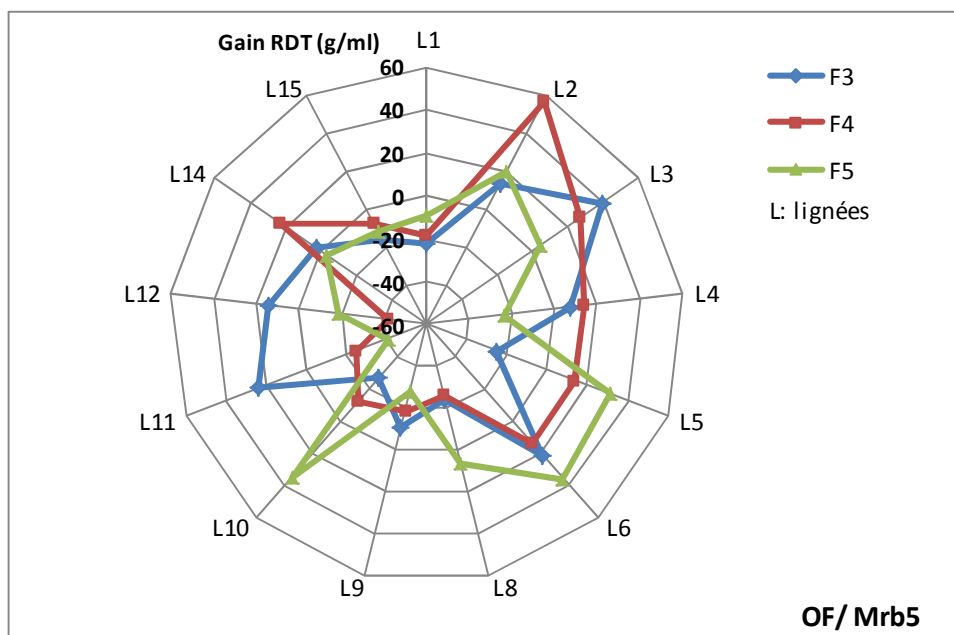
شكل III.17: الربح في المردود الحبي بالإنتخاب المباشر للمردود الحبي العالي لخطوط المهجين Ofanto/MBB

عبر الأجيال F3، F4، F5. (n = 12 lignées (L) par groupe)



شكل III.18: الربح في المردود الحبي بالإنتخاب المباشر للمردود الحبي العالي لخطوط المهجين Ofanto/Waha

عبر الأجيال F3، F4، F5. (n = 12 lignées (L) par groupe)



شكل III.19: الريح في المردود الحبي بالانتخاب المباشر للمردود الحبي العالي لخطوط المهجين Ofanto/Mrb₅

عبر الأجيال F3، F4، F5. (n =13 lignées (L) par groupe)

جدول III.13: الخطوط المتفوقة بالانتخاب المتأخر لمختلف الصفات المدروسة لعشائر الجيل F3.

Critères	Ofanto/MBB	Ofanto/Waha	Ofanto/Mrb ₅
RDT	2, 15, 9, 14, 6	3, 13, 5, 6, 7	3, 11, 6, 12, 2
RDTec	2, 15, 9, 14, 10	3, 13, 7, 5, 14	3, 4, 14, 6, 11
TRE	14, 15, 6, 1, 11	9, 15, 3, 11, 7	4, 12, 2, 10, 9,
SF	5, 14, 4, 2, 15	13, 3, 8, 10, 14	12, 2, 4, 6, 14
DSI	1, 6, 5, 12, 8	15, 4, 7, 11, 13	15, 10, 5, 3, 4
PREC	12, 14, 6, 5, 2	7, 8, 14, 11, 9	8, 10, 5, 4, 13
HT	15, 10, 12, 14, 5	14, 5, 11, 7, 9	4, 14, 1, 15, 3
NE	2, 11, 14, 4, 1	7, 14, 5, 13, 15	3, 11, 1, 15, 6
TCV	15, 5, 4, 2, 8	13, 4, 8, 5, 3	15, 6, 9, 1, 11
SWI	2, 11, 14, 6, 1	3, 5, 7, 13, 15	3, 4, 6, 11, 12

i=15 ; F3* (n_{OFA/MBB}=05, n_{OFA/waha}=05, n_{OFA/Mrb5} =05)

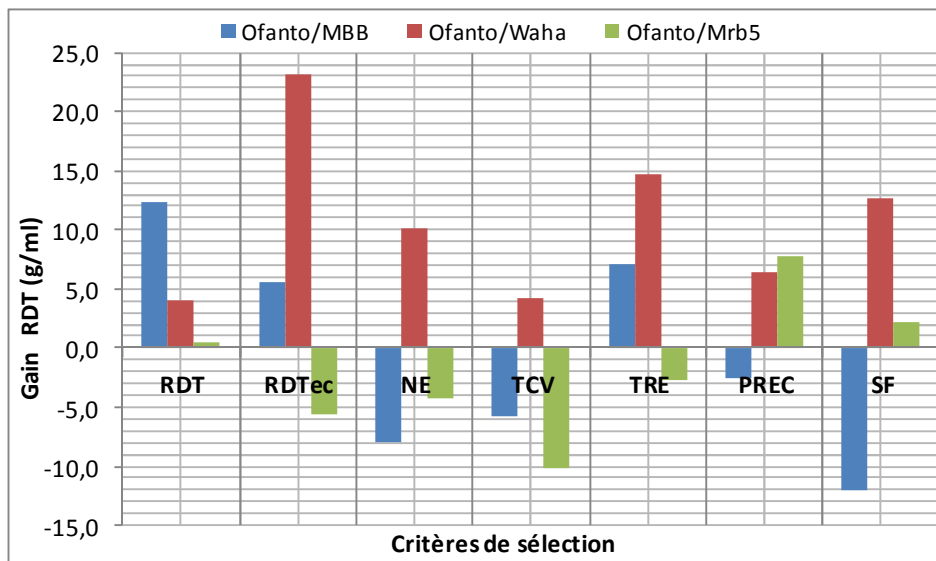
4.3. إستجابة أفراد الجيل الخامس للانتخاب المبكر الغير مباشر

التباين في الإنتاج للأنماط الوراثية من سنة لأخرى بدأ يظهر بشكل واضح عند متابعة الخطوط المنتخبة من جيل لأخر، حيث غاب التفوق للخطوط المنتخبة عند الهجينان Ofanto/MBB و Ofanto/Mrb₅ لمعظم الصفات المدروسة وهذا ما يعزز نظرية تذبذب إنتاج الأصناف الثابتة من سنة

لأخرى المسجلة في عدة بحوث (Adjabi et al., 2014; Mekhlouf, 2008; Benmahammed, 2005)، والذي تتحكم فيه الظروف المناخية المتقلبة كل مرة وتعرض المحصول للإجهادات المائية والحرارية الحادة، وهذا يلاحظ أيضا من خلال إنخفاض متوسط إنتاج الآباء المتصالبة عند زراعتها مع الجيل F5 ($R_s = 114.3$ غ) مقارنة مع المزرعة مع الجيل F4 ($R_s = 135.2$ غ) (جدول III.14).

بالإنتخاب الغير مباشر عند الهجين Ofanto/MBB للرفع من المردود الحبي تراجع هذا الأخير عند الإنتخاب على أساس عدد السنابل ($R_s = 7.9$ غ) ودرجة حرارة الغطاء النباتي ($R_s = 5.8$ غ) والمساحة الورقية ($R_s = 12.1$ غ) ولم يظهر أي تحسن في الصفات الفيزيولوجية والمورفولوجية للنباتات مقارنة بمتوسط العشيرة، أما بالإنتخاب على أساس المحتوى المائي النسبي إرتفع المردود الحبي والإقتصادي ب 7,1 و 8,6 غ على الترتيب وصاحبه إنخفاض في درجة حرارة الغطاء النباتي (جدول III.14). بالنسبة للهجين Ofanto/Mrb₅ فقد سجلت نفس الملاحظات السابقة بتناقص المردود الحبي بالإنتخاب على أساس عدد السنابل، ودرجة حرارة الغطاء النباتي. وبالإضافة لها تراجع أيضا المردود الحبي عند الإنتخاب على أساس المحتوى المائي النسبي غير أنه إرتفع بالإنتخاب على أساس تبكير الإسبال ($R_s = 7.8$ غ)، ربما هذه النتيجة تبين أن أفراد هذا الهجين لا تتحمل تأخر الإسبال والظروف المناخية الصعبة التي ترافقه مما يؤثر على تأقلم هذه الأفراد.

عند الهجين Ofanto/Waha ظهرت نتائج جيدة جدا بالإنتخاب الغير مباشر بحيث إرتفع كل من المردود الحبي والإقتصادي عند جميع المتغيرات وتراوحت الزيادة للمردود الحبي بين 4,2 و 23,1 غ والمردود الإقتصادي بين 8,7 و 33,5 غ على الترتيب (جدول III.14، شكل III.20). تم تسجيل زيادة في عدد السنابل عند الإنتخاب بين أفراد هذا الهجين، هذه المعلومات من شأنها أن تنبئ بنجاعة الإنتخاب لهذه الخطوط. من خلال تتبع المردود الحبي (شكل III.20) نجد أن العشيرة Ofanto/Waha تتيح أفضل فرص الإنتخاب بتحسن معظم الصفات الفيزيو-مورفولوجية لأفرادها مقارنة بالعشائر الأخرى. إذن الإنتخاب على أساس المردود يكون فعال عند هجين واحد دون الهجينان الأخران، وهي توافق نتائج (Benmahammed, 2005) حيث وجد نفس النتيجة عند الشعير إذ وجد أن الإنتخاب على أساس المردود أثر بالإيجاب على عشيرة واحدة بين العشائر المدروسة.



شكل III.20: إستجابة عشائر F5 للمردود الحي تحت تأثير الإنتخاب المباشر وغير مباشر للجزء المنتخب (i) من عشائر الF3 (i = 30% = 05 خطوط لكل مجموعة).

جدول III.14 : إستجابة خطوط F5 المنتخبة عند F3 بالإنتخاب المباشر وغير المباشر للصفات المقاسة.

		Ofanto/MBB								
		RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
select direct sur RDT	μ_{F5}	173,8	241,2	71,8	16,9	50,1	117,4	107,7	99,9	24,0
	μ_{Par}	135,2	190,6	69,7	14,9	62,6	119,7	85,7	118,9	25,7
	μ'	186,1	255,4	73,6	17,8	43,6	118,6	113,0	100,0	23,7
	R_S	12,3	14,2	1,8	0,9	-6,5	1,2	5,3	0,1	-0,3
	Gain/ X_{Par}	50,9	64,9	3,9	2,9	-18,9	-1,1	27,3	-18,9	-2,0
	Ppds _{5%}	14,8	22	8,1	2,42	9,9	3,1	6,1	18,6	1,1
indirect via RDTec	μ'	179,3	251,9	75,0	17,7	52,3	119,2	113,0	103,4	23,0
	R_S	5,5	10,6	3,2	0,7	2,2	1,8	5,3	3,5	-1,0
	Gain/ X_{Par}	44,1	61,3	5,3	2,7	-10,3	-0,5	27,3	-15,5	-2,8
indirect via NE	μ'	165,9	224,0	73,2	17,1	50,5	118,6	109,2	100,0	24,2
	R_S	-7,9	-17,2	1,4	0,2	0,4	1,2	1,5	0,1	0,3
	Gain/ X_{Par}	30,7	33,4	3,5	2,2	-12,1	-1,1	23,5	-18,9	-1,5
indirect via TCV	μ'	168,0	227,6	72,1	17,9	48,0	117,2	108,2	91,8	25,0
	R_S	-5,8	-13,6	0,3	1,0	-2,1	-0,2	0,5	-8,1	1,1
	Gain/ X_{Par}	32,8	37,1	2,4	3,0	-14,5	-2,5	22,5	-27,1	-0,7
indirect via TRE	μ'	180,9	249,9	75,8	17,5	53,2	119,8	111,0	104,4	23,6
	R_S	7,1	8,6	4,0	0,6	3,1	2,4	3,3	4,5	-0,3
	Gain/ X_{Par}	45,7	59,3	6,1	2,6	-9,4	0,1	25,3	-14,5	-2,1

indirect via PREC	μ	171,2	234,4	70,7	16,9	42,9	117,4	104,0	95,6	24,7
	R_S	-2,6	-6,8	-1,1	0,0	-7,2	0,0	-3,7	-4,3	0,7
	Gain/ X_{Par}	36,0	43,9	1,0	2,0	-19,7	-2,3	18,3	-23,3	-1,0
indirect via SF	μ	161,7	230,6	73,6	17,9	50,9	118,0	108,2	92,4	24,7
	R_S	-12,1	-10,6	1,7	1,0	0,8	0,6	0,5	-7,5	0,7
	Gain/ X_{Par}	26,5	40,1	3,8	3,0	-11,6	-1,7	22,5	-26,5	-1,0

Ofanto/Waha

		RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
select direct sur RDT										
	μ_{F5}	145,9	198,5	66,5	16,5	64,1	118,4	81,7	110,3	25,9
	μ_{Par}	135,2	190,6	69,7	14,9	62,6	119,7	85,7	118,9	25,7
	μ	150,0	203,0	68,3	16,0	58,3	118,0	82,0	118,0	25,4
	R_S	4,1	4,5	1,8	-0,5	-5,8	-0,4	0,3	7,7	-0,5
	Gain/ X_{Par}	14,8	12,4	-1,5	1,0	-4,3	-1,7	-3,7	-0,9	-0,3
	Ppds _{5%}	14,8	22	8,1	2,42	9,9	3,1	6,1	18,6	1,1
indirect via RDTec	μ	169,0	221,1	66,6	15,5	59,7	118,0	83,5	119,2	25,4
	R_S	23,1	22,7	0,1	-1,0	-4,3	-0,4	1,8	8,9	-0,6
	Gain/ X_{Par}	33,8	30,6	-3,1	0,5	-2,8	-1,7	-2,2	0,3	-0,4
indirect via NE	μ	156,0	221,1	66,6	15,5	59,7	118,0	83,5	119,2	25,4
	R_S	10,1	22,7	0,1	-1,0	-4,3	-0,4	1,8	8,9	-0,6
	Gain/ X_{Par}	20,8	30,6	-3,1	0,5	-2,8	-1,7	-2,2	0,3	-0,4
indirect via TCV	μ	150,1	207,1	67,3	16,5	63,8	117,6	82,0	114,8	25,9
	R_S	4,2	8,7	0,8	0,0	-0,3	-0,8	0,3	4,5	0,0
	Gain/ X_{Par}	14,9	16,6	-2,4	1,6	1,2	-2,1	-3,7	-4,1	0,2
indirect via TRE	μ	160,6	232,0	68,8	15,9	59,4	118,8	81,0	122,6	25,5
	R_S	14,7	33,5	2,3	-0,6	-4,6	0,4	-0,7	12,3	-0,4
	Gain/ X_{Par}	25,3	41,4	-0,9	1,0	-3,1	-0,9	-4,7	3,7	-0,2
indirect via PREC	μ	152,2	221,6	66,4	16,1	59,9	118,0	82,0	108,8	25,7
	R_S	6,4	23,2	-0,1	-0,3	-4,2	-0,4	0,3	-1,5	-0,2
	Gain/ X_{Par}	17,0	31,1	-3,3	1,2	-2,7	-1,7	-3,7	-10,1	0,0
indirect via SF	μ	158,6	225,3	68,1	15,8	59,5	118,8	82,5	124,0	25,2
	R_S	12,7	26,9	1,6	-0,7	-4,6	0,4	0,8	13,7	-0,7
	Gain/ X_{Par}	23,4	34,8	-1,6	0,8	-3,1	-0,9	-3,2	5,1	-0,5

Ofanto/Mrb₅

		RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
select direct sur RDT										
	μ_{F5}	169,7	227,7	64,3	16,1	50,9	118,8	98,2	107,1	25,8
	μ_{Par}	135,2	190,6	69,7	14,9	62,6	119,7	85,7	118,9	25,7
	μ	170,0	223,4	64,5	15,6	48,1	118,2	95,5	98,0	26,1
	R_S	0,5	-4,3	0,2	-0,5	-2,8	-0,6	-2,7	-9,1	0,3
	Gain/ X_{Par}	34,8	32,8	-5,2	0,7	-14,5	-1,5	9,8	-20,9	0,4
	Ppds _{5%}	14,8	22	8,1	2,42	9,9	3,1	6,1	18,6	1,1

indirect via RDTec	μ	164,2	223,8	63,8	14,9	53,0	119,4	107,0	101,6	26,0
	R_S	-5,5	-3,9	-0,5	-1,3	2,1	0,6	8,8	-5,5	0,2
	Gain/ X_{par}	29,0	33,2	-5,9	-0,1	-9,6	-0,3	21,3	-17,3	0,3
indirect via NE	μ	165,5	225,4	65,3	17,2	40,8	118,2	102,5	98,0	25,2
	R_S	-4,2	-2,3	1,0	1,0	-10,1	-0,6	4,3	-9,1	-0,6
	Gain/ X_{par}	30,3	34,8	-4,4	2,2	-21,8	-1,5	16,8	-20,9	-0,5
indirect via TCV	μ	159,6	223,6	63,9	16,7	38,4	118,6	99,5	104,8	25,0
	R_S	-10,1	-4,0	-0,5	0,5	-12,4	-0,2	1,3	-2,3	-0,8
	Gain/ X_{par}	24,3	33,1	-5,9	1,7	-24,2	-1,1	13,8	-14,1	-0,8
indirect via TRE	μ	167,0	223,8	63,1	14,3	51,1	119,4	97,0	109,2	25,8
	R_S	-2,7	-3,9	-1,2	-1,9	0,2	0,6	-1,2	2,1	0,0
	Gain/ X_{par}	31,8	33,3	-6,6	-0,7	-11,5	-0,3	11,3	-9,7	0,0
indirect via PREC	μ	177,5	238,0	64,8	16,4	59,6	119,2	96,5	110,4	25,9
	R_S	7,8	10,4	0,5	0,3	8,8	0,4	-1,7	3,3	0,1
	Gain/ X_{par}	42,3	47,5	-4,9	1,5	-3,0	-0,5	10,8	-8,5	0,2
indirect via SF	μ	171,9	231,2	63,5	13,5	57,0	119,2	98,5	109,6	26,1
	R_S	2,2	3,5	-0,9	-2,6	6,1	0,4	0,3	2,5	0,3
	Gain/ X_{par}	36,7	40,6	-6,3	-1,4	-5,6	-0,5	12,8	-9,3	0,4

R_S : الإستجابة للإنتخاب ، μ_{par} : متوسط الآباء ، μ : متوسط الخطوط المنتخبة، Gain/ X_{par} : الريح مقارنة بالآباء. TCV: درجة حرارة الغطاء النباتي (°م) ، RDT: المردود الحبي ب (غ/م^{خطي}) ، RDT_{ec}: المردود الإقتصادي (القش) (غ/م^{خطي}) ، TRE: المحتوى المائي النسبي (%) ، SF: المساحة الورقية (سم²) ، PREC: التبكير في الإنبال بالأيام ، DSI: مؤشر المقاومة للإجهاد المائي (%) ، HT: طول النبات (سم) ، NE: عدد السنابل في المتر/خطي.

4. دراسة الإرتباطات المظهرية للصفات والأجيال

1.4. الإرتباطات المظهرية للهجين Ofanto/MBB

تعد صفتا المردود الحبي والمقاومة ضد الإجهادات اللاحيوية من أكثر الصفات أهمية في أي برنامج لتحسين محاصيل الحبوب وهي صفات يتحكم فيها عدد كبير من الجينات، لذا قام العديد من الباحثين بتجزئتهما إلى مكوناتهما الرئيسية والثانوية واقتروا انتخاب أحد المكونات بدلا من هاتان الصفتان نفسهما (Janmohammadi et al., 2014 ; Bouzerzour and benmahammed, 2009). كما أن دراسة الإرتباط بين المردود ومكوناته وبين المكونات نفسها ومكونات المقاومة ضرورية لانتخاب أصناف عالية لإنتاج الحبوب (Janmohammadi et al., 2014). إن صفات المردود الحبي ومكوناته تتأثر بالعوامل البيئية والوراثية (Srdic et al., 2007) وان الارتباط الظاهري بين الصفتين الكميتين هو ارتباط بين تأثيرات التراكيب الوراثية والعوامل البيئية وعندما تكون صفة من مكونات المردود مرتبطة ارتباطا ظاهريا موجبا مع صفة المردود الحبي من المتوقع أن تؤدي إلى تحسن في المردود

للمحصول (AL-Assaf et al., 2012)، وقد قام عدة باحثين بدراسة الارتباطات في القمح بين المردود الحي ومركباته (Zhang et al., (2014); Afridi et al., (2014). أوضح Gooding et al., (2003) أن الانتخاب لمكونات الغلة تعد أكثر جدوى وفاعلية من الانتخاب المباشر لصفة الغلة الحبية، كما أن معرفة علاقات الارتباط بين صفة الغلة الحبية من جهة وكل من عناصرها من جهة أخرى يمكن أن يقدم خدمات متعددة لبرامج التربية من خلال التخطيط المسبق والمنهج لطريقة الانتخاب ومراحلها المختلفة (Mahmood et al., 2005).

تظهر بيانات الجدول (15.III) وجود تأثير إيجابي مرتفع لكل من صفة المردود الإقتصادي على المردود الحي عبر جميع سنوات الزرع، وذلك نتيجة لوجود علاقة ارتباطية إيجابية قوية وعالية المعنوية بين هاتين الصفتين ($r > 0.97$)، كما توجد علاقة ارتباط إيجابية وثيقة ومعنوية بين عدد السنابل في المتر خطي وصفتي المردود الحي والإقتصادي. تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه Chowdhry et al., (2014)؛ Adjabi et al., (2000) الذين حصلوا على تقديرات مرتفعة لمعامل الارتباط في القمح الصلب. تشير هذه النتيجة إلى أن الارتباط المعنوي بين الصفات المهمة اقتصاديا يؤدي إلى إمكانية تحسين مجموعة من الصفات معا في آن واحد، كما أنه يبين كفاءة استخدام عملية الانتخاب في تحسين غلة الطرز النباتية المختبرة.

لوحظ غياب الارتباط بين المردود الحي وعدة صفات كمؤشر المقاومة للإجهاد المائي، طول النبات، والمساحة الورقية (جدول 15.III)، هذا من شأنه أن يوحي بصعوبة الإعتماد على إحدى هذه الصفات للرفع من الغلة الحبية عند هذا المهجين وربما الإنتخاب على أساس المقاومة ضد الإجهادات اللاحيوية ومن ثم تهجين الأنماط المقاومة مع أصناف ذات إنتاجية عالية يكون أحسن في هذه الحالات.

جدول 15.III : مصفوفة الارتباطات الظاهرية للمتغيرات المدروسة عند المهجين Ofanto/MBB للأجيال F3، F4، F5.

	RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
RDT	1,000								
RDTec	0,976	1,000							
TRE	0,613	0,589	1,000						
SF	0,325	0,355	0,212	1,000					
DSI	-0,294	-0,337	0,148	-0,023	1,000				
PREC	-0,007	0,058	-0,338	0,153	-0,378	1,000			
HT	-0,156	-0,121	0,146	-0,128	-0,107	-0,139	1,000		
NE	0,675	0,663	0,576	0,293	-0,328	-0,318	-0,064	1,000	

TCV	-0,304	-0,238	-0,040	-0,622	0,070	-0,129	0,071	-0,193	1,000
					F4 Of/MBB		n= 15		
RDT	1,000								
RDTec	0,979	1,000							
TRE	0,206	0,251	1,000						
SF	-0,136	-0,067	0,357	1,000					
DSI	-0,132	0,165	-0,099	0,479	1,000				
PREC	0,275	0,263	0,553	0,401	0,071	1,000			
HT	0,238	0,318	0,088	0,257	-0,124	0,023	1,000		
NE	0,738	0,743	0,000	-0,264	-0,021	-0,133	0,139	1,000	
TCV	-0,303	-0,209	-0,333	0,139	-0,075	-0,286	0,175	-0,108	1,000
					F5 Of/MBB		n= 15		
RDT	1,000								
RDTec	0,973	1,000							
TRE	0,565	0,553	1,000						
SF	0,437	0,443	0,792	1,000					
DSI	-0,468	-0,384	-0,418	-0,219	1,000				
PREC	0,607	0,592	0,470	0,119	-0,269	1,000			
HT	0,093	0,160	0,211	0,346	-0,006	-0,077	1,000		
NE	0,741	0,820	0,484	0,381	-0,262	0,645	0,310	1,000	
TCV	-0,617	-0,569	-0,404	-0,150	0,236	-0,615	0,184	-0,322	1,000

الإرتباطات المعنوية عند عتبة 5% مؤشر على أرقامها بالgras (r5% = 0.5139).

أيضا ظهرت علاقة إرتباط معنوية إيجابية بين المحتوى المائي النسبي والمردود الحبي، الإقتصادي، وعدد السنابل، هذه العلاقة مهمة غير أنها لم تستقر في جميع مواسم الزرع حيث ظهرت عند الجيل الثالث F3 و الجيل الخامس F5 لهذا المهجين (جدول III.15).

دراسة الإرتباط أوضحت أن أفراد هذا المهجين يزداد المحتوى المائي لأوراقها كلما زاد تبكير الإسبال، وهذا ناتج عن كون أن الأوراق الفتية تكون أكثر إحتواء وإستقرارا من الناحية المائية مقارنة بالأوراق الأكبر سنا وبالتالي تزيد في قدرتها الإنتاجية للمردود الحبي وهذا ما يترجم في هذه الدراسة ظهور إرتباط معنوي إيجابي بين تبكير الإسبال وبين المردود الحبي والإقتصادي عند الجيل الخامس (F5)، هذه النتائج قد تعتبر مهمة بالنظر إلى ما توصل إليه كل من Bouzerzour and Fellahi, (2013) و benmahammed, (2009) حيث وجدوا علاقة إرتباط معنوية سلبية بين تبكير الإسبال والمردود الحبي، وبالتالي يمكن الإستثمار في هذه الخطوط لتحسين أليات المقاومة ضد الإجهادات اللاحيوية.

2.4. الإرتباطات المظهرية للهجين Ofanto/Waha

نلاحظ من الجدول (16.III) تباين في علاقات الإرتباط بين مختلف الصفات المدروسة فهي تظهر إيجابية معنوية في أجيال وتغيب في أجيال أخرى على غرار العلاقة بين المساحة الورقية والمردود الحي و الإقتصادي وكذلك المساحة الورقية مع طول النبات، فهي تظهر معنوية إيجابية عند الجيل الثالث وتغيب عند الجيلين الرابع والخامس ، ويرجع ذلك إلى تأثير التفاعل (نمط وراثي x بيئة) وإنعكاسه على إستجابة الخطوط لكل موسم زراعي على حسب الظروف المناخية ويؤكد Mekhlouf, (2008) ذلك في دراسته على أصناف من القمح الصلب حيث وجد أن كل موسم زرع يختلف من ناحية الظروف المناخية عن الآخر ووجد أن هذا يؤثر على النمو والمردود لصنف معين من القمح الصلب من موسم لآخر.

جدول III.16: مصفوفة الإرتباطات الظاهرية للمتغيرات المدروسة عند المحجين Ofanto/Waha للأجيال F3، F4، F5.

	RDT	RDTEC	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
RDT	1,000								
RDTEC	0,944	1,000			F3 Of/Waha n-2= 13		r=0,5139		
TRE	0,348	0,248	1,000						
SF	0,697	0,674	0,580	1,000					
DSI	-0,004	0,025	-0,081	-0,470	1,000				
PREC	0,081	-0,093	0,130	0,004	-0,159	1,000			
HT	0,681	0,702	0,431	0,653	-0,189	-0,226	1,000		
NE	0,773	0,846	-0,006	0,403	0,119	-0,269	0,537	1,000	
TCV	-0,213	-0,235	-0,196	-0,450	0,309	0,167	-0,162	0,021	1,000
F4 Of/Waha n= 15									
RDT	1,000								
RDTEC	0,993	1,000							
TRE	0,162	0,151	1,000						
SF	0,179	0,187	0,541	1,000					
DSI	-0,707	-0,716	0,015	-0,195	1,000				
PREC	0,067	0,070	0,381	-0,045	0,391	1,000			
HT	0,423	0,392	0,007	0,057	-0,532	-0,421	1,000		
NE	0,891	0,897	-0,039	0,020	-0,642	0,151	0,329	1,000	
TCV	-0,241	-0,219	-0,373	0,213	0,278	-0,017	-0,123	-0,161	1,000
F5 Of/Waha n= 15									
RDT	1,000								
RDTEC	0,988	1,000							
TRE	0,311	0,281	1,000						
SF	0,215	0,238	0,556	1,000					
DSI	-0,269	-0,295	-0,600	-0,349	1,000				
PREC	0,210	0,272	0,400	0,355	-0,130	1,000			
HT	0,258	0,240	-0,233	-0,151	0,214	-0,099	1,000		
NE	0,458	0,493	0,348	0,385	-0,241	0,464	-0,324	1,000	
TCV	-0,387	-0,364	-0,577	-0,133	0,346	-0,236	0,066	-0,460	1,000

الإرتباطات المعنوية عند عتبة 5% مؤشر على أرقامها بالgras (r5% = 0.5139).

يظهر المحتوى المائي النسبي علاقة إرتباط معنوية إيجابية مع المساحة الورقية، هذه العلاقة تبين أن الأوراق ذات المساحة الكبيرة تملك محتوى مائي مرتفع مثلما أشار Hannachi, 2013; Araus et al., 1998). وهي علاقة مهمة جدا من شأنها أن تحسن من كفاءة إستغلال الماء للأوراق وإستغلال مساحة ورقية أكبر للقيام بعملية التركيب الضوئي وسرعة عملية ملئ الحب بالسنبلة. أيضا ظهرت علاقة إرتباط معنوية سلبية بين مؤشر الحرارة للإجهاد المائي وكل من طول النبات وعدد السنابل عند الجيل الرابع F4، هذا الإرتباط يبين أن طول النبات يلعب دور في مقاومة الإجهاد المائي حيث كلما زاد طول النبات تزايدت مقاومته للإجهاد وهذا نفس ما وجدته Nachit and Jarrah, (1986) ، من جهة أخرى يبين الإرتباط أنه كلما يزيد عدد الإشطاعات تقل حساسية النبات للإجهاد وهذا يتوافق ونتائج (2002) Adjab.

لوحظ وجود علاقة إرتباط معنوية سلبية بين المحتوى المائي النسبي ودرجة حرارة الغطاء النباتي عند F5، علاقة الإرتباط هاته مهمة لهاتين الصفتين (جدول III.16)، النتيجة تتوافق ونتائج Chipilsky and Georgiev, (2014) وتبين أن الأوراق التي تملك محتوى مائي كبير تقوم بتمثيل أحسن لعملية التنفس ما يؤدي إلى تلطيف درجة حرارة الغطاء النباتي والمثبتة أيضا في أبحاث (Voinov et al., 1996; Rekika et al., 2000; Zhang and Wang, 2008). هذا ما يحث على تخفيض درجات الحرارة، حيث تنخفض بزيادة المحتوى المائي في الأوراق للنبات (Aidaoui and Hartani, 2000; Reynolds et al., 1997).

3.4. الإرتباطات المظهرية للهجين Ofanto/Mrb₅

لم يختلف الهجين Ofanto/Mrb₅ عن الهجينان الأخران في الإرتباط بين المردود الحي وصفاته، من بين العلاقات المهمة عند هذا الهجين وجود علاقة إرتباط معنوية سلبية قوية بين المساحة الورقية وعدد السنابل في وحدة المساحة عند F3، هذا يشير إلى أن الخطوط ذات المساحة الورقية الصغيرة أكثر فعالية في إنتاج الغلة الحبية، هذه العلاقة السلبية لوحظت أيضا بين المساحة الورقية وطول النبات غير أنها لم تكن معنوية وتبين أنه كلما يزداد طول النبات ينقص حجم الأوراق (جدول III.17)، هاتان العلاقتان إستثنائية عند أفراد هذا الهجين فقط ولم تظهر عند الهجينان الأخران، هذا يعطينا تنوع أكثر في الإنتخاب لكثير من الصفات المرغوبة في مناطقنا. وقد تبينت هذه العلاقة سابقا في هذه الدراسة حيث تفوق الهجين Ofanto/Mrb₅ في إنتاج الغلة الحبية بالرغم من أنه يظهر الأقل

مساحة ورقية، هذا يوحي بأن الأصناف ذات المساحة الورقية الصغيرة تكون أكثر مقاومة وإنتاجا في المناطق الشبه جافة.

أيضا من بين الارتباطات المميزة لهذا المحين ظهور علاقة ارتباط معنوية سلبية بين طول النبات وعدد السنابل عند الجيل الخامس F5 (جدول III.17)، أي كلما زاد عدد الأفرع الحاملة للسنابل ينقص طول النبات، وهذا يتوافق مع ما وجدته الباحثون (Bousba, (2012); Laala, (2010); Bouzerzour et Hafsi, (1993) ، يمكن لهذه العلاقات أن تكون مهمة للنبات تحت درجات الحرارة المرتفعة حيث الإختزال في المجموع الخضري وصغر أوراق النبات ينقص من المساحة المعرضة لأشعة الشمس والرياح الساخنة ما يحول دون فقد كمية كبيرة من الماء وبالتالي لا يتعرض النبات للحالات الحرجة المتعلقة بالإجهاد المائي والحراري (Oulmi, 2010).

جدول III.17 : مصفوفة الارتباطات الظاهرية للمتغيرات المدروسة عند المحين Ofanto/Mrb₅ للأجيال F3، F4، F5.

	RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
RDT	1,000								
RDTec	0,891	1,000							
TRE	0,272	0,135	1,000						
SF	-0,145	-0,269	0,040	1,000					
DSI	-0,251	-0,390	0,288	0,017	1,000				
PREC	0,166	0,397	0,023	-0,352	-0,272	1,000			
HT	0,274	0,415	0,510	-0,026	0,169	0,384	1,000		
NE	0,756	0,853	0,103	-0,550	-0,399	0,465	0,275	1,000	
TCV	-0,208	-0,295	-0,243	0,320	0,200	-0,465	-0,182	-0,436	1,000
F4 Of/Mbr ₅ n= 15									
RDT	1,000								
RDTec	0,946	1,000							
TRE	0,240	0,281	1,000						
SF	-0,055	-0,126	0,311	1,000					
DSI	-0,273	-0,153	-0,079	-0,352	1,000				
PREC	-0,403	-0,316	-0,247	-0,469	0,291	1,000			
HT	0,012	0,173	-0,275	-0,049	-0,019	0,035	1,000		
NE	0,621	0,691	0,534	-0,257	0,100	-0,221	-0,339	1,000	
TCV	-0,372	-0,318	-0,303	0,135	0,287	0,107	0,045	-0,392	1,000
F5 Of/Mbr ₅ n= 15									
RDT	1,000								
RDTec	0,948	1,000							
TRE	0,605	0,542	1,000						
SF	0,254	0,195	0,578	1,000					
DSI	-0,443	-0,320	-0,265	-0,503	1,000				
PREC	0,111	0,156	0,026	-0,028	0,319	1,000			
HT	-0,741	-0,579	-0,441	-0,159	0,507	0,063	1,000		
NE	0,727	0,764	0,305	0,006	-0,471	0,049	-0,571	1,000	
TCV	-0,418	-0,472	-0,421	-0,378	0,267	0,304	0,119	-0,429	1,000

الإرتباطات المعنوية عند عتبة 5% مؤشر على أرقامها بالgras (r5% = 0.5139).

5. تحليل الإنحدار

يساعد تحليل معاملات الارتباط والانحدار بين عناصر الغلة في الحصول على أفضل مجموعة من أزواج الصفات، إذ يمكن من خلال الانتخاب المتزامن لتلك الأزواج الحصول على أعلى إنتاجية في وحدة المساحة (Chowdhry et al., 2000).

إن التعامل مع معامل الارتباط منفردا يعد غير كاف في الدراسات الوراثية كأساس لتربية النبات وتحسينه كونه يدرس شدة العلاقة واتجاهها فقط بين الصفات، في حين يقيس معامل الإنحدار العلاقة الارتباطية بطريقة كمية، وبهذا نجد أن تحليل الإنحدار يدعم العلاقات الارتباطية ويفسرهما بوضوح على أساس كمي (Mohammadi et al., 2014; Akura et al., 2005). يظهر الجدول (18.III) أن هناك إنحدارا إيجابيا مستمرا وحقيقيا لصفة المردود الحبي مع عدد السنابل حيث كان معامل الإنحدار أكبر من $(R^2 > 0,670)$ وبين المردود الإقتصادي وعدد السنابل $(R^2 > 0,700)$ ، بما ينسجم وأعمال (2012) Bousba، والتي وجدت معامل إنحدار قوي بين المردود الحبي وعدد السنابل وبين المردود الإقتصادي وعدد السنابل لدى أصناف من القمح الصلب.

جدول 18.III: معادلات خط الانحدار فضلا عن معامل التحديد (R^2) لأهم العلاقات الارتباطية بين الصفات المقاسة.

Var indep	Var dépend	Xss	équations	R^2
RDT	RD Tec	OF/MBB	$y = 1,3235x + 43,064$	0,9677
		OF/Waha	$y = 1,3666x + 24,283$	0,9483
		OF/Mrb ₅	$y = 1,3686x + 26,328$	0,9203
RDT	NE	OF/MBB	$y = 0,3962x + 48,495$	0,6730
		OF/Waha	$y = 0,4998x + 41,155$	0,6748
		OF/Mrb ₅	$y = 0,4228x + 41,737$	0,6762
RD Tec	NE	OF/MBB	$y = 0,3411x + 25,738$	0,7118
		OF/Waha	$y = 0,3795x + 29,173$	0,7518
		OF/Mrb ₅	$y = 0,3023x + 35,302$	0,7405

كما تبين قراءة معادلة خط الإنحدار المعروضة في الجدول (18.III) أن هناك انحدارا مستمرا إيجابيا وعالي المعنوية للمردود الحبي على المردود الإقتصادي $(R^2 > 0,900)$ ، مما يعني أن كل زيادة في الكتلة الحويوية للنبات سوف تؤدي إلى زيادة في وزن المحصول الحبي، بالنظر إلى ظروف النمو الصعبة في آخر أطوار النمو للنبات فإنه يتعين علينا الانتخاب لزيادة المجموع الخضري للنبات وإحتزال فترة النمو للحيلولة دون مصادفة النبات لنقص الماء وإرتفاع درجات الحرارة في آخر أطوار النمو، تتفق هذه

النتائج مع ما توصل إليه (De Vienne and Causse, (1998); Roy et al., (2006); Bousba, (2012) من حيث وجود انحدار خطي معنوي إيجابي مستمر بين كل من المردود الإقتصادي وعدد السنابل في وحدة المساحة على الغلة الحبية.

إن التأقلم مع الوسط أهم ميزة عند النباتات التي لا تمتلك القدرة على التنقل إلى محيط مناسب لتطور و تكاثر، لذا ركز العديد من الباحثين أبحاثهم حول التأثير المناخي على السلوك الفيزيولوجي للحبوب، تلعب الحرارة دورا مهما في سير نمو وتطور النبات وتعتبر بعض أنواع أطوار ومراحل دورة الحياة حساسة للتغيرات في درجة الحرارة (Benmahammed et al., 2010; Gate, 1995).

دراسة تحليل التباين للتراكيب الوراثية للصفات المدروسة للأصناف الأبوية المزروعة ضمن خطوط الأجيال أظهرت وجود فروقات معنوية بين متوسطات التراكيب الوراثية عند مستوى احتمال 5% بين الآباء الخمسة المزروعة، ما يوحي بوجود تنوع وراثي كبير داخل أفراد الهجن الثلاث المدروسة Ofanto/Mrb₅ ، و Ofanto/Waha ، Ofanto/MBB . تظهر دراسة المتوسطات بين الخطوط الأبوية والعشائر الثلاث للجيل المتقدم F3 وجود بعض الأفراد تتفوق على الآباء المدروسة عند كل صفة وخطوط أضعف منها، هذا يبين إتساع القاعدة الوراثية لأجيال F3. من بين الهجن الثلاث تباينت النتائج حسب المتغيرات المقاسة فالهجين Ofanto/Mrb₅ يتيح أفضل الفرص للإنتخاب ناحية صفات المقاومة ضد الإجهادات اللاحيوية، في حين الهجينان Ofanto/Waha و Ofanto/MBB يسمحان بالإنتخاب أكثر ناحية المردود الحبي ومركباته. معامل درجة التوريث سجل مرتفعا عند معظم المتغيرات المقاسة.

بتطبيق الإنتخاب المبكر المباشر والغير مباشر لعشائر الأجيال المتقدمة الثلاث، لوحظ أن نفس الصفة المأخوذة كمييار إنتخاب تعطي زيادة الفعالية في الإنتخاب لصفات معينة في تصالب دون الآخر. بالمقارنة بين الزيادات الملاحظة للمردود الحبي نجد أن أكبر الزيادات للغلة الحبية تكون بالإنتخاب على أساس كل من المردود الحبي، المردود الإقتصادي، عدد السنابل، والمؤشر. متابعة إستجابة الخطوط للمردود الحبي العالي، أظهر تأثير التفاعل (نمط وراثي x بيئة)، عند معظم الخطوط.

الإنتخاب المبكر للأجيال الثلاث، بين أن الهجين Ofanto/MBB أكثر جمعا للصفات المرغوبة (الإنتاجية والمقاومة) بإنخفاض درجة حرارة الغطاء النباتي (TCV) وزيادة المردود الحبي. دراسة الإرتباط المظهري بين وجود علاقات إرتباط معنوية قوية بين المردود الحبي وكل من المردود الإقتصادي وعدد

السنابل وهذا أثبت أيضا من خلال تحليل الإنحدار (R^2). ولوحظ من خلال دراسة الارتباطات غياب الارتباط المعنوية بين صفات الإنتاجية وصفات المقاومة.

III. II. الإنتخاب المتأخر للجيل الخامس والإستجابة المباشرة والمرتبطة في الجيل السادس والسابع

في حالة وجود تفاعلات النمط الوراثي مع البيئة ، فإن الانتحاب المبكر المباشر و كذلك بدرجة أقل الانتحاب الغير مباشر على أساس الصفات المرتبطة، يوحى بفاعلية قليلة لتحسين المردود الذي يعتبر الناتج النهائي لعملية الانتحاب. في مثل هذه الحالات، يجب إعطاء أكثر أهمية للصفات التي تساهم في تأقلم الصنف مع البيئة، دون غض النظر على الجوانب المرتبطة بالإنتاجية. Rasmusson and Cannel (1970)، وجدوا أن الانتحاب المباشر على أساس المردود هو أيضا فعال مثله مثل الانتحاب الغير مباشر على أساس عدد السنابل. الانتحاب المباشر و كذلك الغير مباشر على أساس مركبات المردود و الصفات الفينو- مرفولوجية ، يمكن أن تكون فعالة إلا في بعض الحالات عند وجود تفاعلات النمط الوراثي مع بيئة الانتحاب.

يؤدي الإنتخاب من أجل المقاومة إلى إنخفاض المردود الحبي في الظروف الصعبة (Mekhlouf, 1998)، ولكن هذا الإنخفاض يكون أقل أهمية بالنسبة للأنماط المقاومة مقارنة مع الأنماط الوراثية الحساسة ويظهر أكثر في الأجيال المتأخرة من برامج الإنتخاب (Benmahammed, 2010; Oulmi, 2002; Fellah et al., 2005). الإنتخاب الأحادي الصفة أثبت محدوديته في كثير من الدراسات (Benmahammed, 2005; Benmahammed et al., 2010)، كما إستنتج بعض الباحثون أن أحسن طريقة للرفع من المردود الحبي عند تطبيق الإنتخاب أحادي الصفة هي بالإنتخاب للمردود الحبي نفسه (Belkharchouche et al., 2009; Bahlouli et al., 2005). في حين ينصح آخرون بتطبيق الإنتخاب المتعدد بالجمع بين عدة صفات مرغوبة لزيادة الإنتاجية والمقاومة معا للنبات (Laala et al., 1998; Bouzerzour et al., 2009). والإنتخاب لصفة المقاومة صعب جدا في برامج التربية للنبات بالمناطق الشبه الجافة، لأنه تتحكم فيه عوامل وراثية عديدة (Oulmi et al., 2014a; Bouzerzour and Benmahammed, 2009). يتم الانتحاب للمقاومة من خلال التقييم للسلاطات في العشائر الإنعزالية المتأخرة للقمح الصلب تحت مناخ الظروف السائدة لعدة سنوات، وتعد السلاطات الأكثر ثباتا التي قيمت تحت هذه الظروف والتي تتفوق في المردود الحبي وتحمل الجفاف هي التي يتم عزلها والإنتخاب لها (Menad et al., 2011; Benmahammed et al., 2004).

1. التغيرات الظاهرية والوراثية للمتغيرات المقاسة للجيل الخامس F5

يرى (Ali Dib et al., 1992) أن التباين الجغرافي الطبيعي وحدوث الإجهادات كالجفاف والصقيع والحرارة المرتفعة في بلدان حوض البحر المتوسط يمكن أن تكون قد ساهمت في خلق تباينات مورفولوجية وفيزيولوجية واسعة التشتت في هذا المجال. يظهر جدول تحليل التغير (جدول III.19) وجود فروقات معنوية عند الآباء المزروعة لجميع الصفات المقاسة ما يوحي بوجود تنوع وراثي كبير داخل أفراد الجيل الخامس F5، وهي نفس النتائج المحصل عليها (Oulmi, 2010)، هذا يستوجب دراسة التغيرات الظاهرية للجيل الخامس ومتابعتها عند الجيلين السادس والسابع من جميع النواحي لإستنباط المعلومات اللازمة عن مدى تأثير الإنتخاب على خطوط الأجيال وتطبيق الإنتخاب المتأخر بعزل الخطوط المرغوبة. كما أشارت الدراسات إلى أن التباين الوراثي بين الآباء الداخلة في التهجين أدى إلى إعطاء هجن تتميز بقوة هجين مرغوب فيها ومرتفعة نسبيا (Memon et al., 2007).

جدول III.19: تحليل التباين للصفات المقاسة عند الآباء المزروعة للجيل الثالث F5.

Source	ddl	RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
rep	2	79,55	7,99	18,1	3,57	26,65	11,66	13,06	54	0,64
parents	4	1527**	2591**	27,5 ^{ns}	8,97*	230,3**	28,3**	414**	4250**	10,6**
Erreur	8	62,25	136,6	18,83	1,65	28,13	2,83	10,73	97,98	0,4

** معنوي عند 1% ، * معنوي عند 5% ، ns ليس معنوي. TCV: درجة حرارة الغطاء النباتي (°م)، RDT: المردود الحي (غ/م² حقي)، RDT_{ec}: المردود الإقتصادي (القش) (غ/م² حط)، TRE: المحتوى المائي النسبي (%)، SF: المساحة الورقية (سم²)، PREC: التبيخر في الإسيال بالأيام، DSI: مؤشر المقاومة للإجهاد المائي (%)، HT: طول النبات (سم)، NE: عدد السنابل في المتر/خطي.

1.1. كفاءة إنتاج المردود الحبي والإقتصادي

يعد الجفاف العامل المحدد الأول في نمو المحاصيل الزراعية في المناطق الشبه الجافة، فضلا عن تأثيراته في صفات النبات المورفولوجية خلال مرحلة النمو الخضري، فقد وجد (Bousba, 2012) أن أول مؤشر لحدوث الإجهاد هو إنخفاض المردود الإقتصادي ومن ثم المردود الحبي، وتوصل كل من (Black et al., 1995) في دراستهم لاستجابة ثلاثة محاصيل من الحبوب (القمح، الشعير والذرة) إلى عدة فترات جفاف إلى أن محصول القمح كان الأكثر تأثرا بالجفاف. من هنا تأتي أهمية متابعة إستجابة الأنماط الوراثية الجديدة للمردود الحبي والإقتصادي (Benmahammed et al., 2004).

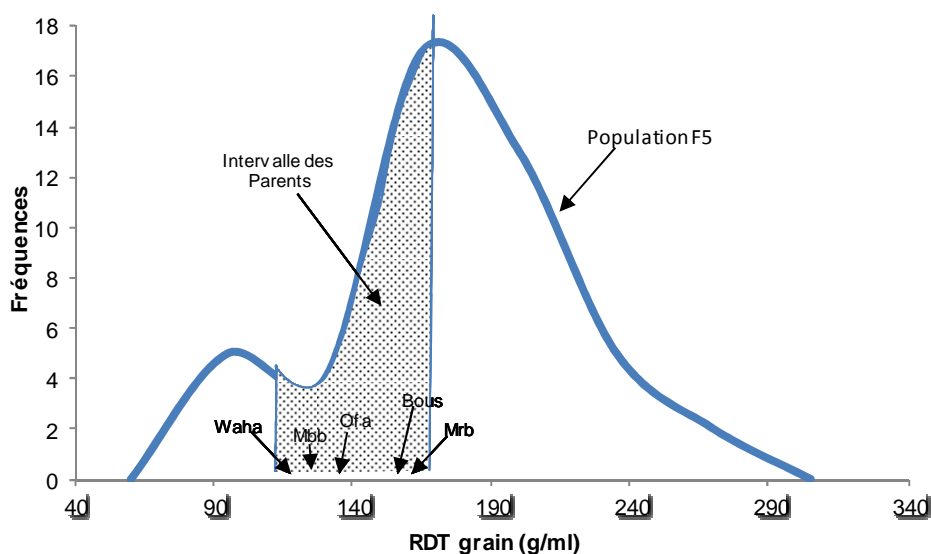
يشير تحليل متوسطات المردود الحي ومنحنى توزيع الترددات لخطوط الجيل الخامس F5 عند القمح الصلب أن هناك خطوط كثيرة تفوقت في إنتاج المردود الحي على الآباء المتصالبة وعلى متوسط العشيرة (شكل III.21)، سجلت أعلى قيمة حدية (Max) بـ 218,8 غ وأقلها (Min) بـ 79,0 غ، والفرق بين القيمتين الحديتين 139,8 غ (جدول III.20). ما يبين إتساع القاعدة الوراثية عند الجيل الخامس. معامل التباين الظاهري (CV_p) أكبر من معامل التباين الوراثي (CV_g) القيم 18,46 و 17,82 على الترتيب، معامل الوراثي درجة التوريث على نطاق واسع (h_{bs}) مرتفع جدا للمردود الحي (93%). هذه القيم تشير إلى أن الانتخاب على أساس هذه الصفة سيكون أكثر فعالية داخل هذه الخطوط للجيل الخامس. وهي توافق النتائج المحصل عليها من طرف (Hannachi, 2013) في دراسة على أصناف من القمح الصلب، حيث وجد أن معامل التباين الظاهري كان أكبر من معامل التباين الوراثي، ووجد أيضا أن معامل درجة التوريث كان مرتفعا لصفة المردود الحي.

جدول III.20: دراسة التباين الظاهري والوراثي، المتوسطات الحدية، ودرجة التوريث للمردود الحي، المردود الإقتصادي، درجة حرارة الغطاء النباتي، المحتوى المائي، والمساحة الورقية المقاسة عند الآباء وأفراد الجيل الخامس (F5).

Valeurs	Population F5				
	RDT	RDTec	TCV	TRE	SF
Max	218,8	300,7	27,4	79,5	20,0
Min	79,0	127,3	19,6	59,6	11,8
Amplitude	139,8	173,4	7,8	19,9	8,2
Moy	163,1	222,5	25,2	67,5	16,5
Var	907,1	1451,2	4,1	24,1	4,1
X_{Bous}	154,5	221,3	24,8	74,5	15,9
X_{MBB}	121,9	180,4	22,9	68,9	13,9
X_{Mrb5}	157,3	220,9	26,7	70,4	12,4
X_{Ofa}	138,6	174,8	26,9	66,5	15,6
X_{Waha}	103,8	155,4	27,4	68,4	16,7
X_{par}	135,2	190,6	25,7	69,7	14,9
$D=X_{(max)par}-X_{(min)par}$	53,5	65,9	4,5	8,1	4,3
Var P	62,2	136,6	0,40	18,30	1,60
σ^2_p	907,1	1451,2	4,14	24,14	4,13
σ^2_g	844,9	1314,6	3,74	5,84	2,48
CV_p	18,46	17,12	8,06	7,27	12,31
CV_g	17,82	16,30	7,66	3,58	9,54
ETp	30,12	38,09	2,03	4,91	2,03
ETg	29,07	36,26	1,93	2,42	1,57
h^2_{bs}	0,93	0,91	0,90	0,24	0,60
Ppds5%	14,80	22,00	1,10	8,10	2,42

TCV: درجة حرارة الغطاء النباتي بـ $^{\circ}C$ ، RDT المردود الحي بـ g/m^2 ، RDTec المردود الإقتصادي (القش) بـ g/m^2 ، TRE: المحتوى المائي النسبي بـ %، SF: المساحة الورقية بـ cm^2 .

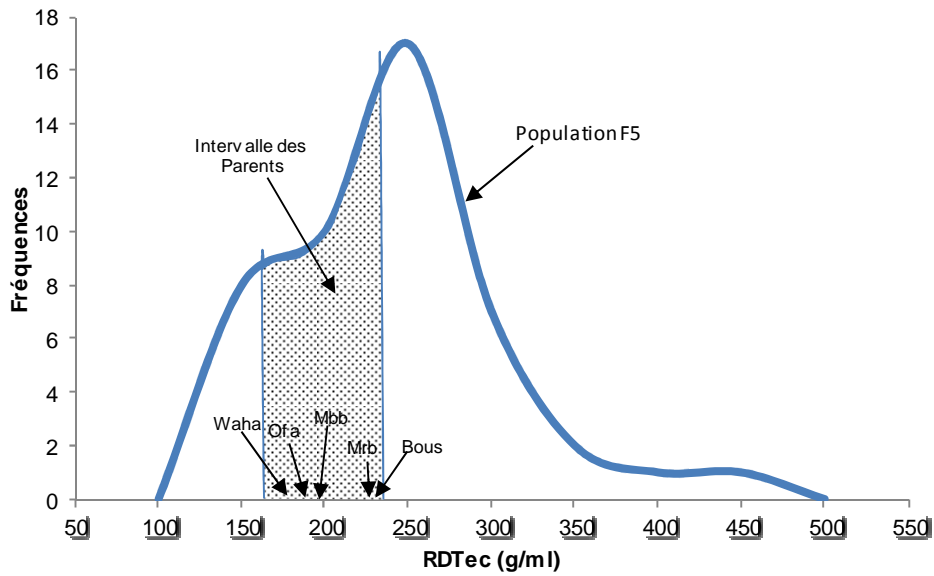
سجلت الآباء المتصالبة متوسطات متباينة للمردود الحبي حيث تفوق الأبوان Bousselam و Mrb₅ في الإنتاج محققين القيم 154.5 غ و 157.3 غ، وظهر الأب Waha أضعفهم إنتاجا ب 103.8 غ/م^{خطي} (جدول III.20). هذه القيم تؤكد النتائج المحصل عيها عند الآباء في الجيل الثالث، وهي توافق النتائج المحصل عليها من طرف Adjabi et al., (2014) على أصناف من القمح الصلب حيث وجدوا تفوق الصنفين Bousselam و Mrb₅ في إنتاج المردود الحبي على الصنفين Mbb و Waha. أخذت القيمة ل (D) التي تمثل الفرق بين القيم الحدية للخطوط الأبوية 53,5 غ، مما يشير إلى وجود تباين كبير بين الآباء المتصالبة في هذه الصفة. بالمقارنة بين القيم المتوسطة للأجيال والمسافة بين قيم الآباء المتصالبة، نلاحظ أن العشائر ل F5 تظهر وجود أفراد تحتوي على غلة حبية كبيرة تزيد عن قيمة الأب الأعلى Mrb₅ (جدول III.20، شكل III.21).



شكل III.21: تباين كفاءة إنتاج المردود الحبي (RDT) للعشائر F5 ، ومجال ومتوسطات الخطوط الأبوية ضمن خطوط الجيل الخامس (n_{F5}=45).

بالنسبة لكفاءة إنتاج المردود الإقتصادي نفس الملاحظة والنتائج المسجلة عند المردود الحبي حيث بملاحظة منحنيات توزيع الترددات (شكل III.21 و III.22) نجد تطابق تقريبا بين المنحنيين (منحنى المردود الحبي ومنحنى المردود الإقتصادي)، هذا التطابق كان متوقعا نظرا لوجود علاقة إرتباط

معنوية قوية بين المردود الحبي والمجموع الخضري للنبات (Workineh, et al., 2014)، ودراسة الإرتباطات من شأنه أن يوضح أكثر العلاقة بين هاتين الصفتين. قدرت قيم معامل التباين الظاهري بـ 17,12 والوراثي بـ 16,30%. معامل درجة توريث مرتفع جدا عند هذه الصفة 91%، وهي توافق النتائج التي وجدت من طرف (Sharma and Smith (1986) إذ وجدا أيضا درجة توريث مرتفعة للمردود الإقتصادي في دراسة على القمح الصلب. من بين الآباء المتصالبة يظهر الأب Bousselam أكثر إنتاجا للمردود الإقتصادي رفقة الأب Mrb₅ بـ 221,3 و 220,9 غ على الترتيب في حين الأب Waha كان الأقل إنتاجا بـ 155,4 غ (جدول III.20). وهي توافق النتائج المحصل عليها من طرف Haddad, (2010) حيث وجدت في دراسة على نفس الأصناف من القمح الصلب، تفوق الصنفين Bousselam و Mrb₅ في إنتاج المردود الإقتصادي، وتأخر الصنف Waha في الإنتاج مقارنة بالأصناف الأخرى. وعلى العموم نلاحظ أن نفس الآباء المتفوقة في المردود الحبي تفوقت في المردود الإقتصادي.



شكل III.22: تباين كفاءة إنتاج المردود الإقتصادي (RDTec) للعشائر F5، ومجال ومتوسطات الخطوط الأبوية ضمن خطوط الجيل الخامس (n_{F5}=45).

من المهم أن نلاحظ عند دراسة المردود الحبي والإقتصادي أن قيمة متوسطات العشيرة للمردود الحبي والإقتصادي كان أكبر من قيمة أحسن الآباء إنتاجا للمردود الحبي (الأب Mrb₅) والمردود الإقتصادي (الأب Bousselam) (جدول III.20). هذا يفسر بأن هناك خطوط كثيرة ذات

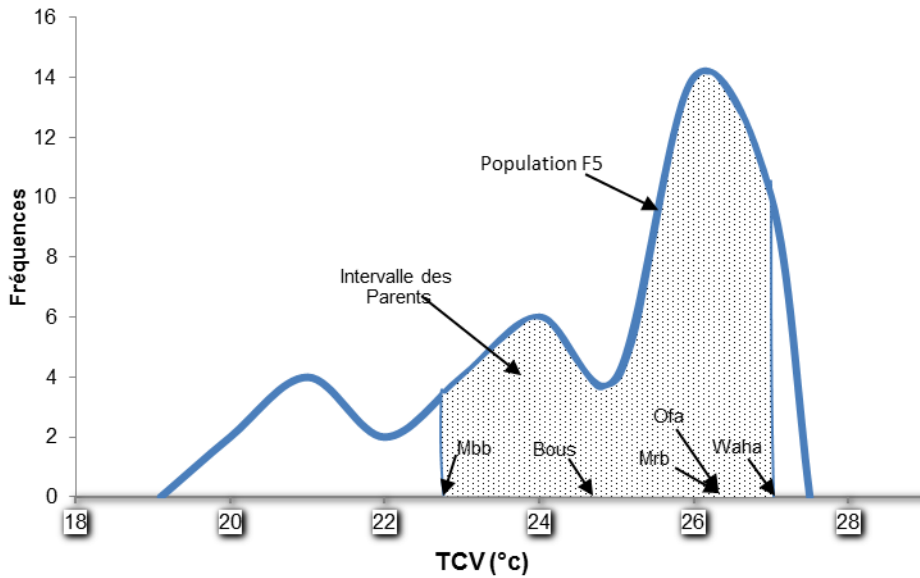
إنتاجية مرتفعة للغلة الحبية والإقتصادية تفوقت على إنتاج الأصناف الثابتة المتمثلة في الآباء المزروعة ضمن الظروف الشبه الجافة، وينبئ بإمكانية الحصول على أنماط وراثية جديدة أكثر إنتاجا ضمن المناخ السائد بمنطقة الهضاب العليا. هذه النتائج تتوافق مع أعمال Benmahammed, (2005) حيث تفوقت متوسطات بعض العشائر من الشعير على القدرة الإنتاجية للآباء المزروعة.

2.1. درجة حرارة الغطاء النباتي

تعتمد درجة حرارة النبات على الإتران بين كمية الحرارة الممتصة وكمية الحرارة المفقودة، فإذا زادت الطاقة الممتصة عن الطاقة المفقودة ينتج عن ذلك تسخين النبات والعكس إذا نقصت الطاقة الممتصة عن الطاقة المفقودة يؤدي إلى تبريد النبات. وجد Sandan et al., (2009) أن الأصناف منخفضة درجة حرارة الغطاء النباتي تكون أكثر إنتاجا من الأصناف مرتفعة الحرارة. ولاحظ Amani et al., (1996) أنه يمكن إستعمال صفة درجة حرارة الغطاء النباتي كوسيلة للإنتخاب لزيادة المقاومة للإجهادات. أظهرت درجة حرارة الغطاء النباتي (TCV) تنوع كبير بين أفراد الجيل الخامس من القمح الصلب، ويظهر من منحنى توزيع الترددات (شكل III.23) وجود خطوط وأفراد لها متوسط درجة حرارة أقل من متوسط حرارة الآباء المزروعة، ويؤكد ذلك الفرق الكبير بين القيمتين القصوى والدنيا والذي بلغ 7,8°م وهو فرق كبير مقارنة بدراسته عند نفس الأنواع النباتية، ويبين هذا تفاوت المقاومة من نمط وراثي لأحر لإرتفاع درجات الحرارة الخارجية. كما لوحظ أن متوسط العشرة (25,2°م) كان يقارب متوسط الآباء (25,7°م)، ومن بين الآباء كان الأب Waha الأكثر حساسية لدرجة حرارة الغطاء النباتي بتسجيله القيمة 27,4°م والأب MBB الأقل حساسية بـ 22,9°م، والفرق بين القيمتين مرتفع نوعا ما ويمثل 4,5°م، ما يفسر الإختلاف في الإستجابة بين أفراد الجيل الخامس (جدول III.20).

سجل معاملا التباين الظاهري والوراثي القيم 8,06 و 7,66 على الترتيب، ومعامل درجة التوريث كان مرتفع جدا (90%) (جدول III.20)، ما ينبئ بوجود إتساع وتنوع للقاعدة الوراثية للجيل الخامس لهذه الصفة ويبشر بإمكانية الإنتخاب لأفراد ذات مردودية حبية ومقاومة للإجهاد الحراري (Wardlaw and Moncor, 1995). وفي هذا السياق يشير Amani et al., (1996) أن الإنتخاب تحت الظروف المرورية يساعد على تغيير فرق درجات الحرارة بين درجة حرارة الغطاء النباتي ودرجة حرارة الهواء. هذه الطريقة تسمح لنا بالتعرف على الخطوط التي تملك أنماط وراثية فعالة تجاه الإنتخاب

لتغيرات درجة حرارة الغطاء النباتي وتوفير المزيد من المعلومات حول التنوع الوراثي للإنتخاب. هذه الألية للإنتخاب أثبتت فعاليتها في إختيار خطوط وراثية أكثر نشاطية ومقاومة للإجهاد الحراري من طرق الإنتخاب الأخرى. كما لاحظ (Amani et al., 1996) أنه بالسقي المنتظم والتسميد الأزوتي المثالي، إستعمال صفة درجة الحرارة الغطاء النباتي (TCV) كوسيلة للإنتخاب فعال ومفيد عند القمح وغيره من المحاصيل الزراعية (Mason and Singh, 2014; Pourmohammad et al., 2014; Siebert et al., 2002; Luquet, 2002; Guendouz et al., 2012). وفي دراستنا هذه أثبتت بعض الخطوط تفوقها على الأباء في مقاومة الإجهاد الحراري.



شكل III.23: تبين درجة حرارة الغطاء النباتي (TCV) للعشائر F5 ، ومجال ومتوسطات الخطوط الأبوية ضمن خطوط الجيل الخامس (n_{F5}=45).

3.1. المساحة الورقية والمحتوى المائي النسبي

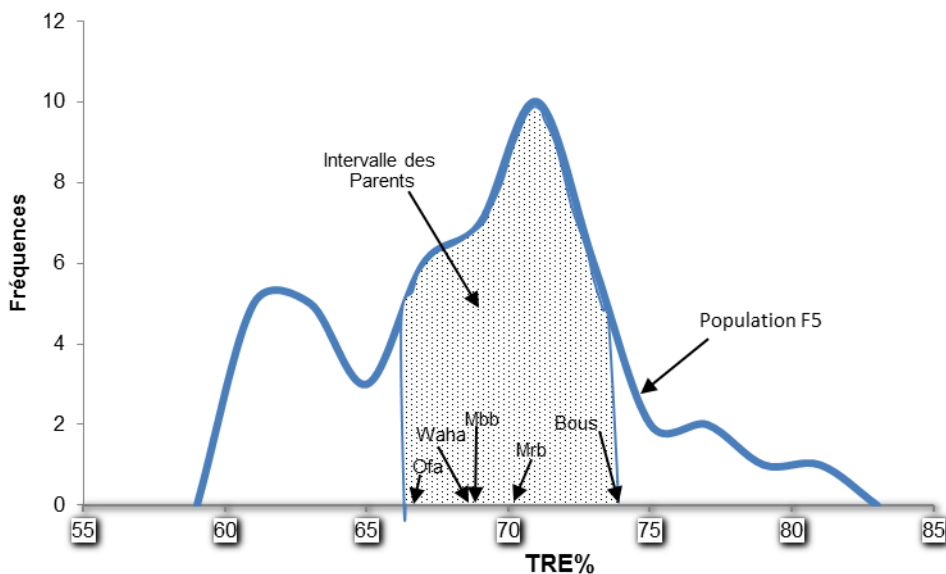
عادة تترافق صفتا حجم الأوراق والمحتوى المائي النسبي أثناء متابعة إستجابة النبات للإجهادات (Chipilsky and Georgiev, 2014)، يمكن إعتبار هاتين الصفتين كمعيار هام لإنتخاب الأصناف المتأقلمة مع الجفاف حيث الأوراق ذات المساحة المعتبرة والمحتوية على كمية كبيرة من الماء تساهم في رفع مقاومة النبات للإجهاد والرفع من الغلة الحبية (Benmahammed et al., 2008). دراسة

المتوسطات والمتغيرات المظهرية لعشائر الجيل الخامس بينت وجود فروقات معنوية بين الأفراد لهاتين الصفتين (جدول III.20). سجلت أعلى قيمة حدية (Max) للمحتوى المائي والمساحة الورقية بـ 79,5% و 20,0 سم² على التوالي وأقلها (Min) بـ 59,6% و 11,8. هذه القيم الحدية تبين تغير حجم الأوراق من نمط وراثي لأخر وتفتح المجال للإنتخاب عبر تغير مساحة وشكل الورقة ومحتواها من الماء. سجل متوسط العشيرة للمحتوى المائي النسبي 67,5% وهي قيمة مقبولة جدا إذا ما قورنت بظروف النمو في المناطق الشبه الجافة، وقدر متوسط المساحة الورقية 16,5 سم² وهو يفوق متوسط مساحة معظم الآباء المزروعة. وهي توافق النتائج التي توصل إليها (Oulmi, 2010) في دراسة على ثلاث عشائر من القمح الصلب، حيث وجد أن متوسط العشيرة يفوق متوسطات الإباء المزروعة لصفتي المحتوى المائي النسبي والمساحة الورقية.

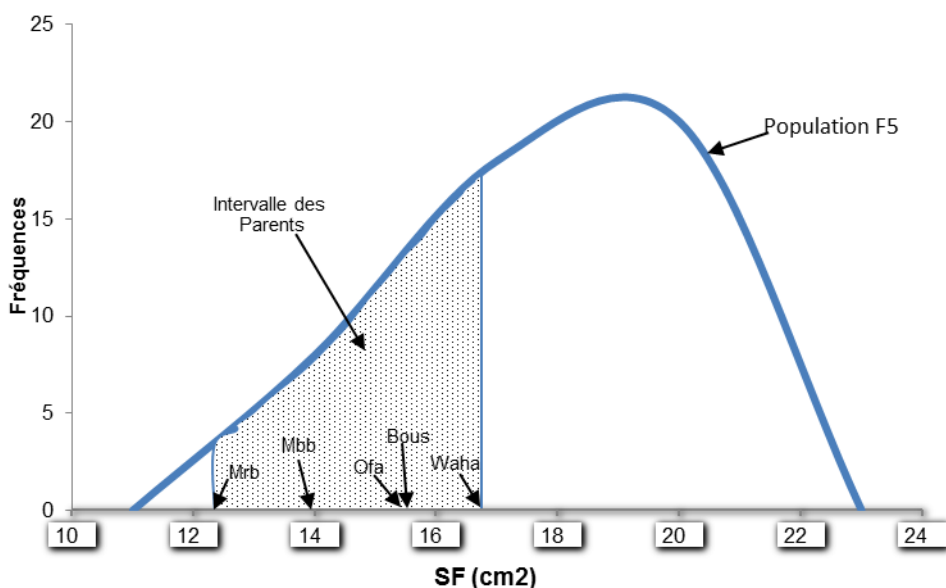
من المهم ملاحظة أن درجة التوريث إنخفضت بشكل لافت عند الجيل الخامس F5 لهاتين الصفتين بعدما كانت مرتفعة عند عشائر الجيل الثالث F3، أخذت هنا قيم ضعيفة (24%) للمحتوى المائي النسبي، وهي توافق التي وجدت في دراسة (Fellahi, 2013) على القمح الصلب وكانت ضعيفة أيضا، وكانت القيمة وسطية بالنسبة للمساحة الورقية (60%) (جدول III.20). يرجع هذا الإنخفاض إلى تناقص وضيق القاعدة الوراثية كلما تقدمت الأجيال في الزرع من موسم لأخر كما يبين (Inamullah et al., 2006; Lee and Kaltsikes 2000).

من بين الآباء تفوق Bousselam في المحتوى المائي والأب Waha للمساحة الورقية، في حين كان الأقل بين الآباء لهاتين الصفتين على الترتيب كل من Ofanto و Mrb₅ هذه النتائج توافق النتائج المحصل عليها من طرف (Oulmi, 2010) والتي بينت تأخر كل من الصنف Ofanto في المحتوى المائي والصنف Mrb₅ في المساحة الورقية. منحنيات توزيع الترددات توضح أنه بالإمكان الإنتخاب في بعض الخطوط المتفوقة على الآباء المزروعة لهاتين الصفتين وتظهر إمكانية الإنتخاب للمساحة الورقية الكبيرة من جهة (Araus et al., 1998)، والإنتخاب للمساحة الورقية الصغيرة من جهة أخرى حسب طبيعة الأنماط الوراثية وإستجابتها لمقاومة الإجهادات (شكل III.24 و شكل III.25). فتقليص وإختزال مساحة الأوراق في ظروف الجفاف هي آلية فعالة للتقليل من الإحتياجات المائية للنبات (Sadeghzadeh and Alizadeh, 2005)، فالأصناف صغيرة الأوراق قليلة الفقد المائي الورقي وفي هذا المجال وجد (Houassine, 2004) أن الأنماط الوراثية ذات الفقد المائي الأقل حققت مردود حبي أكبر

من الأصناف ذات الفقد المائي الكبير، لذا الإلتخاب على هذه الصفة مرغوب به كثيرا في مثل هذه المناطق لمقاومة الإجهادات (Benmahammed et al., 2008).



شكل III.24: تباين المحتوى المائي النسبي (TRE) للعشائر F5 ، ومجال ومتوسطات الخطوط الأبوية ضمن خطوط الجيل الخامس ($n_{F5}=45$).



شكل III.25: تباين المساحة الورقية (SF) للعشائر F5 ، ومجال ومتوسطات الخطوط الأبوية ضمن خطوط الجيل الخامس ($n_{F5}=45$).

4.1. تبكير الإنبال ومؤشر المقاومة للإجهاد المائي

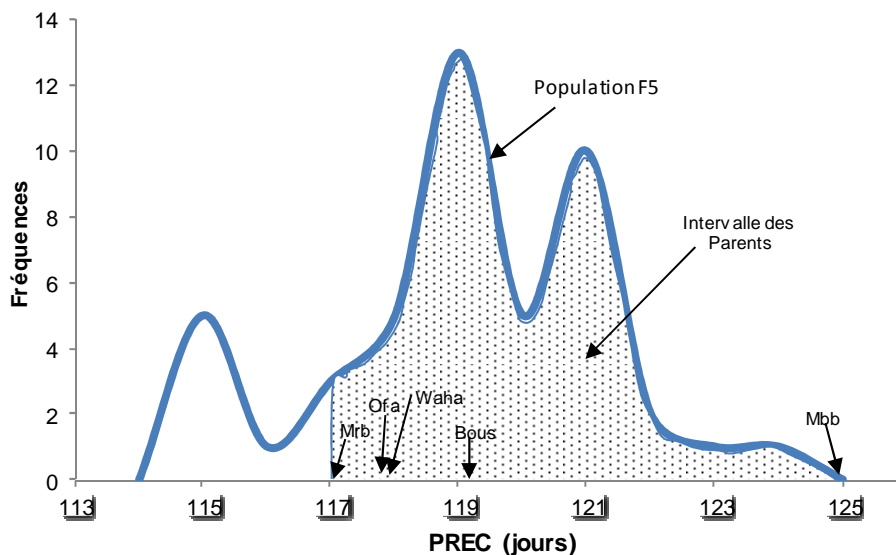
لقد ساهم كثير من الباحثين في دراسة التباين لطول فترة حياة ونمو المجموع الخضري (Laala, 2010; Mekhlouf, 2008; Benmahammed, 2005; Srivastava et al., 1988) وبين هؤلاء أن الاختلاف في الإنتاجية للحبوب بين مختلف الأصناف يعود إلى تأثير طول أو قصر فترة النمو الخضري وكذا درجة التهرب أو المقاومة للإجهاد المائي، يشير Charles-Edwards et al., (1971) و Bousba, (2012) أن التباين الجغرافي الطبيعي وحدوث الإجهادات كالجفاف والصقيع والحرارة المرتفعة في بلدان حوض المتوسط يمكن أن تكون قد ساهمت في خلق تباينات فينولوجية وفيزيولوجية واسعة التشتت في هذا المجال. في هذه الدراسة لوحظت تباينات كبيرة في فترة النمو بين خطوط الجيل الخامس (شكل III.26) قدرت بـ 9 أيام بين الخطوط المبكرة ومتأخرة الإنبال (جدول III.21)، أكثر الخطوط تبكيرا كانت بـ 114,0 يوم وأكثرها تأخيرا بـ 123,0 يوم، ومن الملفت هنا أن أكثر الخطوط تأخيرا في الإنبال لم تتفوق على تأخر الإنبال عند الأب Mbb الذي سجل فترة 125,0 يوم، وعلى العكس الأب الأكثر تبكيرا في الإنبال Mrb₅ بـ 117,3 يوم تفوقت عليه عدة خطوط وكانت أكثر تبكيرا في الإنبال منه (جدول III.21)، كما يظهر ذلك أيضا في منحني توزيع الترددات (شكل III.26)، وهناك دراسات عديدة تنصح بالانتخاب ناحية التهرب وتجنب الجفاف وذلك بتقليص فترة نمو النبات في المناطق شبه الجافة (Bahlouli et al., 2008; Mekhlouf et al., 2006; Bouzerzour et al., 2002). فالتهرب من الجفاف أحد الخصائص التشريحية التي تمكن النبات من الإفلات من الإجهاد المائي خاصة خلال المراحل الحرجة أو الحساسة من دورة حياته (Blum, 1988). كما يلعب النضج المبكر دور مهم في مقاومة درجة الحرارة المرتفعة (Abbassenne et al., 1998).

درجة التوريث في النطاق الواسع كانت متوسطة ($h^2_{bs}=0.38$)، وهي توافق درجة التوريث لهذه الصفة الموجودة من طرف Fellahi, (2013) في دراسة على القمح الصلب مسجلة القيمة 0,40. أخذ معامل التباين الظاهري القيمة 1,80 ومعامل التباين الوراثي القيمة 1,11% (جدول III.21)، إنخفاض قيمة معامل درجة التوريث عند هذه الصفة مقارنة به عند الصفات الأخرى، لا يعني أن الانتخاب لصفة التبكير غير فعال بل يعكس دقة الانتخاب لهذه الصفة، فقد بين Fisher, (1985) أن كل يوم تبكير يؤدي إلى زيادة في الإنتاج تقدر بـ 3 قنطار/هكتار. وعليه فإن كل تقليص في دورة النمو للنبات ولو بشكل طفيف قد يساهم في رفع الغلة الحبية بشكل فعال وكبير نظرا للظروف المناخية الشبه جافة السائدة والتي كثيرا ما تزداد تأثيراتها في آخر أطوار النمو للمحصول.

جدول III. 21: دراسة التباين الظاهري والوراثي، المتوسطات الحدية، ودرجة التوريث لمؤشر المقاومة للإجهاد المائي، تبكير الإنبال، طول النبات، وعدد السنابل المقاسة عند الآباء وأفراد الجيل الخامس F5.

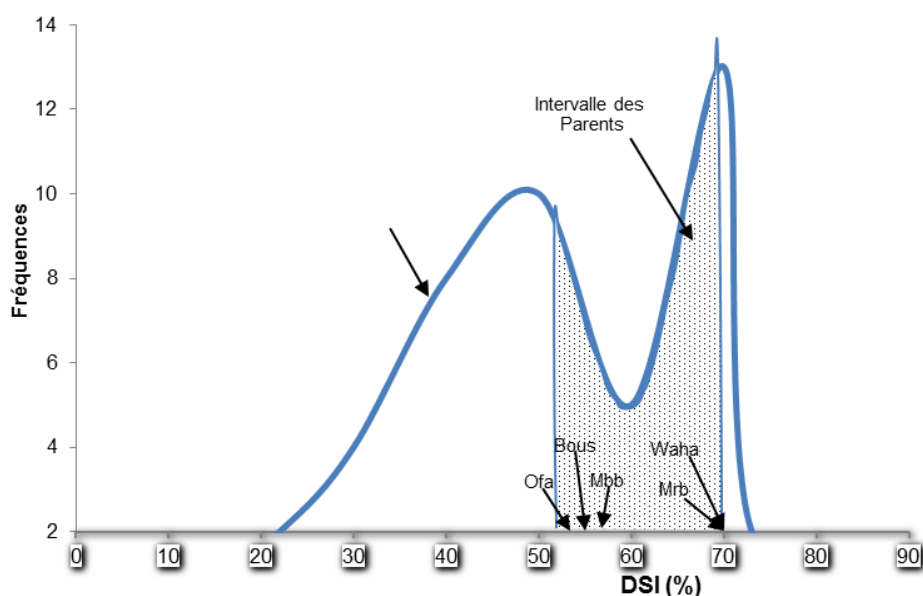
Population F5				
Valeurs	DSI	PREC	HT	NE
Max	73,3	123,0	117,5	170,0
Min	22,3	114,0	72,5	58,0
Amplitude	51,0	9,0	45,0	112,0
Moy	55,0	118,2	95,9	105,7
Var	178,1	4,5	205,0	374,2
X _{Bous}	56,0	119,3	86,2	135,7
X _{MBB}	58,7	125,0	105,5	93,3
X _{Mrb5}	71,4	117,3	79,2	153,0
X _{Ofa}	54,2	118,0	75,3	66,0
X _{Waha}	72,6	118,7	82,5	146,7
X _{par}	62,6	119,7	85,7	118,9
D=X _{(max)par} -X _{(min)par}	18,5	7,7	30,2	80,7
Var P	28,1	2,80	10,7	97,9
σ ² p	178,1	4,53	205,0	374,2
σ ² g	150,0	1,73	194,3	276,3
CVp	24,26	1,80	14,94	18,30
CVg	22,26	1,11	14,54	15,72
ETp	13,34	2,13	14,32	19,34
ETg	12,25	1,31	13,94	16,62
h ² bs	0,84	0,38	0,95	0,74
Ppds5%	9,90	3,10	6,10	18,60

HT: طول النبات (سم)، NE: عدد السنابل في المتر خطي. PREC: التبكير في الإنبال بالأيام، DSI: مؤشر المقاومة للإجهاد المائي (%).



شكل III. 26: تباين تبكير الإنبال (PREC) للعشائر F5، ومجال ومتوسطات الخطوط الأبوية ضمن خطوط الجيل الخامس (n_{F5}=45).

مؤشر المقاومة للإجهاد المائي من الصفات المهمة في دراستنا، إذ يعبر عن مدى حساسية النبات للإجهاد المائي (El-Rawy and Hassan, 2014)، بين (Bouzerzour et al., 1998) و Ben Salem and Vieira Da Silva, (1990) أن الأصناف ذات مؤشر حساسية للإجهاد أقل تكون أكثر مقاومة للإجهادات اللاحيوية وإنتاجا تحت الظروف المرافقة للمناطق الشبه الجافة. ينصح Clarke and Townley-Smith, (1982) بإستعمال هذه التقنية للإستدلال على تحمل النبات للإجهاد ولإنتقاء كل المصادر الوراثية الموجهة إلى المناطق الجافة. وكذلك بإستعمالها في الإنتخاب لعزل الأفراد المقاومة للجفاف. دراسة هذه الصفة بين أفراد الجيل الخامس أظهرت وجود عدد كبير من الخطوط مؤشر الحساسية لديها منخفض عن مؤشر الحساسية للآباء (شكل III.27)، حيث كان متوسط مؤشر الحساسية للعشيرة أقل عن متوسط مؤشر الحساسية للآباء ب 7,6%. وظهر إتساع كبير جدا للقاعدة الوراثية بين أفراد هذه العشيرة فقد بلغ الفرق بين القيمة الحدية الكبرى والصغرى 51% (جدول III.21)، بملاحظة قيم الآباء لهذا المتغير نلاحظ أن القيمة المسجلة عند الأبوين Waha و Mrb₅ تعادل تقريبا القيمة الحدية العليا للعشيرة (Max)، وهذا يبين أن عدد كبير من الخطوط لديه مقاومة ضد الإجهاد المائي أحسن من المقاومة عند بعض الآباء المستعملة كأصناف ثابتة، ما يؤشر بضرورة الإنتخاب لهذه الصفة للجمع بين صفتي المقاومة والإنتاجية. وقد وجدت إرتباطات معنوية بين هاتين الصفتين (Bouzerzour et al., 1998).

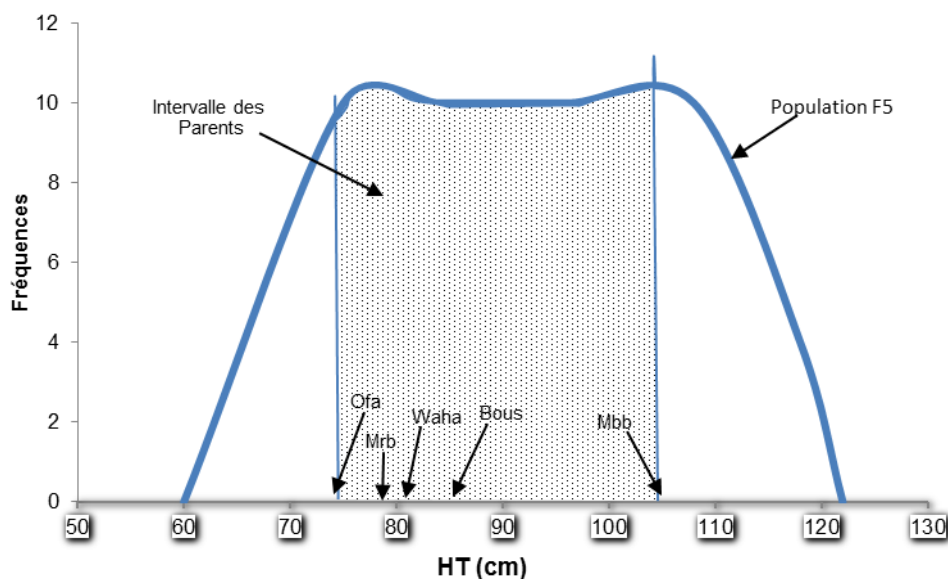


شكل III.27: تباين مؤشر الحساسية للإجهاد المائي (DSI) للعشائر F5، ومجال ومتوسطات الخطوط الأبوية ضمن خطوط الجيل الخامس (n_{F5}=45).

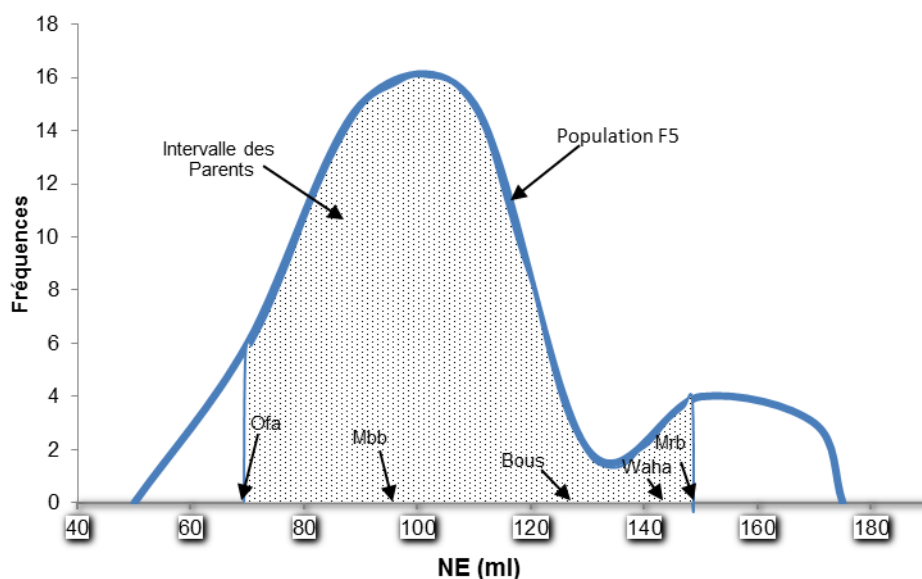
بالمقارنة مع الصفات المدروسة سابقا، معاملات التباين الظاهري والوراثي مرتفعة عند دراسة هذا المتغير، حيث سجلا على الترتيب القيم 24,26 و 22,26%. ويتوافق ذلك مع إرتفاع معامل درجة التوريث (84%). من بين الآباء ظهر الأب Ofanto الأقل حساسية للإجهاد المائي متبوع بالأب Boussem ثم الأب Mbb أحدين القيم 54.2، 56.0، و 58.7% على التوالي (جدول III.21).

5.1. طول النبات وعدد السنابل

أشارت دراسات (Nachit, 1992) و (Almhasneh, 2012) التي أجريت في الظروف الشبه الجافة الخاصة بمنطقة حوض البحر الأبيض المتوسط أن عدد السنابل هو أهم مؤشر للغلة الحبية للقمح الصلب، وقد وجدت علاقة إرتباط موجبة بين عدد السنابل والغلة الحبية. وفي نفس الوقت وجد أن عدد السنابل الناتج عن عدد الإشطاعات يتأثر بطول النبات (Bousba, 2012; Bouzerzour et Hafsi, 1993)، فقد يزداد طول النبات أو ينقص حسب عدد الأفرع. ووجد (Baldy, 1974) و (Grignac, 1993) و (Hauchinal et al., 1993) و (1981) أن عدم إنتظام تساقط الأمطار الربيعية يؤدي إلى إمكانية حدوث عجز مائي خلال مرحلة بداية الإستطالة والذي يؤثر على تطور السيقان ويخفض من عدد السنيبلات المتشكلة. وعليه فإن إستخدام هاتين الصفتين في برامج الإنتخاب يعد مهم في المناطق الشبه الجافة. دراسة المتوسطات للجيل الخامس أظهرت تسجيل متوسط مرتفع لطول النبات ب 95,9 سم، بزيادة 10,2 سم عن متوسط الآباء، وبزيادة 20,6 سم عن الأب الأقل طولاً Ofanto. تراوحت القيمة الحدية القصوى للطول 117,5 سم وهي تزيد ب 12 سم عن طول الأب Mbb الذي يعتبر الأطول بين الآباء (جدول III.21). وبملاحظة منحنى توزيع الترددات (IV.8) نجد أن طول الآباء قريب من متوسط طول العشيرة وأن هناك عدة خطوط تمتاز بطول يفوق طول الآباء وخطوط قصيرة نسبيا تقل طولاً عن أقصر الآباء، وهاتان الصفتان في الطول مرغوبة في المناطق شبه الجافة على غرار كل من (Bouzerzour et Hafsi, 1993) و (Pheloung, 1991) الذين ينصحون بتبني الأصناف القصيرة لقدرتها العالية في مقاومة الإجهاد، وعلى غرار Annichiarico et al., 2005 الذين يجذبون تبني الأصناف الطويلة لمساهمة الساق في عملية ملء الحب بالسنبلة وبالتالي زيادة القدرة الإنتاجية للمردود الحبي والإقتصادي.



شكل III.28: تباين طول النبات (HT) للعشائر F5 ، ومجال ومتوسطات الخطوط الأبوية ضمن خطوط الجيل الخامس ($n_{F5}=45$).



شكل III.29: تباين عدد السنابل (NE) للعشائر F5 ، ومجال ومتوسطات الخطوط الأبوية ضمن خطوط الجيل الخامس ($n_{F5}=45$).

تراوحت القيم الحدية لصفة عدد السنابل بين 58 و 170 سنبله/م^{خطي} ، والقيم الحدية للآباء بين 66 و 146,7 سنبله/م^{خطي} ، الفرق بين الخطوط الأكثر إنتاجا والخطوط الأقل إنتاجا كبير جدا وصل إلى 112 سنبله للعشيرة هذا يبين أن بعض الخطوط أنتجت عدد سنابل ضعف ما أنتجته بعض

الآباء على غرار الأب Ofanto وضعف ما أنتجته بعض خطوط العشيرة بإعتبار الفرق أكبر من أقل قيمة حدية (جدول III.21). وهي نفس النتيجة المحصل عليها من طرف (Laala, 2010) في دراسة على نفس العشائر من القمح الصلب عند الجيل الثالث، حيث وجدت فروقات كبيرة في عدد السنابل داخل الأجيال وبين الآباء.

بدراسة صفتي الطول وعدد السنابل بين الآباء المتصالبة نجد أن الأب MBB المتفوق في الطول بقامة 105,5 سم كان من الأصناف الأقل إنتاجا لعدد السنابل رفقة الأب Ofanto، هذه النتائج تبين أن النبات إما يوجه طاقته للنمو طوليا وإما يحتزل في الطول ويزيد من عدد الإشطاعات، وهي توافق ما توصل إليه (Bouzerzour et Hafsi, 1993) حيث وجد أن الأصناف الأقل طولاً تعتبر الأكثر إنتاجاً للإشطاعات ومقاومة في المناطق الشبه الجافة، وفي هذا الإطار وجد أيضاً كل من (Bousba, 2012; Ali Dib et al., 1990) نفس النتائج. معامل درجة التوريث مرتفع لهاتين الصفتين يفوق 74%، ومعاملات التباين الظاهري والوراثي تراوحت بين 14,54 و 18,30% لكلا الصفتين (جدول III.21)، وهي توافق النتائج المتحصل عليها من طرف (Sharma and Smith (1986) و (Ahmed et al., (2014) حيث وجدوا قيم درجة توريث عالية لعدد السنابل عند القمح الصلب. و الشكل (III.29) يوضح توزيع الآباء ضمن خطوط العشيرة F5 ويبين تفوق بعض الخطوط على الآباء المتصالبة.

2. تأثير الانتخاب المتأخر عند الجيل الخامس على عشائر القمح الصلب

1.2.1. الانتخاب الأحادي والمتعدد الصفات

بالرغم من أن بعض البحوث تشير إلى أن القاعدة الوراثية عند الانتخاب تكون أوسع عند الأجيال الأولى كالجيل الثاني والجيل الثالث، وأنه كلما إرتفعت وزادت الأجيال ينقص التنوع الوراثي بين مختلف الأفراد والأنماط الوراثية (Ahmed et al., 2014; Quick, 1998)، إلا أنه عند دراسة المتوسطات والتغيرات المظهرية للجيل الخامس من القمح الصلب لوحظ وجود تنوع وتباين كبير داخل العشائر من القمح الصلب، وهذا يدعم أيضاً من خلال درجة التوريث العالية عند الصفات والتباين المعنوي المبين في جدول تحليل التباين عند الآباء (جدول III.19). كل هذه المعلومات والملاحظات تؤشر بأنه يمكن الانتخاب عند عشائر الجيل الخامس (F5) ومتابعة سلوكها لإستنباط أفراد تكون أكثر تأقلماً في المناطق الشبه الجافة. يوضح جدول (III.22) توزيع الخطوط المنتخبة عند الجيل الخامس

حسب كل صفة مقاسة، والتي سيتم متابعة إستجابتها لكل صفة عند الجيلين السادس F6 والسابع F7.

جدول III.22: الخطوط المتفوقة بالانتخاب المتأخر لمختلف الصفات المدروسة لعشائر الجيل F5.

N' Lignées (géotypes) F5										
critères	RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV	SWI
	L1	L1	L1	L15	L1	L5	L6	L1	L3	L1
	L7	L7	L2	L23	L6	L6	L10	L28	L7	L7
	L35	L9	L9	L27	L8	L7	L9	L32	L8	L8
	L36	L14	L14	L33	L36	L8	L34	L36	L13	L9
	L40	L36	L15	L45	L45	L12	L41	L40	L14	L14

i=5 ; F5* (n_{F5}=45)

1.1.2. الانتخاب على أساس المردود الحي والإقتصادي المرتفع

يوضح Benmahammed et al., (2004) أن أي برنامج إنتخاب في المناطق الشبه الجافة، يجب أن يركز على الدراسة والانتخاب للمردود الحي والإقتصادي، كونهما أساس البحث لرفع إنتاجية الحبوب في هذه المناطق، بالنظر إلى إستعمالهما الواسع في الغذاء وأيضاً تربية الماشية. الإنتخاب المتأخر للمردود الحي والإقتصادي عند الأجيال F5 يزيد معنوياً في المردود الحي ب 42,8 و 39,8 غ/م^{خطي} على الترتيب عند هاتين الصفتين مقارنة بمتوسط العشيرة، أيضاً الإنتخاب لهاتين الصفتين أدى إلى زيادة المردود الإقتصادي معنوياً بين 53,8 و 60,3 غ/م^{خطي} (جدول III.23). توافقت هذه الزيادات الهامة للمردودين الحي والإقتصادي مع إنخفاض قيم مؤشر الحساسية للإجهاد المائي (DSI) بأكثر من 25%، كما ظهر إنخفاض معنوي لدرجة حرارة الغطاء النباتي (TCV) أكثره عند الإنتخاب ناحية المردود الإقتصادي ب 2,3-م° (جدول III.23، شكل III.30). من المهم أن نلاحظ عند خطوط الجيل الخامس أن الخطوط عالية المردود الحي المختارة هي نفسها الخطوط المختارة عالية المردود الإقتصادي (جدول III.22)، هذا يبين علاقة الارتباط القوية بين هاتين الصفتين (Pleijel et al., 2014; Karki et al., 2014; Workineh, et al., 2014).

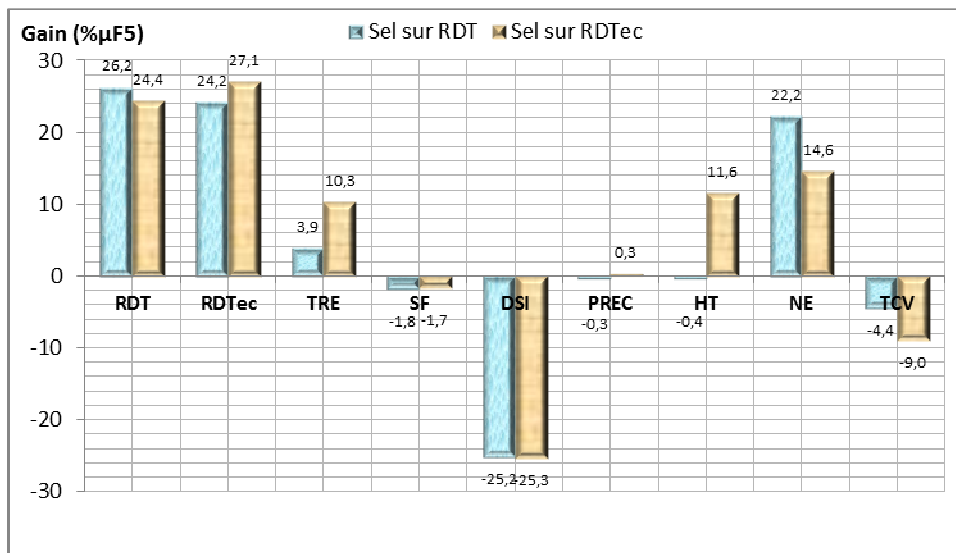
الانتخاب على أساس المردود الإقتصادي يؤدي إلى زيادة ملفتة للمحتوى المائي للأوراق ب 10,3%، وهي توافقت النتائج المحصل عليها من طرف Mazouz, (2006) حيث وجد أن زيادة المجموع الهوائي للنبات يترافق مع زيادة المحتوى المائي للأوراق. أيضاً بالانتخاب لهاته الصفة زاد طول النبات ب 11,1 سم مقارنة بمتوسط العشيرة (جدول III.23)، وهي نتيجة مهمة بالنظر إلى أن ظروف الجفاف

غالبا ما تؤثر بإخفاض طول النبات كما تشير (2012) Bousba. بملاحظة الشكل (30.III) نجد أن بعض المتغيرات لم تتأثر بهذا الانتخاب كدرجة تكبير الإسبال والمساحة الورقية.

جدول III.23: متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F5 للعشائر الثلاثة، وفرق الانتخاب الفعلي والنسبي للمردود الحي (RDT) والمردود الإقتصادي (RDTec).

		Population F5								
Critères		RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
RDT	μ_s	205,9	276,2	70,2	16,2	41,2	117,8	95,5	129,2	24,1
	μ_{F5}	163,1	222,5	67,5	16,5	55,0	118,2	95,9	105,7	25,2
	$S=\mu_s-\mu_{F5}$	42,8	53,8	2,6	-0,3	-13,8	-0,4	-0,4	23,5	-1,1
	$Ppds_{5\%}$	14,8	22,0	8,1	2,4	9,9	3,1	6,1	18,6	1,1
	$S(\%\mu_{F5})$	26,2	24,2	3,9	-1,8	-25,2	-0,3	-0,4	22,2	-4,4
RDTec	μ_S	202,9	282,8	74,5	16,2	41,1	118,6	107,0	121,2	23,0
	$S=\mu_s-\mu_{F5}$	39,8	60,3	7,0	-0,3	-13,9	0,4	11,1	15,5	-2,3
	$S(\%\mu_{F5})$	24,4	27,1	10,3	-1,7	-25,3	0,3	11,6	14,6	-9,0

* الانتخاب أنجز في إتجاه القيم المرتفعة ل: (RDT)، (RDTec)، (TRE)، (SF)، (HT)، (NE). وفي إتجاه القيم المنخفضة ل: (PREC)، (TCV).



شكل III.30: تأثير الانتخاب على أساس المردود الحي (RDT) والمردود الإقتصادي (RDTec)، على الصفات المقاسة للجزء المنتخب (i) للجيل الخامس F5 (i = 10% = 05 lignées).

2.1.2. الإنتخاب على أساس المساحة والحالة المائية للورقة

يعتبر المحتوى المائي النسبي من المعايير المستعملة لتقييم تحمل الإجهاد المائي، وتظهر الأصناف المتحملة للإجهاد محتوى مائي نسبي مرتفع ويحدد هذا المحتوى بالنسبة المئوية للماء الموجود في نسيج النبات (Oulmi et al., 2014b; Mazouz, 2006; Wardlaw and Moncor, 1995). تشير النتائج أن نسبة الماء في الأوراق إرتفعت معنويا بالإنتخاب لهذه الصفة بـ 8,9% مقارنة بمتوسط العشيرة (جدول III 24). مثلما سبق في دراسة (Mazouz, 2006) الذي وجد علاقة إرتباط معنوية إيجابية بين المحتوى المائي والمردود الحبي، نتج عن هذه الزيادة للمحتوى المائي عند العشيرة زيادة معنوية للمردودين الحبي والإقتصادي بـ 26,7 و 41,1 غ/م^{خطي} على الترتيب (جدول III 24).

ذكر (El Jaafari, et al., 1993) و (Guessoum, 2012) أن الإجهاد المائي يؤدي إلى نقص في المحتوى المائي والجهد الأسموزي وما يرافقه من فقد في الإمتلاء وإضطرابات في معظم العمليات الحيوية والوظائف الفيزيولوجية وتقمز النبات. الخطوط ذات الحالة المائية الجيدة للعشيرة F5 تزيد في متوسط الطول للخطوط المنتخبة بـ 17,9 سم. وهي صفة يمكن أن تساهم في رفع مقاومة النبات للجفاف حيث ثبت أن الأصناف طويلة القصب تكون أكثر إنتاجا بتحول مدخراتها تحت تأثير الجفاف إلى الحب بالسنابل ما يرفع من المردود الحبي للمحصول (Siddique et al., 1991). أيضا إمتازت هذه الخطوط المنتخبة بإنخفاض درجة حرارة الغطاء النباتي لها معنويا بـ 1,3-°م، ويرجع ذلك لتنشيط عملية التنفس نظرا لتوفر الماء بأوراق هذه الخطوط ما يلطف درجة حرارة الأوراق (Zhang and Wang, 2008). كما إنخفض مؤشر الحساسية ولو بشكل طفيف بـ 7,5%. (جدول III 24، شكل III 31).

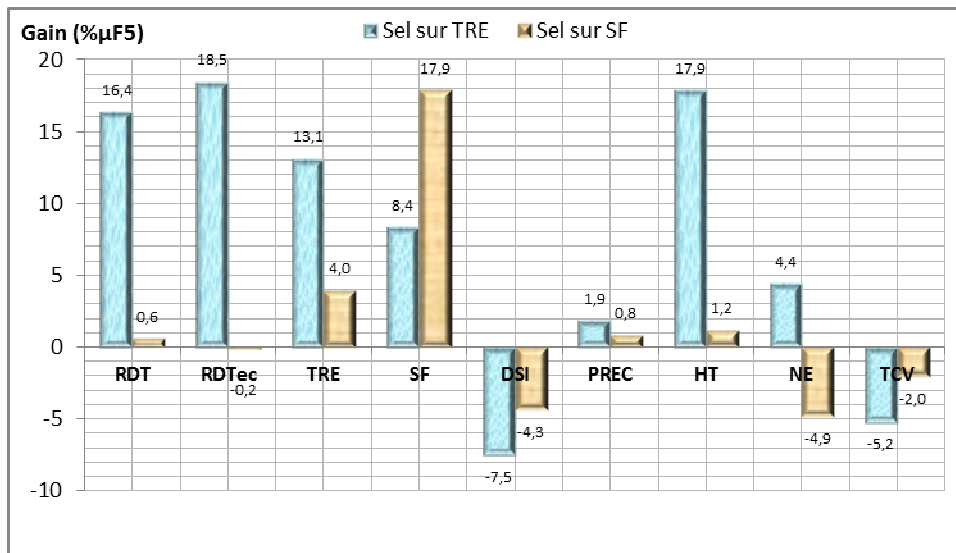
جدول III 24: متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F5 للعشائر الثلاثة، وفرق الإنتخاب الفعلي والنسبي للمحتوى المائي النسبي (TRE). والمساحة الورقية (SF).

		Population F5								
Critères		RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
TRE	μ_s	189,8	263,6	76,4	17,9	50,9	120,4	113,0	110,4	23,9
	μ_{F5}	163,1	222,5	67,5	16,5	55,0	118,2	95,9	105,7	25,2
	$S=\mu_s-\mu_{F5}$	26,7	41,1	8,9	1,4	-4,1	2,2	17,1	4,7	-1,3
	Ppds _{5%}	14,8	22,0	8,1	2,4	9,9	3,1	6,1	18,6	1,1
	$S(\%\mu_{F5})$	16,4	18,5	13,1	8,4	-7,5	1,9	17,9	4,4	-5,2
SF	μ_S	164,1	222,1	70,2	19,5	52,6	119,2	97,0	100,6	24,7
	$S=\mu_s-\mu_{F5}$	1,0	-0,4	2,7	3,0	-2,4	1,0	1,1	-5,1	-0,5
	$S(\%\mu_{F5})$	0,6	-0,2	4,0	17,9	-4,3	0,8	1,2	-4,9	-2,0

* الإنتخاب أنجز في إتجاه القيم المرتفعة لـ: (RDT)، (RDTec)، (TRE)، (SF)، (HT)، (NE). وفي إتجاه القيم المنخفضة لـ: (PREC)، (TCV).

أيضا زادت المساحة الورقية بـ $1,4 \text{ سم}^2$ هذه الزيادة في مساحة الأوراق تبين أن الأوراق ذات المساحة الكبيرة تكون أكثر إحتواء للماء مقارنة بالأوراق ذات المساحة الصغيرة، هذه النتائج مبينة من طرف (Bouzerzour et al., 1998) و (Bousba, 2012) حيث وجدوا أن الأوراق الأكبر حجما تكون أكثر إحتواء للماء.

إن مرفولوجية الورقة هي عامل مرتبط بنقص ضياع الماء (Guessoum, 2012)، نذكر منها المساحة الورقية، وقد تبين أن قياس مساحة الأوراق أفضل دليل لمعرفة مختلف الأصناف المقاومة للجفاف (Marashi, 2014; Benderradji, 2013). الإنتخاب لزيادة المساحة الورقية أدى إلى زيادة حجم الأوراق معنويا بـ $3,0 \text{ سم}^2$ (جدول III.24)، غير أن هذه الزيادة لم تحقق أي تقدم في المردود الحبي ومركباته كالمردود الإقتصادي، عدد السنابل، وطول النبات لدى الخطوط المنتخبة لهذه الصفة (شكل III.31). ويفسر ذلك بكون المساحة الورقية الكبيرة تكون مفيدة في الظروف الملائمة بزيادة معدل التمثيل الضوئي ومنه زيادة المردود الحبي (Marutani et al., 2014; Zareian et al., 2014)، إلا أنه في المناطق الشبه الجافة ترتفع درجات الحرارة في آخر أطوار النمو وبالتالي مساحة ورقية كبيرة يعني فقدان سريع للماء ما يؤثر بقله المردود الحبي النهائي (Oulmi, 2010 ; قندوز, 2014).



شكل III.31: تأثير الإنتخاب على أساس البنية والحالة المائية للورقة (SF) و (TRE)، على الصفات المقاسة للجزء المنتخب (i) للجيل الخامس F5 (i = 10% = 05 lignées).

الإنتخاب لزيادة مساحة الأوراق عند خطوط الجيل الخامس لم يؤدي إلى تحسين مقاومة الخطوط المنتخبة بشكل فعال، فدرجة حرارة الغطاء النباتي ومؤشر الحساسية للإجهاد المائي لم يتأثرا بزيادة حجم الأوراق، ما يبين عدم إرتباط مورثات المقاومة بمورثات مرفولوجية مساحة الورقة. ونفس الملاحظة بالنسبة لطول النبات ودرجة تبكير الإسبال (جدول III.24، شكل III.31).

3.1.2. الإنتخاب على أساس المقاومة للإجهاد المائي والحراري

الإنتخاب لتحسين المقاومة للقمح الصلب ضد الإجهادات اللاحيوية الخاصة بمناطقنا شبه الجافة ضروري للرفع من الغلة الحبية (Bouzerzour et al., 2002). إن إستعمال درجة حرارة الغطاء النباتي (Bouzerzour and Benmahammed, 2009; Rosyara et al., 2008) ومؤشر المقاومة للإجهاد المائي (Saadalla and Alderfasi, 2000; قندوز، 2014) كأليات إنتخاب يمكّن مربي النبات من تتبع وعزل الأفراد المقاومة للجفاف. غير أنه وجد في كثير من الدراسات عدم إرتباط الإنتاجية الحبية مع المقاومة ليتبين صعوبة وتعقد العلاقة بينهما (Oulmi et al., 2014b; Bouzerzour and Benmahammed, 2002). بالإنتخاب على أساس القيم المنخفضة لدرجة حرارة الغطاء النباتي ومؤشر الحساسية للإجهاد المائي ينخفض معنويا كل من درجة حرارة الغطاء النباتي ومؤشر الحساسية للخطوط المنتخبة عند الجيل الخامس ب -4,4[°]م و -23,5% على الترتيب (جدول III.25)، وبملاحظة الشكل (III.32) وتتبع إستجابة الخطوط المنتخبة على أساس هاتين الصفتين المتعلقة بالمقاومة مع المتغيرات الأخرى المقاسة نلاحظ أن الإستجابة كانت متماثلة عند جميع المتغيرات، هذا يؤشر بإرتباط هاتان الصفتان، ويبين أن تحسين إحدهما سوف يؤدي إلى تحسين الصفة الأخرى. وبالتدقيق في النتائج نجد أن الإنتخاب على أساس لمؤشر الحساسية أدى إلى تناقص درجة حرارة الغطاء النباتي معنويا ب -1,3[°]م ، ونفس النتيجة عند الإنتخاب لدرجة حرارة الغطاء النباتي إنخفضت قيم مؤشر الحساسية معنويا ب -17,8% (جدول III.25). هذه النتائج وجدت تتماشى مع دراسة (Oulmi, 2010) على عشائر من القمح الصلب حيث وجد أن تحسين صفة درجة حرارة الغطاء النباتي يؤدي إلى تخفيض قيم مؤشر الحساسية للإجهاد.

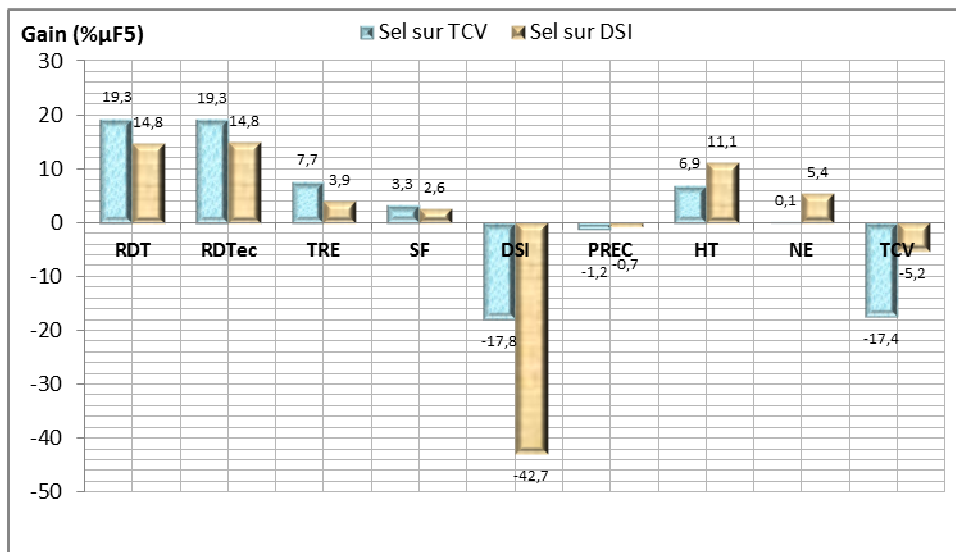
لوحظ أن أي إرتفاع في درجة الحرارة بمعدل درجة واحدة (1[°]م) عن درجة الحرارة المثلى للنبات يؤدي إلى انخفاض في الوزن المتوسط للحب بنسبة من 3 إلى 5% (Wardlaw et al., 1989). الإنتخاب على أساس صفتا المقاومة (TCV) و (DSI) أثر بزيادة المردود الحي والإقتصادي للخطوط

المنتخبة معنويا بـ 31,5 و 42,9 غ/م^{خطي} عند صفة (TCV)، و بـ 24,1 و 33,0 غ/م^{خطي} عند صفة (DSI) على الترتيب لكل من المردود الحي والإقتصادي (جدول III.25). أيضا أثرا بتحسين الحالة المائية للأوراق خاصة بالانتخاب على أساس درجة حرارة الغطاء النباتي حيث إرتفع المحتوى المائي بالأوراق بـ 7,7% (شكل III.32). إرتفاع المحتوى المائي للأوراق يفسر ويوضح أن النبات ذو المحتوى الجيد من الماء يقوم بتلطيف درجة حرارة أعضائه بمختلف الوظائف الفيزيولوجية كعملية التنفس والمبادلات الغازية، هذه العلاقة مؤشرة في عدة بحوث (Bouzerzour and Benmahammed 2009; Chaker and Brinis, 2004 قندوز، 2014).

جدول III.25: متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F5 للعشائر الثلاثة، وفرق الانتخاب الفعلي والنسبي لدرجة حرارة الغطاء النباتي (TCV). ومؤشر المقاومة للإجهاد المائي (DSI).

		Population F5								
Critères		RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
TCV	μ_s	194,6	265,3	72,7	17,0	45,2	116,8	102,5	105,8	20,8
	μ_{F5}	163,1	222,5	67,5	16,5	55,0	118,2	95,9	105,7	25,2
	$S = \mu_s - \mu_{F5}$	31,5	42,9	5,2	0,5	-9,8	-1,4	6,6	0,1	-4,4
	Ppds _{5%}	14,8	22,0	8,1	2,4	9,9	3,1	6,1	18,6	1,1
	$S(\% \mu_{F5})$	19,3	19,3	7,7	3,3	-17,8	-1,2	6,9	0,1	-17,4
DSI	μ_S	187,2	255,5	70,2	16,9	31,5	117,4	106,5	111,4	23,9
	$S = \mu_s - \mu_{F5}$	24,1	33,0	2,7	0,4	-23,5	-0,8	10,6	5,7	-1,3
	$S(\% \mu_{F5})$	14,8	14,8	3,9	2,6	-42,7	-0,7	11,1	5,4	-5,2

* الانتخاب أنجز في إتجاه القيم المرتفعة لـ: (RDT)، (RDTec)، (TRE)، (SF)، (HT)، (NE). وفي إتجاه القيم المنخفضة لـ: (PREC)، (TCV).



شكل III.32: تأثير الانتخاب على أساس درجة حرارة الغطاء النباتي (TCV)، ومؤشر المقاومة للإجهاد المائي (DSI) على الصفات المقاسة للجزء المنتخبة (i) للجيل الخامس F5 (i = 10% = 05 lignées).

4.1.2. الإنتخاب على أساس تكبير الإسبال وطول النبات

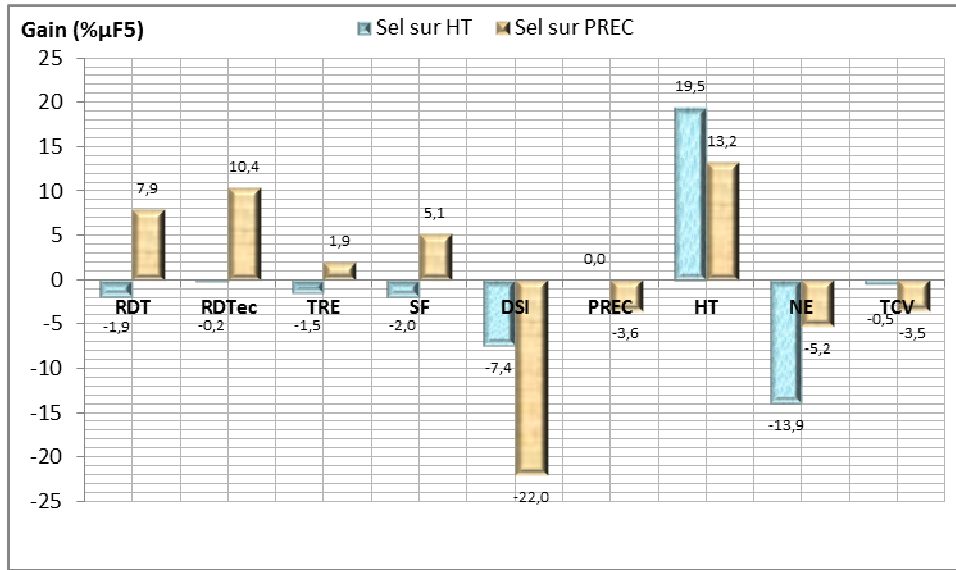
يعتبر (Mekhlouf, 2008)، أن طور الإسبال من أهم الأطوار الدالة على نمو النبات. أشار (Bouzerzour and Benmahammed, 1994; 2009) إلى أن ارتفاع درجات الحرارة بصورة متأخرة خلال مرحلة نمو النبات خاصة بعد الإسبال تعتبر من أهم الأسباب التي تعرقل زيادة المردود في المناطق شبه الجافة، وعليه ينصح بتبني أصناف مبكرة الإسبال لتفادي الفترات الحرجة أثناء النمو، ولقدرتها على إعطاء عدد كبير من الإسطوانات. الإنتخاب على أساس تقليص دورة حياة النبات يزيد من درجة تكبير الإسبال بـ 4,2 يوم للخطوط المنتخبة بالمقارنة مع متوسط التكبيرة للعشيرة (جدول III.26) ما يكسب زيادة معنوية للمردود الحبي والإقتصادي بـ 12,9 و 23,1 غ/م^{خطي}، وبمقاربة الأرقام نجد أنه كل يوم تكبير يحقق زيادة في المردود الحبي بـ 11,55 ق/هـ، وهي توافق النتائج التي تحصل عليها (Fisher, 1985) حيث وجد في دراسة على القمح أن كل تقلص في دورة نمو النبات يزيد من الغلة ووجد أن كل يوم تكبير في الإسبال يحقق زيادة في المردود الحبي بـ 6 ق/هـ.

الإنتخاب على أساس تكبير الإسبال يزيد في درجة مقاومة الإجهادات اللاحيوية عند الخطوط المنتخبة بشكل فعال، حيث ينخفض مؤشر المقاومة للإجهاد المائي بـ 22,0 %، ويرجع ذلك للحالة الفيزيولوجية للنبات، فالأصناف ذات الدورة القصيرة نسبيا تتجنب المراحل الحرجة في آخر أطوار النمو من درجات الحرارة المرتفعة ونقص الماء (Moragues et al., 2006; Hayek et al., 2000)، أضف إلى ذلك تباطؤ عملية شيخوخة الأفرع (Pajević et al., 1999; Araus et al., 1998).

جدول III.26: متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F5 للعشائر الثلاثة، وفرق الإنتخاب الفعلي والنسبي لطول النبات (HT). وتكبير الإسبال (PREC).

		Population F5								
Critères		RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
HT	μ_s	160,1	221,9	66,5	16,2	50,9	118,2	114,5	91,0	25,1
	μ_{F5}	163,1	222,5	67,5	16,5	55,0	118,2	95,9	105,7	25,2
	$S=\mu_s-\mu_{F5}$	-3,0	-0,5	-1,0	-0,3	-4,1	0,0	18,6	-14,7	-0,1
	Ppds _{5%}	14,8	22,0	8,1	2,4	9,9	3,1	6,1	18,6	1,1
	$S(\%\mu_{F5})$	-1,9	-0,2	-1,5	-2,0	-7,4	0,0	19,5	-13,9	-0,5
PREC	μ_S	176,0	245,5	68,9	17,3	42,9	114,0	108,5	100,2	24,4
	$S=\mu_s-\mu_{F5}$	12,9	23,1	1,3	0,8	-12,1	-4,2	12,6	-5,5	-0,9
	$S(\%\mu_{F5})$	7,9	10,4	1,9	5,1	-22,0	-3,6	13,2	-5,2	-3,5

* الإنتخاب أنجز في إتجاه القيم المرتفعة لـ: (RDT)، (RDTec)، (TRE)، (SF)، (HT)، (NE). وفي إتجاه القيم المنخفضة لـ: (PREC)، (TCV).



شكل III.33: الإنتخاب على أساس تكبير الإسبال (PREC) وطول النبات (HT)، على الصفات المقاسة

للجزء المنتخب (i) للجيل الخامس F5 (i = 10% = 05 lignées).

تشير (Bousba, 2012) إلى أن طول القصبه هو إحدى الصفات الدالة على تحمل الجفاف، حيث أن إمتلاء الحب يتوقف على كمية المواد المخزنة في الساق (Blum, 1988). في المناطق الشبه الجافة إنتاج التبن له نفس الأهمية كإنتاج الحب، ففي حالة تساوي المردود، الأصناف طويلة القامة تصبح مرغوبة عن الأصناف قصيرة القامة. وجد (Sharma and smith 1986) قيم توريث مرتفعة للكتلة الإحيائية وبالتالي ينصحون بإستعمالها كصفة إنتخابية غير مباشر لتحسين المردود. الإنتخاب على أساس زيادة طول النبات يزيد من طول القصبه معنويا عند الخطوط المنتخبة بـ 18.6 سم عن متوسط العشيرة (جدول III.26). بملاحظة إنعكاس هذا الإنتخاب على المردود الحبي نجد أنه لم يتأثر بالزيادة بل بالنقصان، هذا يبين أن الطول المرتفع للنبات يجهد النبات كثيرا في الظروف الحرجة من النمو، حيث كبر حجم النبات يستلزم كميات أكبر من الماء للقيام بمختلف وظائفه الفيزيولوجية المتعلقة بمليء الحب، وبالنظر لنقص الماء في المناطق الشبه الجافة فإن المردود الحبي النهائي يتأثر بالنقصان (Guessoum, 2012). ولوحظ أيضا إنخفاض في عدد السنابل بالإنتخاب لهاته الصفة بـ 14,7 سنبل/م^{خطي} وهي توافق نتائج (Bouzerzour et al., 2002) و (Saab and Sharp, 2004) حيث وجدوا أنه كلما زاد طول النبات كلما تناقص عدد الإشطاءات الحاملة للسنابل، وهذا ما يفسر هذه النتيجة المحصل عليها.

كثيرا ما لوحظ أن طول النبات يؤثر على درجة التباين للنبات (Annichiarico et al., 2005). وهنا من المهم أن نلاحظ أن درجة التباين لا تتغير تحت تأثير الانتخاب على أساس الطول المرتفع للنبات (0,0 يوم تباين) (جدول III.26). ومن الشكل (III.33) نجد أن الانتخاب على أساس الطول المرتفع لم يؤثر على عدة صفات كالمحتوى المائي النسبي، المساحة الورقية، ودرجة حرارة الغطاء النباتي.

5.1.2. الانتخاب على أساس عدد السنابل NE

أشار (Hauchinal et al., 1993) أن الإجهادات اللاحيوية تتسبب في إنخفاض الغلة الحبية والمرتبطة أساسا بقلّة عدد السنابل وقد لوحظ أن التأثير السلبي للإجهاد الحراري هو التقليل من عدد الإشطاعات وتطور الأعضاء وبالتالي قلة الإنتاجية للنبات. يؤدي الإجهاد المائي في مرحلة التفرع إلى تقليل التفرع وهذا يؤثر سلبا على الأصناف متوسطة أو قليلة التفرع (Neffar, 2013; Bousba, 2012)، فينخفض عدد السنابل (Mosaad et al., 1995). لاحظ كل من Benseddik and (2000) Benabdelli، تراجع في عدد الإشطاعات بحوالي 70%، نتيجة تأثير الجفاف مقارنة مع السنوات العادية والمتميزة بغياب الجفاف أثناء المراحل الحساسة عند القمح. الانتخاب على أساس عدد السنابل يرفع من عدد السنابل عند الخطوط المنتخبة لهذه الصفة بـ 35,5 سنبله/م^{خطي}، ويؤثر بزيادة المردود الحبي معنويا بـ 33,3 غ/م^{خطي} (جدول III.27). أيضا زاد المردود الإقتصادي بـ 38,0 غ/م^{خطي} نتيجة زيادة عدد الإشطاعات والأفرع الحاملة للسنابل.

الانتخاب لزيادة عدد السنابل يخفض من مساحة الأوراق عند خطوط المنتخبة بـ 11,7% (شكل III.34)، هذا يشير إلى أن الأنماط الوراثية كثيرة الإشطاعات تمتاز بمساحة ورقية صغيرة، وهذه صفة يجدها بعض الباحثين كثيرا في المناطق شبه الجافة على غرار (Araus et al., 1998; Blum, 1996)، بحيث المساحة الورقية الصغيرة تعني تقلص المساحة المعرضة للإجهادات (أشعة الشمس والرياح الساخنة) ما يمكن الورقة من المحافظة على محتوى مائي مريح داخلها يسمح لها بإتمام مرحلة تعميم الحب.

أيضا يؤثر هذا النوع من الانتخاب بإختزال طول النبات لخطوط العشيرة بـ 10,6 سم، هذا يتوافق ونتائج (Adjab, 2002; Bouzerzour et Hafsi, 1993) حيث وجدوا أن الأصناف الأقل طولاً تعد الأكثر إسبالا ومقاومة للإجهادات اللاحيوية بالمناطق شبه الجافة، إذن يمكن اعتبار هذا

الإخفاض في مساحة الأوراق والطول لبعض أفراد الجيل الخامس صفتان إيجابيتان في هذه العملية من الانتخاب يمكن أن تؤدي إلى تحسين المقاومة للجفاف.

جدول III.27: متوسطات السلالات المنتخبة في الجيل F5 للعشائر الثلاثة، وفرق الانتخاب الفعلي والنسبي لزيادة عدد السنابل (NE). والمؤشر (SWI).

		Population F5								
Critères		RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
NE	μ_s	196,4	260,4	69,9	14,6	47,1	119,0	86,0	141,2	25,0
	μ_{F5}	163,1	222,5	67,5	16,5	55,0	118,2	95,9	105,7	25,2
	$S=\mu_s-\mu_{F5}$	33,3	38,0	2,4	-1,9	-7,9	0,8	-9,9	35,5	-0,2
	Ppds _{5%}	14,8	22,0	8,1	2,4	9,9	3,1	6,1	18,6	1,1
	$S(\% \mu_{F5})$	20,4	17,1	3,5	-11,7	-14,4	0,7	-10,3	33,5	-0,8
SWI	μ_S	199,9	278,8	75,1	17,4	41,2	117,8	111,0	116,2	22,5
	$S=\mu_s-\mu_{F5}$	36,8	56,3	7,6	0,9	-13,8	-0,4	15,1	10,5	-2,8
	$S(\% \mu_{F5})$	22,5	25,3	11,3	5,3	-25,1	-0,3	15,8	9,9	-10,9

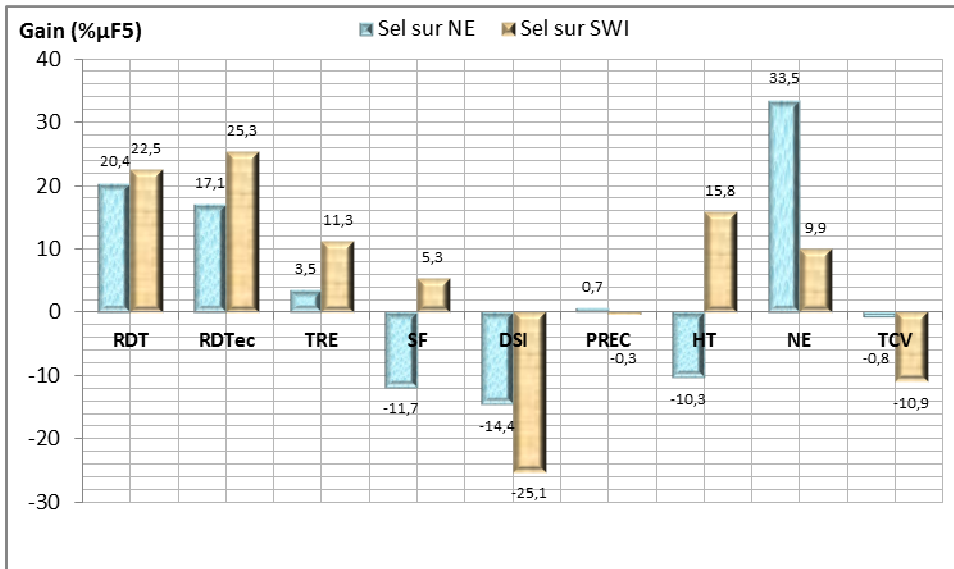
* الانتخاب أنجز في إتجاه القيم المرتفعة ل: (RDT)، (RDTec)، (TRE)، (SF)، (HT)، (NE). وفي إتجاه القيم المنخفضة ل: (PREC)، (TCV).

6.1.2. الانتخاب المتعدد الصفات على أساس المؤشر SWI

الانتخاب المتعدد الصفات على أساس المؤشر (SWI) بالجمع بين عدة صفات (مساهمة كل من: المردود الحبي ب 0,4، المحتوى المائي النسبي ب0,3، مؤشر الحساسية للإجهاد المائي ب0,2، درجة حرارة الغطاء النباتي ب0,1) يرفع معنويا في الغلة الحبية والإقتصادية ب36,8 و 56,3 غ/م^{خطي} على الترتيب (جدول III.27). يتوافق ذلك مع تحسن عدة صفات للخطوط المنتخبة عند الجيل الخامس F5 أهمها زيادة عدد السنابل (+10%)، تناقص مؤشر الحساسية للإجهاد المائي (-25.1%)، إنخفاض درجة حرارة الغطاء النباتي (-10.9%)، وزيادة المحتوى المائي بالأوراق (+11.3%) (جدول III.27، شكل III.34). هذه النتيجة توافق النتائج المتحصل عليها من طرف كل من (Laala et al., 2009) و Oulmi, (2010)، حيث وجدوا أن إستعمال المؤشر في عملية إنتخاب لعشائر من القمح الصلب ساهم في رفع المردود الحبي والإقتصادي معنويا، وتحسين بعض صفات المقاومة لزيادة المحتوى المائي بالنبات، وإنخفاض مؤشر الحساسية للإجهاد المائي.

من خلال الانتخاب على أساس عدة صفات مجتمعة تزداد فعالية الانتخاب على خطوط القمح الصلب وتتحسن عدة صفات مورفو-فيزيولوجية كإنخفاض درجة حرارة الغطاء النباتي، تحسن

مؤشر المقاومة للإجهاد المائي زيادة المجموع الخضري والمحتوى المائي بها. وعليه يمكن إعتبار الإنتخاب على أساس المؤشر أداة فعالة جدا في المناطق شبه الجافة تمكن مربي النبات من إستنباط الأنماط الوراثية الأكثر إنتاجا ومقاومة في آن واحد، وأيضا عزل صفات مظهرية محددة لدى الخطوط المنتخبة. عكس الإنتخاب على أساس صفة واحدة منفردة والذي بين محدوديته في كثير من الأحيان للوصول إلى الهدف المرجو (Benmahammed et al., 2003). وبشكل عام أبرز الإنتخاب المتعدد الصفات فعالية في الإنتخاب حيث أظهر لنا عدة صفات مرغوبة جدا في المناطق شبه الجافة، يمكن أن تسمح لنا مستقبلا إستغلالها في تصالبات جديدة تجمع بين صفات المردود والمقاومة.



شكل III.34: تأثير الإنتخاب على أساس المؤشر (SWI) وعدد السنابل (NE)، على الصفات المقاسة للجزء المنتخب (i) للجيل الخامس F5 (i = 10% = 05 lignées).

3. إستجابة الجيل السادس F6 والجيل السابع F7 للإنتخاب المتأخر عند الجيل الخامس F5

يعد وجود التباين الوراثي والمورفولوجي في الصفات الزراعية للمحصول مهم في تحديد الطريقة المثلى اللازمة لتطوير الغلة الحبية لهذا المحصول من خلال اعتماد بعض الصفات كمؤشر انتخابي غير مباشر لتحسين متوسط سلوك الأصناف في العشائر النباتية الجديدة (Zeeshan et al., 2014; Hayes et al., 1955) دراسة تحليل التباين عند الآباء المزروعة بين الجيل السادس (F6) والسابع (F7) تظهر

وجود تباين وفروقات معنوية بين الآباء لجميع الصفات المدروسة. هذا يوحي بفعالية الانتخاب المتأخر وذلك لتنوع القاعدة الوراثية بين أفراد الأجيال المزروعة (جدول III.28).

جدول III.28: تحليل التباين للصفات المقاسة عند الآباء المزروعة للجيل السادس F6 والجيل السابع F7.

Source F6	ddl	RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
rep	2	1168	1253	9,12	0,64	19,05	0,66	26,31	16,26	1.15
parents	4	3470**	4037**	78,4**	17,8**	76,0**	19,9**	421**	1866**	11.3**
Erreur	8	180,6	379	4,15	0,73	21,8	0,23	26,6	103,9	0,84
Source F7	ddl	RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
rep	2	11,12	11,44	1,11	5,03	6,46	1,31	128	35,4	2,22
parents	4	2311**	24019	16,0**	11,98**	191,7**	21,8**	778**	1577**	21**
Erreur	8	41,12	265,8	1,01	1,28	15,2	0,48	16,29	62,1	1,47

** معنوي عند 1% ، * معنوي عند 5% ، ns ليس معنوي. TCV: درجة حرارة الغطاء النباتي (م°)، RDT: المردود الحي (غ/م²خطي)، RDT_{ec}: المردود الإقتصادي (القش) (غ/م²خطي)، TRE: المحتوى المائي النسبي (%) ، SF: المساحة الورقية (سم²)، PREC: التبكير في الإنبال بالأيام ، DSI: مؤشر المقاومة للإجهاد المائي (%)، HT: طول النبات (سم) ، NE: عدد السنابل في المتر/خطي.

1.3. إستجابة أفراد الجيل السادس F6 للإنتخاب المتأخر المباشر والغير مباشر

من المهم متابعة ومعرفة سلوك الأجيال المتأخرة في برامج تربية النبات لعزل الصفات المرغوبة، خصوصا في المناطق شبه الجافة شديدة التقلبات المناخية من سنة لأخرى (Adjabi et al., 2014; Benmahammed, 2005). إستجابة الأنماط الوراثية للقمح الصلب عند الجيل F6 المختارة بالإنتخاب المتأخر المباشر عند F5 للمردود الحي كانت فوق متوسط العشيرة حيث لوحظت زيادة معنوية هامة للمردود الحي والإقتصادي بـ 49,4 و 58,9 غ/م²خطي على الترتيب، وبالمقارنة مع متوسط الآباء كانت الإستجابة أيضا إيجابية بزيادة 44,0 و 66,4 غ/م²خطي (جدول III.29). الإستجابة للإنتخاب المباشر على أساس الغلة الحبية إنعكس بزيادة عدد السنابل معنويا (10 سنابل/م²خطي). هذه النتائج تبين وجود علاقة إرتباط إيجابية بين هاته الصفات الثلاث، وتشير بأنه يمكن الإنتخاب لإحدى هذه الصفات دون الأخرى، ويؤكد هذا الإستنتاج ظهور نفس نتائج الإستجابة المسجلة سابقا فبالإنتخاب على أساس المردود الإقتصادي وعدد السنابل، كلاهما أثر بزيادة معتبرة للمردود الحي والإقتصادي للخطوط المنتخبة عند F5 (جدول III.29، شكل III.35). ومن بين هاته الصفات الثلاث نجد أن صفة عدد السنابل كانت الأكثر تأثيرا في الزيادة من الغلة الحبية مقارنة بالصفتان الأخرتان بفارق +16,9 غ/م²خطي عن صفة الإنتخاب للمردود الحي نفسه. وبرتبطها مع الصفات الأخرى نجد أنها لم ترتبط مع أي متغير

بالأخص الصفات المتعلقة بالمقاومة بإستثناء زيادة طول النبات بـ 11.4 سم بالإنتخاب على أساس المردود الإقتصادي (جدول III.29).

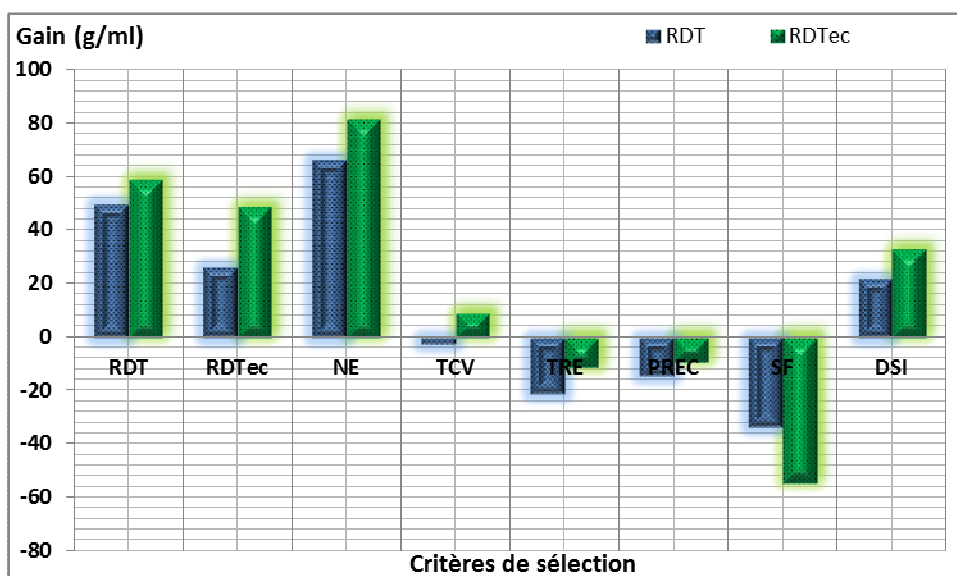
جدول III.29: إستجابة خطوط F6 المنتخبة عند F5 بالإنتخاب المباشر وغير المباشر للصفات المقاسة.

		Population F6									
		RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV	
select direct sur RDT	μ_{F6}	149,1	254,5	71,9	17,7	57,1	130,9	80,8	111,6	22,2	
	μ_{Par}	154,6	246,9	73,3	16,4	57,1	131,9	73,1	110,2	23,0	
	μ'	198,6	313,3	72,8	14,9	55,4	131,0	83,8	121,6	21,8	
	R_S	49,4	58,9	0,9	-2,8	-1,7	0,1	3,0	10,0	-0,4	
	Gain/ X_{Par}	44,0	66,4	-0,5	-1,6	-1,7	-0,9	10,7	11,4	-1,2	
	Ppds _{5%}	25,3	36,6	3,83	1,61	8,79	0,9	9,71	19,19	1,7	
indirect via RDTec	μ'	175,4	303,0	72,8	18,2	54,8	131,4	92,2	132,4	23,1	
	R_S	26,3	48,5	0,9	0,5	-2,4	0,5	11,4	20,8	0,9	
	Gain/ X_{Par}	20,8	56,0	-0,5	1,8	-2,4	-0,5	19,1	22,2	0,1	
indirect via NE	μ'	215,4	335,8	72,4	17,1	51,8	130,8	77,7	127,6	21,3	
	R_S	66,3	81,4	0,5	-0,6	-5,3	-0,1	-3,1	16,0	-0,9	
	Gain/ X_{Par}	60,8	88,9	-0,9	0,7	-5,3	-1,1	4,6	17,4	-1,7	
indirect via TCV	μ'	146,6	263,2	73,2	18,9	45,1	131,2	87,4	121,6	22,3	
	R_S	-2,5	8,7	1,3	1,2	-12,0	0,3	6,6	10,0	0,1	
	Gain/ X_{Par}	-8,0	16,3	-0,1	2,5	-12,0	-0,7	14,3	11,4	-0,7	
indirect via TRE	μ'	127,9	243,1	70,1	18,5	57,9	132,2	93,1	108,8	24,4	
	R_S	-21,3	-11,3	-1,8	0,8	0,8	1,3	12,3	-2,8	2,2	
	Gain/ X_{Par}	-26,8	-3,8	-3,2	2,0	0,8	0,3	20,0	-1,4	1,4	
indirect via PREC	μ'	134,7	245,3	70,1	15,6	53,9	130,2	97,5	116,8	24,4	
	R_S	-14,5	-9,1	-1,8	-2,1	-3,2	-0,7	16,7	5,2	2,2	
	Gain/ X_{Par}	-20,0	-1,6	-3,2	-0,9	-3,2	-1,7	24,4	6,6	1,4	
indirect via SF	μ'	115,5	200,1	68,6	17,4	56,8	129,8	80,4	92,4	21,0	
	R_S	-33,6	-54,3	-3,3	-0,3	-0,3	-1,1	-0,4	-19,2	-1,2	
	Gain/ X_{Par}	-39,1	-46,8	-4,7	0,9	-0,3	-2,1	7,3	-17,8	-2,0	
indirect via DSI	μ'	170,8	287,1	72,4	16,5	46,2	130,8	92,1	128,4	22,5	
	R_S	21,7	32,7	0,5	-1,2	-10,9	-0,1	11,3	16,8	0,3	
	Gain/ X_{Par}	16,2	40,2	-0,9	0,1	-10,9	-1,1	19,0	18,2	-0,5	

R_S : الإستجابة للإنتخاب ، μ_{Par} : متوسط الآباء، μ' : متوسط الخطوط المنتخبة، Gain/ X_{Par} : الربح مقارنة بالآباء. TCV: درجة حرارة الغطاء النباتي (م°)، RDT: المردود الحي (غ/م خطي)، RDTec: المردود الإقتصادي (القش) (غ/م خطي)، TRE: المحتوى المائي النسبي (%)، SF: المساحة الورقية (سم²)، PREC: التبكير في الإنبال بالأيام، DSI: مؤشر المقاومة للإجهاد المائي (%)، HT: طول النبات (سم)، NE: عدد السنابل في المتر/خطي.

هذه النتائج تتوافق ونتائج Laala et al., (2009) حيث تبين أن صفات المردود الحي والكتلة الحيوية وعدد السنابل بتطبيقها في عملية الانتخاب لتحسين المردود الحي عند القمح الصلب تعطي أحسن النتائج مقارنة بالصفات الأخرى كطول النبات وتكبير الإسبال.

بملاحظة الشكل (III.35) إستجابة الخطوط المنتخبة لم تحقق الزيادة المرجوة للمردود الحي والإقتصادي بالنسبة للصفات المتعلقة بالمقاومة (TCV، TRE، PREC، SF)، بل تراجعاً خاصة عند الخطوط المنتخبة للمساحة الورقية أين كان التراجع معنوي بـ 33,6 غ/م^{خطي} (جدول III.29). ويرجع هذا لغياب الارتباط بين الأجيال لهذه الصفات مع المردود الحي والإقتصادي، حيث قدر معامل الارتباط بين الجيلين F6/F5 للمردود الحي مع كل من، درجة حرارة الغطاء النباتي ($r=-0.036$)، المحتوى المائي النسبي ($r=-0.095$)، تكبير الإسبال ($r=-0.006$)، والمساحة الورقية ($r=-0.222$) (جدول III.31). هذا يتوافق ونتائج Adjabi et al., (2014) حيث أشاروا إلى عدم وجود إرتباط بين الأجيال عند أصناف من القمح الصلب نتيجة تأثير العوامل البيئية بالمناطق الشبه الجافة.

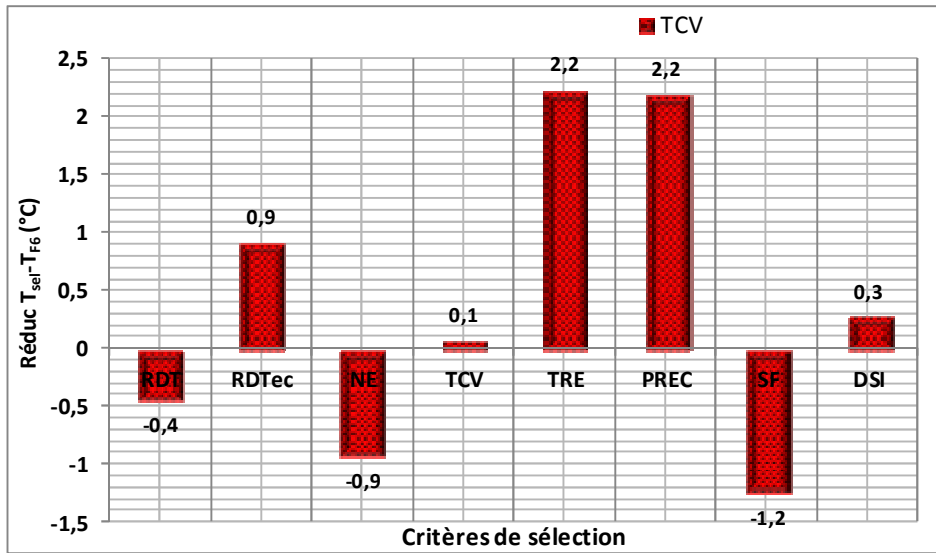


شكل III.35: إستجابة أجيال F6 للمردود الحي (RDT) والمردود الإقتصادي (RDTec)، تحت تأثير الانتخاب المباشر والغير مباشر للجزء المنتخب (i) من الجيل الخامس F5 (05 lignées par groupe = 30% = i).

الإستجابة للمردود الحي والإقتصادي عند صفة مؤشر المقاومة للإجهاد المائي كانت إيجابية، حيث تحققت زيادة لكل منهما بـ 21,7 و 32,7 غ/م^{خطي} (جدول III.29)، هذه الزيادة تزامنت مع

زيادة كل من طول النبات بـ 11,3 سم وعدد السنابل بـ 16,8 سنبل، وأيضا إستجابة الخطوط المنتخبة لمؤشر المقاومة للإجهاد المائي عند الجيل الخامس كانت إيجابية عند الجيل السادس فقد تناقص الـ DSI معنويا بـ 10,9% ، ويؤكد هذا معامل الارتباط لهاته الصفة بين الجيلين الخامس والسادس F6/F5 حيث ظهرت العلاقة سلبية ($r=-0.242$) (جدول III.31).

بالإنتخاب على أساس صفة درجة حرارة الغطاء النباتي إستجابة الخطوط المتابعة عند الجيل السادس التي تم إنتخابها عند الجيل الخامس لم تحافظ على تفوقها لصفة درجة حرارة الغطاء النباتي (شكل III.36)، ويظهر ذلك من خلال معامل الارتباط بين F6/F5 الذي ظهر ضعيف للغاية ($r=-0.037$) (جدول III.30)، يرجع ذلك لتأثير البيئة الشبه الجافة التي تتحكم في سلوك الأنماط الوراثية من موسم لآخر. هذا يتوافق مع نتائج Bouzerzour and Benmahammed, (2009) حيث وجدوا عند أصناف من القمح الصلب أن البيئة في المناطق الشبه الجافة تؤثر على تأقلم وإنتاج الأصناف خصوصا ناحية الوظائف الفيزيولوجية كالتحكم في درجة حرارة الغطاء النباتي والتي تتغير ردة فعل الأصناف لها من موسم لآخر حسب الظروف المناخية.



شكل III.36: إستجابة أجيال F6 لدرجة حرارة الغطاء النباتي (TCV)، تحت تأثير الإنتخاب المباشر والغير مباشر للجزء المنتخب (i) من الجيل الخامس F5 (i = 30% = 05 lignées par groupe).

جدول III.30: الإرتباطات المظهرية لكل متغير عبر الأجيال F5، F6، F7 (Inter génération).

		F5	F6	F7			F5	F6	F7
		<i>RDT</i>	<i>RDT</i>	<i>RDT</i>			<i>DSI</i>	<i>DSI</i>	<i>DSI</i>
F5	RDT	1,000			DSI		1,000		
F6	RDT	0,368	1,000		DSI		0,508	1,000	
F7	RDT	0,440	0,659	1,000	DSI		0,300	0,061	1,000
		<i>RDTEc</i>	<i>RDTEc</i>	<i>RDTEc</i>			<i>PREC</i>	<i>PREC</i>	<i>PREC</i>
F5	RDTEc	1,000			PREC		1,000		
F6	RDTEc	0,316	1,000		PREC		0,409	1,000	
F7	RDTEc	0,407	0,561	1,000	PREC		0,218	0,640	1,000
		<i>TRE</i>	<i>TRE</i>	<i>TRE</i>			<i>HT</i>	<i>HT</i>	<i>HT</i>
F5	TRE	1,000			HT		1,000		
F6	TRE	-0,056	1,000		HT		0,871	1,000	
F7	TRE	-0,148	0,046	1,000	HT		0,644	0,723	1,000
		<i>SF</i>	<i>SF</i>	<i>SF</i>			<i>NE</i>	<i>NE</i>	<i>NE</i>
F5	SF	1,000			NE		1,000		
F6	SF	-0,038	1,000		NE		0,239	1,000	
F7	SF	-0,135	0,288	1,000	NE		0,430	0,191	1,000
		<i>TCV</i>	<i>TCV</i>	<i>TCV</i>					
F5	TCV	1,000							
F6	TCV	-0,037	1,000						
F7	TCV	0,032	0,009	1,000					

$$r_{5\%} = 0,2942 \quad n-2 = 43$$

جدول III.31: الإرتباطات المظهرية بين المتغيرات عبر الأجيال F5، F6، F7 (Inter génération).

		F5	F6	F7			F5	F6	F7
		<i>RDT</i>	<i>RDT</i>	<i>RDT</i>			<i>RDT</i>	<i>RDT</i>	<i>RDT</i>
F5	RDTEc	0,971	0,309	0,389	PREC		0,012	-0,006	-0,026
F6	RDTEc	0,357	0,951	0,650	PREC		-0,001	-0,169	-0,017
F7	RDTEc	0,454	0,563	0,909	PREC		0,113	-0,437	-0,281
F5	TRE	0,401	-0,095	-0,136	HT		0,187	-0,258	0,005
F6	TRE	-0,171	0,189	-0,048	HT		0,222	-0,172	0,032
F7	TRE	0,193	0,311	0,470	HT		0,138	-0,102	0,037
F5	SF	0,029	-0,222	-0,366	NE		0,473	0,418	0,429
F6	SF	-0,138	0,007	-0,151	NE		0,183	0,474	0,254
F7	SF	-0,168	0,250	0,301	NE		0,207	0,461	0,649
F5	DSI	-0,375	-0,242	-0,365	TCV		-0,520	-0,036	-0,120
F6	DSI	-0,240	-0,178	-0,245	TCV		0,055	-0,518	-0,138
F7	DSI	-0,256	0,024	-0,255	TCV		-0,253	-0,237	-0,538

$$r_{5\%} = 0,2942 \quad n-2 = 43$$

1.2.3. إستجابة أفراد الجيل السابع F7 للإنتخاب المتأخر المباشر

في مجال الإنتخاب و التحسين عند الحبوب ينصح (Benmahammed et al., (2010) ; Benmahammed, (2005) بإتباع طريقة الإنتخاب المتأخر سواء كان مباشرا أو غير مباشر وذلك كون الإنتخاب المبكر (المباشر والغير مباشر) يظهر قليل الفعالية، بسبب تأثيرات تفاعل النمط الوراثي مع البيئة الذي يلغي أي تقدم وراثي. في هذه الدراسة الإنتخاب المتأخر المباشر على أساس المردود الحي أظهر إستجابة الخطوط المنتخبة بزيادة المردود الحي والإقتصادي عن متوسط العشييرة F7 على الترتيب بـ 35,1 و 33,3 غ/م^{خطي} (جدول III.32). الإنتخاب المتأخر المباشر أدى إلى تحسين المقاومة ضد الإجهاد المائي بإنخفاض مؤشر الحساسية للإجهاد المائي معنويا بـ 13,2% ، وأيضا تم تسجيل إنخفاض غير معنوي في درجة حرارة الغطاء النباتي لكنه مهم بـ 1,4°م. من بين المتغيرات المرتبطة بالمردود، تم تسجيل زيادة في عدد السنابل بـ 15,8 سنبل ، وفي طول النبات بـ 10,1 سم، أما المساحة الورقية والمحتوى المائي النسبي وتبكير الإسبال فلم تتأثر بالإنتخاب المتأخر على أساس المردود الحي (جدول III.32).

2.2.3. إستجابة أفراد الجيل السابع للإنتخاب المتأخر الغير مباشر

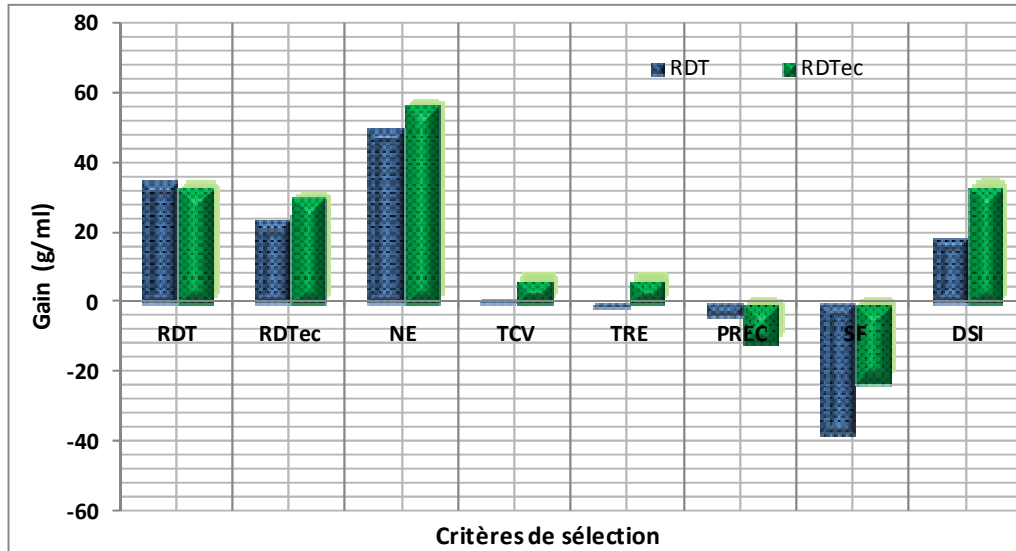
بالإنتخاب المتأخر الغير مباشر المطبق على الجيل الخامس F5 تتحسن كثيرا الخطوط المنتخبة ناحية بعض المتغيرات المقاسة، على غرار زيادة المردود الحي والإقتصادي بالإنتخاب على أساس المردود الإقتصادي بـ 23,7 و 30,5 غ/م^{خطي}، وبالإنتخاب على أساس عدد السنابل بـ 49,9 و 57,0 سنبل (جدول III.32)، هذه النتائج تتوافق ونتائج (Laala, (2010) حيث وجدت في دراسة على ثلاث عشائر من القمح الصلب أن الإستجابة للإنتخاب كانت أحسن لدى صفتنا المردود القشي وعدد السنابل بالإضافة إلى المردود الحي نفسه. بالإضافة إلى الريح في المردود الحي عند الإنتخاب على أساس المردود الإقتصادي وعدد السنابل تستجيب الخطوط المنتخبة بزيادة عدد السنابل عند كلا الصفتين بـ 10,2 و 15,0 سنبل/م^{خطي}، وزيادة المحتوى المائي النسبي بالمقارنة مع متوسط الآباء (Gain/X_{Par}) بـ 6,8 و 7,7% على الترتيب (جدول III.32).

بالإنتخاب الغير مباشر لدرجة حرارة الغطاء النباتي إستجابة الخطوط المنتخبة لهذه الصفة أظهرت نفس الإستجابة السابقة عند الجيل السادس (شكل III.38)، بحيث لم تنخفض مقارنة بمتوسط

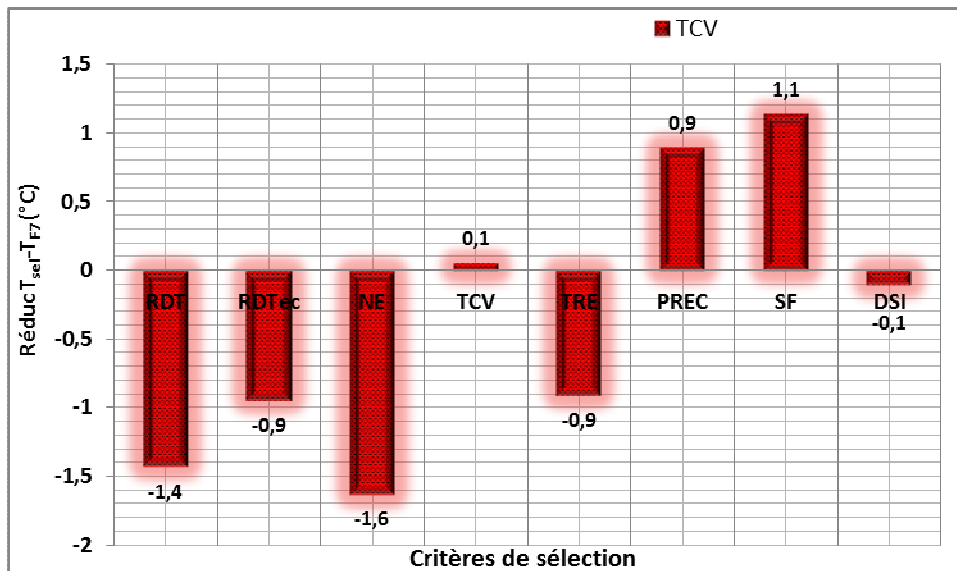
العشيرة وبمتوسط الآباء (جدول III.32)، وهذا راجع لغياب الارتباط لهذه الصفة عبر الأجيال ($F_{(F5/F7)} = 0.032$) نتيجة تأثير التفاعل "نمط وراثي x بيئة" (جدول III.30)، كما لم تستجب الخطوط بالزيادة للمردود الحبي عند الجيل السابع بالرغم من أنه كان مرتفع معنويا عند الجيل الخامس لنفس هذه الخطوط (جدول III.32، شكل III.37)، هذا راجع أيضا لتأثير البيئة الشبه الجافة بحيث عند الإنتخاب لدرجة حرارة الغطاء النباتي عند الجيل الخامس ظهرت علاقة ارتباط معنوية سلبية بين المردود الحبي ودرجة حرارة الغطاء النباتي ونتيجة تأثير الظروف البيئية المتقلبة من موسم لأخر لم تظهر هذه العلاقة عند الجيل السابع ($r = -0.120$) (جدول III.31). هذه النتيجة توافق نتائج Adjabi et al., (2014) حيث أثبت تأثير البيئة والمناخ على إنتاج أصناف من القمح الصلب حيث كان إنتاجها متغيرا ومتباينا من موسم زراعي لأخر. الملفت عند الإنتخاب لدرجة حرارة الغطاء النباتي هو أن مؤشر الحساسية للإجهاد المائي (DSI) إنخفض معنويا بـ 11,3% (جدول III.32)، هذا يفتح المجال أمام إمكانية إستنباط خطوط مقاومة للإجهادات اللاحيوية، يمكن تهجينها مستقبلا مع خطوط ذات إنتاجية حبية عالية للجمع بين صفات المقاومة والإنتاجية كما ينصح Bouzerzour and Benmahammed, (2009) نظرا لخصوصية مناخ المناطق الشبه الجافة.

من بين الصفات (المحتوى المائي النسبي، تكبير الإسبال، مؤشر المقاومة للإجهاد المائي، والمساحة الورقية) صفة مؤشر المقاومة للإجهاد المائي فقط التي أثرت بزيادة المردود الحبي والإقتصادي عند الجيل السابع وسجلت الزيادة على الترتيب بـ 19,1 و 33,7 غ/م^{خطي} (جدول III.32). بالإنتخاب على أساس المساحة الورقية الإستجابة كانت بإنخفاض كل من المردود الحبي (-36,9 غ)، المردود الإقتصادي (-22,4 غ)، المحتوى المائي النسبي (-2,2%)، طول النبات (-7,7 سم)، وعدد السنابل (-18,2 سنبل). هذا يوضح عدم جدوى الإنتخاب للمساحة الورقية الكبيرة في المناطق الشبه الجافة، أين مساحة الأوراق الكبيرة إذا تزامنت مع الجفاف فإنها تؤدي إلى إختلالات عميقة في مورفولوجيا وفيزيولوجيا النبات ما يؤدي بتناقص المردود الحبي (Benmahammed et al., 2008; Sadeghzadeh and Alizadeh, 2005). وفي هذه الدراسة صفة المساحة الورقية الكبيرة رفقة تكبير الإسبال والمحتوى المائي النسبي كانت الأكثر تأثرا بالتفاعل (نمط وراثي x بيئة) بحيث الإنتخاب لها لم يحقق تحسن في أغلب الصفات المدروسة عندها، هذا تثبته علاقة الارتباط لهاته الصفات مع المردود الحبي بين الجيلين

الخامس والسابع الموضحة في جدول (31.III)، حيث كان معامل الارتباط غير معنوي ($r = -0.026$) بين RDT/PREC ، و ($r = -0.136$) بين RDT/TRE .



شكل III.37: إستجابة أجيال الF7 للمردود الحبي (RDT) والمردود الإقتصادي (RDTEC)، تحت تأثير الانتخاب المباشر وغير مباشر للجزء المنتخب (i) من الجيل الخامس F5 (i = 30% = 05 lignées par groupe).



شكل III.38: إستجابة أجيال الF7 لدرجة حرارة الغطاء النباتي (TCV)، تحت تأثير الانتخاب المباشر وغير مباشر للجزء المنتخب (i) من الجيل الخامس F5 (i = 30% = 05 lignées par groupe).

جدول III.32: إستجابة خطوط F7 المنتخبة عند F5 بالإنتخاب المباشر وغير المباشر للصفات المقاسة.

		Population F7								
		RDT	RDTec	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
select direct sur RDT	μ_{F7}	158,2	259,2	79,2	19,0	53,9	128,3	90,3	119,4	23,3
	μ_{Par}	154,6	246,9	73,3	16,4	57,1	131,9	73,1	110,2	23,0
	μ'	193,3	292,6	80,4	18,2	40,7	128,0	100,4	135,2	21,8
	R_S	35,1	33,3	1,2	-0,8	-13,2	-0,3	10,1	15,8	-1,4
	Gain/ X_{Par}	38,7	45,6	7,1	1,8	-16,4	-3,9	27,3	25,0	-1,2
	Ppds _{5%}	25,28	36,65	3,83	1,61	8,79	0,9	9,71	19,19	1,7
indirect via RDTec	μ'	181,9	289,7	80,1	18,8	40,4	130,6	96,4	129,6	22,3
	R_S	23,7	30,5	0,9	-0,2	-13,5	2,3	6,1	10,2	-0,9
	Gain/ X_{Par}	27,3	42,8	6,8	2,4	-16,7	-1,3	23,3	19,4	-0,7
indirect via NE	μ'	208,2	316,2	81,1	20,0	51,7	127,6	95,0	134,4	21,6
	R_S	49,9	57,0	1,9	1,0	-2,2	-0,7	4,7	15,0	-1,6
	Gain/ X_{Par}	53,5	69,3	7,7	3,5	-5,4	-4,3	21,9	24,2	-1,4
indirect via TCV	μ'	159,6	266,4	78,4	18,4	42,7	131,8	95,4	114,4	23,3
	R_S	1,4	7,1	-0,8	-0,6	-11,3	3,5	5,1	-5,0	0,1
	Gain/ X_{Par}	5,0	19,4	5,0	1,9	-14,5	-0,1	22,3	4,2	0,3
indirect via TRE	μ'	157,1	266,4	79,1	18,3	47,5	133,0	90,4	108,0	22,4
	R_S	-1,2	7,1	-0,1	-0,7	-6,4	4,7	0,1	-11,4	-0,9
	Gain/ X_{Par}	2,4	19,5	5,8	1,9	-9,7	1,1	17,3	-2,2	-0,6
indirect via PREC	μ'	154,4	248,1	80,7	16,5	41,1	129,2	108,6	101,2	24,2
	R_S	-3,9	-11,1	1,5	-2,5	-12,8	0,9	18,3	-18,2	0,9
	Gain/ X_{Par}	-0,3	1,2	7,4	0,1	-16,0	-2,7	35,5	-9,0	1,2
indirect via SF	μ'	121,3	236,8	77,0	18,4	54,5	127,8	82,6	101,2	24,4
	R_S	-36,9	-22,4	-2,2	-0,7	0,6	-0,5	-7,7	-18,2	1,1
	Gain/ X_{Par}	-33,3	-10,1	3,6	1,9	-2,6	-4,1	9,5	-9,0	1,4
indirect via DSI	μ'	177,3	293,0	80,6	18,0	41,8	128,6	109,2	114,0	23,2
	R_S	19,1	33,7	1,4	-1,0	-12,1	0,3	18,9	-5,4	-0,1
	Gain/ X_{Par}	22,7	46,1	7,3	1,6	-15,3	-3,3	36,1	3,8	0,2

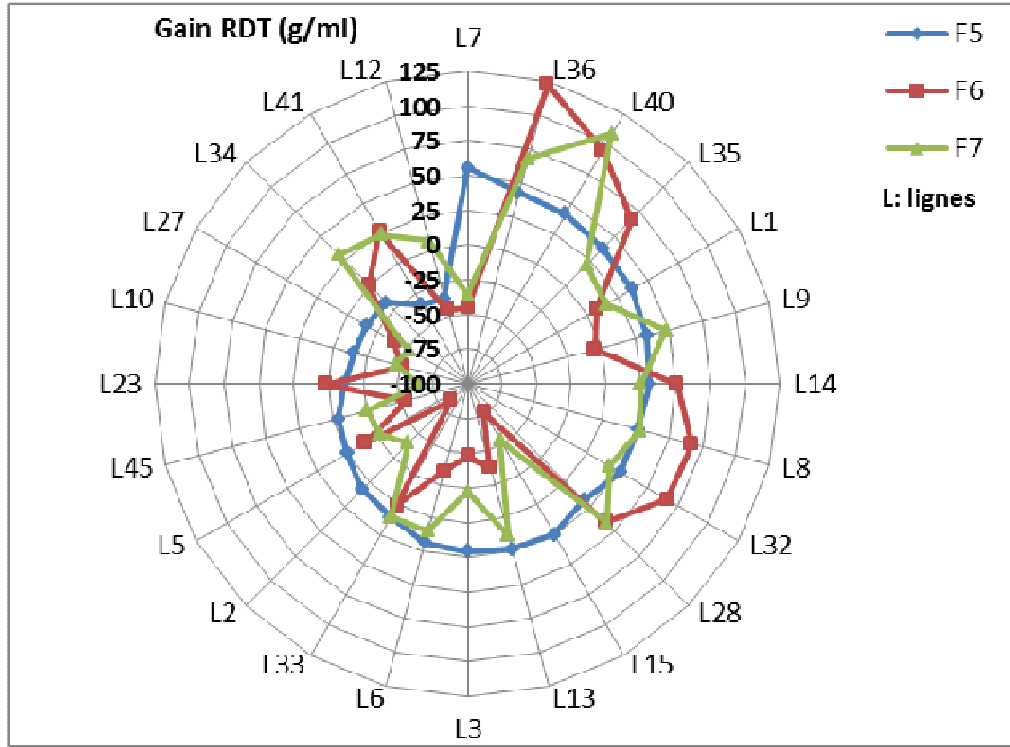
R_S : الإستجابة للإنتخاب ، μ_{Par} : متوسط الآباء ، μ' : متوسط الخطوط المنتخبة ، Gain/ X_{Par} : الربح مقارنة بالآباء. TCV: درجة حرارة الغطاء النباتي (م°)، RDT: المردود الحي (غ/م^{خطي}) ، RDTec: المردود الإقتصادي (القش) (غ/م^{خطي}) ، TRE: المحتوى المائي النسبي (%) ، SF: المساحة الورقية (سم²) ، PREC: التبخير في الإسيال بالأيام ، DSI: مؤشر المقاومة للإجهاد المائي (%) ، HT: طول النبات (سم) ، NE: عدد السنايل في المتر/خطي .

بمتابعة الإستجابة للإنتخاب المباشر عند كل صفة مدروسة ومتابعة الإرتباط الخاص بها عبر الأجيال F5 ، F6 ، F7 نجد أن المردود الحي للجيل الخامس يرتبط مع المردود الحي للجيل السادس (F6/F5) (r= 0.368) ويرتبط مع المردود الحي للجيل السابع (F7/F5) (r= 0.440) وأيضا المردود للجيل السادس يرتبط مع المردود للجيل السابع (F7/F6) (r= 0.659) (جدول III.30)، ونفس هذه الملاحظة

سجلت بالنسبة لكل من المردود الإقتصادي وطول النبات حيث كل صفة ترتبط مع نفسها عبر مختلف الأجيال، هذا يبين عدم تأثير هاته الصفات بالتفاعل (نمط وراثي x بيئة)، وأن درجة الارتباط القوية بينها لا تتغير من موسم زراعي لآخر، ووجدت هذه النتائج في أعمال Benmahammed et al., (2004) حيث وجد أن المردود الحي يرتبط مع نفسه من جيل لآخر في دراسة طبقت على ثلاث عشائر من الشعير.

ووجد أن بعض الصفات يظهر الارتباط لها بين أجيال دون الأخرى، كما لوحظ لصفة عدد السنابل إذ وجد ارتباط معنوي إيجابي لعدد السنابل بين الجيلين الخامس والسابع (F7/F5) ($r= 0.430$) وغاب الارتباط لها بين الجيلين F6/F5 ($r= 0.239$) و F7/F6 ($r= 0.191$)، ونفس الملاحظة كانت عند صفتي تبكير الإنبال ومؤشر الحساسية للإجهاد المائي (جدول III.30). من جهة أخرى نجد أن بعض الصفات لم ترتبط مع نفسها بين الأجيال على غرار كل من المحتوى المائي النسبي، المساحة الورقية، ودرجة حرارة الغطاء النباتي (جدول III.30).

الإنتخاب المتأخر سواء كان مباشر أو غير مباشر عند الجيل الخامس F5، وبمتابعة الإستجابة عند الجيل السادس والسابع (F6،F7)، أظهر وجود خطوط مهمة جدا في عملية الإنتخاب داخل الجيل الخامس تفوقت في الغلة الحبية على متوسط العشيرة وحافظت على إنتاجها المرتفع عبر مختلف مواسم الزرع وهي الخطوط L1، L8، L14، L28، L32، L35، L36، و L40، سجلت أكبر زيادة في المردود الحي بينها عند الخط رقم L36 في الجيل السادس بـ 122,9 غ عن متوسط العشيرة، وأقلها عند الخط L2 بـ 48,1 غ عن متوسط العشيرة (شكل III.39). يظهر الجدول (III.22) أن جميع هذه الخطوط المتفوقة تم إنتخابها على أساس الصفات المتعلقة بالإنتاجية (المردود الحي، المردود الإقتصادي، وعدد السنابل). هذا يظهر قوة الارتباط بين هذه الصفات بالإنتاجية الحبية وأنها توفر نفس المعلومات في برامج الإنتخاب، وهي توافق ما إستنتجه Benmahammed, (2005) في دراسة على ثلاث عشائر من الشعير إنتخبت تحت الظروف الشبه الجافة، ومع نتائج Mazouz, (2006) و Belkharouché et al., (2009) أين ينصحون أيضا بالإنتخاب لهاته الصفات كونها تعمل على زيادة الغلة الحبية من القمح الصلب في المناطق الشبه الجافة.



شكل III.39: الربح في المردود الحبي بالانتخاب المباشر للمردود الحبي العالي للخطوط عبر الأجيال F5، F6، F7. (n =24 lignées (L) par groupe)

يبين كل من الجدول (III.22) و الشكل (III.39) أن الخطوط المنتخبة على أساس المقاومة لم تحقق أي تقدم في المردود الحبي عبر الأجيال بإستثناء الخط L8 المنتخب على أساس درجة حرارة الغطاء النباتي ومؤشر المقاومة للإجهاد المائي الذي أبان عن إستجابة جيدة جدا ناحية المردود الحبي إذ لم ينخفض مردوده الحبي عن متوسط العشيرة عبر كل الأجيال، والخط L33 المنتخب على أساس المساحة الورقية الكبيرة والذي أظهر نفس الإستجابة مع الخط L8. بروز خط واحد فقط (L8) من بين عدد كبير من الخطوط المنتخبة على أساس مختلف صفات المقاومة وبدرجة أقل (L33) يبين مدى صعوبة الانتخاب ناحية تحسين المقاومة والإنتاجية معا في المناطق الشبه الجافة (Benmahammed, 2005)، فقد وجد (Mekhlouf, 1998) أن الانتخاب من أجل المقاومة يؤدي إلى إنخفاض المردود في الظروف الصعبة. غير أنه كانت هناك بعض الخطوط التي إنتخبت على أساس الإنتاجية وظهرت في

بعض صفات المقاومة عند الإنتخاب لها، كالحطين L1 و L7 الذين جمعا عدد كبير من صفات الإنتخاب (جدول III.22).

هذه النتائج تبين مدى أهمية تطبيق الإنتخاب المتأخر في برامج تربية النبات كون التفاعل (نمط وراثي x بيئة) يقل مما يفسح المجال أمام التقدم الوراثي (Ahmed et al., 2014; Benmahammed, 2005). يمكن عزل هذه الخطوط مستقبلا ومتابعتها لدراسة سلوكها أكثر في الظروف المناخية الشبه جافة التي تميز مناطقنا، لإستنباط بعض الأنماط الوراثية عالية الإنتاجية والمقاومة للإجهادات الاحيوية في آن واحد.

4. دراسة الإرتباطات بين المتغيرات المدروسة

إن التشخيص الدقيق والانتخاب للنباتات المتفوقة بالمرود يعد أحد العوامل المحددة لنجاح عملية استنباط الأصناف عالية الإنتاج، لذلك يعتمد مربوا النبات عند إجراء الانتخاب على نوعين من المؤشرات، هما: المباشرة وتشمل التوريث (Ahmed et al., 2014)، وغير المباشرة وتشمل الارتباط الذي يقدم العديد من الميزات (Pleijel et al., 2014; AL-Assaf et al., 2012; Grafius, 1961)، فهو مؤشر مهم يعكس مدى استجابة الصفات المختلفة للإنتخاب، كما يساعد المربي على إختيار الصفات المهمة التي يمكن أن يعمل عليها، ويزيد من كفاءة الإنتخاب للصفة الواحدة مما يوفر الإمكانية لتحسين أكثر من صفة بآن واحد (Yanti and Liu, 2005). تعد غلة المحصول صفة كمية معقدة تخضع لتأثير عدة عوامل منها ما هو وراثي ومنها ما هو بيئي (Ranjan et al., 2006)، لذا فإن الإنتخاب غير المباشر للصفات المرتبطة بها والأقل تعقيدا في توريثها والأسهل في قياسها وملاحظتها سيكون استراتيجية فعالة لزيادة الغلة (Chaudhary and Sharma, 2003). يلخص الجدول (III.33) علاقات الإرتباط بين مختلف الصفات النباتية المدروسة حيث ظهرت نتائج مهمة من شأنها إعطاء معلومات أكثر حول الإنتخاب المتأخر للرفع من المرود الحبي والمقاومة تحت الظروف شبه الجافة.

دراسة الإرتباط تشير إلى وجود علاقة معنوية وثيقة بين المرود الحبي وكل من المرود الإقتصادي وعدد السنابل ظهرت عند جميع الأجيال الثلاثة، وأخذ معامل الإرتباط قيم مرتفعة بين المرود الحبي والإقتصادي قدرت ب $r=0.971$ عند F5، وب $r=0.951$ عند F6، و ب $r=0.909$ عند F7 (جدول III.33، شكل III.40). أما بين المرود الحبي وعدد السنابل فقد إنحصرت قيم معامل الإرتباط (r) بين 0,473 و

0,649 (جدول III.33). هذه النتائج توافق النتائج المحصل عليها من طرف كل من Zeeshan et al., (2014) و Karki, et al., 2014 حيث وجدوا علاقات إرتباط معنوية إيجابية بين المردود الحبي والمردود الإقتصادي وعدد السنابل في دراسة على أصناف من القمح الصلب. هذه النتائج تشير إلى أن صفتا المردود الإقتصادي وعدد السنابل في مساحة معينة تعدان من أهم مكونات الغلة (المردود الحبي) نتيجة تأثيرهما المباشر في الإنتاجية خلافا للصفات الأخرى، مما يشير إلى إمكانية تحسين صفة غلة الحبوب من خلال الإلتخاب للصفتين المذكورتين. أيضا المردود الإقتصادي إرتبط بعلاقة معنوية إيجابية مع عدد السنابل عند الأجيال الثلاث وتراوحت قيم معامل الإرتباط (r) بين 0,483 و 0,666 (جدول III.33)، هذه النتيجة تتوافق ونتائج Karki, et al., (2014) و Fellahi, (2013) في إيجادهم علاقة إرتباط معنوية بين المردود الإقتصادي وعدد السنابل. هذه العلاقة الإرتباطية المميزة بين الغلة الحبية والمردود الإقتصادي وعدد السنابل، تمكننا من إقتراح صفتي الكتلة الحيوية وعدد السنابل لأن تستخدم كمتغير إنتخابي سريع ومبكر لغزلة تراكيب وراثية مرغوب فيها من القمح مرتفعة الغلة الحبية. هذه النتيجة تتماشى مع ما توصل إليه (Bouzerzour et al., (1998); Mazouz, (2006); Belkharouch et al., (2009); Benmahammed et al., (2008); الصفتين يعمل على زيادة الغلة الحبية من القمح في المناطق الشبه الجافة.

من المعروف أن طول النبات تعد من الصفات الهامة التي تساهم في زيادة المردود (Haddad, 2010) ووجدت علاقات إرتباط معنوية بينها وبين المردود الحبي عند القمح الصلب (Zhang et al., 2014; Adjabi, 2011)، إلا أنه في دراستنا هذه لم تظهر علاقة إرتباط معنوي بين هاتين الصفتين عند جميع الأجيال، عدم ظهور هذه العلاقة وجد أيضا في أعمال (Mazouz, 2006) في دراسة على أصناف من القمح الصلب، و (Benmahammed, 2005) في دراسة على الشعير.

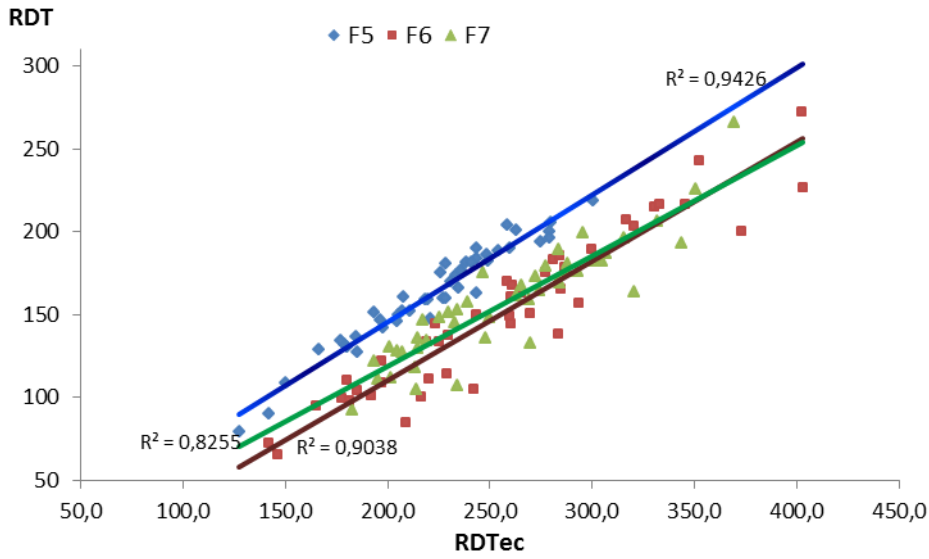
الإرتباط بين المردود الحبي ومؤشر المقاومة للإجهاد المائي ظهر متذبذب فقد إرتبطا بعلاقة معنوية سلبية عند الجيل الخامس ($r=-0.375$)، ولم يظهر الإرتباط بينهما عند الجيلين السادس والسابع. نفس الملاحظة وجدت بين المردود الحبي والمساحة الورقية وبين المردود الحبي والمحتوى المائي النسبي، حيث ظهرت علاقات إرتباط بين متغيرين في أجيال دون أخرى (جدول III.33)، هذا يرجع إلى التفاعل (نمط وراثي x بيئة) والذي يؤثر بشكل كبير جدا في المناطق الشبه الجافة على إنتاجية وسلوك الأصناف المزروعة والمحاصيل ويصعب كثيرا من عمل الباحثين ومربي النبات في جمع المعلومات

اللازمة حول الأنماط الوراثية والأصناف لإنجاح برامج الانتخاب، وهذا يظهر في أعمال (2005) Benmahammed، و (2008) Mekhlouf، و (2014) Adjabi et al. في دراسات على القمح الصلب والشعير عبر عدة مواسم زراعية في المناطق الشبه الجافة أن إنتاج الأصناف يتغير من موسم زراعي لآخر وأن ظروف هذه المناطق تؤثر وتحد بشكل كبير من عمل مربي النبات في عملية التهجين والمتابعة، وأن بعض علاقات الارتباط تظهر في مواسم وتختفي في مواسم أخرى حسب تأثير البيئة.

جدول III.33: مصفوفة الارتباطات المظهرية للمتغيرات المقاسة للأجيال F5، F6، F7.

	RDT	RDTEC	TRE	SF	DSI	PREC	HT	NE	TCV
RDT	1,000								
RDTEC	0,971	1,000				F5	n-2= 43	r _{5%} = 0,2942	
TRE	0,401	0,457	1,000						
SF	0,029	0,047	0,292	1,000					
DSI	-0,375	-0,364	-0,187	-0,242	1,000				
PREC	0,012	0,013	0,040	-0,001	0,218	1,000			
HT	0,187	0,291	0,222	0,193	-0,288	-0,003	1,000		
NE	0,473	0,483	0,161	-0,230	-0,048	0,223	-0,311	1,000	
TCV	-0,520	-0,544	-0,538	-0,182	0,373	0,117	-0,196	-0,216	1,000
RDT	1,000					F6	n-2= 43		
RDTEC	0,951	1,000							
TRE	0,189	0,186	1,000						
SF	0,007	0,053	0,360	1,000					
DSI	-0,178	-0,254	0,139	0,161	1,000				
PREC	-0,169	-0,056	0,067	-0,240	-0,176	1,000			
HT	-0,172	-0,089	-0,355	-0,164	-0,266	0,357	1,000		
NE	0,474	0,666	0,219	0,125	-0,158	-0,033	-0,220	1,000	
TCV	-0,518	-0,401	-0,312	-0,170	0,191	0,163	0,287	-0,018	1,000
RDT	1,000					F7	n-2= 43		
RDTEC	0,909	1,000							
TRE	0,470	0,321	1,000						
SF	0,301	0,227	0,270	1,000					
DSI	-0,255	-0,250	-0,102	0,118	1,000				
PREC	-0,281	-0,246	-0,265	-0,362	-0,090	1,000			
HT	0,037	0,094	0,093	-0,229	0,056	0,127	1,000		
NE	0,649	0,648	0,245	0,276	-0,167	-0,435	-0,099	1,000	
TCV	-0,538	-0,475	-0,331	-0,295	0,228	0,109	0,001	-0,250	1,000

الارتباطات المعنوية عند عتبة 5% مؤشر على أرقامها بالgras (r_{5%} = 0.5139).



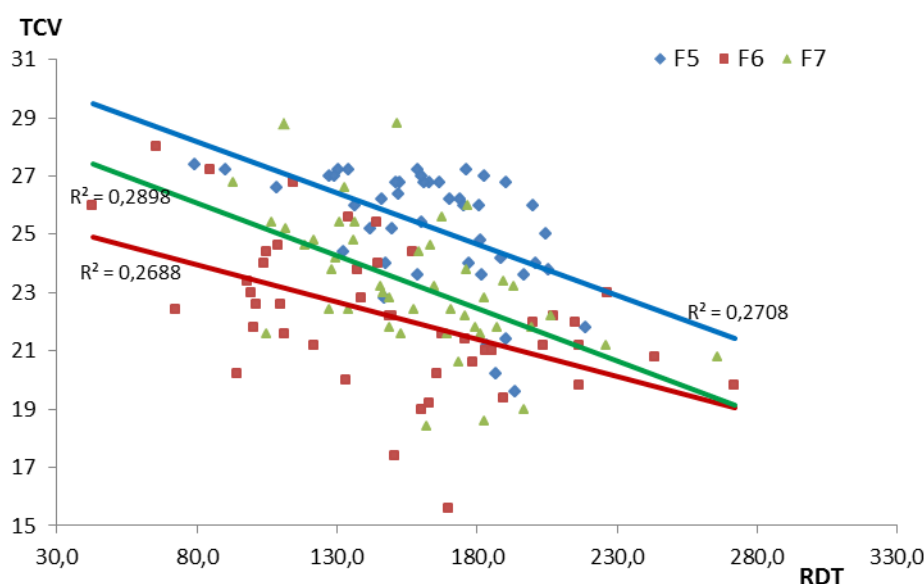
شكل III.40: علاقة الارتباط بين المردود الحي (RDT) والمردود الإقتصادي (RDTec) للأجيال F5، F6، F7. (n_{F5}=45, n_{F6}=45, n_{F7}=45).

وعلى غرار هذه العلاقات (التي تظهر بين صفتين في جيل دون الأخر تحت تأثير البيئة) ظهرت أيضا علاقات إرتباطية أخرى مماثلة (جدول III.33) كالتالي بين كل من: تبكير الإسبال وطول النبات عند F6 (r= 0.357) المثبتة في أعمال Mazouz, (2006) على أصناف من القمح الصلب، تبكير الإسبال وعدد السنابل عند F7 (r= -0.435) المثبتة في أعمال Mazouz, (2006)، مؤشر الحساسية للإجهاد المائي ودرجة حرارة الغطاء النباتي عند F5 (r= 0.373) المثبتة في أعمال Belagrouz, (2013) على القمح الصلب، طول النبات وعدد السنابل عند F5 (r= -0.311) المثبتة في أعمال Ali et al., (2008) و Fellahi, (2013)، المساحة الورقية ودرجة حرارة الغطاء النباتي عند F7 (r= -0.295) والتي كانت سلبية غير معنوية في أعمال Oulmi, (2010) على القمح الصلب، وأيضا سلبية غير معنوية في دراسة Hisir et al., (2012) على الشوفان.

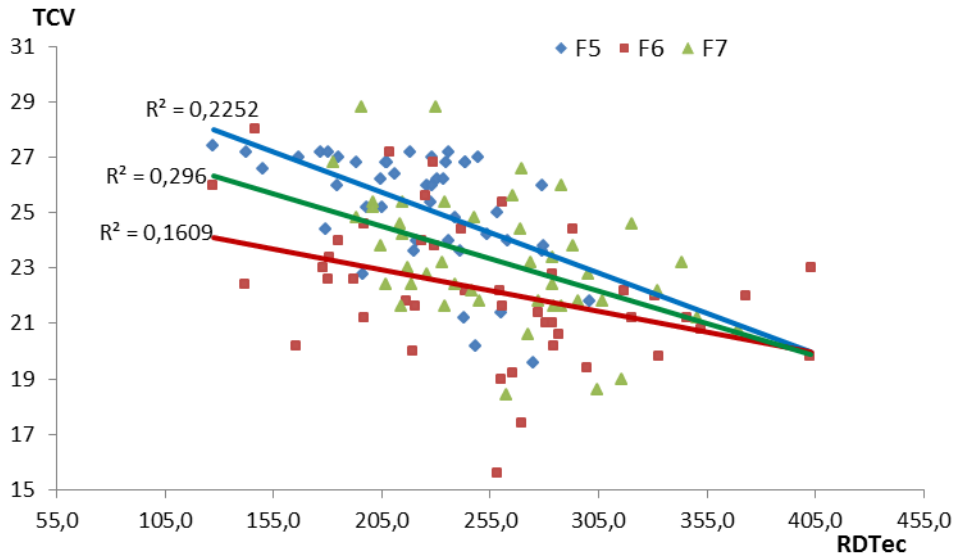
دراسة الإرتباطات بينت وجود علاقات إرتباط معنوية سلبية تعتبر مهمة جدا لدرجة حرارة الغطاء النباتي (TCV) مع كل من المردود الحي، المردود الإقتصادي، والمحتوى المائي النسبي عند الأجيال الثلاث (جدول III.33، الأشكال III.41، III.42، III.43). وهي توافق نتائج Cabrera-Bosquet et al., (2009) و Chipilsky and Georgiev, (2014) حيث وجدوا علاقة إرتباط سلبية بين درجة حرارة

الغطاء النباتي والمردود الحبي عند القمح الصلب. وأيضا نتائج (Oulmi, 2010) الذي وجد علاقة إرتباط سلبية بين درجة حرارة الغطاء النباتي والمردود الإقتصادي في دراسة على ثلاث عشائر من القمح الصلب. ونتائج (Zhang and Wang, 2008) و (Oulmi, 2010) الذين وجدوا علاقة إرتباط معنوية سلبية بين درجة حرارة الغطاء النباتي والمحتوى المائي النسبي عند القمح الصلب.

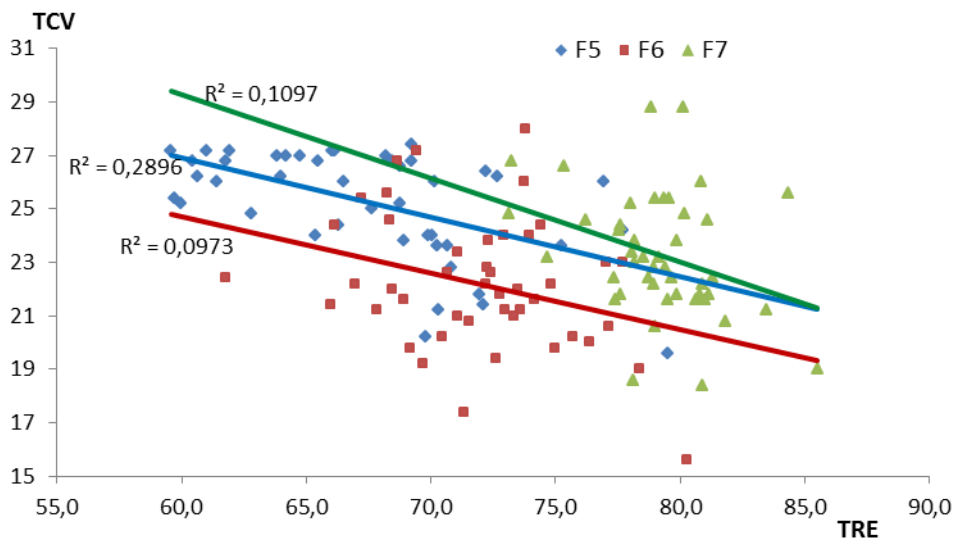
تبين هذه العلاقات الإرتباطية أن الأوراق التي تملك محتوى مائي كبير تقوم بتمثيل أحسن لعملية التنفس ما يؤدي إلى تلطيف درجة حرارة الغطاء النباتي (Zhang and Wang, 2008; Chaker and Brinis, 2004; Voinov et al., 1996) وبالتالي تتحسن قدرة النبات على مقاومة الإجهاد الحراري (Bouzerzour and Benmahammed, 2009)، وبزيادة معدل التركيب الضوئي تزداد كمية المواد المركبة والتي تنتقل فيما بعد من الساق إلى السنابل ملء الحب (Asli and Zanjan, 2014; Bogard, 2011)، هذه الصفات مجتمعة تساهم بشكل فعال في رفع المردود الحبي (Fellah, 2008)، وبالأخص في المناطق الشبه الجافة المعروفة بتأثير إجهاداتها اللاحيوية على محاصيل القمح الصلب.



شكل III.41: الإرتباط بين المردود الحبي (RDT) ودرجة حرارة الغطاء النباتي (TCV) للأجيال F5، F6، F7. (n_{F5}=45, n_{F6}=45, n_{F7}=45).



شكل III.42: علاقة الارتباط بين المردود الإقتصادي (RD Tec) ودرجة حرارة الغطاء النباتي (TCV) للأجيال F5، F6، F7. ($n_{F5}=45, n_{F6}=45, n_{F7}=45$).



شكل III.43: علاقة الارتباط بين المحتوى المائي النسبي (TRE) ودرجة حرارة الغطاء النباتي (TCV) للأجيال F5، F6، F7. ($n_{F5}=45, n_{F6}=45, n_{F7}=45$).

ينصح الكثير من الباحثين بتطبيق الإنتخاب المتأخر في برامج تربية النبات على غرار (Benmahammed et al., 2010) ، وذلك لما له من فعالية في المناطق الشبه الجافة كون الأفراد أكثر إستقرارا في النمو من تلك الموجودة في الأجيال الأولى. الإنتخاب المتأخر عند F5 أعطى فعالية أكثر في الإستجابة للأنماط الوراثية ناحية مقاومة الإجهادات اللاحيوية. أظهر دراسة المتوسطات للجيل الخامس وجود فروقات معنوية للمتغيرات المقاسة، وبين منحني توزيع الترددات عند دراسة كل صفة وجود بعض الخطوط المتفوقة على أحسن الآباء المستعملة في الدراسة، ما يبين إتساع القاعدة الوراثية وتنوع الأنماط الوراثية داخل الأجيال. من بين الصفات المقاسة سجل أكبر عدد للخطوط المتفوقة على الآباء عند كل من صفات RDT، RDTEC، SF، DSI، و HT. معامل درجة التوريث للنطاق الواسع كان من ضعيف إلى مرتفع وتراوح بين 0,24-0,95 عند الصفات المقاسة.

بالإنتخاب على أساس المؤشر (SWI) تزداد فعالية الإنتخاب على عشائر القمح الصلب وتحسن عدة صفات مورفو-فيزيولوجية كإنخفاض درجة حرارة الغطاء النباتي ومؤشر المقاومة للإجهاد المائي، زيادة المردود الإقتصادي والمحتوى المائي بها. وعليه يمكن إعتبار الإنتخاب على أساس المؤشر أداة فعالة جدا في المناطق شبه الجافة تمكن مربي النبات من إستنباط الأنماط الوراثية الأكثر إنتاجا ومقاومة في أن واحد، وعزل صفات مظهرية محددة لدى الخطوط المنتخبة. عكس الإنتخاب على أساس صفة واحدة منفردة والذي بين محدوديته عند كثير من الصفات كما ظهر بالإنتخاب على أساس المساحة الورقية SF وطول النبات HT ، ووجد أن الإنتخاب وحيد الصفة يكون إيجابيا بتطبيقه على المردود الحي نفسه RDT، أو على صفة عدد السنابل NE.

إستجابة الأنماط الوراثية المختارة بالإنتخاب المتأخر عند F5 عند الجيلين السادس F6 والسابع F7، كانت فوق متوسط العشيرة حيث لوحظت زيادة معنوية هامة للمردود الحي والإقتصادي بالإنتخاب على أساس كل من RDT، RDTEC، NE، وبدرجة أقل عند DSI، أما المتغيرات الأخرى فكانت الإستجابة عندها سلبية نتيجة تراجع المردود الحي خاصة عند دراسة صفة المساحة الورقية SF. الإستجابة للخطوط المنتخبة على أساس درجة حرارة الغطاء النباتي، لم تكن إيجابية عند F6 و F7 حيث لم تحافظ الخطوط المنتخبة لهذه الصفة على درجات حرارة منخفضة وهذا يبين صعوبة الإنتخاب لهذه الصفة.

الإنتخاب المتأخر عند الأجيال F5، F6، F7، أظهر وجود خطوط تفوقت في الغلة الحبية على المتوسطات للأجيال وحافظت على إنتاجها المرتفع عبر مختلف المواسم وهي كل من الخطوط L1، L8، L14، L28، L32، L35، L36، و L40. جميع هذه الخطوط المتفوقة إنتخبت على أساس الثلاثة صفات هي المردود الحبي و الاقتصادي و عدد السنابل من بين 10 صفات مدروسة. في المقابل الخطوط المنتخبة على أساس المقاومة لم تحقق أي تقدم في المردود الحبي عبر الأجيال بإستثناء الخط L8 المنتخبت على أساس درجة حرارة الغطاء النباتي ومؤشر المقاومة للإجهاد المائي الذي لم ينخفض مردوده الحبي عن متوسط العشيرة عبر مختلف المواسم.

بمتابعة الإستجابة للإنتخاب المباشر عند كل صفة مدروسة ومتابعة الإرتباط الخاص بها عبر الأجيال F5، F6، F7 وجد أن المردود الحبي يرتبط مع بعضه البعض بين مختلف الأجيال. ووجد أن بعض الصفات يظهر الإرتباط لها بين أجيال دون الأخرى، وهذا يرجع لتأثير التفاعل (نمط وراثي x بيئة).

خاتمة

تنتشر زراعة القمح الصلب في الجزائر في المناطق الداخلية (شبه الجافة)، وهي مناطق محدودة الماء المتاح من جهة وسيئة توزيع الهطول المطري السنوي خلال الموسم الواحد وما بين المواسم. أضف إلى ذلك تعرضها للإجهادات اللاحيوية (stress abiotiques) من جفاف وبرودة و إرتفاع درجات الحرارة، كل هذه العوامل تحد من القدرة الإنتاجية لهذا المحصول وتؤدي دورا مهما في عدم نجاح الأصناف المحسنة في مثل هذه البيئات (Benmahammed et al., 2010). تظهر نتائج تحليل التباين وجود فروقات معنوية بين متوسطات التراكيب الوراثية بين الآباء لجميع الصفات المدروسة ما يوحي بوجود تنوع وراثي كبير داخل أفراد الهجن والأجيال المدروسة.

كما تظهر دراسة المتوسطات بين الخطوط الأبوية والعشائر الثلاث للجيل المتقدم F3، وجود بعض الأفراد تتفوق على الآباء المدروسة عند كل صفة وخطوط أضعف منها، هذا ما يبين إتساع القاعدة الوراثية. عند F3 من بين الهجن الثلاث تباينت النتائج حسب المتغيرات المقاسة فالهجين Ofanto/Mrb5 يتيح أفضل الفرص للإنتخاب تجاه صفات المقاومة ضد الإجهادات اللاحيوية، في حين الهجينان Ofanto/Waha و Ofanto/MBB يسمحان بالإنتخاب أكثر على أساس المردود الحبي ومركباته. تظهر دراسة معامل التوريث للنطاق الواسع قيم مرتفعة لمعظم الصفات تفوق الـ 60%. تشير دراسة الإرتباطات إلى وجود علاقة عكسية بين طول النبات وعدد السنابل.

تظهر دراسة الإنتخاب المبكر المباشر والغير مباشر للأجيال F3 ، F4 ، F5، أن أكبر زيادة للغلة الحبية تكون بالإنتخاب على أساس كل من المردود الحبي والإقتصادى، عدد السنابل، والمؤشر SWI. في حين الإنتخاب للصفات الأخرى كصفات المقاومة لم يحقق الزيادات المطلوبة في أغلب الأحيان. بين الإنتخاب المبكر للأجيال الثلاث أن الهجين Ofanto/MBB أكثر جمعا للصفات المرغوبة (الإنتاجية والمقاومة) بإنخفاض درجة حرارة الغطاء النباتي وزيادة المردود الحبي.

الإنتخاب المتأخر عند F5 أعطى فعالية أكثر في الإستجابة للأنماط الوراثية تجاه مقاومة الإجهادات اللاحيوية. تظهر دراسة المتوسطات ومنحنيات توزيع الترددات للجيل F5 وجود فروقات معنوية للمتغيرات المقاسة، وهناك بعض الخطوط المتفوقة على أحسن الآباء المستعملة عند كل صفة مدروسة، ما يبين إتساع القاعدة الوراثية وتنوع الأنماط الوراثية داخل الأجيال. من بين الصفات

المقاسة سجل أكبر عدد للخطوط المتفوقة على الآباء عند كل من صفات RDT، RDTec، SF، DSI، و HT. معامل درجة التورث للنطاق الواسع للجيل الخامس كان من ضعيف عند TRE إلى مرتفع عند باقي الصفات وتراوح بين 0,24-0,95.

بالإنتخاب المتأخر عند F5 الإنتخاب على أساس المؤشر (SWI)، كان أكثر فعالية عند عشائر القمح الصلب بتحسن عدة صفات مورفو-فيزيولوجية كإنخفاض درجة حرارة الغطاء النباتي ومؤشر المقاومة للإجهاد المائي، زيادة المردود الإقتصادي والمحتوى المائي، حيث مكنتنا من تتبع وعزل صفات مظهرية مرغوبة لدى الخطوط المنتخبة. عكس الإنتخاب على أساس صفة واحدة والذي بين محدوديته عند كثير من الصفات كما هو الحال بالإنتخاب على أساس المساحة الورقية SF وطول النبات HT، أما الإنتخاب على أساس المردود الحي نفسه، أو على صفة عدد السنابل، فإنه يكون إيجابي في رفع المردود الحي عكس الصفات الأخرى.

كانت إستجابة الخطوط المنتخبة عند الجيل الخامس متباينة عند الجيلين السادس والسابع حسب الصفات، فقد كانت فوق متوسط العشيرة لصفات RDT، RDTec، NE، DSI، حيث لوحظت زيادة معنوية هامة للمردود الحي والإقتصادي بالإنتخاب على أساسها. أما المتغيرات الأخرى فكانت الإستجابة عندها سلبية نتيجة تراجع المردود الحي خاصة عند دراسة صفة المساحة الورقية SF. بالنسبة لإستجابة الخطوط المنتخبة على أساس درجة حرارة الغطاء النباتي TCV، لم تكن إيجابية عند F6 و F7 حيث لم تحافظ الخطوط المنتخبة لهذه الصفة على درجات حرارة منخفضة.

الإنتخاب المتأخر سواء كان مباشر أو غير مباشر عند الأجيال F5، F6، F7، أظهر وجود 8 خطوط مهمة جدا في عملية الإنتخاب داخل الأجيال الثلاث تفوقت في إنتاج الغلة الحبية على المتوسطات للأجيال وحافظت على إنتاجها المرتفع عبر مختلف مواسم الزرع وهي L1، L8، L14، L28، L32، L35، L36، و L40. في حين باقي الخطوط تأثرت بالتفاعل (نمط وراثي x بيئة). جميع هذه الخطوط المتفوقة تم إنتخابها على أساس الصفات المتعلقة بالإنتاجية (المردود الحي، المردود الإقتصادي، وعدد السنابل). هذا يظهر قوة الإرتباط بين هذه الصفات بالإنتاجية وأنها توفر نفس المعلومات في برامج الإنتخاب. في حين يظهر أن الخطوط المنتخبة على أساس المقاومة لم تحقق أي تقدم في المردود الحي عبر الأجيال بإستثناء الخط L8 المنتخب على أساس درجة حرارة الغطاء النباتي ومؤشر المقاومة للإجهاد المائي الذي لم ينخفض مردوده الحي عن متوسط العشيرة عبر كل الأجيال.

تظهر إستجابة الإنتخاب المباشر عبر الأجيال F5، F6، F7 أن المردود الحبي للجيل الخامس يرتبط مع المردود الحبي للجيل السادس والسابع، والجيل السادس يرتبط مع الجيل السابع. كما وجد أن هناك بعض الصفات تظهر إرتباطات بين أجيال دون الأخرى، هو الحال بالنسبة لعدد السنابل إذ وجد إرتباط معنوي إيجابي لعدد السنابل بين الجيلين الخامس والسابع (F7/F5) ($r = 0.430$) وغاب الإرتباط لها بين الجيلين F6/F5 ($r = 0.239$) و F7/F6 ($r = 0.191$)، نتيجة تأثير التفاعل (نمط وراثي x بيئة). تظهر دراسة الإرتباطات المظهرية للصفات المقاسة داخل الأجيال المتأخرة وجود علاقة وثيقة بين كل من المردود الحبي، الإقتصادي، وعدد السنابل ($0.473 < r < 0.971$). كما ظهرت علاقة إرتباط معنوية سلبية بين درجة حرارة الغطاء النباتي وكل من المردود الحبي ($-0.518 < r < -0.528$)، والمردود الإقتصادي ($-0.401 < r < -0.544$). هذه العلاقة تبين أنه كلما إنخفضت درجة حرارة الغطاء النباتي يزداد المردود الحبي والإقتصادي. وبشكل عام يمكن إعتبار أنه تم تقييم خطوط مهمة جدا تفوقت في الإنتاجية والمقاومة للإجهادات اللاحيوية على الآباء المزروعة التي تعتبر أصناف ثابتة بالمناطق الشبه الجافة، هذا يبيء بإمكانية الحصول على بعض الأنماط الوراثية الجديدة والتي يمكن أن يتم تطويرها مستقبلا لتصبح أصناف ثابتة تزرع بهذه المناطق.

باللغة العربية:

غروشة ح، 2003. تأثير بعض منظمات النمو على نمو و إنتاج نباتات القمح النامية تحت ظروف الري في المياه المالحة. رسالة دكتوراه دولة. جامعة قسنطينة، 117ص.

قندوز ع، 2014. تقييم علاقة بعض المؤشرات الضوئية وسلوك القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.) تحت تأثير أنظمة سقي مختلفة. أطروحة دكتوراه العلوم، كلية علوم الطبيعة والحياة، جامعة سطيف-1، 138 صفحة.

باللغة الأجنبية:

Abbassene F, 1997. 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 de magistère INA. El- Harrach, Alger, 81p.

Abbassene F, Bouzerzour H, et Hachemi L, 1998. Phénologie et production du blé dur en zone semi-aride d'altitude. Annales INA, El-Harrach, **18**: 24-36.

Abebe T, Guenzi AC, Martin B, and Cushman JC, 2003. Tolerance of mannitol-accumulating transgenic wheat to water stress and salinity. *Plant Physiology*, **131**: 1748-55.

Aboussouan-Seropian C, et Planchon C, 1985. Réponse de la photosynthèse de deux variétés de blé a un déficit hydrique foliaire. rev. sci. Des productions végétales et de l'environnement, **5**: 639-644.

Ackerson RC, 1981. Osmoregulation in cotton in response to water stress. II. Leaf carbohydrate status in relation to osmotic adjustment. *Plant Physiol*, **67** :489-493.

Adjab M, 2002. Recherche des traits morphologiques, physiologiques et biochimiques d'adaptation au déficit hydrique chez différents génotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Thèse de magistère. Faculté des sciences, Univer. Annaba : 84 p.

Adjabi A, 2011. Etude de la tolérance du blé dur (*Triticum durum* Desf) aux stresses abiotiques sous climat méditerranéen. Thèse de Doctorat des Sciences Agronomiques. ENSA, El-Harrach, Alger, 130 pages

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

Afridi K, Ahmad G, Ishaq M, Khalil IA, Shah IA, Saeed M, and Ahamd N, 2014. Genetic potential and variability for morpho-yield traits in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum). *International Journal of Farming And Allied Sciences*, **3**(12): 1206-1212.

Aguirrezabal LAN, and Tardieu F, 1996. An architectural analysis of the elongation of field-grown sunflower root systems. Elements for modelling the effect of temperature and intercepted radiation. *Journal of Experimental Botany*, **47**; 411-420.

- 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** (2): 110-117.
- Ahmed AAS, El-Morshidy MA, Kheiralla KA, Uptmoor R, Ali MA, and Naheif Mohamed EM, 2014. Selection for Drought Tolerance in Wheat Population (*Triticum aestivum* L.) by Independent Culling Levels. World Journal of Agricultural Research, **2**(2) : 56-62
- Aidaoui A, and 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.
- Ait kaki Y, 1993. Contribution à l'étude des mécanismes morpho-physiologiques et biochimiques de tolérance au stress hydrique sur cinq variétés de blé dur. mémoire de magistère. Univer. Annaba : 114 p.
- Alake CO, Ojo DK, Oduwaye OA, and Adekoya MA, 2008. Genetic variability and correlation studies in yield and yield related characters of Tropical maize (*Zea mays* L.). ASSET Series A, **8**(1): 14-27.
- AL-Assaf E, Arshad Hamodi TH, and Rashed MA, 2012. Correlation and path coefficient analysis of grain yield and its component of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Rafidain Journal of Science, ISSN: 1608-9391, **23**(1): 56-66.
- Al-Aswd Gh, Sabbouh M, Alek W, and AL-Ahmad S, 2014. Estimation of statistical genetic parameters and heritability for oil, protein and yield traits in soybean hybrids (*Glycine max* (L.) Merr.). Damascus University Journal For The Agricultural Sciences, **30**(2): 51-64.
- Alderfasi AA, 2001. Evaluation of certain traits associated with drought resistance in wheat under field conditions. Annals of Agricultural Science Cairo, **46**: 71-83.
- ALhadi RA, Sabbooh M, and AL Ahmad S, 2013. Genetic analysis of some traits in segregating generations of two maize (*Zea mays* L.) hybrids. Damascus University Journal For The Agricultural Sciences, **29**(2): 117-135.
- Ali Dib T, Monneveux P, and Araus JL, 1990. Breeding durum wheat for drought tolerance analytical, synthetically approaches and their connection. In: Wheat breeding-Prospects and future approaches. Panayotov L and Pavlov S (ends), Alpena, Bulgaria, 224-240.
- Ali Dib TP, Monneveux JL, and Araus JL, 1992. Adaptation a la sécheresse et notion d'idéotype chez le blé dur II. Caractères physiologiques d'adaptation Agronomie, **12**: 381-393.
- Ali H, and Anjum MA, 2004. Aerial growth and dry matter production of potatoes application. (*Solanum tuberosum* L.) cv. Desiree in Relation to Phosphorus International Journal of Agriculture and Biology, **6**: 458-461.
- Almahasneh, 2012. Evaluation of the Performance Of Some Wheat Genotypes For Drought Tolerance Under Damascus City Conditions. Damascus University Journal For The Agricultural Sciences, **28**(2); 127-141.
- Amani I, Fischer RA, and Reynolds MP, 1996. Canopy temperature depression association with yield of irrigated spring wheat cultivars in hot climate. J. Agron. Crop Sci., **176**: 119-129.
- Amokrane A, 2001. Evaluation et utilisation de trois sources de germoplasme de blé dur (*Triticum durum* Desf). mémoire de Magister. Université de Batna : 80 p.

- Amokrane A, Bouzerzour H, Benmahammed A. and Djekoun A, 2002. Caractérisation des variétés locales, syriennes et européennes de blé dur évaluées en zone semi-aride d'altitude. Sciences et Technologie. Univ. Mentouri. Constantine. N° spécial D: 33-38 p.
- Annicchiarico P, and Perenzin M, 1994. Adaptation patterns and definition of macro-environments for selection and recommendation of common-wheat genotypes in Italy. Plant Breeding, **113**: 197- 203
- Annicchiarico P, Chiari T, Bellah F, Doucene S, Yallaoui-Yaici N, Bazzani F, Abdellaoui Z, Belloula B, Bouazza L, Bouremel L, Hamou M, Hazmoun T, Kelkouli M, Ould-Said H, and Zerargui H, 2002. Response of durum wheat cultivars to Algerian environments. II. Adaptative traits. J. Agric. Environ. Int. Develop., **96**: 189-208.
- 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.
- Anonyme, 1988. Les stades du blé. ITCF, France, p11.
- Araus JL, Reynolds MP, and Acevedo A, 1993. Leaf posture, grain yield, leaf structure, and carbon isotope discrimination in wheat. Crop Sci., **33**: 1273-1279.
- Araus JL, Amaro T, Zuhair Y, and Nachit MM, 1997. Effect of leaf structure and water status on carbon isotope discrimination in field grown durum wheat. Plat cell and environment, **20**: 1484-1494.
- Araus JL, Amaro T, Voltas J, Nakhoul H, and Nachit MM, 1998. Chlorophyll fluorese as selection criteria for grain yield in durum wheat under Mediterranean conditions. FCR, **55**: 209-223.
- Araus JL, Villegas D, Aparicio N, Garcia del Moral LF, ElHam S, Rharrabti Y, Ferrio JP, and Royo C, 2003. Environmental factors determining carbon isotope discrimination and yield in durum wheat under Mediterranean conditions. Crop Sci., **43**: 170-180.
- Ashraf M, and Idrees N, 1992. Variation in germination of some salt tolerant and salt sensitive accessions of pearl Millet (*Pennisetum glaucum* L). R. Br. under drought salt and temperature stresses. Pak J Agric., **1**: 15-20.
- Asli DE, and Zanzan MG, 2014. Yield changes and wheat remarkable traits influenced by salinity stress in recombinant inbred lines. International Journal of Farming and Allied Sciences, **3**(2) : 165-170.
- Attia F, 2007. Effet du stress hydrique sur le comportement écophysologique et la maturité phénologique de la vigne (*Vitis vinifera* L.) : Etude de cinq cépages autochtones de Midi-Pyrénées. Thèse INP, Toulouse (France), 194p.
- Austin Bingham RB, Blackwell J, Evans RD, Ford LT, Morgan MA, and CL, and Taylor M, 1980. Genetic improvements in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes. The journal of agricultural science, Cambridge, **94**: 675-689.
- Azizi F, Rezai AM, and Saeidi S, 2006. Generation mean analysis to estimate parameters for different traits in two crosses of corn inbred lines at three planting densities. J. of Agric. Sci. Technol., **8**:153-169.
- Baghem O, 2012. Effet des Techniques Culturelles sur la Biodiversité Faunistique des céréales dans la zone Semi-aride. Mémoire de magister, Faculté des Sciences de la Nature et de la vie, DA. Université Ferhat Abass Sétif (UFAS), 52 pages.

- Bahlouli F, Bouzerzour H, Benmahammed A, and Hassous KL, 2005. Selection of high yielding and risk efficient durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars under semi arid conditions. *Pakistan Journal of Agronomy* **4**:360-365.
- Bahlouli F, Bouzerzour H, et Benmahammed A, 2008. Effets de la vitesse et de la durée du remplissage du grain ainsi que de l'accumulation des assimilats de la tige dans l'élaboration du rendement du blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans les conditions de culture des hautes plaines orientales d'Algérie. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **12**(1); 31-39.
- Bajji M, Lutts S, and Kinet JM, 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.
- Baker NR, 1991. A possible role for photosystem II in environmental perturbation of photosynthesis, *Physiol. Plant.*, **81**: 563-570.
- Baker RJ and Gebeheyou G, 1982. Comparative growth analysis of two spring wheats and on spring barley, *Crop Sci.*, **22**: 1225-1230.
- 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, 1993. Effets du climat sur la croissance et le stress hydrique des blés en Méditerranée occidentale. *Les Colloques, INRAF*, **64**: 83-100 .
- Baldy C, Ruelle P, and Fernandes A, 1993. Résistance à la sécheresse du sorgho-grain en climat méditerranéen. *Sécheresse*, **4**: 85-93.
- Bamoun A, 1997. Contribution à l'étude de quelques caractères morpho-physiologiques, biochimiques et moléculaires chez des variétés de blé dur (*Triticum turgidum* esp durum), pour l'étude de la tolérance à la sécheresse dans la région des hauts plateaux de l'ouest algérien. mémoire de magister, p: 1-33.
- Barbour MM, and Farquhar GD, 2000. Relative humidity- and ABA-induced variation in carbon and oxygen isotope ratios of cotton leaves. *Plant Cell Environ.*, **23**: 473-485.
- Barrs H, 1968. Determination of water deficit in plant tissues. In: *Water Deficit and Plant Growth*. Koslowski T. Academy Press. New York, 235-368 p.
- Beecher FW, Mason RE, Mondal S, Awika J, Hays D, and Ibrahim A, 2012. Identification of quantitative trait loci (QTLs) associated with maintenance of wheat (*Triticum aestivum* Desf.) quality characteristics under heat stress conditions. *Euphytica*, **188**: 361-368.
- Belagrouz A, 2013. Analyse du Comportement du Blé Tendre, Variété El WIFAK (*Triticum aestivum* L.) Conduite en Labour Conventionnel, Travail Minimum et Semis Direct sur Les Hautes Plaines Sétifiennes. Département des Sciences Agronomiques, Université Ferhat Abbas Sétif1, 69 p.
- Belhassen E, This D, and 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, Chellal and N, 2009. Vigueur de la croissance, translocation et rendement grain du blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous conditions semi-arides. *Courrier du savoir*, **9**: 17-24.

- Ben Naceur M, Gharbi MS, and Paul R, 1999. L'amélioration variétale et les autres actions contribuant à la sécurité alimentaire en Tunisie en matière de céréales. *Sécheresse*, **10**:27-33.
- Ben Salem M, and Vieira Da Silva JB, 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, and Slama and 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. *Sécheresse*, **2**: 75-83 p.
- Benderradji L, 2013. Sélection *in vitro* pour la tolérance aux stress salin et thermique chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) Thèse doctorat des sciences, Université de Constantine-1, 134 pages.
- Benkherbache N, 2001. Contribution de la sélection à l'amélioration et à la stabilité du rendement en grains de l'orge dans un environnement méditerranéens. mémoire de magister, ENSA., 70 p.
- Benlaribi M, 1990. Adaptation au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.), études des caractères morphologiques et physiologiques. Thèse d'état, Univ. Ment. Const., 164 p.
- Benmahammed A, Djekoun A, Bouzerzour H, Cecarelli S, 2004. Response to F3 bi-directional selection for above ground biomass and its effect on grain yield in F4 to F7-generation of three barley (*Hordeum vulgare* L.) cross-populations. *Al Awamia*, **112**, **1**(4): 27-36.
- Benmahammed A, Kermiche A, Hassous KL, Djekoun A, et 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, 2005. Hétérosis, transgressions et efficacité de la sélection précoce et retardée de la biomasse, du nombre d'épis et utilisation des indices chez l'orge (*Hordeum vulgare* L.). Thèse Doctorat d'état, Univ. Constantine, 125p.
- Benmahammed A, Djekoun A, Bouzerzour H, and Hassous KL, 2005. Genotype x year interaction of barley (*Hordeum vulgare* L.) and its relationship with plant height, earliness and climatic factors under semi-arid growth conditions. *Dirassat Journal of Agricultural Sciences, Jordan Univ.*, **32**: 239-247
- Benmahammed A, Bouzarzour H, Makflouf A et Benbelkacem A, 2008. Variation de la teneur relatif en eau , l'intégrité cellulaire , la biomasse et l'efficacité d'utilisation de l'eau des variétés de blé dur (*Triticum turgidum* L.) variété durum conduit sous contraintes hydrique. *INRAA. Rech. Agro.*, n° 21 ,10p.
- Benmahammed A, Kribaa M, Bouzerzour H, and Djekoun A, 2010. Assessment of stress tolerance in barley (*Hordeum vulgare* L.) advanced breeding lines under semi arid conditions of the eastern high plateaus of Algeria. *Euphytica*, **172**: 383-394.
- Bensalem M, 1993. Etude comparative de l'adaptation à la sécheresse du blé, de l'orge et du triticale. ed. INRA, Paris, colloque, **64**: 276-297.

- Benseddique B, et Benabdelli K, 2000. Impact du risque climatique sur le rendement du blé dur (*Triticum durum* Desf.) en zone semi-aride, approche écophysiole. Sécheresse, **11**: 45-51.
- Bensemmane L, Bouzerzour H, Benmahammed A, and Mimouni H, 2011. Assessment of the Phenotypic Variation Within Two- And Six-rowed Barley (*Hordeum Vulgare* L.) Breeding Lines Grown Under Semi-Arid Conditions. Advances in Environmental Biology, **5**(7); 1454-1460.
- Bhargava S, and Sawant K, 2013. Drought stress adaptation: Metabolic adjustment and regulation of gene expression. Plant Breeding, **132**: 21-32.
- Bidinger FR, Mahalakshmi V, and Rao GDP, 1987. Assessment of drought resistance in Pearl millet (*Pennisetum American* Leek). II. Estimation, Aust. J. Agric. Res., **38**: 49-59.
- Bishop DL, and Bugbee BG, 1998. Photosynthetic capacity and dry mass partitioning in a semi-dwarf wheat (*Triticum aestivum* L.). J. Plant Physiol., **153**: 558-565.
- Black CA, Jamieson PD, Martin RJ and Francis GS, 1995. Drought influences on grain yield of barley, wheat and maize. Newzealand J. Crop and Hort. Sci., **23**: 55-66.
- Blum A, 1996. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. Plant Growth Regul, **20**: 135-148.
- Blum A, 1988. Drought resistance. In: Plant breeding for stress environment CRC Press Boca Raton, Florida USA: 43-73.
- Bogard M, 2011. Analyse génétique et écophysiole de l'écart à la relation teneur en protéines - rendement en grains chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.). Thèse doctorat D' université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand II, 169p.
- Bonjean A, and Picard E, 1990. Les céréales à paille : Origine, historique, économie et sélection. Eds Nathan, 235 pages.
- Borrell A, Hammar GL, and Henzal RG, 2000. Does maintaining green leaf area in sorghum improve yield under drought? II. Dry matter production and yield. Crop Sci., **40**: 1037-1048.
- Bousba R, 2012. Caractérisation de la tolérance à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.): Analyse de la physiologie et de la capacité en proline. Doctorat des sciences. Faculté SNV Université mentouri constantine, 118 pages.
- Bouzerzour H, et Hafsi M, 1993. Diagnostic du comportement variétal du blé dur dans les hautes plaines sétifiennes. In : Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale. Montpellier, France. Ed. INRA, Paris, **64**: 205-215.
- Bouzerzour H, and Benmahammed A, 1994. Environmental factors limiting barley grain yield in the high plateaux of eastern Algeria. Rachis, **12**: 11-14.
- Bouzerzour H, et Djekoune A, 1996. Étude de l'interaction génotype/lieu du rendement de l'orge en zone semi-aride. Rev. Sci. Techn., université de Constantine, **7**: 16-28.
- Bouzerzour H, Djekoun A, Benmahammed A, et Hassous KL, 1998. Contribution de la biomasse aérienne de l'indice de récolte et de la précocité à l'épiaison au rendement en grain (*Hordeum vulgare* L.) en zone semi-aride d'altitude. Cahiers de l'Agriculture, **8**: 133-137.

- Bouzerzour H, Benmahammed A, Mekhlouf A, Hadj Sahraoui A, et Harkati N, 2001a. Variation climatique et comportement des variétés typiques de blé dur. *Revue Cahiers de l'agriculture*, **2**: 16-22.
- Bouzerzour H, Benmahammed A, Benkharchouche et Hassous KL, 2002. Contribution des nouvelles obtentions à l'amélioration et à la stabilité du rendement de l'orge (*Hordeum vulgare* L.) en zone semi-aride d'altitude. *Revue Recherche Agronomique de l'INRAA*, **10**: 45-58.
- Bouzerzour H, and Benmahammed A, 2009. Variation in early growth, canopy temperature, translocation and yield of four durum wheat (*Triticum durum* Desf.) genotypes under semi-arid conditions. *Jor. J. Agricultural Sci.*, **5**(2): 142-154.
- Boyeldieu J, 1980. Les cultures cerealieres. In: *Nouvelle Encyclopédie des Connaissances Agricoles*. Paris, l'Union Parisienne d'Imprimeries, 79 p.
- Bruce W, Edmeades G, and Barker TC, 2002. Molecular and physiological approaches to maize improvement for drought tolerance. *J. Exptl. Bot.*, **53**(366): 13-25.
- Burton GW, 1951. Quantitative inheritance in pearl millet *Pennisetum glaucum*. *Agron. J.*, **43**: 409-417.
- Cabrera-Bosquet L, Albrizio R, Araus JL, and 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.
- Ceccarelli S, 1987. Yield potential and drought tolerance of segregating populations of barley in contrasting environments. *Euphytica*, **40**: 197-205.
- Ceoloni MC, and Dodig D, 2006. Dissecting a wheat QTL for yield present in a range of environments: from the QTL to candidate genes. *Journal of Experimental Botany*, **57**(11): 2627-2637.
- Chaker A, and Brinis L, 2005. Etude de l'impact de deux chocs thermiques (froid à 10°C et chaleur à 40°C) sur l'intégrité membranaires du blé dur. *Céréaliculture*, **44**: 30-35.
- Chakrabarti B, Singh SD, Nagarajan S, and Aggarwal PK, 2011. Impact of temperature on phenology and pollen sterility of wheat varieties. *Australian Journal of CropScience*, **5**(8): 1039-1043.
- Charles-Edwards DA, 1971. The influence of temperature on photosynthesis and transpiration in ten temperate grass varieties grown in four different environments. *J. exper. Bot.*, **22**: 250-562.
- Chaerle L, Saibo N, and Van Der Straeten D, 2005. Tuning the pores: towards engineering plants for improved water use efficiency. *Trends in Biotechnology*, vol. **23**(6); 308-315.
- Chaudhary DK, and Sharma RR, 2003. Genetic variability, correlation and path analysis for green pod yield and its components in garden pea. *Indian J. Hort.*, **60** (3): 251-256.
- Chellali B, 2007. *Marché mondial des céréales : L'Algérie assure sa sécurité alimentaire*. <http://www.lemaghrebdz.com/admin/folder01/une.pdf>. (31.05.2008).
- Chennafi H, Bouzerzour H, and 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.

- Chipilsky R, and Georgiev GI, 2014. Physiological traits associated with canopy temperature depression in drought stressed bread wheat cultivars. *Genetics and Plant Physiology*, **4**(1-2): 80–90.
- Chowdhry MA, Ali M, Subhani GM, and Khaliq I, 2000. Path coefficient analysis for water use efficiency, Evapo-transpiration efficiency and some yield related traits in wheat. *Pakistan J. Biol. Sci.*, **3**: 313–317.
- CIC, 2012. International Grains Council, In *Marché du blé dur. Analyse et perspectives 2013*. Ed. France. Agi. Mer.
- Cisar G, and Cooper D, 2002. Hybrid wheat. In: Curtis BC, Rajaram S., Macpherson HG , eds. *Bread wheat: improvement and production*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 157–174.
- Clarke JM, and McGaig TN, 1982. Excised-leaf water retention capability as an indicator of drought resistance of *Triticum* genotypes. *Can. J. Plant Sci.*, **62**: 571-578.
- Clarke JM, and Townley-Smith TF, 1986. Heritability and relationship to yield of excised leaf water retention in durum wheat. *Crop. Sci*, **26**: 289-292.
- Clément-Grandcourt D, et Prats J, 1971. *Les cereals*. 2^{ème} Ed. Ballaird et Fils. Paris, 350 p.
- Comstock RE, and Robinson HF, 1948. The component of genetic variance in population of biparental progenics and their use in estimating the degree of dominance *Biometrics*, **4**: 254-266.
- Comstock RE, and Robinson HF, 1952. Estimation of Heterosis. pp. 494-516. Iowa state univ. Press. Ames. Iowa.
- Condon AG, Richards RA, Rebetzke GJ, and Farquhar GD, 2002. The effect of variation in soil water availability, vapour pressure deficit and nitrogen nutrition on carbon discrimination in wheat. *Aust. J. Agnc. Res.*, **43**: 35-947.
- Condon AG, Richards RA, Rebetzke GJ, and Farquhar GD, 2004. Breeding for high water use efficiency. *J. Exp. Bot*, **55**: 2447-2460.
- Cropstat 7.3., 2009. Software package for windows. International Rice Research Institute, IRRI, Manila.
- Croston RP, and Williams JT, 1981. A world survey of wheat genetic resources. *IBRGR. Bulletin*, **80**: 59-37.
- Çulha Erdal Ş, and Çakırlar H, 2014. Impact of salt stress on photosystem II efficiency and antioxidant enzyme activities of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars. *Turkish Journal of Biology*, **38**: 549-560
- Cushman JC, and Bohnert HJ, 2000. Genomic approaches to plant stress tolerance. *Plant Biology*, **3**: 117-124.
- DaCosta M, Wang Z, Huang B, 2004. Physiological adaptation of Kentucky bluegrass to localized soil drying. *Crop sci.*, **44**: 1307-1314.
- Datta KS, Varma SK, Angrish R, Kumar B, and Kumari P, 1998. Alleviation of salt stress by plant growth regulators in *Triticum aestivum* L. *Biol. Plant.*, **40**: 269-275.
- Davidson DJ, and Chevalier PM, 1992. Storage and remobilization of water soluble carbohydrates in stems of spring wheat. *Crop Sci.*, **32**: 186-190.

- De Pauw RM, and Shebeski LH, 1973. An evaluation of an early generation yield testing procedure in *Triticum aestivum*. Can. J. Plant Sci., **53**: 465-470.
- De Vienne D, and Causse M, 1998. La cartographie et la caractérisation des locus contrôlant la variation des caractères quantitatifs, De Vienne éd., Les marqueurs moléculaires en génétique et biotechnologies végétales, Edition INRA, pp 89-118.
- De Vita P, Nicosia OLD, Nigro F, Platani C, Riefolo C, Fonzo ND, and Cattivelli L, 2007. Breeding progress in morpho-physiological, agronomical and qualitative traits of durum wheat cultivars released in Italy during the 20th century ; Europ. J. Agronomy, **26**: 39-53.
- Debaeke P, Cabelguenne M, Casals ML, and Puech J, 1996. Élaboration du rendement du blé d'hiver en conditions de déficit hydrique. II. Mise au point et test d'un modèle de simulation de la culture de blé d'hiver en conditions d'alimentation hydrique et azotée variées. Epicphase-blé. Agronomie, **16**: 25 - 46 p.
- Delauney A, et Verma DP, 1993. Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. Plants journal, 215-223.
- Demirevska K, Simova-Stoilova L, Vassileva V, Vaseva I, Grigorova B, and Feller U, 2008. Drought-induced leaf protein alterations in sensitive and tolerant wheat varieties. Gen. Appl. Plant Physiology, Special Issue, 34 (1-2), 79-102.
- Deraissac M, 1992. Mécanisme d'adaptation à la sécheresse et maîtrise de la productivité des plantes cultivées. Agro.Trop., **46**(1): 23-39.
- Dily F, Billard J, Saos J, and Huault C, 1993. Effect of NaCl and gabaculine on chlorophyll and proline levels during growth of radish cotyledons. Plant Physiol. Biochem., **31**(3); 303-316.
- Dix PJ, and Pearce RS, 1981. Proline accumulation in NaCl resistant and sensitive cell lines of *Nicotiana sylvestris*. - Zeitschrift für Pflanzenphysiologie, **102**: 243-248.
- Djilali K, and daoud Y, 2000. influence des hauteurs des précipitations sur la répartition du calcaire et du pourcentage de sodium échangeable dans les soles du nord de l'algerie. Sécheresse, **11**: 37-43.
- Donguy JR, and Hénin C, 1976. Anomalous navifacial salinities in the tropical Pacific Ocean, J. Mar. Res., **34**(3): 355-364.
- Dornbusch T, Watt J, Baccar R, Fournier C, and Andrieu B, 2010. A Comparative Analysis of Leaf Shape of Wheat, Barley and Maize Using An Empirical Shape Model. Annals of Botany, p. 1-9. available online at, www.aob.oxfordjournals.org.
- Dumbroff EB, et Marshal JG, 1999. Turgor regulation via cell wall adjustment in white spruce. Plant Physiol, **119**: 313-320.
- El hassani TA, and Persoons E, 1994. Agronomie moderne. Bases physiologiques et agronomiques de la production végétale. (éd). AUPELF-UREF: 544 p.
- El Mekkaoui M, 1990. Etude des mécanismes de tolérance à la salinité chez le blé dur (*T. durum* Desf.) et l'orge (*H. vulgare* L.) : Recherche de tests précoces de sélection. Thèse Doct. en Sc. Agr., USTL, Montpellier.
- El meleigy E, Hassanein R, and Abd-el-Kader D, 1999. Improvement of drought tolerance in *Arachis hypogea* plants by some growth substances .1. Growth and productivity. Bull. Fac. Sci. Assiut Univ., **28**(1-D): 159-185.

- El-Jaafari S, Le Poivre Ph, and 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.
- El-Jaafari S, Paul R, Lepoivre Ph, Semal J, and Laitat E, 1993. Résistance à la sécheresse et réponse à l'acide abscissique: Analyse d'une approche synthétique. Cahiers Agricultures, **2**: 256-263.
- El-Rawy MA, and Mohamed Hassan I, 2014. Effectiveness of drought tolerance indices to identify tolerant genotypes in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Crop Science and Biotechnology, **17**(4): 255-266.
- Elias EM, 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).
- Elsahookie MM, Younis N, and Al- Khafajy M, 2013. Performance, variance components, and heritability of oats cultivars under irrigation intervals. TIJAS, **44**(1): 1-15.
- Evans LT, and Rawson HM, 1975. Photosynthesis and respiration by the flag leaf and components of ear during grain development in wheat. Aust.J. Biol., pp: 223-245.
- Falconer DS, and Mackay TFC, 1996. Introduction to Quantitative Genetics. Longman, Essex, U.K., 4th ed. edition.
- Falconer DS, 1981. Introduction to Quantitative Genetics, 2nd Edn. Longman, London and New yourk., 340 p .
- FAO, 2013. FAO Statistical Yearbook 2013 (World Food and Agriculture). United Nations, ISSN 2225-7373. 289 pages.
- FAO, 2014. Food and Nutrition in Numbers. Food and Agriculture, United Nations, Rome, 245 pages.
- Farquhar GD, and Richards RA, 1984. Isotope composition of plant carbon correlates with water use efficiency of wheat genotypes. Aust. J. Plant Physiol., **11**: 539-552.
- Feillet P, 2000. Le grain de blé: composition et utilisation. Ed. INRA. Paris, pp: 17-18.
- Feldman M, 2001. Origin of Cultivated Wheat . In Bonjean A. P. Et W.J. Angus (éd.) The world Wheat Book : a history of wheat breeding. Intercept Limited, Angleterre, pp 3-58 .
- Feldman M, Lupton FGH, and Miller TE, 1995. Wheats. In J ; SMARTT, N.W. SIMMONDS: Evolution of crop plants. Longman Group Ltd., London, 184-192.
- Feldmann J, 1955. La zonation des algues sur la côte atlantique du Maroc. Bull. Soc. Nat. et Physique, **35**(1): 9-18.
- Feliachi K, 2002. PNDA, Intensification et développement des filières. Cas de la céréaliculture. Avte 3^{èmes} journées Scientifique sur le blé. Université Mantouri, Constantine.
- Fellah A, Benmahammed A, Djekoun A, and 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'efficience d'utilisation de l'eau des variétés de blé dur conduites sous différentes intensités de stress hydrique. Mémoire magister, Institut des Sciences de la Nature, C. Universitaire Larbi Ben Mhidi, OEB, 70 pages.

- Fellahi Z, 2013. Aptitude à la combinaison et héritabilité de quelques caractères Agronomiques du blé tendre (*Triticum aestivum* L.). Mémoire de Magister, Faculté des Sciences Agrovétérinaires et biologiques, Département d'Agronomie. Université Saad Dahlab, Blida, Algérie, 124 pages.
- Fellahi Z, Hannachi A, Chennafi H, Mekhlouf M, et Bouzerzour H, 2013. Effets des résidus et du travail du sol sur la production de la biomasse et le rendement du blé dur (*Triticum durum* Desf., variété MBB) en lien avec l'utilisation de l'eau dans les conditions semi-arides des Hautes Plaines Sétifiennes. Revue Agriculture, Revue semestrielle – Université Ferhat Abbas Sétif1, **6**: 3-11.
- Fischer RA, 1918. The correlation between relatives on the supposition of Mendelian inheritance. Trans. R. Soc. Edinburg, **52**: 399–433.
- Fischer RA, Aguilar I, Maurer R, and Rivas S, 1976. Density and row spacing effects on irrigated short wheat at low latitude. Journal of Agricultural Science (Cambridge), **87**: 137-147.
- Fischer RA, and Maurer R, 1978. Drought tolerance in spring wheat cultivars I: Grain yield response. Aust. J. Agric. Res., **29**: 897-907.
- Fischer RA, 1985. Number of kernels in wheat crop with influence of solar radiation and temperature. J. agric.Sci. Cambri, **105**: 447-461.
- Fisher R, and Number A, 1985. of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. J. Agr. Sci. Camb., **105**: 447-461.
- Frederick JR, and Hesketh JD, 1994. Genetic improvement in soybean: physiological attributes. In: SLAFER, G. A. (ed.): Genetic Improvement of Field Crops, 237-286.
- Gallagher JN, and Biscoe PV, 1978. Radiation absorption, growth and yield of cereals. J. Agric. Sci. Camb., **19**: 47–60.
- Gamble EE, 1962. Gene effect in corn (*zea mays* L.) I. Separation and relative importance of gene effect for yield. Canadian Journal of Plant Science, **42**: 339-348.
- Gardner FP, Pearce RB, and Mitchell RL, 1985. Flowering and fruiting. In Physiology of crop plants. 1st Ed. pp. 296-318. Iowa State Univ. Press. Ames. Iowa., USA.
- Gate P, Bouthier A, Casabianca H, and Deleens E, 1993. Caractères physiologiques décrivant la tolérance à la sécheresse des blés cultivés en France : interprétation des corrélations entre le rendement et la composition isotopique du carbone des grains.Colloque Diversité génétique et amélioration variétale Montpellier (France). Les colloques. 64. Inra . Paris.
- Gate P, 1995. Ecophysiologie du blé. Technique et documentation. Lavoisier, France. Paris, 351p.
- Gautam PP, Qingwu X, Kirk E, Jessupa J, Rudra C, and Shuyu L, 2013. Cooler Canopy Contributes to Higher Yield and Drought Tolerance in New Wheat Cultivars. Crop Science, **54**(5): 2275-2284.
- Geslin et Rivals 1965. contribution à l'étude de Triticum Durum. Ref., 41.43.
- Gooding MJ, Ellist RH, Shewry PR, and Schofield JD, 2003. Effects of restricted water availability and increased temperature on the grain filling, drying and quality of winter wheat. J. Cereal Sci., **37**: 295–309.
- Grafius JE, 1961. The complex trait as a geometric construct. Heredity, **16**: 225-228.

- Graner A, Jahoor A, Schondelmaier J, Siedler H, Pillen K, Fischbeck G, Wenzel G, and Herrmann RG, 1991. Construction of an RFLP map of barley. *Theor Appl Genet*, **83**: 250-256.
- Grignac PH, 1965. La culture et l'amélioration génétique du lé dur .Guide national de l'agriculture T.III.
- Guendouz A, Guessoum S, Maamri K, Benidir M, and Hafsi, M, 2012. Canopy Temperature Efficiency as Indicators for Drought Tolerance in Durum Wheat (*Triticum Durum* Desf.) in Semi Arid Conditions. *Journal of Agriculture and Sustainability*, **1**(1): 23-38.
- Guendouz A, Hafsi M, Khebbat Z, Moumeni L, and Achiri A, 2014. Evaluation of Grain yield, 1000 kernels weight and Chlorophyll Content As Indicators for Drought Tolerance In Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.). *Advance in Agriculture and Biology*, **2** (2): 89-92.
- Guessoum S, 2012. Diagnostic du comportement de quelque variété de blé dur (*Triticum durum* Desf.) en relation avec l'état hydrique du sol, en agriculture de conservation, en zone semi-aride. Mémoire de magister, Faculté des Sciences de la Nature et de la vie, Université Ferhat Abass Sétif-1, 99 pages.
- Guettouche R, 1990. Contribution à l'identification des caractères morpho physiologiques d'adaptation à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum durum* Desf). Thèse agro. app., p 85.
- Haddad L, 2010. Contribution à l'étude de la stabilité des rendements du blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous climat méditerranéen. Mémoire de Magister, Département Agronomie, Faculté des Sciences, UFAS, 70 pp.
- 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.
- Henin S, 1976. Définition de la sécheresse et politique d'utilisation de l'eau. *Fourrages*, **67**; 13-2.
- Hamdy A, Abu Zeid M, and Lacirignola C, 1995. Water crisis in the Mediterranean: agricultural water demand management. *Water Int.*, **20**: 176-187.
- Hannachi L, Deléens E, and Gate P, 1996. Nitrogen and carbon isotope composition of wheat grain : alteration due to sink-source modification at flowering. *Mass spectrometry*, **19**: 979-86.
- Hannachi A, 2013. Analyse diallèle de quelques caractères associés à l'adaptation du blé dur (*Triticum durum* Desf.) au climat semi-aride. Mémoire de Magister, Faculté des Sciences Agrovétérinaires et biologiques, Département d'Agronomie. Université Saad Dahlab, Blida, Algérie, 100 pages.
- Hannachi A, Fellahi Z, Bouzerzour H, and Boutekrabort A, 2013. Diallel-cross analysis of grain yield and stress tolerance-related traits under semi-arid conditions in Durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Electron. J. Plant Breed.*, **4**(1); 1027-1033.
- Hayashi H, Alia Mustardy L, Deshniem P, Ida M, and 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.
- Harlan JR. (1975). Our vanishing genetics resources. *Science*, **188**: 618-621.
- Harrel DM, Wilhelm WW, and McMaster GS, 1993. SCALES: A computer program to convert among three developmental stages scales for wheat. *Agron. J.*, **85**: 758-763.

- Harris K, Subudhi PK, Borrell A, Jordan D, Rosenow D, Nguyen H, Klien P, Klien R, and Mullet J, 2007. Sorghum staygreen QTL individually reduce post-flowering drought induced leaf senescence. *J. Exptl. Bot.*, **58**(2): 327-338.
- Hartman Y, Danny AP, Uwimana HB, Schranz, ME, Clemens van de Wiel CM, Marinus Smulders JM, Richard Visser GF, Michelmore RW, and Tienderen PHV, 2014. Abiotic stress QTL in lettuce crop-wild hybrids: comparing greenhouse and field experiments. *Ecology and Evolution*, **4**(12): 2395-2409.
- Hauchinal RR, Tandon JP, Salimath PM, 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.
- Haun JR, 1973. Visual quantification of wheat development. *Agron. J.*, **65**: 116-119.
- Hay RKM, and Kirby EJM, 1991. Convergence and synchrony: a review of the coordination of development in wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*, **42**: 661-700.
- Hayek T, Bensalem M, et Zid E, 2000. Mécanisme ou stratégie de résistance à la sécheresse, cas du blé, de l'orge et du triticale. In: *Options méditerranéennes: l'amélioration du blé dur dans la région méditerranéenne. Nouveau défis. Serie A, Séminaire*, **40**: 287-290.
- Hayes HK, Forrest RI, and Smith DC, 1955. Correlation and regression in relation to plant breeding. PP:439-451. *Methods of plant breeding*. 2nd ED. McGraw-Hill Company Inc.
- Hayes PM, Castro A, Corey A, Marquez-Cedillo L, Jones B, Mather D, Matus I, Rossi C, and Sato K, 2000. A summary of published barley QTL reports. <http://www.css.orst.edu/barley/NABGMP/qtlsum.htm>.
- Heller R, et Lance C, 2000. *Physiologie végétale. Partie 2: Développement 1^{ère} et 2^{ème} cycle*, 6^{ème} édition de l'abrège, Dunod sciences, Paris. p : 64-134.
- Hervieu B, Capone R and Abis, S, 2006. L'enjeu céréalier en méditerranée. Les notes d'analyse du CIHEAM N°9, p.1-13.
- Hisir Y, Rukiye K, and Tevrican D, 2012. Evaluation of oat (*Avena sativa* L.) genotypes for grain yield and physiological traits. *Emdirbystè=Agriculture*, **99**(1): 55-60.
- Holaday AS, Ritchie SW, and Nguyen HT, 1992. Effect of water deficit on gas exchange parameters and ribulose 1-5 biphosphate carboxylase activation in wheat. *Environmental and experimental botany*, **32**: 403-410.
- Hubac C, et Vieira DA Silva J, 1980. Indicateurs métaboliques de contraintes mésologiques. *Physiol. vég.*, **18**: 45 - 54.
- Hurd EA, 1974. Phenotype and drought tolerance in wheat. *Agric Mereorel*, **14**: 39-55.
- Holmberg N, and Bulow L, 1998. Improving stress tolerance in plants by gene transfer. *Trends Plant Sci.*, **3**: 61-66.
- Hopkins WG, 2003. *Physiologie végétale*, traduction de la 2^{ème} édition par Serge Rambour. Edition De Boeck, Bruxelles, p: 309-332.
- Houassin D, 2004. Adaptation au stress hydrique de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.). *Céréaliculture*, **42**: 29-35.
- Inamullah H, Ahmad F, Muhammad Sirajuddin G, Hassan and Gul R, 2006. Diallel analysis of the inheritance pattern of agronomic traits of bread wheat. *Pak.J.Bot.*, **38**(4): 1169-1175.

- Iqbal M, Khan K, Rahman H, and Sher H, 2010. Detection of epistasis for plant height and leaf area per plant in maize (*Zea mays* L.) From generation mean analysis. *Maydica*, **55**: 33-39.
- ITGC, 2001. Stades et variétés de blé. Ministère de l'agriculture, Algérie, Document de vulgarisation, p : 18-20.
- Jackson RD, Kustas WP, and Choudhury BJ, 1988. A reexamination of the crop water stress index. *Irrig. Sci.*, **9**: 309-317.
- Janmohammadi M, Sabaghnia N, and Nouraein M, 2014. Path analysis of grain yield and yield components and some agronomic traits in bread wheat. *Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, **62**(5): 945-952.
- Jeantet R, Croguennec T, Schuck P, and Brulé G, 2006. Science des aliments : Biochimie Microbiologie- Procédés- Produits. V2. Technologie des produits alimentaires. (éd).TEC & DOC. Paris.
- Jiang M, and Zhang J, 2002. Water stress induced abscisic acid accumulation triggers the increased generation of reactive oxygen species and upregulates the activities of antioxidant enzymes in maize leaves. *J. Exptl. Bot.*, **53**: 2401-2410.
- Jinks JL, and Jones RM, 1958. Estimation of the Components of heterosis. London. *Genetic*, **43**: 223-234.
- Jones HG, Flowers TJ. and Jones MB, 1989. *Plants Under Stress*. Univ. Cambridge.
- Jonard P, 1970. Etude comparative de la croissance de deux variétés de blé tendr. *Annales Amélioration des plantes*, **14**; 101-130.
- Jonard P, 1964. Etude comparative de la croissance de deux variétés de blé tendre. *Ann. Amélior. Plant.*, 14 (2).
- Jordan W, 1987. Rainfall removes epicutical waxes from isocoma leaves. *Botanical Gazette*, **14**: 420-425.
- Kameli A, and Losel DM, 1995. Contribution of carbohydrates and other solutes to osmotic adjustment in wheat leaves under water stress. *J. Plant physiol*, **145**: 363-366.
- Kameli A, and Losel DM, 1996. Growth and sugar accumulation in durum wheat plants under water stress. *New phytol.*, **132**: 57-62.
- Kamran S, Marwat KB, and Rahman H, 1994. Evaluation of maize (*Zea mays* L.) S1 lines for yield and inbreeding depression. *Sarhad J. Agric.*, **10**(5): 553-558.
- Kara Y, et Bentchikou MM, 2002. Variation de la tolérance du PSII aux hautes températures chez le blé dur. Rendement sous stress hydrique. In proceeding emejournees scientifiques sur le blé dur. Univer. Ment., Cne.: 51-55.
- Karki D, Wyant W, Berzonsky WA, and Glover KD, 2014. Investigating Physiological and Morphological Mechanisms of Drought Tolerance in Wheat (*Triticum aestivum* L.) Lines with 1RS Translocation. *American Journal of Plant Sciences*, **5**: 1936-1944
- Karou M, Haffid R, Smith D, and 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.
- Karron MJ, and Maranville JW, 1994. Response of wheat cultivars to different soil nitrogen and moisture regimes:1-Dry matter partitioning and root growth. *J. Plant Nutrition*, **17**; 729-744.

- Kashif MJ, Ahmed, MA, Chowdhary and Perveen K, 2003. Study of genetic architecture of some important agronomic traits in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Asian J. of Plant sciences*, **2**(9): 708-712.
- Kashif M, and Khaliq I, 2004. Heritability, Correlation and Path Coefficient Analysis for Some Metric Traits in Wheat. *Int. J. Agric. & Biol.*, **6**(1); 138-142.
- Kirby EJM, 1993. Effect of sowing depth on seedling emergence, growth and development in barley and wheat. *Field Crops Res.*, **35**: 101-111.
- Kirby EJM, and Appleyard M, 1984. In Barron A (ed) *Cereal Development Guide*, Plant Breeding Institute Cereal Unit. National Agricultural Centre, Stoneleigh, Kenilworth, Warwickshire, England.
- Kishor PBK, Hong Z, Miao CH, Hu CAA, and Verma DPS, 1995. Overexpression of A1-Pyrroline -5- Carboxylate Synthetase Increases Proline Production and Confers Osmotolerance in Transgenic Plants. *Plant Physiology*, **108**; 1387-1394.
- Kolaksazov M, Laporte F, Goltsev V, Herzog M, and Ananiev ED, 2014. Effect of frost stress on chlorophyll a fluorescence and modulated 820 nm reflection in arabis alpina population from rila mountain, *Genetics and Plant Physiology*, **4**(1-2): 44–56
- Koutsika-Sotiriou MS, and Karagounis CA, 2005. Assessment of maize hybrids. *Maydica.*, **50**: 63-70.
- Kribaa M, Hallaire S, and Curmi J, 2001. Effects of tillage methods on soil hydraulic conductivity and durum wheat grain yield in semi-arid area. *Soil and Tillage*, **37**: 17-28.
- Krishna HS, 2002. Developments and trends in enzyme catalysis in nonconventional media. *Biotechnology Advances*, **20**: 239-266.
- Laala Z, Oulmi A, Saraoui T, Haddad L, Nouar H, Benmahammed A, et Bouzerzour H, 2009. Effet de la sélection de la biomasse et des épis sur le rendement de blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous condition semi-arides. *Annales de la Faculté des Sciences et Sciences de l'Ingénieur, (AFSSI)*, **1**(4): 55-67.
- Laala Z, 2010. Analyse en chemin des relations entre le rendement en grains et les composantes chez des populations F3 de blé dur (*Triticum durum* Desf.) Sous conditions semi-arides. Mémoire magister, Faculté des Sciences de la Nature et de la vie, Université Ferhat Abass Sétif (UFAS), 96 pages.
- Large EC, 1954. Growth stages in cereals - illustration of the feekes scale. *Plant Pathology*, v.3, p.128-129. Available from: <<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/119780630/PDFSTART>>. Accessed: Jan., 21, 2010.
- Laumont P, and Erroux J, 1961. Inventaire des blés durs rencontrés et cultivés en Algérie. *Mémoires de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du nord* **5**: 94 pp.
- Leclerc JC, 1999. *Ecophysiologie végétale*. Publication de l'université de Saint Etienne, Paris: 283 p.
- Lee JP, and 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, and Stadelmann EJ, 1976. sugar composition and freezing tolerance in barley crosses with varying carbohydrate levels, *crop sci.*, **29**: 1266-1270
- 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, salt and other stress ». New York Academic Press: 25-282.
- Morard P, (1995. Les cultures végétales hors sol. Publications agricoles, 47-Agen, Fr. 301p.
- Lin CS, Binns MR, and Lefkowitz LP, 1986. Stability analysis, where do we stand. *Crop Sci.*, **26**: 894-900.
- Longnecker N, Kirby EJM, and Robson A, 1993. Leaf emergence, tiller growth, and apical development of nitrogen-deficient spring wheat. *Crop Sci.*, **33**: 154-160.
- Ludlow MM, and Muchow RC, 1990. A critical evaluation of traits for improving crop yield in water limited environment. *Advance in agronomy*, **43**: 107-143.
- Lupton FGH, 1987. History of wheat breeding. In: *Wheat breeding, Its scientific basis*. Lupton FGH (ed.). Chapman and Hall, London, PP 51-70.
- Luquet D, 2002. Suivi de l'état hydrique des plantes par infrarouge thermique-(analyse expérimentale et modélisation 3d de la variabilité des températures au sein d'une culture en rang de cotonniers). Doctorat de l'institut national agronomique paris-grignon. Institut national agronomique paris-grignon (France), 167 p.
- Mahdid M, Kameli A, Ehlert C, AND Simonneau T, 2014. Recovery of leaf elongation during short term osmotic stress correlates with osmotic adjustment and cell turgor restoration in different durum wheat cultivars. *Pak. J. Bot.*, **46**(5); 1747-1754,
- Mahmood FAH, Mohamad S, and Ali FH, 2005. Interaction Effects of drought episode and different levels of nitrogen on growth, chlorophyll, proline and leaf relative water content. *Rafidain Journal of Science*, ISSN: 1608-9391, **16**(8): 128-145.
- Mahmoud EY, Omar S, Mamdouh MNA, and Zeinab MB, 2003. Kinetin alleviates the influence of waterlogging and salinity on growth and affects the production of plant growth regulators in *Vigna sinensis* and *Zea mays*. *Agronomie*, **23**: 277-285.
- Marashi SK, 2014. A comparative study of grain yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.) in response to waterlogging condition. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)*, **5**(3): 347-353.
- MARD, 2009. Statistiques série B-Ministère de l'agriculture et du développement rural.
- MARD, 2010. Statistiques Agricoles, Superficies et production. Ministère de l'agriculture et du développement rural. Données: 1997-2009 .
- Martin TJ, Harvey TL, and Livers RW, 1976. Resistance to wheat streak mosaic virus and its vector, *Aceria tulipae*. *Phytopathology*, **66**: 346-349.
- Marutani Y, Yamauchi Y, Miyoshi K A, Inoue Ikeda K, Mizutani M, and Sugimoto Y, 2014. Regulation of photochemical energy transfer accompanied by structural changes in thylakoid membranes of heat-stressed wheat. *International Journal of Molecular Sciences*, **15**: 23042-23058
- Mason RE, and Singh RP, 2014. Considerations When Deploying Canopy Temperature to Select High Yielding Wheat Breeding Lines under Drought and Heat Stress. *Agronomy*, **4**(2):191-201
- Mason RE, Hays DB, Mondal S, Basnett BR, and Ibrahim AMH, 2013. QTL for yield, yield components and canopy temperature depression in wheat (*Triticum aestivum* L.) under field conditions. *Euphytica*, **194**:243-259.

- Mass EV, Hoffman GJ, 1977. Crop salt tolerance –current assessment. J. Irrig. drain. Dir. Am. Soc. Civ. Eng., **103**: 115-134.
- Mather K, and Jinks JL, 1982. Biometrical genetics: The study of continuous variation (2nd ed.). London: Chapman Hall.
- Mazouz L, 2006. Etude de la contribution des paramètres phéno-morphologiques dans l'adaptation du blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans l'étage bioclimatique semi-aride. Mémoire de Magister .Dép . Agr .Fac. Sci., Université Hadj Lakhdar, Batna.70pp.
- 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.) Mémoire de magister, INA, Elherrach, 67 p.
- Mekhlouf A, Bouzerzour H, et Dehbi F, 2001. Rythme de développement et variabilité de réponses du blé dur (*Triticum durum* Desf.) aux basses températures. Tentatives de sélection pour la tolérance au gel. In : Proceedings séminaire sur la valorisation des milieux semi-arides. Oum El Bouaghi, **23**: 75-80.
- Mekhlouf A, Bouzerzour H, Benmahammed A, et Hadj Sahraoui A, 2006. Adaptation des variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) au climat semi-aride ; Sécheresse, **17**: 507-513.
- Mekhlouf A, 2008. Etude de la variabilité génétique du blé dur (*Triticum durum* Desf.) pour la tolérance au froid. Doctorat des sciences. INA (El-herrache) Alger, 133 pages.
- Memon SM, Qureshi MU, Ansari BA and Sial MA, 2007. Genetic heritability for grain yield and its related character in spring wheat. Pak. J. Bot, **39**(5): 1503-1509.
- Menad A, Meziani N, Bouzerzour H, and Benmahammed A, 2011. Analyse de l'interaction génotype x milieu du rendement de l'orge (*Hordeum vulgare* L.) : application des modèles AMMi et la régression conjointe. Natute & Technology (Université Chlef), **2**: 99-106.
- Meneguzzo S, Navari-Izzo F, and Izzo R, 2000. NaCl effects on water relations and accumulation of mineral nutrients in shoots, roots and cell sap of wheat seedlings. J. Pla. Physiol, **156**(5/6): 711-716.
- Meziani N, Bouzerzour H, Benmahammed A, and Menad A, 2011. Performance And Adaptation of Barley Genotypes (*Hordeum vulgare* L.) to Diverse Locations. Advances in Environmental Biology, **5**(7): 1465-147.
- Mhike X, Okori P, Magorokosho C, and Ndlela T, 2012. Validation of the use of secondary traits and selection indices for drought tolerance in tropical maize. Afr. J. Plant Sci., **6**(2): 96-102.
- Moffat AS, 2002. Plant genetics-finding new ways to protect drought-stricken plants. Science, **296**: 1226-1229.
- Mohammadi MP, Sharifi R, and Karimizadeh, 2014. Stability analysis of durum wheat genotypes by regression parameters in dryland conditions. Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis, **62**(5): 1049-1056.
- Mohan Y, and Ram HH, 2006. Stability analysis in soybean (*Glycine max* L. Merrill). Agricultural Review, **27**(4): 258 –266.
- Monneveux P, 1991. Quelles stratégies pour l'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des céréales hiver? In : amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides des céréales. AUPELF-UREF ed. John Libbey Eurotext, Paris: 165-186.

- Monneveux P, and Belhassen E, 1996. The diversity of drought adaptation in the wide. *Plant Growth Regul.*, **20**: 85-92.
- Monneveux P, et Benlaribi M, 1988. Etude comparée du comportement de deux variétés algériennes de blé dur (*Triticum durum* Desf) adaptées à la sécheresse. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, **74**(5); 73-83.
- Moragues M, Garcia del Moral LF, Moralejo M, and 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
- Morgan JM, 1983. Osmoregulation as a selection criterion for drought tolerance in wheat. *Aust. J. Agric. Res.*, **34**: 607-613.
- Morgan JM, 1991. A gene controlling differences in osmoregulation in wheat. *Plant Physiol.*, 249-254.
- Mosaad MG, Ortiz-Ferrara G, Mahalakshmi V, and 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
- Nachit MM, 1992. Durum wheat breeding for Mediterranean dry land of North Africa and West Asia. pages 14-27 in *Discussion on Durum wheat: Challenges and Opportunity. Durum wheat Workshop, CIMMYT, Ciudad Obregon, Mexico. March, 23-25 pp.*
- Nachit MM, and Jarrah M, 1986. Association of some morphological characters to grain yield in durum wheat under Mediterranean dry-land conditions. *Rachis*, **5**: 33 -34.
- Naidu BP, Aspinall D, 1991. Amino acids and glycine betaine accumulation in gold stressed wheat seedling. *Phytochemistry*, **30**(2): 407-409.
- Neffar F, 2013. Analyse de l'expression des gènes impliqués dans la réponse au stress abiotique dans différents géotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.) et d'orge (*Hordeum vulgare*) soumis à la sécheresse. Doctorat des sciences, biologie végétale, Faculté SNV, Université Sétif₁. 98 pages.
- Nelson CJ, 1988. Genetic associations between photosynthetic characteristics and yield: review of the evidence. *Plant Physiology and Biochemistry, Paris*, **26**: 543-554.
- Nultsch W, 2001. *Allgemeine Botanik*. 11. Auflage. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- Nouar H, Haddad L, Laala Z, Oulmi A, Zerargui H, Benmahammed A, and Bouzerzour H, 2010. Performances comparées des variétés de blé dur: Mohammed Ben Bachir, Waha et Boussalam dans la wilaya de Sétif. *Céréaliculture*, **54**(1): 23-28.
- O'Toole S, and Gruz P, 1980. Response of leaf water potential, stomatal resistance and leaf rolling to water stress. *Plant Physiol.*, **65**(3); 428-437.
- Oosterhuis DM, and Walker S, 1987. Stomata resistance measurement as indicator of water deficit stress in wheat and soybeans. *South Africa journal of plant and soil*, **4**(3): 113-126.
- Oudina M, et Bouzerzour H, 1988. Variabilité du rendement de l'orge (*Hordeum vulgare* L.) variété Tichedrett sous l'influence du climat des hauts plateaux Sétifiens. In : *Proc. Symp Inter. On the Agrometeorology of rainfed barley-based farming systems*. Eds WMO-Icarda, 100-119.

- Oulmi A, 2010. Contribution à l'étude de la variation de la teneur relative en eau, la température de la canopée et la structure foliaire chez des populations de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Mémoire magister, Faculté des Sciences de la Nature et de la vie, DEBV. Université Ferhat Abass Sétif (UFAS), 108 pages.
- Oulmi A, Benmahammed A, Laala Z, Adjabi A, and Bouzerzour H, 2014a. Response to plant breeding on the basis of the canopy temperature of F5 lines derived from the F2 of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under semi-arid high plains eastern conditions. International Journal of Agronomy and Plant Production, **5**(1): 20-30.
- Oulmi A, Benmahammed A, Laala Z, Adjabi A, and Bouzerzour H, 2014b. Phenotypic variability and relations between the morpho-physiological traits of three F5 populations of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) evaluated under semi-arid conditions. Advances in Environmental Biology, **8**(21): 436-443.
- Pajević S, Kristić B, Stanković Z, Plesnicar M, and Denićić S, 1999. Photosynthesis of flag leaf and second wheat leaves during senescence. Cereal research Communication, **27**: 155-162.
- Paquin R, et Vezina L, 1982. Effet des basses températures sur la distribution de la proline libre dans les plantes de Luzerne. Media presse. Physiol vege, **20**(1): 101-109.
- Peterson RF, 1965. Wheat botany, cultivation, and utilization. Interscience, New York.
- Petter JD, 2005. Plants hormones-biosynthesis signal transduction action: Springer (the language of science) USA, P: 1-5.
- Pheloung PC, and Siddique KHM, 1991. Contribution of stem dry matter to grain yield in wheat cultivars. Aust. J. Plant. Physiol., **18**: 53- 64.
- Pleijel H, Danielsson D, Simpson and Mills G, 2014. Have ozone effects on carbon sequestration been overestimated? A new biomass response function for wheat. Biogeosciences, **11**: 4521–4528.
- Pourmohammad AM, Toorchi SS, Alavikia M, and Shakiba R, 2014. Genetic analysis of yield and physiological traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.) under irrigation and drought stress. Not Sci Biol., **6**(2):207-213
- Prats H, 1960. Vers une classification des graminées .Revue d'Agrostologue, Bull. Soc. Bot. France, 32-79.
- Prévost P, 1999. Les bases de l'agriculture. 3emeEd. Tec & doc Lavoisier. Paris, 290p.
- Quick JS, 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.
- Rahman MS, Wilson JH, and Aitken A, 1977. Determination of spikelet number in wheat. II. Effect of varying light level on ear development. Austr. J. Agric. Res., **26**: 575-581.
- Ramsay L, Macaulay M, Degli S, Ivanissevich, Maclean K, Carsle L, Fuller J, Edwards Kj, Tuvesson S, Morgante M, Massari A, Maestri E, Marmioli N, Sjakste T, Ganai M, Powell W, and Waugh R, 2000. A simple sequence repeat- based linkage map of barley. Genetics, **156**: 1997- 2005.
- Ranjan SK, Manoj and Pandey SS, 2006. Genetic variability in peas (*Pisum sativum* L.). Legume Research – An Intern. J., **29** (4).

- Rashid A, Stark JC, Tanveer A, and Mustafa T, 1999. Use of canopy temperature measurements as a screening tool for drought tolerance in spring wheat. *J. Agron. Crop Sci.*, **182**: 231-237.
- Rasmusson DC, and Cannel RQ, 1970. Selection for grain yield and components of yield in barley. *Crop Sci.*, **10**: 51-54.
- Rassaa N, Ben Haj Salah H, and 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
- Redjal, et Benbelkacem A., 2002. Développement agricole et céréali- culture. Place du blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans l'économie nationale. In: Proceeding séminaire 3ème journées scientifiques sur le blé. Université Mentouri Constantine, 1-13.
- Rekika D, Kara Y, Souyris I, Nachit M, Asbati A, and 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.
- Rengasamy P, 2010. Soil processes affecting crop production in salt-affected soils. *Aust. J. Soil Res*, **37**: 613-620 p.
- Reynolds MP, 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 MP, Nagarajan S, Razzaque MA, Ageeb OAA, 1997. Using canopy temperature depression to select for yield potential of wheat in heat-stressed environments. *Wheat Prog. Special Rep.* 42. Mexico, CIMMYT.
- Richards RA, and Passioura JB, 1981. Seminal root morphology and water use of wheat. 1. Environmental effects. *Crop Sci.*, **21**; 249-52.
- Richards RS, Rebtzke GJ, Van Herwaarden AF, Dugganb BL, and Condon AG, 1997. Improving yield in in rainfed environments through physiological plant breeding. *Dry land Agriculture*, **36**: 254-266.
- Richards RA, Rebetzke GJ, Condon AG, and Van Herwaar-Den AF, 2002. Breeding opportunities for increasing the efficiency of water use and crop yield in temperate cereals. *Crop Sci.*, **42**:111–121
- Rico-García E, Hernández-Hernández F, Soto-Zarazúa GM, and Herrera-Ruiz G, 2009. Two new methods for the estimation of leaf area using digital photography. *International J. of Agric. and Biol.*, **11**: 397-400.
- Rosyara UR, Vromman D, and 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.
- Roy JK, Bandyopadhyay R, Rustgi S, Balyan HS, and Gupta PK, 2006. Association analysis of agronomically important traits using SSR, SAMPL and AFLP markers in bread wheat *J. K. Current sciences*, 5-90p.
- Saab IN, Sharp RE, and Pritchard J, 1990. Increased endogenous abscisic acid maintains primary root growth and inhibits shoot growth of maize seedlings at low water potentials. *Plant Physiology*, **93**; 1329-1336.

- Saab IN, and Sharp RE, 2004. Non-hydraulic signals from maize roots in drying soil: inhibition of leaf elongation but not stomata conductance. *Planta*, **179**: 466-474.
- Saadalla MM, and Alderfasi AA, 2000. Infrared-thermal sensing as a screening criterion for drought tolerance in wheat. *Annals of Agricultural Science Cairo*, **45**: 421-437.
- Sabahat Z, and Ajmal Khan M, 2002. Comparative effect of NaCl and seawater on seed germination of *Limonium stocksii*. *Pak. J. Bot.*, **34**(4); 345-350.
- Sabbagh E, Lakzayi M, Keshtehgar A, and Rigi K, 2014. The effect of salt stress on respiration, PSII function, chlorophyll, carbohydrate and nitrogen content in crop plants, *International Journal of Farming and Allied Sciences*, **3**(9); 988-993.
- Sadeghzadeh D, and Alizadeh Kh, 2005. Relationship Between Grain Yield and Some Agronomic Characters in Durum Wheat under Cold Dryland Conditions of Iran. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, **7**(8); 959-962.
- Sánchez E, Ávila-Quezada G, Gardea AA, and Ruiz JM, 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.
- Sauter A, Davies WJ, and 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.
- Saini HS, and Aspinall D, 1982. Abnormal sporogenesis in wheat (*Triticum aestivum* L.) induced by short periods of high temperature. *Ann. Bot.*, **49**: 835–846.
- Sandan AP, Harcha CI, Daniel F, and Calderini DF, 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.
- Schmitz G, and Schütte G, 2000, *Plants resistant against abiotic stress*. University of Hamburg.
- Seki M, Ishida J, Narusaka M, Fujita M, Nanjo T, Umezawa T, Kamiya A, Nakajima M, Enju A, Sakurai T, Satou M, Akiyama K Yamaguchi-Shinozaki K, Carninci P, Kawai J, Hayashizaki, Y, and Shinozaki K, 2006. Monitoring the expression pattern of ca. 7000 Arabidopsis genes under ABA treatments using a full-length cDNA microarray. *Funct. Integr. Genom.*, **2**: 282-291.
- Seki M, Umezawa T, Urano K, and Shinozaki K , 2007. Regulatory metabolic networks in drought stress responses. *Current Opinion in Plant Biology*, **10**: 296–302.
- Shabbir Shakoor M, Akbar M, and Hussain A, 2007. Correlation and path coefficients studies of some morphophysiological traits in maize double crosses. *Pak. J. Agri. Sci.*, **44**(2): 213-216.
- Shaherly M, and Khoury B, 2012. Genetic behavior of some grain yield related traits in durum wheat. *Damascus University Journal For The Agricultural Sciences*, **28**(2): 97-114.
- Shamsi K, and Kobraee S, 2013. Biochemical and physiological responses of three wheat cultivars(*Triticum aestivum* L.) to salinity stress. *Annals of Biological Research*, **4**(4):180-185.
- Sharma RC, and Smith EL, 1986. Selection for high and low harvest index in winter wheat populations. *Crop Sci.*, **26**: 1147-1150.

- Sharma RC, Smith EL, and McNew RW, 1987. Stability of harvest index and grain yield in winter wheat. *Crop. Sci.*, **27**: 104-108 .
- Shen B, Jensen RG, and Bohnert HJ, 1997. Increased resistance to oxidative stress in transgenic plants by targeting mannitol biosynthesis to chloroplasts. *Plant Physiology*, **108**; 1387–1394.
- Shewry PR, 2009. Wheat. *J Exp Bot* 60: 1537-1553. Shewry PR, Halford NG, Tatham AS, Popineau Y, Lafiandra D, Belton PS (2003) The high molecular weight subunits of wheat glutenin and their role in determining wheat processing properties. *Adv. Food. Nutr. Res.*, **45**: 221-302.
- Siakhène N, 1984. Effet du stress hydrique Sur quelques espèces de luzerne Annuelle. *Mémoire ing Agr. INA. El Harrach*: 90 p.
- Siddique KHM, Belford MW, Perry D, and Tennant D, 1991. Growth development and light interception of old and modern wheat varieties in Mediterranean environment. *Aust. J. Agri. Res.*, **40**: 473-487.
- Siebert S, Ewert F, Rezaei EE, Kage H, and Gra R, 2014. Impact of heat stress on crop yield-on the importance of considering canopy temperature. *Environmental Research Letters*. 9, 044012 (8pp).
- Simmons S, and Crookston R, 1979. Rate and duration of growth of kernels formed at specific florets in spikelets of spring wheat. *Crop Science*, **19**: 690–693.
- Simon H, Codaccioni P, and Lecoeur X, 1989. Produire les céréales à paille. *Agriculture d'aujourd'hui, science, techniques, applications* Ed. J.B. Baillière, 333p.
- Singh U, Wilkens P, Chude V, and Oikeh S, 1999. Predicting the effect of nitrogen deficiency on crop growth duration and yield. *Proc. Fourth Int. Conf. Precision Agric., ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI*.
- Snedecor GW, and Cochran WG, 1981. *Statistical methods*. 6th (Edit), Iowa Stat. Univ., Press. Ames, Iowa, U S A.
- Soar CJ, and Loveys BR, 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.
- Soheil KV, Tavallali M, Rahemi Rostami AA, and Vaezpour M, 2009. Estimation of leaf growth on the basis of measurements of leaf lengths and widths, choosing pistachio seedlings as model. *Australian J. of Basic and Applied Sci.*, **3**(2): 1070-1075.
- Soltner D, 1980. *Les grandes productions végétales. Collection des sciences et des techniques culturales*, 15-50.
- Soltner D, 1998. *Les grandes productions végétales: céréales, plantes sarclées, prairies. Sainte-Gemme-sur-Loire, Sciences et Techniques Agricoles*.
- Spagnoletti-Zeulli PL, and Qualset CO, 1990. Flag leaf variation and the analysis of diversity in durum wheat. *Plant Breeding*, **105**: 189-202.
- Spilde LA, 1989. Influence of seed size and test weight on several agronomic traits of barley and hard red spring wheat. *J. Prod. Agric.*, **2**; 169-172.

- Sullivan CY, 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.
- Supper S, 2003. Verstecktes Wasser. Sustainable Australi, Nr- Dezember 2003.
- Srdic J, Pajic Z, and Mladenovic drinic S, 2007. inheritance of maize grain yield componenets. Maydica, **52**: 261-264.
- Srivastava JP, Damania AB, and Pecetti L, 1988. Landraces, primitive forms and wild progenitors of macaroni Wheat (*Triticum durum* Desf) their use in dryland agriculture. In: T.E. Miller and R.M.D. Koebner Eds 7th IWGS, Cambridge, UK., **1**: 153-158.
- Stats4U, 2007. Free Software package. version 1, release 2, Rev.2, written by William G. Miller.
- Subbiah B, Katyal JC, Narasimham RL, and Dakshina MC, 1968. Primarily investigation on root distribution of high yielding varieties. Inst. J. Appl. Rad., **10**: 385-390.
- Tardieu F, and Davies WJ, 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.
- Teulat B, This D, Khairallah M, Borries C, Ragot C, Sourdille P, Leroy P, Monneveux P, and Charrier A, 1998. Several QTLs involved in osmotic adjustment trait variation in barley (*Hordeum vulgare* L.). Theor. Appl. Genet., **96**: 688-698.
- Touati M, 2002. The effect of two water stress methods on osmotic adjustment solute accumulation and expensive drought in two durum wheat varieties (*Triticum durum* Desf).Thèse de magistère. ENS Kouba. Alger: 115p.
- Turner JE, and Begg JE, 1978. Responses of pasture plants to water deficits. In : Wilson J.R. (éd.): Plants Relations in Pastures. CSIRO, Melbourne, pp. 50-66.
- Turner NC, 1986. Adaptation to water deficit. A changing perspective. AUST. Plant Physiol., **13**: 175-180.
- Tyankova LA, 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 1 (20) : 3.
- Uno Y, Furihata T, Abe H, Yoshida R, Shinozaki K, and Yamaguchi-Shinozaki K, 2000. Arabidopsis basic leucine zipper transcription factors involved in an abscisic acid-dependent signal transduction pathway under drought and high salinity conditions. Proc. Natl. Acad. Sci. USA., **79**: 11632-11637.
- Van Ginkel M, Calhoun DS, Gebeyehu G, Miranda A, Tian-You C, Wanjura DF, Upchurch DR, and Mahan JR, 1995. Control of irrigation scheduling using temperature-time thresholds. Trans. ASAE, **38**: 403-409.
- Vavilov NI, 1926. Centres of origin of cultivated plantes. Bulletin of Applied Botany and Plant Breeding (Leningrad), **16**: 139-248.
- Venekamp JH, 1989. Regulation of cytosol acidity in plants under conditions of drought. Physiol. Plant, **76**: 112-117.
- Vieira Da Silva JB, 1976. Water stress, ultrastructure and enzymatic activity. In "Water and plant life:

- Voinov OA, Voinova OI, and Brezyek TS, 1996. Characteristics of the reaction of winter wheat and maize to temperature stress. Nanchnoe shlenogo kompleksa, 50-56 (In Russian, with English summary).
- Vlasyuk PA, Shmat'koi G, and 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.
- Wardlaw IF, Dawson IA, and Munibic P, 1989. The tolerance of wheat to high temperatures during reproductive growth. II. Grain development. Australian J. Agri. Res., **40**: 1-13.
- Wardlaw JF, and 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.
- Wehner TC, 1982. Weighted selection indices for trials and segregating populations. Cucurbit Genet. Coop. Rpt., **5**: 18-20.
- Westgate ME, and Boyer JS, 1985. Osmotic adjustment and the inhibition of leaf, root, stem and silk growth at low water potentials in maize. Planta, **164**; 540-549.
- Witzel K, Weider A, Surabhi GK, Borner A, and Mock HP, 2009. Salt stressinduced alterations in the root proteome of barley genotypes with contrasting response towards salinity. J. Exptl. Bot., **60**(12): 3545-3557.
- Workineh A, Berhanu A, and Demelash K, 2014. Participatory Evaluation and Selection of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Varieties: Implication for Sustainable Community Based Seed Production and Farmer Level Varietal Portfolio Managements at Southern Ethiopia. World Journal of Agricultural Research, **2**(6): 315-320.
- Wuest SB, and Cassman KG, 1992. Fertilizer-nitrogen use efficiency of irrigated wheat: I. uptake efficiency of preplant versus late-season applied N. Agron. J., **84**: 682-688.
- Yadav Hk, and Singh SP, 2011. Inheritance of quantitative traits in opium poppy (*Papaver somniferum* L.). Genetika, **43**(1): 113 -128.
- Yamaguchi-Shinozaki K, Kasuga M, Liu Q, Nakashima K, Sakuma Y, Abe H, Shinwari ZK, Seki M, and Shinozaki K, 2002. Biological mechanisms of drought stress response. JIRCAS Working Report 2002.
- Yanti G and Liu PH, 2005. Ontogenetic characteristics of field pea in a semiarid environment. World J. Agric. Sci., **1**(1): 06-13.
- Ykhlef N, et 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. Sérié A, **40**; 327-330.
- Yeon OK, Jong CK, and Jeovirglai C, 2000. Effect of seed priming on carott , lettuce ,anion and welsh anion seeds as affected by germination and temperature. Korean J. Hort. Sci. Technol., **18**: 321-326.
- Zadoks JC, Chang TT, and Knzak CF, 1974. A decimal code for the growth stage of cereals. Weeds Research, **14**: 415-421.
- Zareian A, Hosein H, Sharif A2, Aidin H, 2014. Yield, yield components and some physiological traits of three wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under drought stress and potassium foliar application treatments. International Journal of Biosciences, **4**(5): 168-175.

- Zeeshan M, Arshad W, Khan MI, Ali S, and Tariq M, 2014. Character association and casual effects of polygenic traits in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. International Journal of Agriculture, Forestry and Fisheries, **2**(1): 16-21
- Zhang J, Nguyen HT, and Blum A, 1999. Genetic analysis of osmotic adjustment in crops plants. J. Exp. Bot., **50**: 291-302.
- Zhang HX, and Blumwald E, 2001. Transgenic salt-tolerant tomato plants accumulate salt in foliage but not in fruit. Nature Biotechnology, **19**; 765-768.
- Zhang SW, and Wang CF, 2008. Research status Quo and future of low temperature wheat genotypes. Agricultural Sciences in China, **7**: 1413-1422.
- Zhang J, Jianli C, Chenggen C, Weidong Z, Wheeler EJ, Souza J, and Robert Zemetra S, 2014. Genetic Dissection of QTL Associated with Grain Yield in Diverse Environments. Agronomy (ISSN 2073-4395), **4**: 556-578.
- Zid E, et 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, and Hopf M, 1994. Domestication of plants in the old world. 2nd Oxford Carendon Press., P: 39-46.
- Zohary D, and Hopf M, 2000. Domestication of plants in the old world. Oxford University Press, Oxford.

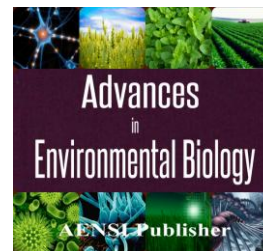
الملحق



AENSI Journals

Advances in Environmental Biology

ISSN-1995-0756 EISSN-1998-1066

Journal home page: <http://www.aensiweb.com/AEB/>

Phenotypic Variability and Relations between the Morpho-Physiological Traits of three F5 Populations of Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) Evaluated Under Semi-Arid Conditions

¹Abdelmalek Oulmi, ¹Amar Benmahammed, ²Zahira Laala, ²Abdelhamid Adjabi, ¹Hamenna Bouzerzour

¹Valorisation of Natural Biological Resources Laboratory (VNBRL), Depart Of Ecology and Plant Biology, Faculty of Nature and Life Sciences. Ferhat ABBAS University, Setif-1, 19000, Algeria

²VNBRL, Depart of Agronomy, Faculty of Nature and Life Sciences, Ferhat ABBAS University, Setif-1, 19000, Algeria

ARTICLE INFO

Article history:

Received 4 September 2014

Received in revised form 24 November 2014

2014

Accepted 18 December 2014

Available online 29 December 2014

Keywords:

Variability, selection, *Triticum durum*, stress, correlation, tolerance, performance.

ABSTRACT

Selection of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) for high yield performance has made little progress in under the semi-arid conditions of the eastern high plateaus of Algeria, due to the sensitivity of plant material selected to harsh abiotic stresses that characterize the region of production. The present study focused on monitoring the variability, heritability and traits association in three cross populations of durum wheat. The results indicated the presence of a sizeable amount of genetic variability, for above ground biomass, spike number, spike weight, economical yield and grain yield. These traits expressed moderate to high broad sense heritability and were highly correlated with grain yield, making them a potential selection criteria to improve indirectly grain yield. Physiological traits were generally less variability, had low to moderate heritability and were not significantly correlated with grain yield, suggesting difficulty to select concomitantly for grain yield potential and stress tolerance.

© 2014 AENSI Publisher All rights reserved.

To Cite This Article: Abdelmalek Oulmi, Amar Benmahammed, Zahira Laala, Abdelhamid Adjabi, Hamenna Bouzerzour, Phenotypic Variability and Relations between the Morpho-Physiological Traits of three F5 Populations of Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) Evaluated Under Semi-Arid Conditions. *Adv. Environ. Biol.*, 8(21), 436-443, 2014

INTRODUCTION

In Algeria, durum wheat (*Triticum durum* Desf.) is mainly grown under rain fed conditions on the high plateaus. It is subject to terminal stress at the end of the cycle which drastically reduced yield potential [6]. Selection for stress tolerance is, therefore, a prerequisite for combining yield performance and yield stability [10]. Identification of characters that boost both characteristics is an important step in plant breeding [12, 22, 34, 41]. Improvement of grain yield is traditionally achieved through direct selection on the basis of grain yield itself [42, 19], while stability is tentatively approached through resilience to abiotic stress to minimize grain yield variation. Selection for grain yield under drought and heat stress conditions is inefficient due to the low heritability of this trait and the presence of genotype x environment interaction [25, 30, 9, 31]. Ceccarelli *et al.* [13] reported that genetic improvement, under drought and heat stresses, can be achieved through indirect selection for yield in the target environment. Therefore the best option for crop production is to improve both yield and yield stability under stress conditions. Several traits, closely correlated with grain yield, have been identified and proposed as indirect selection criteria to improve simultaneously wheat tolerance to stress and yield potential [33, 14]. Effectiveness of selection for secondary traits to improve yield under drought and heat stresses has been demonstrated in wheat [37]. Expression of high above-ground biomass and efficient partitioning, under stress, are indicative of tolerance to abiotic constraints [16, 38, 40]. Leaf water status, canopy temperature, and membrane stability are utilized to discriminate between tolerant and sensitive genotypes for drought and heat stresses [2, 20, 29, 36]. Relative water content is considered to be a reliable indicator of plant water status [25]. Amani *et al.* [2] and Fischer *et al.* [20] and Oulmi *et al.* [31] reported that the canopy temperature is associated with grain yield performance under water and heat stresses in bread wheat. Drought and heat stresses affect growth, depressing accumulation of above ground and root biomasses. Genotypes which maintain vigorous growth prior to heading can partition assimilates to the root system for the relief of stress and

Corresponding Author: Abdelmalek Oulmi, Valorisation of Natural Biological Resources Laboratory (VNBRL), Depart Of Ecology and Plant Biology, Faculty of Nature and Life Sciences. Ferhat ABBAS University, Setif-1, 19000, Algeria. City Amn Elhayet Rue boucif amor N° 13/05, SETIF 19000 ALGERIA. E-mail: oulmi1@yahoo.fr

to the stem for remobilization during the grain filling phase [11, 38]. Electrolyte leakage from leaf tissues has been suggested as a means of assessing membrane stability, which allows evaluation of the ability of cell membrane to maintain their integrity under stress [7]. Genotypic differences for these traits are often associated with a given operating stress tolerance strategy [8, 32, 17, 35, 39]. The objective of this study is to assess the variability and the relationships among morpho-physiological traits generated in three cross populations of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) evaluated under semi-arid conditions.

MATERIALS AND METHODS

Field experiment:

The experiment was conducted at the experimental site of the agricultural Research station of the Field Crop Institute of Sétif (Algeria), during the 2010/2011 cropping season. Three sets of 120 F5 breeding lines derived from Ofanto/Mohammed Ben Bachir, Ofanto/Waha and Ofanto/Mrb₅ durum wheat crosses, along with their respective parents, were seeded on November 2010 in 2 rows, 5.0 m long with 0.2 m row spacing. The parents were repeated every 40 entries. Nutrient deficiencies were prevented with fertilization at sowing, by an application of 100 kg/ha of super phosphate 46% and at jointing, by an application of 100 kg/ha of urea 35%. Weeds were controlled chemically with GranStar [*Methyl Tribenuron*] at 12 g ha⁻¹ rate.

Measured variables:

The length of the vegetative period was determined as the number of calendar days from January first to the day when 50% of the spikes were extruded from flag leaves. Plant height was measured in at physiological maturity, from the soil surface to the top of spikes, excluding awns. Above-ground biomass, spike number and spike weight, harvest index, thousand- kernel weight and grain yield were measured, at maturity, from vegetative samples harvested from one row 1.5 m long. Thousand-kernel weight was based on count of 200 seeds. The number of kernels per spike and per square meter were derived from grain yield, thousand- kernel weight and spike number mean values.

Relative water content was determined, at heading, according to the procedure described by Mefti *et al.* [2008]. Three flag leaves, sample from each entry, were placed in pre-weighed plastic tubes containing 10 ml of distilled water (W₁), with their cut ends dipped in the water. The tubes were tightly sealed and placed inside a portable ice box, transported to the laboratory and stored, overnight, in a refrigerator to achieve leaves turgor. The tubes were removed from the refrigerator, weighed again (W₂) to get the samples fresh weight (FW = W₂ - W₁). The leaves were removed from the tubes, cleaned with a dry cloth and weighted to get the saturated fresh weight (SFW). The leaf samples were oven dried at 70°C for 24 h, to determine the leaves dry weight (DW). Relative water content (RWC) was then determined as the ratio: $100[(W_2 - W_1) - DW] / (SFW - DW)$.

The percentages of cell injury caused by drought and by heat stress were determined, using flag leaf samples, according to the procedures described by Mekhlouf *et al.* [28]. Canopy temperature was measured at heading stage, with a portable infrared thermometer; model AG-42, Teletemp Corp, Fullerton, CA. Four readings were taken per entry, at three days interval. Flag leaf area and specific leaf dry weight were determined at heading from 5 flag leaves samples. The leaf area was estimated as the product of leaf length x leaf wide x 0.704 [27]. The specific leaf dry weight was determined as the ratio of flag leaf dry weight over flag leaf area [37, 4].

Data analysis:

Data were subjected to statistical analyses to obtain mean and range values for the measured traits. Estimates of phenotypic (σ_p^2), genotypic (σ_g^2) and environmental (σ_e^2) variances and phenotypic (PCV) and genotype coefficients of variation (GCV) were obtained from data of the parents and their offspring according to the method outlined by Cruz *et al.* [15]:

$$PCV(\%) = 100\sigma_{pF5}/\bar{Y}_o$$

$$GPV(\%) = 100\sigma_{gF5}/\bar{Y}_o$$

Where σ_{pF5} , σ_{gF5} are the phenotypic and genotypic standard deviations of the F₅ generation and \bar{Y}_o is the F₅ mean for the trait under study. Broad sense heritability (h^2_{bs}) was calculated using variance components derived from the parental and the offspring generations' data according to Acquaah [1]:

$$h^2_{bs} = 100(\sigma_{gF5}^2 / \sigma_{pF5}^2),$$

where σ_g^2 = genotypic variance, σ_p^2 = phenotypic variance. Traits relationship was scrutinized through phenotypic correlation coefficients and regression analyses. Statistical analyzes were performed with LazStats software [24]. The least significant difference at 5% probability level was derived from the analysis of variance of the traits measured on the parental lines which are repeated.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Variability of morphological characters:

The relative comparison of the three populations for the measured agronomic traits is given in figure 1. Taking the mean values of the check cultivar Waha as 100%, the results indicated no differences existed between the three populations and Waha for the number of days to head (DHE). On average, the cross populations expressed low above ground biomass (BIO), low number of kernels per m² (NKM²), low economical yield (YLD_{ec}) and low spike number (SN) than did Waha. However they showed higher average values for plant height (PHT), thousand-kernel weight (TKW), number of kernels per spike (NKS) and harvest index (HI). The advantages of these traits are not highly reflected in grain yield, since only Ofanto/Mrb₅ population presented a higher grain yield average than Waha, Ofanto/Waha had comparable yield to Waha and Ofanto/MBB showed a lower grain yield than Waha (Figure 1). These results indicated that there is large scope to improve traits such as SW, PHT, TKW, NKS and HI in the cross populations' understudy, if these traits exhibit high broad sense heritability and large genotypic variability. However these results suggested also that the improvement of one or more than one or more than one of the above mentioned traits does not necessarily improve indirectly grain yield which is the targeted trait.

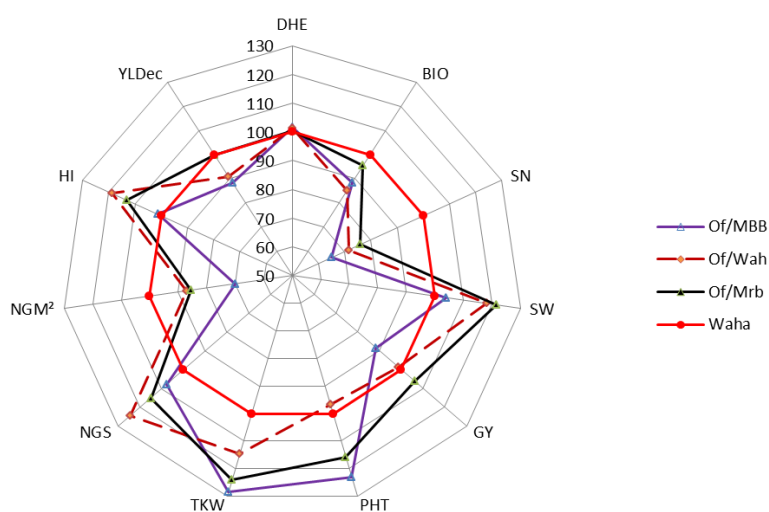


Fig. 1: Average performances, expressed as % of the values of the check cultivar Waha, of the three cross populations for the morphological traits.

Mean values of the number of days to head (DHE) were very close in the three populations. DHE range values varied from 5 days in Ofanto/Waha and Ofanto/Mrb₅ to 7 days in Ofanto/MBB. The largest amplitude expressed in Ofanto/MBB population for this trait suggests the genetic effect of the relatively late cultivar MBB. Indeed, among the crossed parents, MBB is the latest with a DHE average of 132.8 days, comparatively to Ofanto, Waha and Mrb₅ which showed similar degree of earliness with DHE mean values varying from 128.1 to 129.0 days (Table 1). DHE presented a moderate to high coefficient of genetic determination in the three populations, suggesting that this trait could be easily improved; however it presents little variability which results in low genetic gain or response to selection. Comparatively to DHE, above-ground biomass (BIO), spike number (SN), spike weight (SW), grain yield (GY), number of kernels per spike (NKS) number of kernels per square meter (NKM²) and economical yield (YLD_{eco}) presented a large variability, in the three cross populations. Maximum values of these traits were almost two times higher than the mean values of the base populations (Table 1). Plant height (PHT), thousand-kernel weight (TKW) and harvest index (HI) presented moderate variability since maximum values were 1.2 to 1.5 higher than the mean values of the base populations (Table 1). Compared to the Lsd5% size, the differences between maxi and min values were largely significant for all measured traits. The broad sense heritability values were moderate to high for PHT and HI and very high for BIO, SN, SW, GY, TKW, YLD_{eco}, NKS and NKM². Traits which showed high phenotypic variability and moderate to high broad sense heritability values are more amenable to easy improvement through selection. Therefore BIO, SN, SW, GY, TKW, YLD_{eco}, NKS and NKM² can be easily improved in the three populations understudy. Similar results were reported Amin *et al.* [3] who find that plant height, 1000-kernel weight, grains per spike, days to maturity, harvest index and grain yield showed high heritable, but spike number was moderately heritable.

Table 1: Mean values of the morphological traits measured in three cross populations of durum wheat.

Traits	DHE	BIO	SN	SW	GY	PHT	TKW	NKS	NKM ²	HI	YLD _{ec}
					Ofanto/MBB						
Max	135	3890	1050	2060	1300.9	129	61.4	71.8	41.9	44.5	2077.6
Min	128	1020	266	510	304.9	58.5	22.3	21.5	7	19	557.8
μ_{F5}	130.9	1966.1	462.4	949.7	602.8	99.3	40.6	33	15.1	31.2	1011.8
Ofanto	129	1759.1	469.8	986.3	652.3	76.8	37.9	37	17.3	37.2	984.4
MBB	132.8	2637.5	587.1	840.9	611.6	118	39.2	26.7	15.7	23.2	1219.4
h^2_{bs}	93.7	95.9	90.2	93.5	89.1	96.5	92.2	79.5	88.6	65.1	95.4
					Ofanto/Waha						
Max	133	3780	1095	2130	1256.9	97	45.9	81.6	38.6	67.6	1924.1
Min	128.1	1015	245	520	359.8	56	26.7	18.9	9.4	18	572.3
μ_{F5}	130.4	1894.3	507.6	1079.5	672.2	78	36.2	38.1	18.8	36.6	1038.9
Waha	128.9	2222	710.1	913.8	681.5	80.6	31.6	30.6	21.6	30.8	1143.6
h^2_{bs}	89.9	94.9	94.3	96.4	90.7	66.5	88.8	81.1	91.5	76.6	94.7
					Ofanto/Mrb ₅						
Max	133	4300	940	1910	1255.7	133	55.6	61	30.5	47.9	2169
Min	128	1010	255	510	406	59	28	19.2	10.7	21.1	623.5
μ_{F5}	129.5	2122.3	540	1110.9	723.4	93.3	39.2	35.2	18.5	34.9	1143.1
Mrb ₅	128.1	1941.1	724.1	846	598	95.9	36.5	22.7	16.4	31	1000.9
Lsd _{5%}	0.4	116.7	32.8	51.4	35.5	2.6	0.9	2.3	1.1	2.2	45.1
h^2_{bs}	64.7	95.4	93.1	95.7	91.6	96.1	95.4	84.7	89.9	65.6	96.2

DHE= number of days to heading, BIO= Above-ground biomass, g/m²; SN= Spike number per m²; SW= Spike weight, g/m²; GY = grain yield, g/m², PHT = plant height, cm; TKW = Thousand- kernel weight, NKS = Number of kernels per spike, NKM² = Number of kernels per m², x10³, HI = Harvest index, %; YLD_{ec} = economical yield, g/m².

Variability of physiological traits:

Since the best option for crop production, under stressful conditions, is to improve both yield and yield stability through indirect selection, variability and heritability of traits related to stress tolerance need to be studied. Among the traits related to stress tolerance measured in the present investigation, the magnitude of the difference between maximum and minimum values varied from 20.5%, in Ofanto/Mrb₅ population to 26.8% in Ofanto/MBB population for relative water content (RWC); from 11.7 cm², in Ofanto/Mrb₅ population to 18.6 cm² in Ofanto/MBB population for flag leaf area; from 15.2 mg/cm², in Ofanto/MBB population to 19.7 mg/cm² in Ofanto/Mrb₅ population for specific leaf dry weight (Table 2). The differences for the canopy temperature depression, drought and heat stress indices were also high, suggesting sizeable variability expressed in the three cross populations for these characters (Table 2). Among the parents of the cross populations, Mrb₅ presented the highest RWC, the lowest flag leaf area and the highest canopy temperature depression. MBB had the largest flag leaf area, the highest drought and heat stress indices and the lowest canopy temperature depression. Waha expressed the lowest specific leaf dry weight and Ofanto the highest value for this trait (Table 2). MBB, due probably to its lateness appeared to be the most sensitive to heat and drought stress as expression by DSI, HSI and CTD parameters.

Table 2: Mean values of the morphological traits measured in three cross populations of durum wheat.

Traits	RWC	FLA	SLDW	CTD	HSI	DSI
Parameters			Ofanto/MBB			
Max	95.1	31.5	21.8	2.2	69.0	47.2
Min	68.3	12.9	6.6	-4.3	2.9	2.0
μ_{F5}	80.3	20.3	9.8	-2.0	22.0	15.5
Ofanto	68.3	18.1	11.4	1.2	18.4	3.6
MBB	71.8	21.1	9.8	-1.2	28.4	17.1
h^2_{bs}	59.4	70.2	45.6	73.3	95.4	82.2
			Ofanto/Waha			
Max	91.3	27.8	22.2	4.4	63.0	48.7
Min	66.6	15.0	6.3	-1.8	0.0	0.0
μ_{F5}	81.6	20.8	10.0	2.0	23.4	13.9
Waha	82.5	17.2	8.1	0.9	6.5	0.0
h^2_{bs}	18.8	37.6	57.7	74.7	93.4	88.7
			Ofanto/Mrb ₅			
Max	90.0	24.5	26.1	4.1	46.0	35.0
Min	69.5	12.8	6.4	-0.2	5.7	1.3
μ_{F5}	83.4	18.7	10.2	2.0	23.1	12.5
Mrb ₅	83.0	16.2	9.0	1.5	18.3	15.2
Lsd _{5%}	2.6	1.2	1.3	0.3	2.5	2.3
h^2_{bs}	43.4	64.2	49.9	53.8	90.7	52.2

RWC = Relative water content, %; LA = Flag leaf area, cm²; SLDW = Specific leaf dry weight, mg/cm²; CTD = Canopy temperature depression = T°C air - T°C leaf, °C; DSI = Drought stress index, HSI = Heat stress index.

RWC and SLDW presented low broad sense heritability, FLA and CTD showed moderate h^2 bs while DSI and HIS exhibited high h^2 bs (Table 2). The low h^2 bs of RWC and SLDW suggested that these traits are affected by the environment conditions which inflate the environmental component of variance. Therefore selection to improve RWC or SLDW may be less effective. Selection to improve DSI and HSI will be effective due to the high variability associated with high broad sense heritability. These results suggested that there is little scope to improve RWC and SLDW in the populations under study, however there are possibilities to improve drought and heat tolerance measure as through cell membrane injury caused either by drought or by heat.

Relations between variables:

Development of varieties which are resilient to moisture stress conditions and able to express high grain yield potential is an important objective in many breeding programs [5]. This requires the identification and selection for traits which are associated with both yield potential and tolerance to the stresses prevailing in the targeted environment for which varieties are to be developed [18, 38, 23]. Traits association is usually approached through regression and correlation analyses, even though path analysis specifies the direct and indirect effects of the causing traits on the caused character [21]. Since grain yield is the caused character, and for selection for high grain yield and stress tolerance to be effective, a thorough understanding of yield contributing characters and their interrelationships among themselves and with yield is necessary. In the present study mutual relationship between grain yield and its contributing characters showed within each of the three populations, yield is largely determined by YLD_{ec} , NKM^2 , SN, SW, and BIO which showed correlation coefficients greater than 0.700 (Table 3). YLD_{ec} , NKM^2 , SW and BIO are difficult to measure with an acceptable precision, in the field, they usually exhibit high coefficient of variation greater making them less desirable than grain yield as selection criteria. However the number of spikes is a trait easily assessed visually, and could be a useful indirect selection criterion to improve grain yield potential.

Table 3: Simple coefficients of correlations between yield and morpho-physiological characters measured on three durum wheat cross populations.

	Ofanto/MBB	Ofanto/Waha	Ofanto/Mrb ₅
DHE	-0.133 ^{ns}	-0.115 ^{ns}	0.072 ^{ns}
BIO	0.863*	0.805*	0.852*
SN	0.828*	0.719*	0.715*
SW	0.909*	0.869*	0.852*
PHT	0.413*	0.500*	0.413*
TKW	0.244*	-0.025 ^{ns}	0.244*
NKS	0.187*	0.286*	0.187*
HI	0.036 ^{ns}	0.113 ^{ns}	0.036 ^{ns}
NKM^2	0.913*	0.927*	0.913*
YLD_{ec}	0.952*	0.934*	0.949*
CTD	-0.015 ^{ns}	0.182*	-0.015 ^{ns}
DSI	0.097 ^{ns}	0.072 ^{ns}	0.097 ^{ns}
HSI	0.101 ^{ns}	0.105 ^{ns}	0.101 ^{ns}
FLA	0.319*	0.207*	0.319*
SLDW	-0.113 ^{ns}	-0.068 ^{ns}	-0.113 ^{ns}
RWC	-0.039 ^{ns}	0.011 ^{ns}	-0.039 ^{ns}

DHE= number of days to heading, BIO= Above-ground biomass, g/m²; SN= Spike number per m²; SW= Spike weight, g/m²; GY = grain yield, g/m², PHT = plant height, cm; TKW = Thousand- kernel weight, NKS = Number of kernels per spike, NKM^2 = Number of kernels per m², x10³, HI = Harvest index, %; YLD_{ec} = economical yield, g/m², RWC = Relative water content, %; LA = Flag leaf area, cm²; SLDW = Specific leaf dry weight, mg/cm²; CTD = Canopy temperature depression = T°C air - T°C leaf, °C; DSI = Drought stress index, HSI = Heat stress index. Ns, * = non-significant and significant correlation coefficient at 5% probability level ($r_{5\%}$ = 0.180).

Grain yield is positively correlated, to a lesser degree, with plant height, number of kernels per spike and flag leaf area. The relationship of TKW with grain yield is variable and cross- dependent, since this trait showed positive correlation with grain yield only within Ofanto/MBB and Ofanto/Mrb₅ cross populations. Similar results were reported by Majumder *et al.* [26] who reported from study of correlations that spikes per plant, grains per spike, 1000-kernel weight and harvest index were positively and significantly associated with grain yield, suggesting the utilization of these traits in breeding program to improve grain yield. Exception of canopy temperature depression which showed positive correlation with grain within Ofanto/Waha population, the other physiological traits measured (DHE, FLA, HI, DSI, HSI, RWC, SLDW) didn't express significant relationships with grain yield, suggesting the independence of both characteristics: i.e. yield potential and stress tolerance, but it may be possible to select high yield breeding lines with acceptable tolerance to stress within each of the three cross populations under study (Table 3).

Path coefficient analysis was performed to disclose the causes and effects of the contributing characters with yield. Estimates of positive direct effects on yield were exhibited by above ground biomass, number of kernels per square meter, harvest index and thousand-kernel weight. The number of spikes and the number of kernels per spike exhibited sizable negative direct effects. The physiological traits had no direct effect on grain

yield (Table 4). Stepwise regression retained BIO, TKW, NKS, HI and NKM² as significant determinants of grain yield (Table 4).

Table 4: Direct effects and partial correlation coefficients of measured traits on grain yield, averaged over the three cross populations

Traits	Beta	b	t (b = 0 vs b ≠ 0)
BIO	0.676	0.206	**
SN	-0.167	-0.218	ns
PHT	0.011	0.099	ns
TKW	0.147	4.270	**
NKS	-0.104	-2.820	*
HI	0.324	11.240	**
NKM ²	0.589	19.950	**
CTD	-0.005	-0.355	ns
DSI	0.005	0.062	ns
HSI	0.010	0.236	ns
FLA	0.016	0.633	ns
SLDW	0.015	0.147	ns
RWC	-0.014	-0.431	ns

DHE= number of days to heading, BIO= Above-ground biomass, g/m²; SN= Spike number per m²; SW= Spike weight, g/m²; GY = grain yield, g/m², PHT = plant height, cm; TKW = Thousand- kernel weight, NKS = Number of kernels per spike, NKM² = Number of kernels per m², x10³, HI = Harvest index, %; YLDec= economical yield, g/m², RWC = Relative water content, %; LA = Flag leaf area, cm²; SLDW = Specific leaf dry weight, mg/cm²; CTD = Canopy temperature depression = T°C air – T°C leaf, °C; DSI = Drought stress index, HSI = Heat stress index. Ns, * = non-significant and significant correlation coefficient at 5% probability level ($r_{5\%} = 0.180$).

The results of the study of the relationship between yield and morpho-physiological characters through phenotypic correlations and path coefficients suggests that above ground biomass, harvest index number of kernels per m², and 1000-grain weight were the most important characters as they exhibited high direct effects on grain yield. Majumder *et al.* [26] reported positive direct effects of number of kernels per spike, thousand kernel weight, number of spikes and harvest index on bread wheat grain yield. Therefore, selection for these characters would give better response to yield improvement, since they showed moderate to high variability and broad sense heritability. Further studies should be made with more characters related to stress tolerance to find out ways to concomitantly select for both characteristics.

Conclusion:

Grain yield is the principal character of a cereal crop targeted in crop improvement, however under low input stressful environment it is necessary to associate stress tolerance and high yield potential, to minimize grain yield variation. Thus selection for desirable genotypes should not be based on yield only, but traits related to stress tolerance should also be considered. Therefore information is needed on genetic variability, heritability of yield, yield components and traits influencing stress tolerance and on mutual association between these characters. The present study indicates the presence of high variability in morphological and physiological characters of three cross populations of durum wheat. The correlation study indicates that above ground biomass, harvest index, number of kernels per m², and 1000-kernel weight are the most important characters determining grain yield as they exhibited positive correlation coefficient and high and positive direct effects on grain yield. Thus selection should be based on these traits for the development of high yielding durum wheat breeding lines, since these characters showed moderate to high broad sense heritability and sizeable variability. Physiological traits had low to moderate variability and heritability and were not significantly correlated with grain, suggesting difficulty to concomitantly select for both traits: yield potential and stress tolerance, in the cross populations under study. To combine between yield performance and stress tolerance, the use of a selection index can be useful.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank the staff of the ITGC-Agricultural Research Station of Sétif for their technical assistance. Part of this work was undertaken under CNEPRU project number F012 2008 0018, financed by MESRS.

REFERENCES

- [1] Acquaah, G., 2007. Principals of plant genetics and breeding. Blackwell Publishing, Oxford OX4 2DQ, UK, pp: 569.
- [2] Amani, I., R.A. Fischer and M.P. Reynolds, 1996. Canopy temperature depression association with yield of irrigated spring wheat cultivars in hot climate. *J. Agron. Crop Sci.*, 176: 119-129.
- [3] Amin, M.R., N.C. Barma and M.A. Razaque, 1992. Variability, heritability, genetic advance and correlation in durum wheat. *RACHIS*, 1: 30-32.

- [4] Araus, J.L., T. Amaro, J. Voltas, H. Nakhoul and M.M. Nachit, 1998. Chlorophyll fluorescence as selection criteria for grain yield in durum wheat under Mediterranean conditions. *FCR*, 55: 209-223.
- [5] Araus, J.L., J. Bort, P. Steduto, D. Villegas and C. Royo, 2005. Breeding cereals for Mediterranean conditions: ecophysiological clues for biotechnology application. *Ann. Appl. Biol.*, 142(2): 129-141.
- [6] Bahlouli, F., H. Bouzerzour, A. Benmahammed and K.L. Hassous, 2005. Selection of high yielding and risk efficient durum wheat cultivars under semi-arid conditions. *Pak. J. Agron.*, 4: 360-365.
- [7] Bajji, M., S. Lutts and J.M. Kinet, 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.
- [8] Balota, M., W.A. Payne, S.R. Evett and M.D. Lazar, 2007. Canopy temperature depression sampling to assess grain yield variation and genotypic differentiation in winter wheat. *Crop Sci.*, 47: 1518-1529.
- [9] Bendjamaa, A., H. Bouzerzour and A. Benbelkacem, 2014. Adaptability of Durum Wheat Genotypes (*Triticum turgidum* L. *Var durum*) to Contrasted Locations. *Aust. J. Basic & Appl. Sci.*, 8(6): 390-396.
- [10] Benmahammed, A., M. Kribaa, H. Bouzerzour and A. Djekoun, 2010. Assessment of stress tolerance in barley (*Hordeum vulgare* L.) advanced breeding lines under semi-arid conditions of the eastern high plateaus of Algeria. *Euphytica*, 172: 383-394.
- [11] Blum, A., 1996. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. *Plant Growth Regulation*, 20: 135-148.
- [12] Brancourt-Hulmel, M., E. Heumez, P. Pluchard, D. Beghin, C. Depatureaux, A. Giraud and J. Le Gouis, 2005. Indirect versus direct selection of winter wheat for low-input or high-input levels. *Crop Sci.*, 45: 1427-1431.
- [13] Ceccarelli, S., S. Grando and A. Impiglia, 1998. Choice of selection strategy in breeding for stress environments. *Euphytica*, 103: 307-318.
- [14] Cossani, C.M. and M.P. Reynolds, 2012. Physiological traits for improving heat tolerance in wheat. *Plant Physiol.*, 160: 1710-1718.
- [15] Cruz, C.D., A.J. Regazzi and P.C.S. Carneiro, 2012. Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético - ISBN 9788572694339. 4. ed. UFV, Viçosa.
- [16] Donald, C.M. and J. Hamblin, 1976. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. *Adv. Agron.*, 28: 361-405.
- [17] Evett, S.R., T.A. Howell, A.D. Schneider, D.R. Upchurch and D.F. Wanjura, 1996. Canopy temperature based automated irrigation control. *Falconer DS (1952). The problem of environment and selection. Am. Nat.*, 86: 293-298.
- [18] Farshadfar, E., M. Farshadfar and J. Sutka, 2000. Combining ability analysis of drought tolerance in wheat over different water regimes. *Acta Agronomica Hungarica*, 48: 353-361.
- [19] Fellahi, Z., 2013. Aptitude à la combinaison et héritabilité de quelques caractères Agronomiques du blé tendre (*Triticum aestivum* L.). Mémoire de Magister, Faculté des Sciences Agrovétérinaires et biologiques, Département d'Agronomie. Université Saad Dahlab, Blida, Algérie, pp: 124.
- [20] Fischer, R.A., D. Rees, K.D. Sayre, A.G. Condon and A.L. Saavedra, 1998. Wheat yield progress associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate and cooler canopies. *CropSci.*, 38: 1467-1475.
- [21] Garcia, del Moral L.F., Y. Rharrabti, D. Villegas and C. Royo, 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: an ontogenic approach. *Agron. J.* 95: 266-274.
- [22] Hannachi, A., 2013. Analyse diallèle de quelques caractères associés à l'adaptation du blé dur (*Triticum durum* Desf.) au climat semi-aride. Mémoire de Magister, Faculté des Sciences Agrovétérinaires et biologiques, Département d'Agronomie. Université Saad Dahlab, Blida, Algérie, pp: 100.
- [23] Laala, Z., A. Oulmi, T. Saraoui, L. Haddad, H. Nouar, A. Benmahammed, H. Bouzerzour, 2009. Effet de la sélection de la biomasse et des épis sur le rendement de blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous condition semi-arides. *Annales de la Faculté des Sciences et Sciences de l'Ingénieur, (AFSSI)*, 1(4): 55-67.
- [24] Laz Stats, 2013. Free Statistics Programs and Materials by W.G. Miller.
- [25] Ludlow, M.M. and R.C. Muchow, 1990. A critical evaluation of traits for improving crop yields in water-limited environments. *Adv. Agron.*, 43: 107-153.
- [26] Majumder, D.A.N., A.K.M. Shamsuddin, M.A. Kabir and L. Hassan, 2008. Genetic variability, correlated response and path analysis of yield and yield contributing traits of spring wheat *J. Bangladesh Agril. Univ.*, 6: 227-234.
- [27] Mefti, M., H. Bouzerzour, A. Abdelguerfi, H. Nouar, 2008. Morphological and growth characteristics of perennial grass cultivars grown under semi-arid conditions of the Algerian high plateaus. *Journal of Agronomy*, 7: 138-147.
- [28] Mekhlouf, A., H. Bouzerzour, A. Benmahammed, A. Hadj Sahraoui, 2006. Adaptation des variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) au climat semi-aride. *Sécheresse*, 17: 507-513.

- [29] Munjal, R. and R.K. Rana, 2003. Evaluation of Physiological traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) for terminal high temperature tolerance. Proceedings of the tenth international wheat genetics symposium. Italy. Class. Mol. Breed, 2(3): 804-805.
- [30] Nouar, H., H. Bouzerzour, L. Haddad, A. Menad, T. Hazmoune and H. Zerargui, 2012. Genotype x Environment Interaction Assessment in Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) using AMMI and GGE Models. Environmental Biology, 6(11): 3007-3015.
- [31] Oulmi, A., A. Benmahammed, Z. Laala, A. Adjabi and H. Bouzerzour, 2014. Response to plant breeding on the basis of the canopy temperature of F5 lines derived from the F2 of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under semi-arid high plains eastern conditions. International Journal of Agronomy and Plant Production, 5(1): 20-30
- [32] Pinter, P.J., G. Zipoli, R.J. Reginato, R.D. Jackson, S.B. Idso and J.P. Hohman, 1990. Canopy temperature as an indicator of differential water use and yield performance among wheat cultivars. Agric. Water Manage, 18: 35-48.
- [33] Pinto, R.S., M.P. Reynolds, K.L. Mathews, C.L. McIntyre, J.J. Olivares-Villegas and S.C. Chapman, 2010. Heat and drought adaptive QTL in a wheat population designed to minimize confounding agronomic effects. Theor Appl Genet, 121: 1001-1021.
- [34] Rebetzke, G.J., R.A. Richards, N.A. Fettell, M. Long, A.G. Condon, R.I. Forrester and T.L. Botwright, 2007. Genotype increases in coleoptile length improves stand establishment, vigour and grain yield of deep sown wheat. Field Crops Research, 100: 10-23.
- [35] Reynolds, M.P., R.P. Singh, A. Ibrahim, O.A.A. Ageeb and J.S. Quick, 1998. Evaluating physiological traits to complement empirical selection for wheat in warm environments. Euphytica, 100: 84-95.
- [36] Reynolds, M.P., A. Pellegrineschi and B. Skovmand, 2005. Sink-limitation to yield and biomass: a summary of some investigations in spring wheat. Ann. Appl. Biol, 146: 39-49.
- [37] Richards, R.A., G.J. Rebtzke, A.F. Van Herwaarden, B.L. Dugganb and A.G. Condon, 1997. Improving yield in rainfed environments through physiological plant breeding. Dry land Agriculture, 36: 254-266.
- [38] Richards, R.A., G.J. Rebtzke, A.G. Condon and A.F. Van Herwaarden, 2002. Breeding for increasing the efficiency of water use and crop yield in temperate cereals. Crop Sci, 41: 111-121.
- [39] Royo, C., D. Villegas, L.F. Garcia Del Moral, S. Elhani, N. Aparicio, Y. Rharrabti and J.L. Araus, 2002. Comparative performance of carbon isotope discrimination and canopy temperature depression as predictors of genotypes differences in durum wheat yield in Spain. Aust. J. Agric. Res, 53: 561-569.
- [40] Siddique, K.H.M., M.W. Belford, D. Perry and D. Tennant, 1991. Growth development and light interception of old and modern wheat varieties in Mediterranean environment. Aust. J. Agri. Res, 40: 473-487.
- [41] Slafer, G.A., J.L. Araus, C. Royo and L. Garcia Del Moral, 2005. Promising eco-physiological traits for genetic improvement of cereal yields in Mediterranean environments. Annals of Applied Biology, 146(1): 61-70.
- [42] Yan, W., P.L. Cornelius, J. Crossa and L.A. Hunt, 2001. Two types of GGE biplots for analyzing multi-environment trial data. Crop Sci, 41: 656-663.



Response to plant breeding on the basis of the canopy temperature of F5 lines derived from the F2 of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under semi-arid high plains eastern conditions.

Abdelmalek Oulmi^{1*}, Amar Benmahammed¹, Zahira Laala², Abdelhamid Adjabi², Hamena Bouzerzour¹

¹ Valorisation of Natural Biological Resources Laboratory (VNBRL), Department Of Ecology and Plant Biology, Faculty of Nature and Life Sciences. University Ferhat ABBAS, Setif-1, Algeria.

² VNBRL, Depart of Agronomy, Faculty of Nature and Life Sciences, University Ferhat ABBAS, Setif-1, Algeria.

*Email: oulmi1@yahoo.fr

Abstract: The plant breeding of tolerant genotypes and performance is an important objective of the program to improve durum wheat in high eastern plains. So far, early at the heading has been used as a mechanism to avoid the stresses of the end of the cycle and grain yield as a measure of tolerance and performance. Tolerance related to maintaining a high water status has been used very little. Temperature of the canopy is a form of crop response to water deficit. This study analyzes response, in three divergent environments, of F5 lines of wheat (*Triticum durum* Desf.) to the F2 plant breeding made on the basis of the canopy temperature. The results indicate that the parental lines differ by morphological characteristics but differ slightly by tolerance to water stress measured by the canopy temperature, in the three environments. Several F5 lines exhibited a canopy temperature lower than parents in all three environments, suggesting a positive response of the plant breeding made in F2. Under irrigation, efficient lines are less tolerant, while under stress, there is no relationship between tolerance and performance, suggesting the possibility of plant breeding lines combining tolerance and yield performance.

Key-word: *Triticum durum*, plant breeding, canopy temperature, tolerance, environment.

Introduction

Drought, intermittent in nature, is one of the most limiting production constraints of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) in the high eastern plains. At the end of the crop cycle, rainfall events are rare, which reduce soil moisture and expose the crop to water deficit (Chennafi et al., 2006). Under such conditions of production, yield is variable and depends on the tolerance of the cultivars used (Nouar et al., 2010). Selection of tolerant genotypes remains an important objective, although morpho-physiological mechanisms underlying this phenomenon are poorly understood (Condon et al., 2004; Reynolds et al., 1997). Indeed, the growth and development is dependent on several physiological processes including CO₂ assimilation, transpiration and stomatal regulation that are largely affected by water deficit (Witcombe and Virk, 2009).

Plant capacity to finish its vegetative cycle before that the water deficit will not be seriously affecting its development. It has been widely used as a means to minimize the effects of drought (Gonzalez et al., 1999; Berger et al., 2006). Tolerance related to maintaining a high or low water status, was used very little (Fischer et al., 1998). Selection for drought tolerance is practiced on the basis of grain yield under water stress conditions (Reynolds et al., 1997). Genetic progress was low, due to the spatial and temporal variability of drought, from one year to another and from one site to another (Bahlouli et al., 2005). Attempts are made to overcome the difficulties related to poor response to direct plant breeding, targeting morpho-physiological traits in relationship with drought tolerance (Fellah et al., 2002; Mekhlouf et al., 2006; Adjabi et al., 2007; Benmahammed et al., 2010; Benderradji et al., 2012) and the molecular basis of tolerance (Neffar et al., 2011). According to Reynolds et al., (1997), the canopy temperature is a form of crop response to the temperature rise of the ambient air and to water deficit. Indeed, the difference between the temperature of canopy (T_c) and temperature of ambient air (T_a) (T_c-T_a) increases when the crop undergoes water stress, in response to the evaporation decrease which refreshes vegetation (Oulmi, 2010).

According to Idso et al., (1981) the difference between T_c and T_a is linearly related to saturation deficit of the air vapor (Δe). Thus, McKinney et al., (1989) use the depression of temperature and Δe as selection criteria for yield and tolerance to water stress in soybean. A negative pressure is suggestive of a better water status of the genotype in question. Selection on the basis of this feature has proved effective in wheat,

millet and sorghum (Chaudhuri and Kanemasu 1982; Warrington and Kanemasu 1983b; Kanemasu, 1984; Pinter et al., 1990; Padilla and Otegui 2005). The study of genetic variability of this trait in segregating populations and the plant breeding response is useful information for possible use in selection. This study's objective is to analyze the response of F5 generation lines of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) to the F2 selection made on the basis of the temperature of the canopy, under semi-arid conditions of the high eastern plains.

Materials and methods

Implementation of the experimentation

The experimentation was conducted at the experimental site of the agricultural research station of the Field Crops Institute (Institut Technique des Grandes Cultures, ITGC) of Setif, during 2010/2011 cropping season. It focuses on monitoring the F5 generation from three crosses made between Ofanto/Mohammed Ben Bachir, Ofanto/Waha and Ofanto/Mrb5. Twenty F5 generation lines, from the F2 selection made on the basis of canopy temperature, were implemented in two sowing dates (November 2010 and January 2011), in 2 rows of 5 m long per line. Ofanto, MBB, Waha and Mrb5 parents and the reference control, Boussalem were sown in rows of the same size, and repeated at 1 witness between all three lines F5. The seeding rate was 200 seeds/m². The two trials which are planted in November, are conducted, first in a dry and second in irrigated. These latter are hereinafter early and irrigated. Two irrigations, with an amount of 30 mm each, are applied on 9 and 15 May 2011. Sowing of January is designated below by the late qualifier. Crop techniques applied are those practiced by the station for Field Crops of Setif and described by Chennafi et al., (2011). The previous crop is tilled fallow. At tillering stage, nitrogen fertilizer is made at 100 kg ha⁻¹ of commercial product in the form of 46 % urea. Chemical weed control is released in March, just before the contribution of nitrogen fertilizer with Grandstar 75 WG [Methyl tribenuron] at 12 g ha⁻¹.

Measured variables

The duration of the vegetative phase is determined in calendar days, from January 1st to the achievement date of the heading. Stubble height is measured in cm, at maturity, from ground level to the top of the middle stratum ears, beards not included. Above-ground biomass measured, at maturity, from a vegetation bunch harvested from a rank of 1 m long. From the same bunch, the number and weight of ears are determined. Counted spikes are passed to the thresher with the grain sheaves in order to obtain kernel from which grain yield is determined (YIELD). Thousand kernel weight (TKW) is deducted by counting and weighing 200 grains per line. Numbers of grains per ear (NGE) and per linear meter (NGM) are determined by computing: $NGM = 1000 (YIELD/TKW)$ and $NGE = NGM/NE$, NE is the number of ears per linear meter. Economic yield was estimated by $EcYIELD = GrYIELD + 0.3STrYIELD$ according to Annichiarico et al., (2005). Straw yield (STrYIELD) is estimated by the difference between biomass and grain yield. In addition to agronomic traits, temperature of canopy (Tc) was measured after the heading stage, in seven different dates, 7, 10,13,15,28 29 and 41st days after May 1, 2011, and due to two readings by date and line. The portable thermometer, infrared, used, is Teletemp brand (model AG-42 Teletemp Corp., Fullerton, CA).

Data analysis

The measured variables are processed by descriptive statistics to obtain averages, extreme values and phenotypic variances. The relationship between measured variables, grain yield and temperature of canopy (Tc) are studied by analysis of phenotypic correlation coefficients. Statistical analyses were performed with Cropstat 7.2 (2008) and Openstat (2010) softwares. The calculation of the least significant difference (Lsd 5%) was made from the residual of the analysis of variance of the measured variables with the parental lines that are repeated

Results and Discussion

Characterization of parental lines

Effect of environment

Among the crossed parents, MBB and Waha genotypes are widely grown in the region of Setif (East Algeria). Boussalem is a new genotype launched with large crop recently, which has a higher yield potential than Waha which is itself more productive than MBB (Nouar et al., 2010). Ofanto is an Italian genotype introduced in the ITGC-IAO program (Annichiarico et al., 2005) and Mrb5 is an advanced line resulting from the breeding program from ICARDA durum wheat (*Triticum durum* Desf.), which is very sensible to caries. (Haddad, 2010). The goal of the plant breeding is to identify genotypes with grain yield potential exceeds that of Waha, Ofanto, Mrb5, Boussalem and with greater tolerance to abiotic stresses (Laala et al., 2009). The analysis of variance of the measured variables among parents shows a highly significant environment average effect for above-ground biomass, the number of ears, grain yield, Thousand Kernel Weight, economic yield, straw yield, time to heading and vegetation height (Table 1). Significant differences between environments also appear for the canopy temperature measured at certain dates (Table 1).

Irrigated environment has significantly higher values for the morphological variables relatively to environments represented by the early and late sowing conducted in rainfed, suggesting the effect of water stress which is subject rainfed durum wheat crop (Table 2). Water stress constraint induced significant

reductions in early sowing as late sowing. Thus, biomass is reduced by 34 and 40 %, respectively in these two environments. Grain yield reduction is 30 and 37 %, that of 1000 grains weight is 8 and 23%, and that of the economic and straw yields are 28 and 35 % and 37 and 43 %, respectively. The height reduction is 4 and 16%, respectively for early and late sowing, conducted in rainfed (Figure 1, Table 2).

Water stress induced an increase in the canopy temperature. This increase is variable depending on the timing of measures and environments, reaching 4.2 °C higher in early sowing and 2.9 °C in late sowing, with average on seven reading dates of +2.0 °C and +1.5 °C whether relative increases of 12 and 7%, respectively in the early and late sowing, conducted in rainfed (Figure 1, Table 2). The results suggest that the production potential for straw and grain is best expressed in the absence of water stress while tolerance is better in the presence of stress. Therefore, concomitant breeding of these two characteristics must be made alternately on these two types environments, according to method called shuttle breeding.

Genotype effect and genotype x environment interaction

Average of five parental lines, significant differences appear for the production of spikes, the number of grains per spike, harvest index, the degree of earliness and vegetation height. The genotype x environment interaction was significant for above-ground biomass, the number of ears, weight of 1000 grains, straw yield and earliness at heading (Table 1). These results suggest that the number of grains per spike, harvest index and the vegetation height, the differences between genotypes are not influenced by the environment. In this context, Ofanto has the best fertility of ears, with an average of 34.4 grains per spike; Waha has the best harvest index, with a mean value of 52.7%; and MBB has the best vegetation height, with an average value of 105.9 cm (Table 3).

Table1. Differences mean squares of variance analysis of the measured variables in the parental lines.

Source	Df	BIO	NE	Gr Yld	TKW	NGM ²	NGE	HI	EcYld	StrYld
Envi (E)	2	157141..	8805**	24814**	572**	357427 ^{ns}	26.8 ^{ns}	33 ^{ns}	24326**	57205**
Rep(R)	6	400 ^{ns}	193	1621 ^{ns}	15 ^{ns}	77700 ^{ns}	33.3 ^{ns}	56.6 ^{ns}	1802 ^{ns}	632 ^{ns}
Par. (P)	4	3306 ^{ns}	9720**	1121 ^{ns}	68 ^{ns}	106712 ^{ns}	198.9*	211.9*	1407 ^{ns}	3848 ^{ns}
E x P	8	7140**	592**	921 ^{ns}	30*	55948 ^{ns}	28.6 ^{ns}	36.2 ^{ns}	926 ^{ns}	4418*
Error	24	467	78	683	9	33761	23.2	46	785	836
Source	Df	PREC	Ht	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆	L ₇
Envi (E)	2	147.7**	768**	1.52 ^{ns}	68.4**	14.9**	39.7**	11.2*	14.92*	31.8**
Rep(R)	6	8.0**	1.97 ^{ns}	0.4 ^{ns}	0.63 ^{ns}	0.35 ^{ns}	0.85*	1.19*	1.33*	2.54 ^{ns}
Par. (P)	4	84.0**	1643**	0.4 ^{ns}	1.19 ^{ns}	0.52 ^{ns}	0.54 ^{ns}	0.18 ^{ns}	0.19 ^{ns}	0.63 ^{ns}
E x P	8	5.75*	69 ^{ns}	0.2 ^{ns}	1.65 ^{ns}	0.42 ^{ns}	0.61 ^{ns}	0.41 ^{ns}	0.35 ^{ns}	1.61 ^{ns}
Error	24	1.91	31.6	0.62	1.18	0.25	0.32	0.39	0.26	1.34

Envi = Environment; Rep = Repetition; Par = Parent; Df = Degree of freedom; BIO = Above-ground Biomass ; NE = Number of ears; Gr Yld = Grain Yield; TKW = 1000 Kernel Weight; NGM² = Number of grains m²x10³; NGE = Number of grains per ear; HI = Harvest Index; EcYld = Economical Yield; Str.Yld = Straw Yield; PREC = Precocity; ThHt = Thatch Height (L₁ L₂....L₇) = Seven Readings «Canopy temperature»; Lsd 5% = Least significant difference at 0.05 probability level.

Table2. Mean values of the variables measured per environment.

Envir	BIO	NE	Gr YLD	TKW	NGM ²	NGE	HI	EC.YLD	STR.YLD
Precocious	312.3	116.4	145.9	48.3	3052.3	27.3	47.1	160.0	166.4
Late	283.6	118.3	130.7	40.3	3274.7	28.5	46.3	144.6	152.9
Irrigated	473.5	159.3	207.5	52.4	3986.8	25.8	44.2	220.8	266.0
Lsd _{5%}	17.9	12.4	36.0	3.5	787.3	5.2	6.7	37.9	22.5
Envir	PREC	HT	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆	L ₇
Precocious	119.7	84.9	20.2	22.7	26.3	20.7	25.6	28.4	28.9
Late	125.5	74.3	19.8	21.4	25.9	20.0	25.2	27.9	26.1
Irrigated	120.7	88.0	20.4	18.5	24.4	17.6	24.0	26.5	26.8
Lsd _{5%}	2.5	2.5	0.6	0.7	0.5	0.8	1.0	1.0	1.4

Envir = Environment; BIO = Above-ground Biomass; NE = Number of ears; Gr Yld = Grain Yield; TKW = 1000 Kernel Weight; NGM² = Number of grains m²x10³; NGE = Number of grains per ear; HI = Harvest Index; EcYld = Economical Yield; Str.Yld = Straw Yield; PREC = Precocity; ThHt = Thatch Height (L₁ L₂....L₇) = Seven Readings «Canopy temperature»; Lsd 5% = Least significant difference at 0.05 probability level.

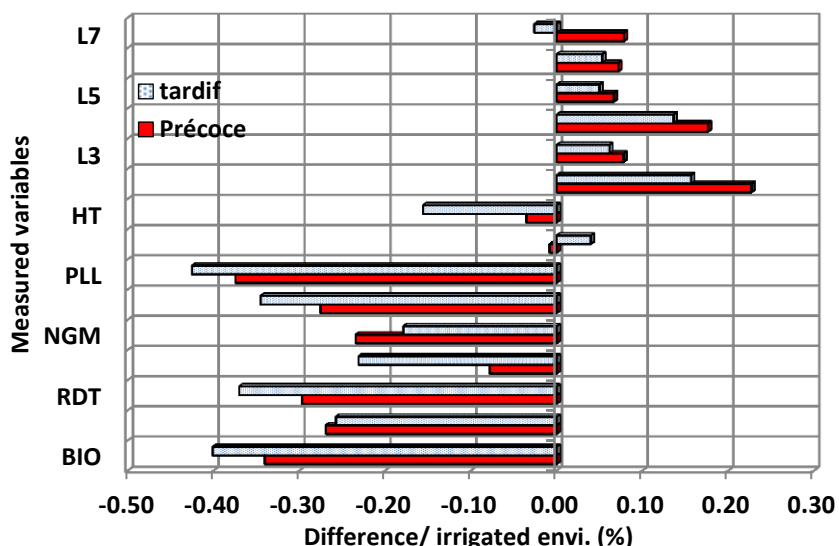


Figure 1. Water stress effect on the expression of morpho-physiological variables of parental lines.

Table 3. Mean values of the variables measured in the parental lines.

Parents	BIO	NE	Gr. YLD	TKW	NGM ²	NGE	HI	EC.YLD	STr.YLD
BOUS	370.7	126.9	162.9	49.7	3260.6	25.8	44.3	176.2	207.7
MBB	369.6	112.2	146.0	46.1	3176.6	28.4	40.8	158.3	223.5
MRB5	356.4	151.1	172.1	44.1	3883.9	25.6	48.9	186.8	184.3
OFA	361.8	91.1	154.5	50.1	3137.9	34.4	42.6	167.3	207.3
Waha	323.8	175.2	171.2	45.0	3730.7	21.7	52.7	187.0	152.5
Lsd 5%	91.8	26.5	33.0	6.0	813.0	5.8	6.6	33.1	72.3
Parents	PREC	HT	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
BOUS	121.3	81.7	20,1	21.0	25.6	19.4	25.1	27.5	26.9
MBB	127.3	105.9	20,0	20.7	25.6	19.1	25.0	27.4	27.2
MRB5	120.7	76.7	19,1	20.7	25.5	19.6	25.1	27.7	27.2
OFA	119.8	74.4	20,3	20.5	25.5	19.5	24.7	27.5	27.6
Waha	120.7	73.3	20,0	21.4	25.7	19.8	24.9	27.7	27.5
Lsd 5%	2.6	9.1	0,5	1.4	0.7	0.9	0.7	0.6	1.4

BIO = Above-ground Biomass ; NE = Number of ears; Gr Yld = Grain Yield; TKW = 1000 Kernel Weight; NGM² = Number of grains m²x10³; NGE = Number of grains per ear; HI = Harvest Index; EcYld = Economical Yield; Str.Yld = Straw Yield; PREC = Precocity; ThHt = Thatch Height (L1 L2...L7) = Seven Readings «Canopy temperature»; Lsd 5% = Least significant difference at 0.05 probability level.

Significant interaction for above-ground biomass, number of produced ears, 1000 kernel weight, straw yield and early at heading stage. Differences between the parental lines change according to the environment considered (Table 1). For aboveground biomass, under irrigation, MBB produces more biomass, whereas under water stress, Boussalem, at early sowing and Ofanto at late sowing produce more (Figure 2). For the production of spikes, under irrigation, Waha is best expressed whereas under water stress, it is Mrb5 that produces more spikes at early seedling as late sowing (Figure 3). For the 1000 kernel weight, Boussalem is the highest under irrigation, while in rainfed and early sowing, it is Ofanto which is offering the best weight of 1000 grains. In late sowing, Boussalem as well as MBB has the highest weight of 1000 grains (Figure 4). For straw yield, MBB is the best, under irrigation, while Boussalem and Ofanto are the same at early and late sowing, led in rainfed (Figure 5). The interaction of earliness at heading is quantitative. Differences between environments per genotype are greater than between genotypes. Thus, these precocity gaps, for MBB, are greater between environments than Waha or Ofanto (Figure 6). For canopy temperature, the differences between parental lines are not significant thus than interaction

genotype x environment, and this for seven reading dates (Table 1, Figure 7). These results suggest that the variability for tolerance to water stress, measured by the Tc, is absent in the crossed parent lines. So crossed parents have the same degree of tolerance compared with water stress. Despite this, they differ by several features whose response to variation environments, suggesting that the tolerance of stresses is due to the action of several mechanisms that are more or less independent.

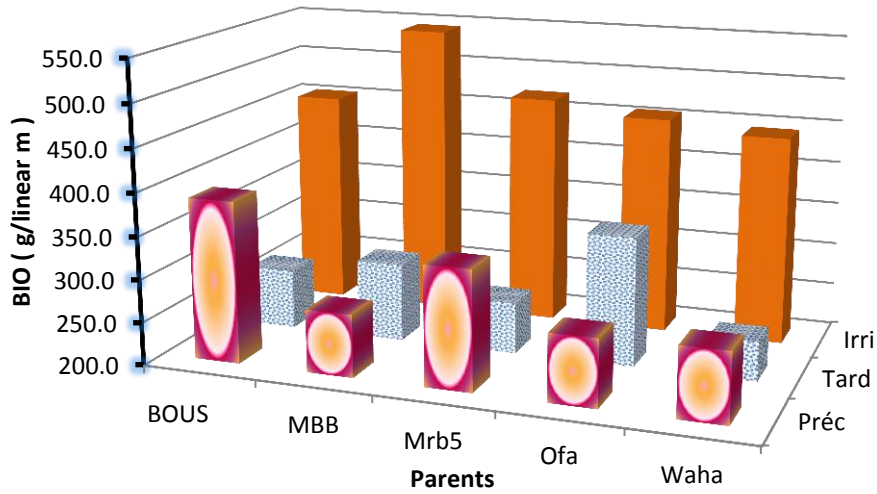


Figure 2. Variation of the production of parental aboveground biomass depending to environments.

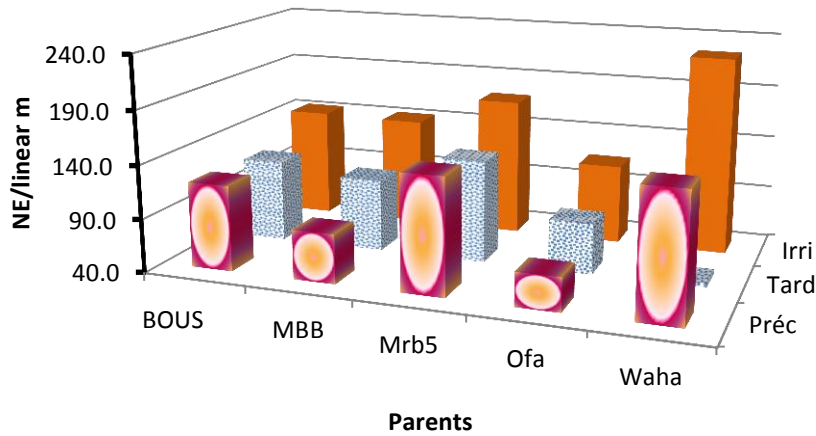


Figure 3. Variation of the production of parental spikes depending to environments.

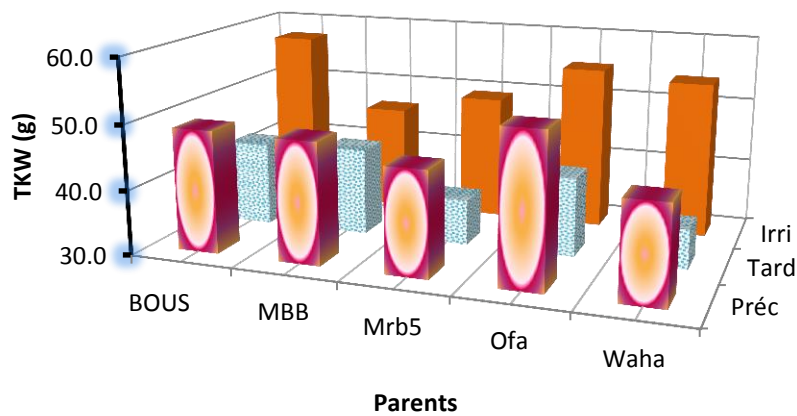


Figure 4. Variation of parental TKW depending to environments.

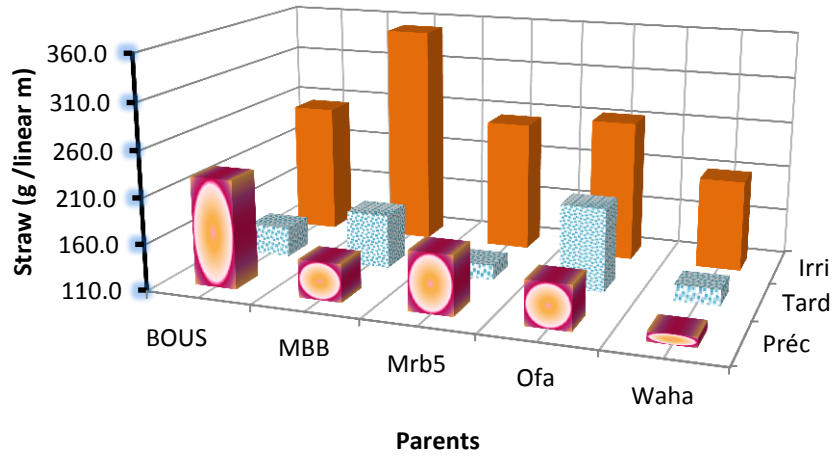


Figure 5. Variation of parental straw yield depending to environments.

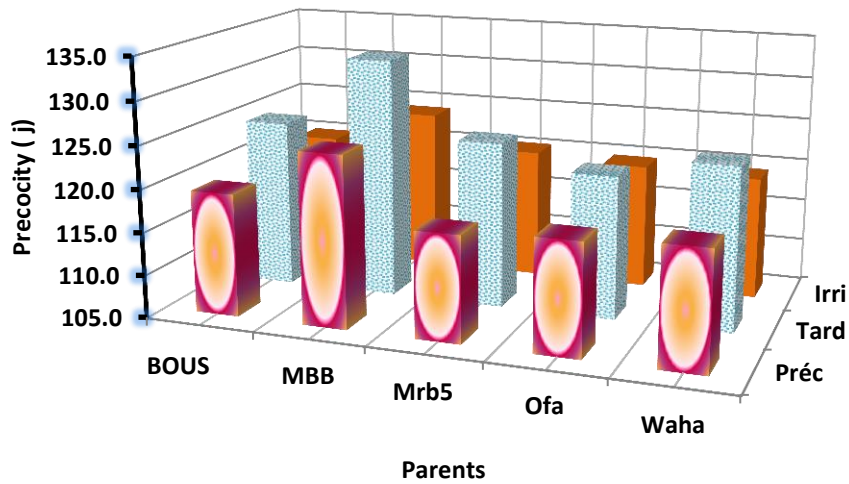


Figure 6. Variation of precocity at heading of parents depending to environments.

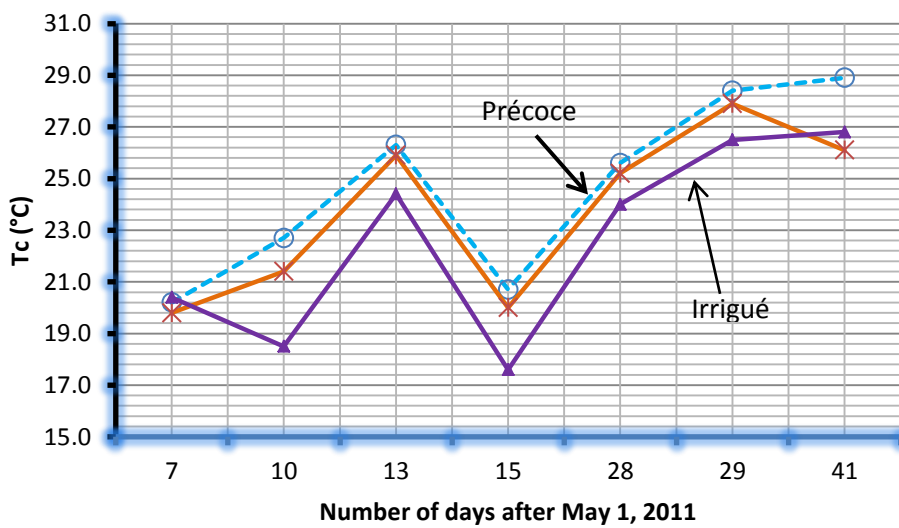


Figure 7. Variation of canopy temperature averages of 5 parental lines depending to environments and reading date.

F5 response to selection in F2

Effect of environment

The maximum values indicate the presence of lines whose performance exceeds that of the average parent which is represented by the average of the parental lines, which suggest possibilities of selection to improve the morphological traits of interest (Table 4). Indeed, some downlines from F5 generation have higher than average parents for at least one morphological character which among other aboveground biomass, number of ears , grain yield and 1000 kernel weight values and this as well as on the trials conducted in rainfed, early sowing (Ear) or late (Lat) that on irrigated trial (Irr). The values of the irrigated trials are higher and then they are followed by early trial and then by those of the late trial (Table 4). For the canopy temperature, minimum values that are of interest for breeding, are equal to or lower than the average of the parental lines in the three environments. These results suggest that genetic progress for this feature is low, regardless of the environment in question

Table 4. Average characteristic values of the variables measured in lines descending per environment.

Envir	Statistiques	BIO	NE	GrYld	TKW	NGM ²	NGE	HI	Ec.Yld	StrYld
Irr	max	692.0	236.0	290.0	56.8	5295.8	53.0	55.8	408.7	404.8
	min	280.0	82.0	106.8	47.4	1927.2	18.9	29.9	166.0	125.6
	average	438.6	131.8	195.4	52.5	3740.1	29.2	45.0	268.4	243.2
	PM ±Lsd	478.8	174.8	240.8	55.9	4715.5	30.2	51.6	319.6	278.6
Late	max	392.0	162.0	173.0	51.5	4396.2	43.5	55.0	238.7	219.0
	min	232.0	80.0	101.3	36.1	1681.2	20.2	27.9	114.9	118.7
	average	289.5	118.2	133.7	43.0	3012.2	25.9	44.4	176.9	160.8
	PM ± Lsd	295.2	130.0	175.9	43.8	4292.7	36.9	55.5	219.1	159.9
Earl	max	492.0	142.0	218.8	54.9	4440.5	42.5	53.2	300.7	273.2
	min	248.0	58.0	90.0	42.9	2007.1	17.6	34.1	142.2	132.0
	average	348.4	104.8	161.4	49.0	3297.8	32.0	46.2	217.5	187.0
	PM ± Lsd	337.6	128.0	175.2	51.8	3676.2	32.2	50.4	231.2	203.1
Envir	statistiques	PREC	HT	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
Irr	max	122.0	110.0	21.8	20.1	24.9	18.8	25.1	27.2	29.0
	min	116.0	70.0	19.2	17.5	24.0	16.8	22.3	25.2	25.0
	average	118.7	89.3	20.8	18.8	24.4	17.8	23.9	26.5	26.9
	PM ± Ppds	123.2	90.5	19.8	17.8	23.9	16.8	23.0	25.5	25.4
Late	max	129.0	100.0	21.7	23.9	26.9	20.9	26.3	29.5	28.6
	min	120.0	60.0	18.2	19.7	25.3	18.8	24.7	27.2	24.0
	average	123.2	80.8	20.0	21.3	25.9	20.1	25.6	28.1	26.1
	PM ± Lsd	128.0	76.8	19.2	20.7	25.4	19.2	24.2	26.9	24.7
Earl	max	121.0	115.0	20.9	24.7	27.0	21.6	26.8	29.9	29.8
	min	114.0	75.0	18.3	20.7	25.5	19.6	24.2	27.2	26.4
	average	117.4	92.4	19.8	23.0	26.2	20.8	25.7	28.3	28.5
	PM ± Lsd	122.2	87.4	19.6	22.0	25.8	19.9	24.6	27.4	27.5

Irr = Irrigated ; Earl = Early; PM = Parental mean ; BIO = Above-ground Biomass, NE = Number of ears, Gr Yld = Grain Yield, TKW = 1000 Kernel Weight, NGM² = Number of grains m²x10³, NGE = Number of grains per ear, HI = Harvest Index, EcYld = Economical Yield, Str.Yld = Straw Yield, PREC = Precocity, ThHt = Thatch Height (L1 L2...L7) = Seven Readings «Canopy temperature».

Considering only two selection criteria most important in this study and are grain yield for direct selection and canopy temperature for indirect selection, the performance of F5 lines tested are shown in Figures 8 and 9. The different lines show varying behaviors depending on the environments, suitable to interaction. lines 7 (Ofanto/MBB) and 26 (Ofanto/Waha) are better expressed in a favorable situation. 4 lines (Ofanto/MBB), 31 (Ofanto/Waha), 32 (Ofanto/Waha) and 55 (Ofanto/Mrb5) have average performance regardless of the environment, against lines 10 (Ofanto/MBB) and 48 (Ofanto/Mrb5) are better expressed in

early sowing (Figure 8). Taking into account the average performance of parents who serve as reference controls, none F5 lines has a yield higher than the average of the parents in the most restrictive environment which is that of late sowing in the three environments. Lines approaching this threshold are lines 4, 31 and 32. Lines 4, 7, 10, 32, 48, 51, 52 and 55 exceed this threshold but only an early sowing. Under irrigation, several lines far exceed this threshold, and only lines 7, 26 and 27 exceed the threshold yield under irrigation parents (Figure 8). These results indicate that each environment identifies powerful lines that are specific to it, which are corroborates the results reported by Meziani *et al.* (2011) for barley and Adjabi *et al.* (2007) for durum wheat.

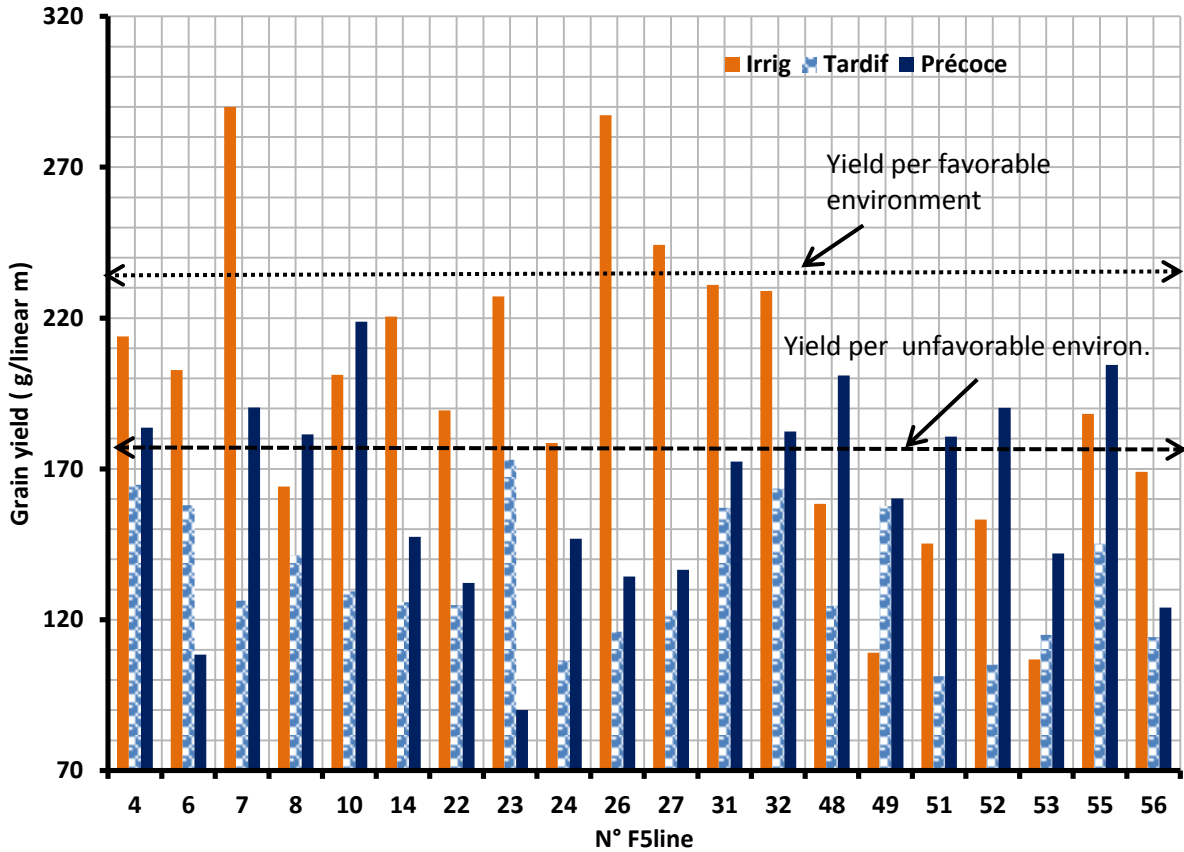


Figure 8. Variation of grain yield of F₅ lines depending to environments.

F5 lines show also values of Tc variable according to environmental tests (Figure 9). The lines that have a Tc lower than parents in favorable environment are the lines 24, 31, 48 to 56. In late sowing, all lines have a lower Ct than controls in limiting environment. In early sowing and relatively to behavior of the controls, 12 F5 lines over 20 have a lower Tc than parents, suggesting a positive response to the selection made in F2 for tolerance to water stress, compared to the behavior of reference controls (Figure 9). The sum of the rankings of the yield performance and Tc values of seven dates of the various F5 lines is used to identify tolerant and efficient lines. Under irrigation, a positive trend appears between the performance of grain yield and the sum of the rankings (Figure 10). This implies that water stress tolerance is acquired at the expense of yield performance in F5 lines tested.

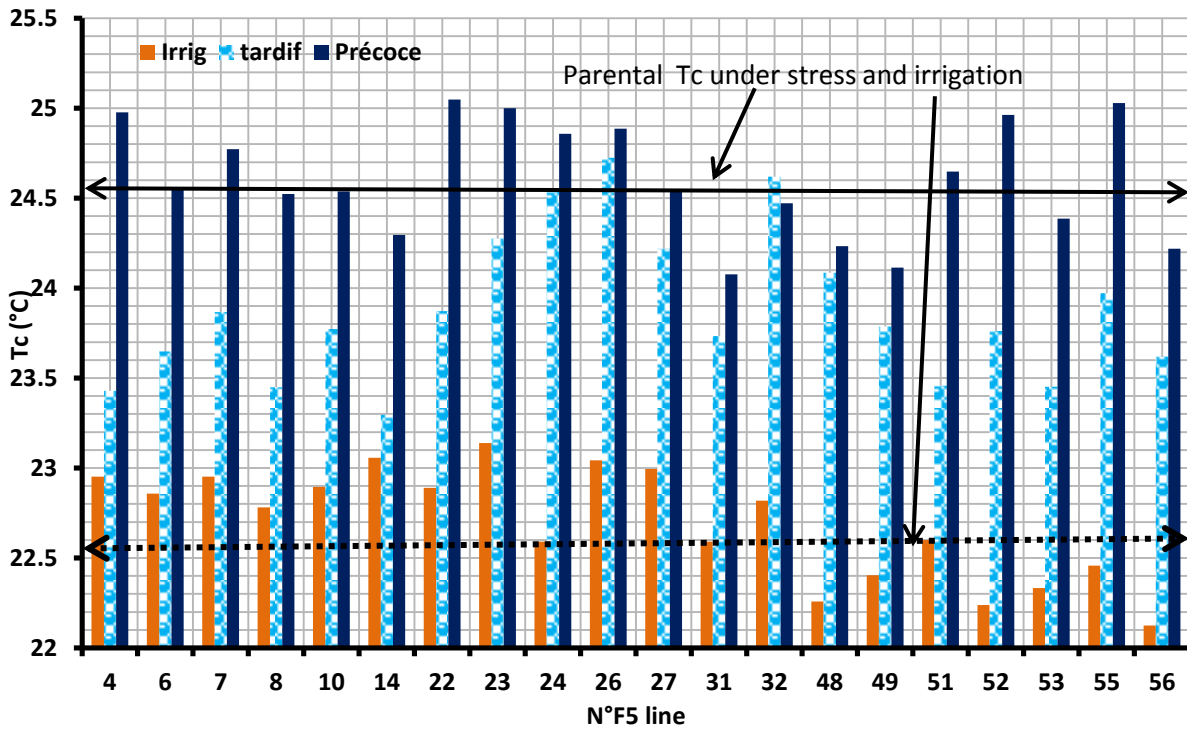


Figure 9. Variation of canopy temperature of F5 lines according to environments and treshold of parental Ct in favorable (.....) and unfaforable (_____) environment.

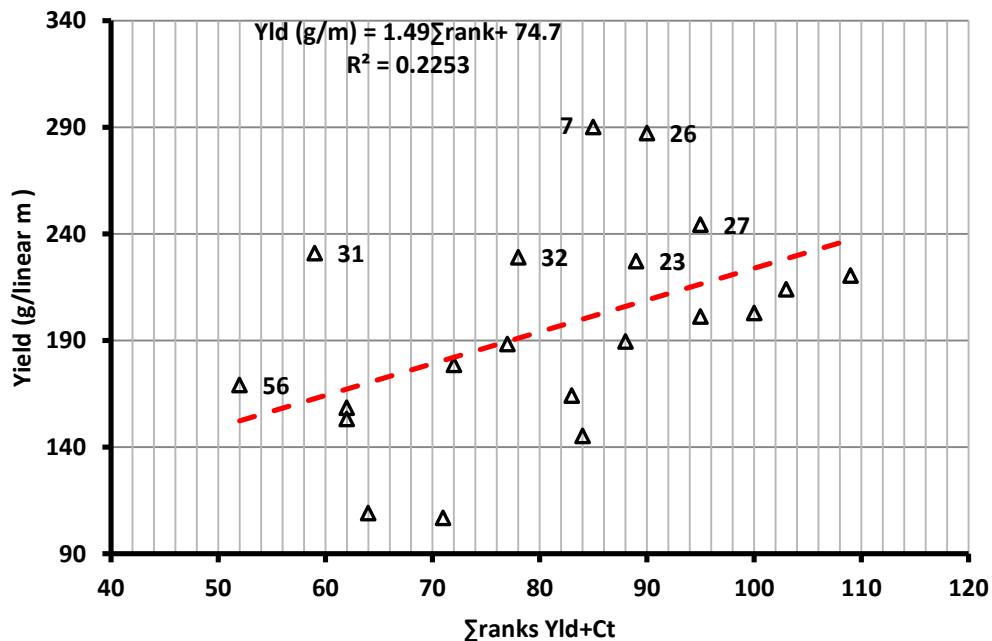


Figure 10. Relationship between the sum of the rankings of genotypes based on grain yield and the Ct values and grain yield performance under irrigation.

So the breeder has the choice between water stress tolerant lines such as lines 56 and 31 and which are less efficient relatively to lines such as lines 7 and 26, which are more efficient but less tolerant (Figure 10). Under rainfed conditions, the relationship between the performance of grain yield and the sum of rankings is not significant, suggesting that it is possible to select efficient and water stress tolerant lines. The results of this study corroborate those of Fischer et al., (1998) which mention that the Tc is associated with improved stress tolerance in bread wheat. Oulmi (2010); Oulmi et al., (2011), using the same populations in F3, report a Tc lower than that of ambient air and an average heritability of Tc.

Blum et al., (1989) found a positive correlation between sensitivity to water stress and Tc under stress conditions. Genotypes with grain yield is strongly reduced under water stress, are characterized by a high Tc. On the contrary, Chaudhuri et al., (1986) note that genotypes whose Tc is higher under irrigated conditions are more productive under stress.

Conclusion

The present study shows that the production potential in straw and grain is best expressed in the absence of water stress, while tolerance is better in the presence of stress. Therefore, the concomitant selection of these two characteristics must be alternately on both environments types. Successful lines in grain yield under irrigation have a high Tc.

Crossed relatives have the same degree of tolerance vis-à-vis water stress. Despite this, they differ in several characteristics including response to the change of environments, suggesting that the tolerance of stress is due to the action of several mechanisms that are more or less independent. These results suggest that the variability for tolerance to drought stress, measured by the temperature of canopy (Tc), is absent in the crossed parental lines. The minimum values of the temperature of the canopy which are of interest for the selection, are equal to or lower than the average of the parental lines in the three environments. These results suggest that genetic progress for this feature is low, regardless of the environment in question.

Taking into account of the two selection criteria most important in this study and which are grain yield and canopy temperature, the different F5 lines evaluated have varying behavior according to the environments, due to the interaction. Each environment identifies lines of performance specific to it.

Références

- Adjabi A, Bouzerzour H, Lelarge C, Benmahammed, A, Mekhlouf A, Hanachi A, 2007. Relationships between grain yield performance, temporal stability and carbon isotope discrimination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under Mediterranean conditions, Journal of Agronomy, vol. 6, no. 2, pp. 294-301.
- Annichiarico 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.
- Bahlouli F, Bouzerzour H, Benmahammed A, Hassous KL, 2005. Selection of high yielding and risk efficient durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars under semi-arid conditions. Pak. J. Agro, 4: 360-365.
- Benderradji L, Brini F, Kellou K, Ykhlef N, Djekoun A, Masmoudi K, Bouzerzour H, 2012. Callus Induction, Proliferation, and Plantlets Regeneration of Two Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes under Saline and Heat Stress Conditions. Int. Schol. Res. Net. (ISRN) Agronomy 367851, 8p.
- Benmahammed A, Kribaa M, Bouzerzour H, Djekoun A, 2010. Assessment of stress tolerance in barley (*Hordeum vulgare* L.) advanced breeding lines under semi arid conditions of the eastern high plateaus of Algeria. Euphytica, 172: 383-394.
- Berger JD, Ali M, Basu PS, 2006. Genotype by environment studies demonstrate the critical role of phenology in adaptation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to high and low yielding environments of India. Field Crops Research, 98: 230-244.
- Blum A, Shipiler L, Golan G, Mayer J, 1989. Yield stability and canopy temperature of wheat genotypes under drought stress. Field Crops Res. 22: 289-296.
- Chaudhuri UN, Deaton ML, Kanemasu ET, Wall GW, Marcarian V, Dobrenz AK, 1986. A procedure to select drought tolerant sorghum and millet genotypes using canopy temperature and vapor pressure deficit. Agron. J. 78: 490-494.
- Chaudhuri UN, ET, Kanemasu, 1982. Effect of water gradient on sorghum growth, water relations and yield. Can. J. Plant Sci. 62: 599-607.
- Chennafi H, Aidaoui A, Bouzerzour H, Saci A, 2006. Yield response of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivar Waha to deficit irrigation under semi arid growth conditions. Asian J. Plant Sci., 5: 854-860.
- Chennafi H, Saci A, Harkati N, Adjabi A, Mébarkia A, 2011. L'optimisation du rendement de la culture du blé sous l'effet du précédent cultural et l'outil de labour en environnement semi- aride. In: Bouzerzour H., Irekti H. & Vadon B. Quatrièmes rencontres méditerranéennes du semis direct. Options méditerranéennes. Série A.: Séminaires Méditerranéens 96: 213-220. Ed. CIHEAM, Paris, 251 p.
- Condon AG, Richards RA, Rebetzke GJ, Farquhar GD, 2004. Breeding for high water use efficiency. J. Exp. Bot, 55: 2447-2460.
- Cropstat 7.2, 2008. Software package for windows, International Rice Research Institute, IRRI, Manila.
- Fellah A, Bouzerzour H, Benmahammed A, Djekoun A, 2002. Sélection pour améliorer la tolérance aux stress abiotiques chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Actes de l'IAV HII, 64: 35-42

- Fischer RA, Rees D, Sayre KD, Condon AG, Saavedra A L, 1998. Wheat yield progress associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate and cooler canopies. *Crop Sci.*, 38: 1467-1475.
- Gonzalez A, Martin I, Ayerbe L, 1999. Barley yield in water stress conditions. The influence of precocity, osmotic adjustment and stomatal conductance. *Field Crop Res.* 62: 23-34.
- Haddad L, 2010. Contribution à l'étude de la stabilité des rendements du blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous climat méditerranéen. Mémoire de Magister, Département Agronomie, Faculté des Sciences, UFAS, 70 pp.
- Idso SB, Jackson A, Pinter P, Reginato R, Hatfield S, 1981. Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability. *Agricultural Meteorology*, 21(1): 45-55.
- Laala Z, Oulmi A, Saraoui T, Haddad L, Nouar H, Benmahammed A, Bouzerzour H, 2009. Effet de la sélection de la biomasse et des épis sur le rendement de blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous condition semi-arides. *Annales de la Faculté des Sciences et Sciences de l'Ingénieur*, (AFSSI), Vol. 1 N° 4: 55-67.
- McKinney NV., W.T, Schapaugh, and Kanemasu ET, 1989. Selection for canopy temperature differential in six populations of Soybean. *Crop Sci.* 29: 255-259.
- Mekhlouf A, Dehbi F, Bouzerzour H, Hannachi A, Benmahammed A, and Adjabi A, 2006. Relationship between cold tolerance, grain yield performances and stability of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) genotypes grown at high elevation area of Eastern Algeria. *Asian journal of Plant Sciences* 5 :700-708 .
- Meziani N, Bouzerzour H, Benmahammed A, Menad A, 2011. Performance And Adaptation of Barley Genotypes (*Hordeum vulgare* L.) to Diverse Locations. *Advances in Environmental Biology*, 5(7): 1465-147.
- Neffar F, Mare C, Bouzerzour H., 2011. Study of barley (*Hordium vulgare* L.) transcript profiles under water stress conditions. *Austr. J. Basic Appl. Sci.* 5: 1481-1488.
- Nouar H, Haddad L, Laala Z, Oulmi A, Zerargui H, Benmahammed A, Bouzerzour H, 2010. Performances comparées des variétés de blé dur: Mohammed Ben Bachir, Waha et Boussalam dans la wilaya de Sétif. *Céréaliculture*, 54 : 23-28.
- Openstat, 2010. Free statistical software written by W.G. Miller.
- Oulmi A, 2010. Contribution à l'étude de la variation de la teneur relative en eau, la température de la canopée et la structure foliaire chez des populations de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Mémoire de Magister, Faculté des Sciences de la Nature et de la vie, Département de Biologie végétale. Université Ferhat ABBAS, Sétif-1, Algerie (UFAS), 108 pages.
- Oulmi A, Laala Z, Benmahammed A, Bouzerzour H, 2011. Etude de la variabilité phéno- morpho-physiologiques de trois populations F₃ de blé dur (*Triticum durum* Desf.) évaluées sous conditions semi- arides. 1^{ère} journée scientifique du département de biologie et écologie végétale, 13 novembre 2011- U Ferhat Abbas Sétif-1, Algerie. 27-31p.
- Padilla JM, and Otegui ME, 2005. Co-ordination between Leaf Initiation and Leaf Appearance in Field-grown Maize (*Zea mays*): Genotypic Differences in Response of Rates to Temperature. *Annals of Botany*, 96: 997–1007.
- Pinter PJ, Zipoli G, Reginato RJ, Jackson RD, Idso SB, Hohman JP, 1990. Canopy temperature as an indicator of differential water use and yield performance among wheat cultivars. *Agric. Water Manage.* 18: 35-48.
- Reynolds MP, Nagarajan S, Razzaque MA, Ageeb OAA, 1997. Using canopy temperature depression to select for yield potential of wheat in heat-stressed environments. *Wheat Prog. Special Rep.* 42. Mexico, CIMMYT.
- Warrington I.J, Kanemasu ET, 1983b. Corn growth response to temperature and photoperiod. II. Leaf initiation and leaf appearance rates. *Agron. J.* 75:755-761.
- Witcombe JR, Virk DS, 2009. Number of crosses and population size for participatory and classical plant breeding. *Euphytica*. Volume, 122: 451-462.