



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية  
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université des Frères Mentouri Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie Ecologie Végétale

قسم : بيولوجيا إيكولوجيا النبات

مذكرة التخرج للحصول على شهادة الماستر  
ميدان : علوم الطبيعة و الحياة  
الفرع : علوم البيولوجيا  
التخصص : بيولوجيا و فيزيولوجيا النبات  
أساسيات الإنتاج الزراعي

عنوان البحث :

تأثير نقص الماء على منظمات الأسموز (البرولين و الكلوروفيل) عند  
النجيليات: القمح والشعير *Triticum et Hordeum*

بتاريخ : 25 جوان 2015

من إعداد الطالب (ة): بشيري نور الإيمان  
لعور حنيقة

لجنة المناقشة:

رئيس اللجنة : بودور ليلي	أستاذ التعليم العالي	جامعة الإخوة منتوري قسنطينة
المشرف : شايب غنية	أستاذ محاضر ب	جامعة الإخوة منتوري قسنطينة
المتحنون : فرحاتي العيد	أستاذ مساعد أ	جامعة الإخوة منتوري قسنطينة

السنة الجامعية: 2014 – 2015

التشكرات

الإهداء

قائمة الإشكال

قائمة الجداول

1.....المقدمة

أولا: استعراض المراجع

2..... I . النموذج النباتي

2..... I.I.1. الأصل الجغرافي للنبات

2..... I . I.1. القمح

2..... I . I.2. الشعير

3..... I . I.2. المكانة الاقتصادية لنبات

3..... I.I.2.1. القمح الصلب

3..... I.I.2.2. القمح اللين

3..... I.I.2.3. الشعير

4..... I . I.3. الوصف البيولوجي للنبات

4..... I.3.1. القمح

4..... I.3.2. الشعير

4..... I . I.4. تصنيف القمح و الشعير

5..... I.I.5. دورة حياة القمح

5..... ✓ طور الخضري

5..... ✓ طور التكاثري

6..... ✓ طور النضج

6..... I . I.2.5. دورة حياة الشعير

6..... ✓ الطور الخضري

6..... ✓ الطور التكاثري

6	✓ طور النضج .....
7	6.I العوامل المؤثرة على زراعة القمح .....
7	1.6.I تأثير الحرارة .....
8	2.6.I تأثير الإضاءة .....
8	3.6.I البناء الضوئي .....
8	4.6.I التنفس .....
8	7.I عوائق إنتاج القمح في الجزائر .....
9	II الإجهاد .....
10	1.II الإجهاد المائي .....
10	2.II الإجهاد الحراري .....
10	3. II تأثير نقص المائي على النبات .....
12	4.II ميكانيزمات (آليات) التأقلم مع الجفاف .....
12	1.4.II تعريف الجفاف .....
12	2.4.II تعريف التأقلم .....
12	3.4.II المعايير الظاهرية لتأقلم .....
13	III التعديل الاسموزي .....
13	1.III العوامل التي تسمح بالتنظيم الاسموزي .....
13	1.1.III البرولين .....
13	2.1.III تراكم البرولين .....
14	2.1.III مراحل تخليق البرولين .....
15	3.1.III مراحل هدم البرولين .....
16	4.1.III عوامل تراكم البرولين .....
16	1.4.1.III درجة الحرارة المرتفعة .....
16	2. 4.1.III البرودة .....
17	3. 4.1.III محتوى الماء .....

17	.....الإضاءة.4.4.1.III
18	.....5.1.1.III دور البر ولين في النبات الواقع تحت الجفاف
19	.....6.1.III التفسير الإنزيمي لتراكم البر ولين
19	.....7.1.III التفسير الوراثي لتراكم البر ولين
20	.....2.1.1.III الإجهاد المائي و الكلوروفيل
20	.....1.2.1.III تعريف الكلوروفيل
20	.....2.2.1.III أهمية الكلوروفيل
20	.....3.2.1.III أشكال الكلوروفيل
21	.....4.2.1.III تركيبة الكلوروفيل
22	.....5.2.1.III مراحل تخليق الكلوروفيل
23	.....6.2.1.III هدم الكلوروفيل
24	.....7.2.1.III آلية هدم الكلوروفيل
25	.....2.III العلاقة بين تراكم البر ولين والكلوروفيل في الإجهاد
	<b>ثانيا: طرق و وسائل البحث</b>
26	.....1.II المادة النباتية
26	.....2.II سير التجربة
28	.....3.II ظروف التجربة
29	.....4.II تطبيق الإجهاد
30	.....5.II السعة الحقلية
30	.....6.II المعايير المقاسة
30	.....1.6.II البر ولين
32	.....2.6.II الكلوروفيل
33	.....7.II التحليل الإحصائي

ثالثا: تحليل النتائج

34	1.III البرولين.....
34	1.1.III مرحلة الصعود.....
41	2.1.III مرحلة الإسبال.....
47	3.1.III مرحلة الإسبال بالشاهد.....
55	2.III الكلوروفيل.....
65	1.2.III مرحلة الصعود.....
74	3.2.III مرحلة الإسبال بالشاهد.....

رابعا: مناقشة النتائج

85	1.IV البرولين.....
89	2.IV الكلوروفيل.....
92	3.IV البرولين والكلوروفيل بالشاهد (مرحلة الصعود والإسبال).....
92	4.IV العلاقة بين البرولين و الكلوروفيل.....
94	الخاتمة.....

الملخص

المراجع

المختصرات

الملحقات

## شكر و عرفان

الحمد لله الذي انار لنا درب العلم والمعرفة و أعاننا على أداء هذا الواجب ووفقنا إلى انجازه.  
أنجز هذا البحث بمخبر تطوير و تثمين المصادر النباتية الوراثية(D.V.R.P) بالمجمع  
البيولوجي Bio pôle بشعبة الرصاص و بالبيت الزجاجي الجديد جامعة الأخوة  
منتوري قسنطينة.

نتقدم بأسمى عبارات الشكر و الامتنان لأستاذتنا الفاضلة المشرفة على هذه الرسالة  
الأستاذة شايب غنية أستاذة أستاذة محاضر ب جامعة الأخوة منتوري قسنطينة التي لم  
تبخل علينا بتوجيهاتها البناءة و نصائحها القيمة لإتمام الرسالة و الوصول بها إلى مسارها  
المرجو.

نتقدم بأسمى معاني الشكر و العرفان للأستاذة بودور ليلي أستاذة بجامعة الأخوة منتوري  
قسنطينة التي تفضلت بترأس لجنة المناقشة و إثراء الأطروحة بنصائحها الهادفة .

كما نتقدم بخالص الشكر و العرفان للأستاذ فرحاتي العيد أستاذ مساعد بجامعة الأخوة  
منتوري قسنطينة على تكرمه بقبول مناقشة الرسالة و إثرائها بخبراته العلمية و ملاحظاته  
القيمة.

ولا يفوتنا أن نقدم جزيل الشكر لأستاذنا الفاضل بن لعريبي مصطفى أستاذ التعليم العالي  
بجامعة الأخوة منتوري الذي لم يبخل علينا بنصائحه و التوجيهات الهادفة.

كما نتقدم بالشكر لمرابطة سارة على المجهود الذي بذلته معنا و نتمنى لها التوفيق و النجاح  
في اتمام رسالة الدكتوراة.

و أخيرا نتوجه بجزيل الشكر و الامتنان إلى كل من ساعدنا من قريب أو من بعيد على انجاز  
هذا العمل بتذليل ما واجهناه من صعوبات.

شكرا جزيلا

# إهداء

اللهم لك الحمد كما ينبغي لجلال وجهك و عظيم سلطانك ، و الشكر لك اللهم على توفيقتي لإنجاز هذا العمل و حل الله و سلم على الأمين المصطفى سيدنا محمد و على آله و صحبه أجمعين .

إلى من قال فيهما الرحمن " و بالوالدين إحسانا "

إلى من تعب لأجلي و اختي

إلى من كان سببا بعد الله في نجاحي

إليكما " أبي و أمي "

إلى مندي في الحياة " اختي ريان و أخي زكرياء "

إلى من لا تلو الحياة إلا بوجودهم " أصدقائي و أحبائي "

إلى كل من أحبه قلبي و لم يذكره قلبي

نور الإيمان



# الإهداء

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، الحمد لله أولا وأخرا على التوفيق لإخراج  
هذه المذكرة إلى

حيز الوجود . استهل اهدائي بقول الشاعر:

أنا لا اهدي أليكم ورقا غيركم يرضى بحبر و ورق

أهدى إلى أرواحكم فكرا يبقى إذا الطرس احترق

أهدى ثمرة جهدي هذه إلى أحب الناس في قلبي أمي و أبي و إلى كل اخوتي  
وخاصة الكتكوتة لجين

وإلى الأخوات اللواتي لم تلدهن أمي ..إلى من تحلو بالأخاء و تميزوا بالوفاء والعطاء إلى ينابيع  
الصدق الصافي إلى من معهم سعدت، و برقتهم في دروب الحياة الحلوة والحزينة سرت إلى من  
كانوا معي على طريق النجاح والخير إلى من عرفت كيف اجدهم و علموني ان لا أضيعهم



حنيفة

الصفحة	الشكل
2	الشكل I 1: بلدان الهلال الخصيب.....
2	الشكل I 2: الهلال الخصيب .....
6	الشكل I 3: مراحل تطور القمح.....
7	الشكل I 4: مراحل تطور الشعير.....
11	الشكل I 5: تصنيف الإجهاد (Gravot, 2007).....
14	الشكل I 6: الشكل العام للبرولين.....
15	الشكل I 7: مراحل تخليق البرولين (Horton, Moran, Ochs, Rawn, Scrimgeour (1994).....
16	الشكل I 8: تحويل البرولين الى Glutamique (Lehninger 1972).....
19	الشكل I 9: مخطط يوضح الادوار المختلفة للبرولين في النبات أثناء الإجهاد المائي (Szabados et al ,2010).....
21	الشكل I 10: امتصاص الكلوروفيل (A و B) .....
22	الشكل I 11: البنية الكيميائية للكلوروفيل A والكلوروفيل B (Milcent , 2003).....
23	الشكل I 12: مسلك تخليق الكلوروفيل عند النبات.....
26	الشكل II 1: يمثل صورة البيت الزجاجي.....
27	الشكل II 2: أبعاد الأصيص ومخطط زرع البذور.....
27	الشكل II 3: مخطط تطبيق الإجهاد المائي.....
28	الشكل II 4: يمثل درجة الحرارة والرطوبة النسبية في الفترة الصباحية على الساعة 9سا والنصف خلال أيام العمل داخل البيت الزجاجي.....
28	الشكل II 5: يمثل درجة الحرارة والرطوبة النسبية في فترة بعد الظهر على الساعة 13 سا زوالا خلال أيام العمل داخل البيت الزجاجي.....
30	الشكل II 6: موت النباتات تحت تأثير الإجهاد والحرارة المرتفعة بعد مدة 7 أيام.....
30	الشكل II 7: نباتات القمح الصلب، القمح اللين والشعير الشاهدة والمجهدة .....
32	الشكل II 8 : يمثل معايرة البرولين.....
33	الشكل II 9 : مثال عن معايرة الكلوروفيل.....
34	الشكل III 1: محتوى البرولين عند نباتات القمح الصلب لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الصعود عند إجهاد 41 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف).....
36	الشكل III 2: محتوى البرولين عند نباتات القمح اللين لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الصعود عند إجهاد 41% من السعة الحقلية (20 يوم جفاف).....
38	الشكل III 3 : محتوى البرولين عند نباتات الشعير لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الصعود عند إجهاد 41% من السعة الحقلية (20 يوم جفاف).....
39	الشكل III 4: محتوى البرولين ل 6 أصناف من القمح و الشعير خلال أربع معاملات مائية عند مرحلة الصعود.....

- الشكل III 5 : محتوى البرولين عند صنفين من القمح الصلب في مرحلة الإنبال عند 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) ..... 41
- الشكل III 6: محتوى البرولين عند صنفين من القمح اللين في مرحلة الإنبال عند 24% من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) ..... 43
- الشكل III 7: محتوى البرولين عند صنفين من الشعير في مرحلة الإنبال عند 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) ..... 44
- الشكل III 8 : محتوى البرولين ل 6 أصناف من القمح خلال المعاملة المائية عند مرحلة الإنبال ..... 46
- الشكل III 9 : محتوى البرولين عند نباتات القمح الصلب لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإنبال عند إجهاد 24% من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) ..... 48
- الشكل III 10 : محتوى البرولين عند نباتات الشعير لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإنبال عند إجهاد 24% من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) ..... 50
- الشكل III 11: محتوى البرولين عند نباتات الشعير لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإنبال عند إجهاد 24% من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) ..... 51
- الشكل III 12 : محتوى البرولين ل 6 أصناف من القمح و الشعير خلال المعاملة المائية عند مرحلة الإنبال بالشاهد ..... 53
- الشكل III 13 : محتوى الكلوروفيل (A,B, A+B) عند نباتات القمح الصلب لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الصعود عند إجهاد 41 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) ..... 55
- الشكل III 14 :محتوى الكلوروفيل (A,B, A+B) عند نباتات القمح اللين لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الصعود عند إجهاد 41 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) ..... 58
- الشكل III 15 : محتوى الكلوروفيل (A,B, A+B) عند نباتات الشعير لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الصعود عند إجهاد 41 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) ..... 60
- الشكل III 16: محتوى الكلوروفيل الكلي ل 6 أصناف من القمح الصلب، القمح اللين و الشعير خلال أربع معاملات مائية عند مرحلة الصعود ..... 64
- الشكل III 42 : محتوى الكلوروفيل (A,B, A+B) عند نباتات القمح الصلب لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإنبال عند إجهاد 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) ..... 65
- الشكل III 18 : محتوى الكلوروفيل (A,B, A+B) عند نباتات القمح اللين لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإنبال عند إجهاد 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) ..... 67
- الشكل III 19 : محتوى الكلوروفيل (A,B, A+B) عند نباتات الشعير لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإنبال عند إجهاد 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) ..... 69
- الشكل III 20: محتوى الكلوروفيل الكلي ل 6 أصناف من القمح و الشعير خلال أربع معاملات مائية عند مرحلة الإنبال ..... 72
- الشكل III 21 : محتوى الكلوروفيل A عند نباتات القمح الصلب لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإنبال عند إجهاد 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) ..... 74

- الشكل III 22 : محتوى الكلوروفيل B عند نباتات القمح الصلب لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإنبال عند إجهاد 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) ..... 75
- الشكل III 23 : محتوى الكلوروفيل A+B عند نباتات القمح الصلب لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإنبال عند إجهاد 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) ..... 76
- الشكل III 24 : محتوى الكلوروفيل A عند نباتات القمح اللين لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإنبال عند إجهاد 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) ..... 77
- الشكل III 25 : محتوى الكلوروفيل B عند نباتات القمح اللين لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإنبال عند إجهاد 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) ..... 78
- الشكل III 26 : محتوى الكلوروفيل A+B عند نباتات القمح اللين لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإنبال عند إجهاد 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) ..... 79
- الشكل III 27 : محتوى الكلوروفيل A عند نباتات الشعير لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإنبال عند إجهاد 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) ..... 80
- الشكل III 28 : محتوى الكلوروفيل B عند نباتات الشعير لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإنبال عند إجهاد 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) ..... 81
- الشكل III 29 : محتوى الكلوروفيل A+B عند نباتات الشعير لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإنبال عند إجهاد 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) ..... 82
- الشكل III 30 : محتوى الكلوروفيل الكلي ل 6 أصناف من القمح والشعير خلال المعاملة المائية عند مرحلة الإنبال بالشاهد ..... 83
- الشكل IV 1 : محتوى البرولين عند 6 أصناف من القمح الصلب، القمح اللين والشعير المعرضة لمختلف المعاملات المائية ..... 85
- الشكل IV 2 : محتوى البرولين عند أصناف القمح الصلب، القمح اللين والشعير في مرحلتي الصعود والإنبال ..... 88
- الشكل IV 3 : محتوى الكلوروفيل عند 6 أصناف من القمح الصلب، القمح اللين والشعير المعرضة لمختلف المعاملات المائية ..... 89
- الشكل IV 4 : محتوى الكلوروفيل الكلي عند أصناف القمح الصلب، القمح اللين والشعير في مرحلتي الصعود والإنبال ..... 90
- الشكل IV 5 : محتوى البرولين والكلوروفيل الكلي للقمح الصلب، القمح اللين والشعير لمختلف المعاملات المائية بشاهدها عند مرحلة الإنبال ..... 92

الجدول	الصفحة
جدول I <sub>1</sub> : تصنيف القمح الصلب ، القمح اللين و الشعير حسب (Chadefaud et Emberger, 1960 ;Prats ;Feillet,2000)	4
الجدول I 2 :تراكم البرولين عند بعض النباتات	17
جدول II 1 : أصل وخصائص الأصناف المدروسة	26
جدول II 2: مراحل تطبيق الإجهاد	29
جدول III 1: اختبار التباين Anova لمرحلة الصعود للبرولين عند القمح الصلب	35
جدول III 2: تحليل التباين لصنفي القمح اللين	37
جدول III 3: اختبار التباين Anova لمرحلة الصعود عند الشعير	39
جدول III 4: تحليل التباين لأصناف القمح الصلب ،القمح اللين والشعير في مرحلة الصعود	40
جدول III 5: تحليل التباين لصنفي القمح الصلب في مرحلة الإسبال للبرولين	42
جدول III 6: تحليل التباين لصنفيين القمح اللين في مرحلة الإسبال للبرولين	44
جدول III 7: تحليل التباين لصنفيين من الشعير في مرحلة الإسبال للبرولين	45
جدول III 8: تحليل التباين للأنواع المدروسين	47
جدول III 9: اختبار التباين Anova لمرحلة الإسبال للبرولين عند القمح الصلب	49
جدول III 10 : تحليل التباين لصنفي القمح اللين	50
جدول III 11: تحليل التباين لصنفي القمح الشعير	52
جدول III 12: تحليل التباين بين الأصناف والمعاملات	54
جدول III 13 : اختبار التباين Anova لمرحلة الصعود للكلوروفيل A عند القمح الصلب	56
جدول III 14: اختبار التباين ANOVA لمرحلة الصعود للكلوروفيل B عند القمح الصلب	56
جدول III 15: اختبار التباين ANOVA لمرحلة الصعود للكلوروفيل A+B عند القمح الصلب	57
جدول III 16: اختبار التباين ANOVA لمرحلة الصعود للكلوروفيل A عند القمح اللين	59
جدول III 17: اختبار التباين لمرحلة الصعود للكلوروفيل B عند القمح اللين	59
جدول III 18 : اختبار التباين لمرحلة الصعود للكلوروفيل A+B عند القمح اللين	60
جدول III 19 : اختبار التباين لمرحلة الصعود للكلوروفيل A عند القمح الشعير	61
جدول III 20: اختبار التباين لمرحلة الصعود للكلوروفيل B عند الشعير	62

- جدول III 21 : اختبار التباين لمرحلة الصعود للكلوروفيل A+B عند الشعير .....62
- جدول III 22 : المجموعات المتجانسة للتداخل بين الأصناف والمعاملات المائية للكلوروفيل ( A,B, )  
A+B عند القمح الصلب ،القمح اللين والشعير.....63
- جدول III 23 : اختبار التباين لمرحلة الصعود للكلوروفيل A+B عند 6 أصناف من القمح.....65
- جدول III 24 : اختبار التباين لمرحلة الإسبال للكلوروفيل A عند القمح الصلب .....66
- جدول III 25 : اختبار التباين لمرحلة الإسبال للكلوروفيل B عند القمح الصلب.....66
- جدول III 26 : اختبار التباين لمرحلة الإسبال للكلوروفيل A+B عند القمح الصلب.....67
- جدول III 27 : اختبار التباين لمرحلة الإسبال للكلوروفيل A عند القمح اللين .....68
- جدول III 28 : اختبار التباين ANOVA لمرحلة الإسبال للكلوروفيل B عند القمح اللين.....68
- جدول III 29 : اختبار التباين لمرحلة الإسبال للكلوروفيل A+B عند القمح اللين .....68
- جدول III 30 : اختبار التباين لمرحلة الإسبال للكلوروفيل A عند الشعير .....69
- جدول III 31 : اختبار التباين ANOVA لمرحلة الإسبال للكلوروفيل عند الشعير .....70
- جدول III 32 : اختبار التباين ANOVA لمرحلة الإسبال للكلوروفيل A+B عند الشعير .....70
- جدول III 33 : المجموعات المتجانسة للنبات بين عامل الأصناف والمعاملة المائية .....71
- جدول III 34 : اختبار التباين ANOVA لمرحلة الإسبال للكلوروفيل A+B عند 6 أصناف من القمح.....73
- جدول III 35 : اختبار التباين Anova لمرحلة الإسبال للكلوروفيل A عند القمح الصلب .....74
- جدول III 36 : اختبار التباين Anova لمرحلة الإسبال للكلوروفيل B عند القمح الصلب .....75
- جدول III 37 : اختبار التباين Anova لمرحلة الإسبال للكلوروفيل A+B عند القمح الصلب....76
- جدول III 38 : اختبار التباين Anova لمرحلة الإسبال للكلوروفيل A عند القمح اللين .....77
- جدول III 39 : اختبار التباين Anova لمرحلة الإسبال للكلوروفيل B عند القمح اللين.....79
- جدول III 40 : اختبار التباين Anova لمرحلة الإسبال للكلوروفيل A+B عند القمح اللين .....80
- جدول III 41 : اختبار التباين Anova لمرحلة الإسبال للكلوروفيل A عند الشعير.....81
- جدول III 42 : اختبار التباين Anova لمرحلة الإسبال للكلوروفيل B عند الشعير.....82
- جدول III 43 : اختبار التباين Anova لمرحلة الإسبال للكلوروفيل A+B عند الشعير.....83

- جدول III 44: تحليل التباين بين الأصناف والمعاملات.....84
- جدول IV 1: المجموعات المتجانسة لمراحل دورة حياة القمح الصلب، القمح اللين والشعير...86
- جدول IV 2: متوسط الحرارة لمرحلتي الصعود والإسبال.....88
- جدول IV 3: المجموعات المتجانسة لمراحل دورة حياة القمح الصلب، القمح اللين والشعير...90
- جدول IV 4: الفرق بين البرولين والكلوروفيل عند مرحلتي الصعود والإسبال.....93

# المقدمة

تحتل زراعة الحبوب في العالم مكانة هامة جدا لأنها تشكل الغذاء الرئيسي للإنسان و الحيوان (Salama *et al.*,2005). يعتبر القمح بنوعيه من الحبوب الأكثر زراعة في العالم و الأكثر استهلاكاً مما يستدعي رفع الإنتاج العالمي من القمح و الذي يقدر حالياً بأكثر من 500 مليون طن سنوياً بحوالي 40% لتلبية الطلب المتزايد (Anonyme,2010).

تبلغ نسبة الأراضي المخصصة لزراعة القمح 40 % من حيث المساحة المزروعة في الجزائر، أي ما يعادل 3 ملايين هكتار مع ذلك يبقى الإنتاج ضعيفاً حيث يبلغ من 7 إلى 8 قنطار في الهكتار الواحد (حساني و آخرون 2008).

ومن أهم العوامل البيئية التي تؤثر بقوة في تحديد الإنتاج أو المردود النقص المائي الذي يعتبر أحد المشاكل الحالية التي تهدد الثروة النباتية و تقلل الكفاءة الإنتاجية للنبات . وتحت هذه الظروف توجد مؤشرات للنقص المائي تتمثل في تحورات مرفولوجية، اضطرابات فيزيولوجية وتعديلات بيوكيميائية و كشافات جزئية.

تسمح معرفة هذه المؤشرات بتوجيه عمليات التحسين الوراثي بهدف الحصول على موارد بيولوجية متكيفة مع ظروف الزراعة بالنسبة للنقص المائي.

تترجم التعديلات الجزئية على مستوى الأنسجة النباتية خاصة الأوراق بالاستجابة الجزئية بتراكم المنظمات الاسموزية مثل البرولين Glycine betaine , Polyol , Polyamines , عديد الأمينات، السكريات الذائبة وأيونات البوتاسيوم  $K^+$  التي تساهم في التعديل الأسموزي وتحفظ البروتينات والأغشية الخلوية.

تهدف دراستنا إلى محاولة فهم آليات استجابة القمح الصلب ، اللين و الشعير تحت ظروف الإجهاد المائي بقياس محتوى المؤشر البيوكيميائي البرولين و المؤشر الفيزيولوجي الكلوروفيل بتعريض النبات لمستويات مختلفة في الإجهاد المائي .

استعراض

المراجع

## I. النموذج النباتي

### I. 1. الأصل الجغرافي للنبات

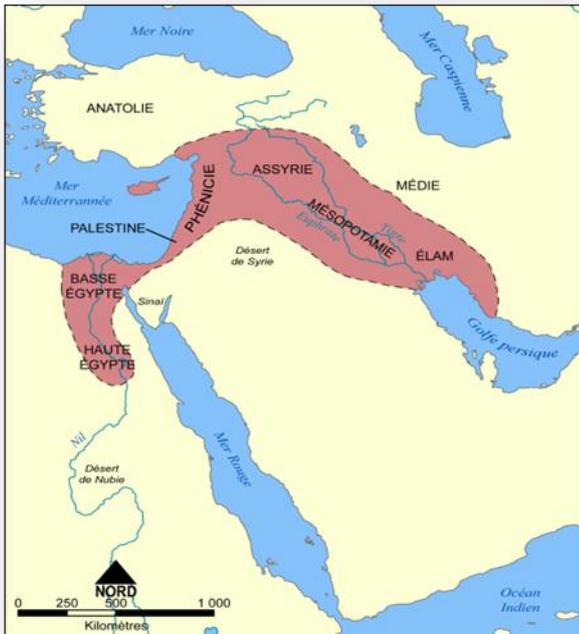
#### I. 1. القمح

ينسب القمح إلى صف مغطاة البذور، تحت صف أحادية الفلقة، عائلة النجيليات، جنس *Triticum*. يتمركز الأصل الجغرافي لنبات القمح ضمن المناطق الغربية لإيران، شرق العراق، جنوب وشرق تركيا (Harlan 1966). يعتبر القمح أحد الأنواع النباتية الأولى التي زرعت وحصدت من قبل الإنسان منذ حوالي 7000-10000 سنة ضمن منطقة الهلال الخصيب، التي تغطي كل من فلسطين، سوريا، العراق وجزء كبير من إيران (Croston et William 1981).

وجدت العديد من بقايا القمح ثنائي الصيغة الصبغية (Diploide) ورباعي الصيغة الصبغية (Tetraploide) محفوظة ضمن بقايا آثار يرجع عمرها إلى 7 آلاف سنة قبل الميلاد ضمن مناطق الشرق الأدنى (Harlan, 1975).

#### I. 2. الشعير

يصنف الشعير ضمن العائلة النجيلية ويعرف بالاسم العلمي (*Hordeum vulgare* L.)، ظهر منذ 8000 سنة قبل الميلاد (العصر الحجري) في منطقة الشرق الأوسط المتمثلة في الهلال الخصيب (فلسطين، الأردن، العراق والحدود الغربية لإيران) ثم بدأ في الانتشار إلى اليونان، ليبيا والهند إلى أن تمركز في منطقة الهلال الخصيب (Feldman, 1976).



شكل I 2: الهلال الخصيب



شكل I 1: بلدان الهلال الخصيب

## I. 2. المكانة الاقتصادية للنبات

### I.2.1. القمح الصلب

يحتل القمح الصلب (*Triticum durum Desf*) المرتبة الخامسة عالميا بعد القمح اللين (*Triticum aestivum L*) و الشعير (*Hordeum vulgare L.*)، الذرة (*Zea mays L*)، الأرز (*Oryza sativa L*). بإنتاج يفوق 300 مليون طن و يحتل هذا النوع في الجزائر المرتبة الأولى قبل الشعير من حيث مساحة الزراعة و الإنتاج (Belaid et Moussaoui 1999).

تشكل المساحة الصالحة للزراعة في الجزائر حوالي 3٪ من المساحة الإجمالية، يحتل القمح الصلب 43٪ من مساحة الإنتاج الفلاحي للوطن متنوع بالقمح اللين الذي يحتل 19٪ منها، و بالرغم من هذا تستورد الجزائر كميات كبيرة من القمح لتغطية الإنتاج الوطني، بحيث يرتب القمح في الصف الأول للواردات الموجهة للجزائر بحصة تقدر ب 58٪. شهدت الفترة 2002/2003 زيادة في إنتاج النجيليات نظرا لتساقط الأمطار بكميات كافية، كما أن محاصيل القمح و الشعير و الخرطال كانت أكثر وفرة و بالرغم من المردود الهائل تم اللجوء للاستيراد لتلبية ثلث الاحتياج الوطني من النجيليات (AAC ، 2004).

### I.2.2. القمح اللين

ينتمي القمح اللين (*Triticum aestivum*) للفصيلة النجيلية و هو محصول حولي يغطي معظم أجزاء سطح الكرة الأرضية و يحتل مساحة أكبر من أي محصول غذائي حيث يبلغ الإنتاج العالمي 735 مليون طن.

تأتي الجزائر في المرتبة الرابعة و يبلغ انتاجها ب 4.441.400 قنطار للقمح الصلب و 10.828.200 قنطار للقمح اللين.

### I.3.2. الشعير

يعد الشعير *Hordeum vulgare* محصول نجيلي حولي شتوي ينتمي الى الفصيلة النجيلية و يحوي الجنس 50 نوعا. تنتشر زراعة الشعير في غالبية دول العالم نظرا لاستعماله العديدة و لقدره أصنافه على تحمل الشروط البيئية المختلفة القطب الشمالي و المناطق القريبة من خط الاستواء (ICARDA, 2003).

بلغت مساحة الشعير المزروعة عالميا نحو 57.2 مليون هكتار سنة 2000 معظمها في القارة الأوروبية (نحو 3.92 مليون هكتار) تليها قارة آسيا (4.2 مليون هكتار). تمثل الجزائر إنتاج بلغ 410.270 قنطار (حامد كيال 1988).

### I.3. الوصف البيولوجي للنبات

#### I.3.1. القمح

يتكون المجموع الجذري من مجموعتين من الجذور: الأولى الجذور الجنينية و تخرج من الجنين عند الإنبات و الثانية مجموعة الجذور العرضية ، و تنشأ من عقد الساق السفلى . يكون شكل الساق اسطوانى وهي قائمة ناعمة أو خشنة جوفاء باستثناء العقد ، و يوجد نخاع لين بساق القمح اللين .

توجد ورقة واحدة لكل عقدة. تتكون الورقة الخضرية من غمد كامل من أسفل و منشق على طوله من الجهة المقابلة للنصل، و يحيط الغمد تماما بالنصل الذي يكون ضيقا و رمحي إلى شريطي الشكل ، أما النورة عبارة عن سنبله تحمل من 10 إلى 30 سنبله و يتراوح طولها بين 5 إلى 12.5 سم . تكون السنبلات فردية جالسة عند نهاية كل سلامية مرتبة بالتبادل على محور السنبله، الثمرة برة بيضية يمتد مجرى بوسط الحبة من القمة إلى القاعدة بالجهة البطنية للحبة التي تكون محدبة من السطح الزهري . يكون الغلاف الثمري مجعدا على الجنين و يتراوح متوسط عدد الحبوب بالسنبله من 25 إلى 30 حبة.

#### I.2.3.1. الشعير

يشبه الشعير في شكله العام نبات القمح و خاصة في أطوار الحياة المبكرة و يتكون النبات من الساق وهي قائمة اسطوانية الشكل قشبية مقسمة إلى سلاميات جوفاء تفصلها عقد و ينتهي بنورة وهي سنبله مؤلفة من محور مكون من عقد و سلاميات عدة و جذور ليفية سطحية كثيفة تنتشر في طبقة سطحية من التربة. إما الأوراق الشريطية ضيقة ثنائية الصف متعاقبة المنشأ على الساق، أو رباعية الصف ، الأزهار ثنائية المسكن تتكون من عصافه خارجية تنتهي بسفاه طويلة أو قصيرة و أخرى داخلية و من أعضاء التذكير الأسدية و أعضاء التأنيث المتاع.

#### I.4. تصنيف القمح و الشعير

يمثل الجدول رقم 1 تصنيف النموذج النباتي المدروس القمح و الشعير.

جدول I: تصنيف القمح الصلب، القمح اللين و الشعير ( Burnie et al.,2006) , (Feillet ,2000)

Classification	Blé dure	Orge	Blé tendre
Règne	Plantae	Plantae	Plantae
Division	Angiosperme	Angiosperme	Angiosperme
Classe	Monocotylédone	Monocotylédone	Monocotylédone
Sous-Classe	Commelinidae	Commelinidae	Commelinidae
Ordre	Poale	Poale	Poale
Famille	Poaceae	Poaceae	Poaceae
Sous-Famille	Triticidae	Hordoideae	Triticidae
Tribu	Triticeae	Hordeae	Triticeae
Sous-Tribo	Triticinae	Hordeinae	Triticinae
Genre	<i>Triticum</i>	<i>Hordeum</i>	<i>Triticum</i>
Espèce	<i>Triticum durum Desf</i>	<i>Hordeum vulgare</i>	<i>Triticum Aestivum L</i>

## 5.I. دورة حياة النبات

### 1. 5. I. دورة حياة القمح

يتميز نبات القمح بزراعة سنوية ، تمر دورة حياته بتتابع مراحل دقيقة من زراعته حتى حصاده. تتمثل في عدة أطوار فيزيولوجية متتالية من بداية الإنبات حتى نضج البذور. يترجم هذا التطور بمجموعة تغييرات مرفولوجية و فيزيولوجية لنموه، عرفت بمظاهر النمو و التطور.

وقد قسم الباحثون في الميدان الأطوار الفيزيولوجية للقمح إلى ثلاثة أطوار رئيسية تتمثل في الطور الخضري، الطور التكاثري و طور تشكل الحبة و النضج (Geslin,1965 ; Soltner,1980).

#### ✓ الطور الخضري

يضم الطور الخضري المراحل الثلاث: مرحلة الإنبات ، مرحلة البروز و مرحلة الإشتاء

(Geslin et Rivals , 1965 )

يبدأ الإنبات بمرور البذرة من حالة النمو البطيء إلى حالة النمو السريع، مما يسمح بظهور الريشة التي تتوقف عن النمو ما إن تخترقها الورقة الأولى (Benfenzar,Zaghouane ;2006).

تستطيل الورقة الأولى الوظيفية والثانية أثناء البروز وتتبع بالورقتين الثالثة و الرابعة بالتناوب. يكون النمو من منطقة قريبة من السطح تمثل قاعدة الإشتاء التي تمثل تفرعا للنبات (Climent ,1981).

يبدأ نمو البراعم المتباينة لإبط الورقة الأولى حيث يعطي البرعم الرئيسي معلنا عن بداية مرحلة الإشتاء. يختلف عدد الإشتاءات حسب نوع النبات ، المناخ ، الغذاء وعمق البذور .

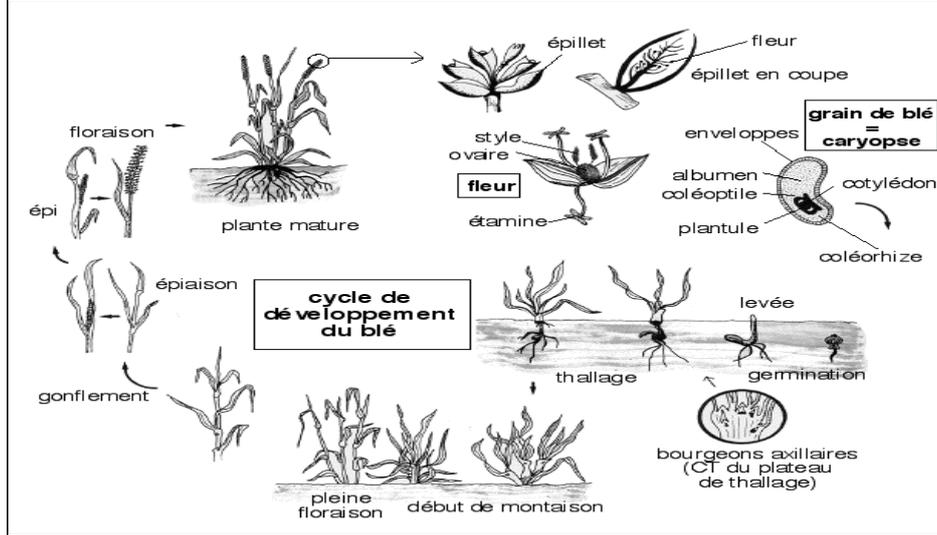
#### ✓ الطور التكاثري

يضم مرحلتين : المرحلة A و B : تتميز ببداية تشكل الزهرة وظهور أول بداية العصيفات (Glume) ثم تشكل بداية السنبيلات ( Boufenar et Zaghouane,2006 ).

المرحلة C و D: يتم فيها التخصص الزهري حيث تتمايز القطع الزهرية ويحدث الانقسام منصف للخلايا الأم لحبوب الطلع. ثم يتبع بطور الإلقاح الذي يتميز ظاهريا بالإسبال ثم بروز المآبر والأسدية للخارج لأن الإلقاح ذاتي بشكل مطلق للقمح .

## ✓ طور النضج

تمتد من الإلقاح حتى النضج الكامل للحبوب، ويتم خلالها تركيب مكثف للمدخرات العضوية (نشاء وبروتين) ثم هجرتها إلى السويداء التي تمر بعدة أشكال قبل النضج ومن مميزات هذه المرحلة أن نسبة الماء العالية تنخفض لتسمح بتصلب الحبوب، وهي علامة نضجها التام.



شكل I 3: مراحل تطور القمح

## I. 2.5. دورة حياة الشعير

يمر الشعير بنفس مراحل القمح :

### ✓ الطور الخضري

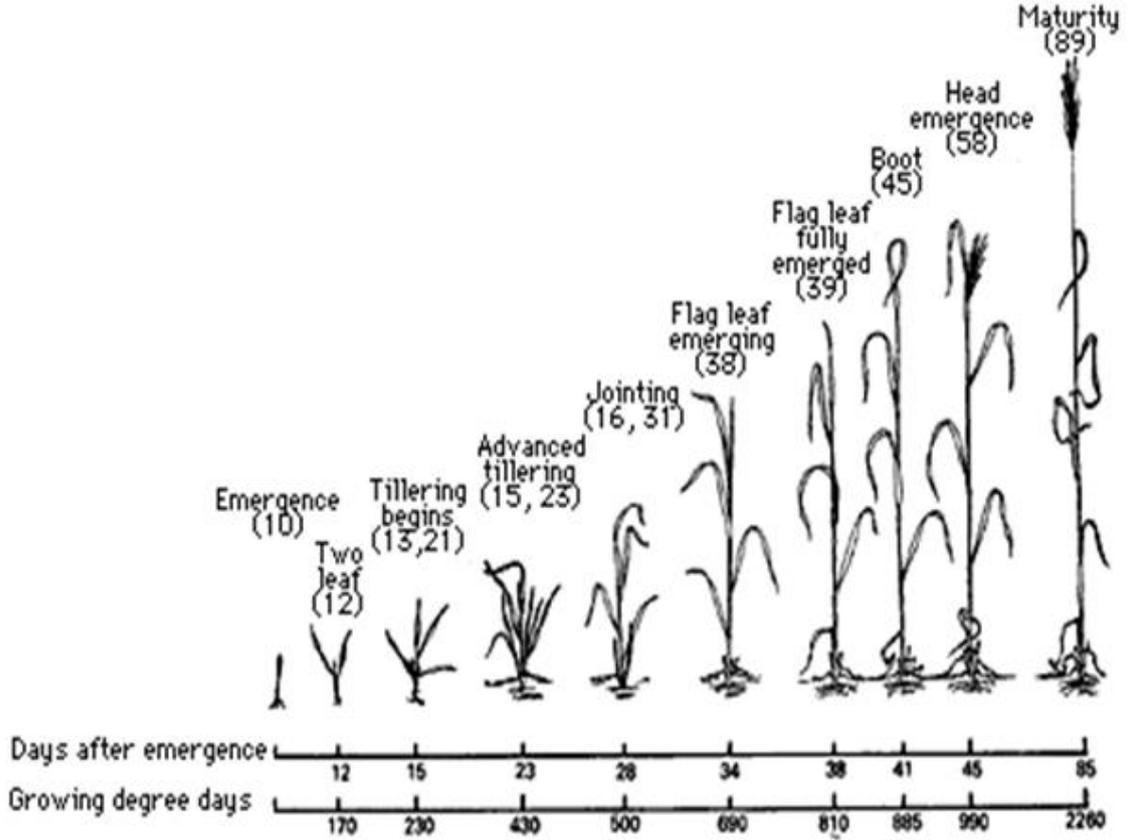
وتتضمن مرحلة الإنبات، التفرع و الاستطالة : تظهر النباتات بعد نحو 7 أيام من الزراعة مع ظهور غمد الريشة من قمة الحبة، ثم يتفرع النبات تفرعا قاعديا بنفس نظام القمح مع ملاحظة نقص في عدد الإشتاء في الشعير مقارنة بالقمح.

### ✓ الطور التكاثري

يتم الطور التكاثري من 50 إلى 60 يوم و يضم مرحلتي الإزهار و النضج. تزهر سنبله الساق الأصلية أولا ، يليها أزهار سنابل الإشتاء حسب ترتيب نشوئها .

### ✓ طور النضج

يكون التلقيح في الشعير ذاتي التلقيح قبل خروج السنابل من غمد الورقة و بعد الإخصاب تنتقل المواد الغذائية من الأعضاء المختلفة للنبات إلى الحبوب النامية. وتمتد هذه المرحلة حوالي 50 يوم .



شكل I: مراحل تطور الشعير

## 6.I العوامل المؤثرة على زراعة القمح

### 1.6.I. تأثير الحرارة

يرتبط تأثير درجة الحرارة باستخدام النبات للماء و تختلف درجة الحرارة المناسبة للقمح اختلافاً كبيراً باختلاف الأصناف. تعتبر درجة الحرارة  $25^{\circ}\text{C}$  هي الدرجة المثلى للإنبات كما تعتبر درجة  $3 - 45^{\circ}\text{C}$  هي الدرجة الصغرى أما درجة الحرارة ما بين  $30^{\circ}\text{C} - 32^{\circ}\text{C}$  هي الدرجة العظمى. حيث تنبت حبوب القمح إنباتاً غير منتظماً بارتفاع درجة الحرارة عن درجة الحرارة الصغرى كما يموت الجنين عادة، و يتعرض الأندوسيرم للتحليل في درجات الحرارة المرتفعة نوعاً هي الأكثر ملائمة للإنبات و نمو بذرات القمح و درجة الحرارة المعتدلة نوعاً هي الملائمة للنمو الخضري و عموماً يحتاج محصول القمح لفصل نمو طويل كذلك (2000).

يختلف مقدار التأثير السيئ لدرجات الحرارة غيراً لملائمة في طور من أطوار النمو إلى طور آخر و تعتبر الفترة من التفريع إلى طرد السنابل أحد الفترات الحرجة في حياة النبات إذ أن الأضرار التي تحدثها الحرارة العالية في هذه الظروف لا تعوض أبداً و تؤدي الحرارة المنخفضة جداً إلى تجمد الأنسجة، و يلزم درجات حرارة منخفضة حتى تتهاى النباتات لازدهار هذا فيما يتعلق بدرجة حرارة الهواء، و تعتبر درجة حرارة التربة مهمة كذلك حيث تتأثر درجة حرارة التربة بقوام التربة و لونها و كمية المياه المتوفرة في التربة و بصفة عامة فإن التربة ذات القوام الرملي تسخن و تبرد أسرع كثيراً من التربة الطينية. و إذا

تساوت جميع العوامل الأخرى فإن التربة الداكنة تمتص بكمية أكبر من الحرارة عن التربة الجافة، و معرفة حرارة التربة تعتبر عاملاً هاماً للإنبات الجيد حيث أن كل نوع نباتي يحتاج إلى درجة حرارة مختلفة للإنبات كذلك (2000).

### 2.6.I. تأثير الإضاءة

تؤدي الإضاءة الشديدة إلى زيادة قدرة نبات القمح على التفريع و زيادة كمية المادة الجافة و قد وجد أن كمية المادة الجافة للأصل و الأشطاء والأعماد و السنابل تقل بزيادة كثافة التظليل. كما انخفضت قدرة نباتات القمح على امتصاص العناصر مثل النتروجين و الفسفور عند تظليل النباتات و تؤدي شدة الإضاءة المرتفعة إلى زيادة كمية المحصول و تؤثر المدة الضوئية التي تتعرض لها نباتات القمح على طول الفترة اللازمة للإزهار و تزداد سرعة الإزهار بزيادة فترة الإضاءة. يؤدي قصر النهار إلى تأخير ازدهار نباتات القمح مع زيادة في عدد الأشطاء المتكونة، و يؤدي تظليل النباتات إلى نقص عدد الأشطاء و السنابل و ترجع هذه النتائج بالدرجة الأولى إلى نقص الكفاءة التمثيلية لنباتات القمح و نقص قدرة النباتات على تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية بتظليل النباتات. حيث توجد علاقة بين شدة الإضاءة و درجة الحرارة على نمو القمح إذ من الملاحظ أن يصاحب الوزن الجاف الكلي المرتفع في وقت الإزهار تحت ظروف شدة الإضاءة المرتفعة، و انخفاض في درجات الحرارة في الفترات المبكرة من تكوين الحبوب. كما يلزم لنباتات القمح أن تتعرض لفترة ضوئية أطول من الحد الحرج حتى تزهو النباتات حيث أنها من نباتات النهار الطويل كذلك (2000).

### 3.6.I. البناء الضوئي

يؤثر البناء الضوئي أثناء تكوين السنابل تأثيراً كبيراً على كمية المحصول كما يساهم بعد تفتح الأزهار في إمداد الحبوب بمقدار يتراوح من 90-95 من المواد النشوية الأمر الذي يؤكد أهميته و فترة استمرار نمو المجموع الخضري للنبات في البناء الضوئي لتفتح الأزهار و التأثير على كمية المحصول كذلك (2000).

### 4.6.I. التنفس

تتنفس النباتات في جميع مراحل نموها في طور النمو الخضري و الثمري على حد سواء، و يحدث لنبات القمح نوعان من التنفس و هما التنفس الظلامي و التنفس الضوئي و يزداد التنفس الظلامي بارتفاع درجة الحرارة من 0.3 إلى 2.5 ميلي غرام ثاني أكسيد الكربون لكل ديسيمتر مربع لكل ساعة عند درجة حرارة من 14 ° إلى 35 ° م و يؤدي ارتفاع تركيز CO<sub>2</sub> إلى تثبيط التنفس الضوئي و تؤثر درجة الحرارة و فصل النمو و العمر على التنفس الظلامي للأوراق كذلك (2000).

## 7.I. عوائق إنتاج القمح في الجزائر

يفرض موقع الجزائر جنوب حوض البحر الأبيض المتوسط نظاماً مائياً غير منتظم، و تنحصر مجمل المساحات المخصصة لزراعة الحبوب في المناطق الداخلية من الوطن ذات المناخ المتقلب الذي يحدد في أغلب الحالات مستوى الإنتاج (Amokrane, 2001). يرجع عدم استقرار إنتاج الأصناف الجديدة إلى تباين بيئي للوسط الزراعي الناجم أساساً من تأثير العوامل المناخية و الترابية، التي تتمثل في قلة الأمطار و

تذبذبها وقلة العناصر الغذائية، حيث لا يستغل جيدا من طرف النبات، نظرا لانخفاض درجة الحرارة، ظهور الصقيع الربيعي الذي يقلص من تبني أصناف المبكرة الإنبال؛ (Annichiarico *et al.*., 2002; Annichiarico *et al.*., 2005)

كما أن ظهور الإجهاد المائي و الحراري في آخر الموسم الزراعي هما اللذان يحدان من الإنتاج المنتظر (Baldy,1974; Bouzerzour and Ben mahammed,1994). كما تتسبب قلة تساقط الأمطار بمناطق الهضاب العليا في تراكم الأملاح في الطبقة العليا للتربة مما يعرقل نمو وتطور النبات و يؤثر سلبا على المردود (Rashid *et al.*., 1999)

ترتبط مساهمة التحسين الوراثي لرفع الإنتاج ارتباطا وثيقا بالتغيرات المناخية للأوساط الزراعية، التي تتبع بالصعوبة لتحقيق الربح وراثي ملموس و انعدام استقراره (Benkharbeche,2001). يعتمد التحسين الوراثي للقمح في المناطق الجافة أساسا على طريقة المقاومة للإجهادات لجعل هذا المحصول يتأقلم مع التغيرات غير منتظمة للمناخ (Mekhlouf,1998).

تقسم هذه الاجهادات إلى لا إحيائية مثل الإجهاد الحراري سواء الحرارة المرتفعة أو الجليد، الإجهاد المائي (نقص الماء أو زيادته عن حاجة النبات)، الإجهاد الملحي بزيادة أو نقص في أحد العناصر المعدنية و إحيائية كظهور الأمراض (Anaur *et al.*., 1998).

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

- عدم انتظام تساقط الأمطار الخريفية و التي ينتج عنه احتمال حدوث جفاف يؤثر على إنبات و ظهور البادرات.
- حدوث عواصف قوية والتي تعيق عملية البذر و تأخرها.
- درجة الحرارة المنخفضة الشتوية في الأماكن المرتفعة تصل إلى -10<sup>0</sup> كحد أدنى والتي تؤثر على الأوراق.
- عدم انتظام تساقط الأمطار الربيعية مما يؤدي إلى إمكانية حدوث عجز مائي .
- الصقيع الربيعي أين يتم تسجيل درجات الحرارة المنخفضة.
- العجز المائي المتأخر و موجة الحرارة المرتفعة في نهاية الموسم (مرحلة الإزهار) يكون ضارا جدا على تشكيل الحبوب وامتلائها.

## II. الاجهاد

تمثل الاجهادات اللاحيوية مجموع الظروف البيئية المفردة أو المشتركة والتي لها تأثيرا سلبيا على النمو، على التطور وعلى التكاثر (Qualset and Jones, 1984). تعتبر محاولة التخفيف من ضرر الاجهادات من خلال السقي واستصلاح التربة من بين الاستراتيجيات المتبعة سابقا للتعامل مع الاجهادات البيئية. مما أدى إلى البحث عن نباتات محسنة وراثيا، لها القدرة على تحمل ضرر تلك الاجهادات.

## II. 1. الاجهاد المائي

يعتبر الاجهاد المائي من بين الاجهادات الأكثر حدوثاً في الطبيعة . يظهر الاجهاد المائي عندما يكون الماء الممتص أقل بكثير من الماء المفقود عن طريق النتح ، الذي يكون ذو علاقة خطية سلبية مع المردود الحبي ، مما يؤثر بصورة حتمية على المردود من خلال التغيرات الحاصلة على مراحل تطور القمح : ففي مرحلة الإنتاش يعمل نقص المدخرات الغذائية للبيدور على عرقلة بروز من النبات ( Bouaziz and Hicks, 1990 ) ، في مرحلة الانبثاق يزداد الفيلوكرون (Phyllochron) بالنسبة لكل من القمح الصلب و اللين (Krenzer *et al.*, 1991 ; Simane *et al.*, 1993 ) ، في مرحلة البداية الزهرية ينخفض نشاط نمو الخلايا وتتقلص المساحة الورقية مما يؤدي إلى تناقص شدة التركيب الضوئي ، أما في مرحلة التزهير يؤدي نقص عملية التركيب الضوئي إلى نقص تراكم وإعادة نقل بعض المواد الكربوهيدراتية

( Bidinger *et al.*, 1977 ; Kiniry , 1993 Palta *et al.*, 1994 ) .

## II. 2. الإجهاد الحراري

تلعب الحرارة دوراً أساسياً في حياة النبات و تعتبر العامل الرئيسي المحدد للنمو، فهي إما أن تشجعه أو تؤخره. تعتبر الدرجة 20-22م° من أفضل الدرجات الحرارية للإنبات، الذي يكون بطيء على درجات حرارية منخفضة. لكن مع تقدم مراحل دورة حياة النبات تصبح درجة الحرارة أكثر فعالية فهي المسؤولة على تحديد كمية المادة الجافة المتكونة خلال الفترة الإنتاجية .

أما بعد مرحلة الإزهار فان ارتفاع درجة الحرارة عن الحد الأقصى يعني زيادة النتح وإخلال في التوازن بين نسبة الماء الممتص والماء المفقود ، مما يسبب ضهور الحبوب ،أما انخفاضها عن حد معين فانه يؤدي إلى تأخير الإزهار وخفض نسبة الرطوبة (كيال، 1978).

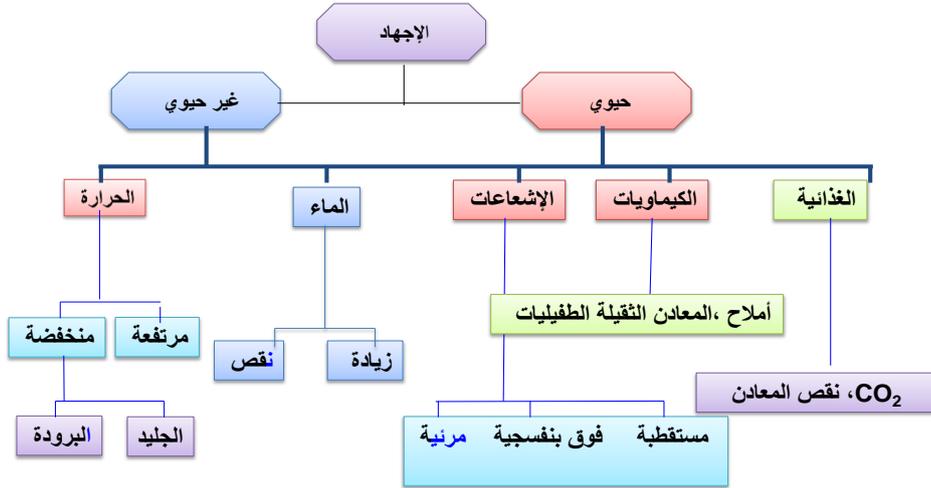
تنمو معظم المحاصيل عموماً بين درجة 15,5 و 32 م° وتتوقف عن النمو إذا زادت أو انخفضت الحرارة عن ذلك كثيراً، و تموت معظم المحاصيل إذا ارتفعت الحرارة إلى المجال من 43 م° إلى 54 م°.

## II. 3. تأثير نقص المائي على النبات

يمكن تلخيص مجمل تأثيرات النقص المائي على النبات في النقاط التالية:

1. يؤثر الإجهاد المائي على العلاقات النائية في الخلية حيث يغير من الجهد الكلي للماء و الجهد الاسموزي و جهد الضغط ،مما يسبب انغلاق الثغور الذي يؤثر بدوره على دخول CO<sub>2</sub> الذي يؤثر على عملية التركيب الضوئي.
2. يحث على زيادة درجة شيخوخة، تساقط الأوراق و عدم تكوين الأزهار
3. يؤثر على الأنسجة النباتية بحيث تتعرض للعديد من التغيرات منها التغيرات الإنزيمية و التغيرات في محتواها من الكربوهيدرات و البروتينات (بوزيتون و عمروش، 2013)

4. يؤثر على الأنسجة النباتية بتغير تركيزها و تتفاعل طبقا لذلك منها حمض الابسيسيك (ABA)، السيتوكينين Cytokinines، حمض الجبرلين Gibberellins، الاثيلين Etyline و الأكسين Auxines .
5. أوضحت الدراسات أن الإجهاد المائي المعدل أو الشديد يسبب زيادة في نشاط الإنزيمات المضادة للأكسدة وقد بينت الكثير من الأبحاث أن الإجهاد المائي يمكن أن يستحدث حالة من الإجهاد التأكسدي في النبات (Trippi *et al.*, 1998) بزيادة أشكال الأكسجين الفعالة (Reactive oxygen species (ROS) مثل جزيئه الأكسجين الحرة  $O_2$  و بيروكسيد الهيدروجين  $H_2O_2$  و جذور الهيدروكسيل  $OH^-$  الناتجة عن الاختزال غير التام بالأكسجين  $O_2$  (Asada, 2000) تعد جذور الأكسجين الفعالة مصدر أساسي للأضرار الخلوية تحت ظروف الإجهاد المائي (Candar et Tahran 2003) فهي عالية السمية للخلايا حيث تتفاعل بصورة مباشرة مع مكونات الخلية، تتفاعل مع الليبيد المتواجد بجدار الخلية المسببة تلفا بسبب حصول ثقب فيه تؤدي إلى حدوث تسرب في محتواها و جفاف سريع بها و بالتالي موتها . ويسبب في الخلية ضررا بالغلاف الخلوي، يؤثر في الفعالية التنفسية للميتوكوندريا و تحطم صبغة كلوروفيل و بذلك تقلل من قدرة تثبيت غاز  $CO_2$  بالبلاستيدات الخضراء (محب، 2011) وتفاعل مع البروتينات تسبب تحطيم أو تغير طبيعة الكلوروفيل (Scadaliose., 1993; Lopez et Quiles ., 2004) .
6. بينت الدراسات تأثير الإجهاد المائي على التوزيع الأيوني في الورقة و الجذر لنبات القمح الصلب بحيث يتغير المحتوى كل من  $Na^+$   $Cl^-$   $K^+$   $Ca^{2+}$  بالتراكم الأيوني  $Na^+$  و  $Cl^-$  في النبات مما يمنع من امتصاص الأيونات الأخرى مثل  $K^+$  و  $Ca^{2+}$  من طرف النبات، مما يوقف نمو النجيليات في مرحلة الصعود.
7. يؤدي الإجهاد إلى نقص واضح و كبير في التمثيل  $CO_2$  في عملية التركيب الضوئي بسبب انغلاق الثغور نتيجة نقص الماء بالخلايا الحارسة (محب، 2011).



شكل I 5: تصنيف الإجهاد (Gravot, 2007)

## II. 4. ميكانيزمات (آليات) التأقلم مع الجفاف

### II. 1.4. تعريف الجفاف

يمثل الجفاف مجموعة من الضغوطات الجوية، حيث يكون احد اهم العوامل المحددة للمردود . فهو يؤثر بشكل كبير على إنتاج المناطق الجافة و شبه الجافة أو ذات الأمطار غير المنتظمة أو ذات درجات حرارية مرتفعة .فالكثير من الظواهر كالحرارة المرتفعة، نقص الماء، انخفاض الرطوبة في الجو، الملوحة و التداخل فيما بينها يؤدي حتما إلى أنواع من الجفاف، مما يؤدي إلى العديد من أنواع التأقلم على مستويات مختلفة سواء جزيئية، خلوية، عضوية أو نباتية (Monneveux et Belhassen,1996).

### II. 2.4. تعريف التأقلم

عرف التأقلم بأنه قدرة النبات على النمو و إعطاء مردود في المناطق التي تعاني من نقص في الماء (Turner1979). بينما أضاف Monneveux et Depigny (1995) لتعريف التأقلم الارتباط الوثيق بين درجة التأقلم و كمية الإنتاج الناتجة . إذ تضمن آليات تأقلم النبات العديد من الاستجابات للمحافظة على الوظائف الفيزيولوجية للنبات.

### II. 3.4. المعايير الظاهرية للتأقلم

يطلق عليها اسم مقاييس التبيكير، وتعتبر من الخصائص التي تنظم دورة الحياة عند النبات، حيث بواسطتها تتجنب النباتات صدمة الفترات الحرجة خلال تطورها (Levitt,1972)، بوضع استراتيجية للتهرب في حالة الإجهاد المائي ؛ مستجيبة في مرحلة يكون فيها الضغط الابتدائي (تربة) و النهائي (جو) و المجموعة تربة-نبات- جو مرتفعا ويسمح بتجنب انخفاض في الضغط المائي . يمكن تحقيق هذه الإستراتيجية سواء عن طريق تقنيات الزراعة باختيار موعد و عمق الزرع أو عن طريق دراسة وراثية بانتخاب أصناف مبكرة.

فالتهرب وسيلة يتبعها النبات لإلغاء أو التقليل من تأثيرات الاجهاد المائي ، خلال مراحل تطوره، خاصة الأصناف الحساسة لنقص الماء و يكون ذلك بالتبكير في الإزهار و النضج خارج فترات الإجهاد المائي (Yekhlef , 2001) .

تكون هذه الإستراتيجية محدودة، إذ أنها قد تعرض النبات إلى الجليد الربيعي، في مراحل بداية الصعود و الإزهار و أثناء الامتلاء مما يؤدي إلى اجهاض الأزهار (Kara,2001) .

إن تحسين المردود في ظروف الجفاف يرجع بالدرجة الأولى إلى التبيكير الذي يكون مسؤولا عن 40 إلى 60 % من التنوع في المردود في ظروف مناخية مثل مناخ البحر الأبيض المتوسط (Turner ,1979).

اثبتا Maurer et Fisher (1978) في دراسة على 53 صنف من القمح، الشعير و triticale ، انه في كل يوم تبكير إضافي تحت نفس ظروف الجفاف هناك ربح في المردود يقدر بثلاثة قنطار/الهكتار.

### III. التعديل الاسموزي

لقد اجمع العديد من الباحثين أن أهم آليات التأقلم هي التعديل الاسموزي، إذ أنه يسمح بالحفاظ على امتلاء خلايا النباتات المجهدة ( Yekhlef et Djekoun, 1997) بتراكم عدد من المواد المنحلة كالنترات، السكريات، الأحماض الامينية، الأحماض العضوية و أملاح البوتاسيوم (Madleine et Turner, 1980; Monneveux et Benlaribi, 1988; Djekoun 1994)

#### III.1. العوامل التي تسمح بالتنظيم الاسموزي

إن للتنظيم الاسموزي علاقة كبيرة في الإنتاج الزراعي لان الماء يعتبر عاملا محددًا للإنتاج خاصة عند الحبوب (Akbar et al., 1991) ولهذا فان تأقلم الخلايا مع وضع ما مرتبط بظاهرة التنظيم الاسموزي لأنه يعتبر إجراء بيولوجي يحمي العضو من تأثير نقص الماء. إن استجابة الأنماط الوراثية لنقص الماء تختلف حسب الأصناف. يعتبر التنظيم الاسموزي معيارا مهما في مقاومة الجفاف. يسمح بإعطاء أهمية لبعض مظاهر المقاومة و ذلك بتخفيض الضغط المائي و الإبقاء على الضغط الانتباجي بتراكم مختلف المواد ذات دور المنظم- الاسموزي osmo-regulateur (Turner, 1986; Khan, 1993). تكون هذه المواد المتراكمة عموما أحماض عضوية (الماليك Malique)، اينوزيتول Inozitole ، أيونات معدنية (K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>)، سكريات ذائبة sucres solubles ، أحماض أمينية ( غليسين بتا بين glycine و بروتين Proline ) .

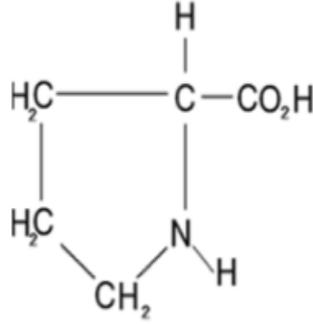
#### III.1.1. البرولين

يعد البرولين أهم الأحماض الأمينية الأساسية التي تدخل في تكوين البروتينات ، فهو يعتبر من الأحماض الأمينية غير القطبية التي تحتوي على سلسلة جانبية أليفاتية ولكنها تختلف عن بقية السلاسل الجانبية في الأحماض الأخرى وهذا لا يمنع من تقارب صفاته البيوكيميائية مع تلك التي تتميز بها باقي الأحماض الأمينية ؛ فالبرولين هو الحمض الأميني الوحيد من 20 حمض أميني أين تكون المجموعة NH<sub>2</sub> غير حرة فهو إذا يحتوي على وظيفة ثانوية وليست أولية وذلك يسمى بالحمض الإميني ( Acide imine ) ( Wray, 1988 ) .

اكتشف البرولين سنة 1900 من طرف Wilstetter خلال معايرة Ornithine. وعزل أول مرة من التحاليل الحمضية لبروتين caséine من طرف Fischer ( Fischer, 1901 in Chaib, 1998 ) ، فهو عبارة جسم أبيض ، كثير الذوبان في الماء والإيثانول . يتفاعل البرولين مع النينهيدرين ويعطي لونا أصفرا، يتحول باستمرار التسخين إلى أحمر بنفسجي ، ويتم انحلال البرولين في الماء في درجة 25 م° .

#### III.1.2. تراكم البرولين

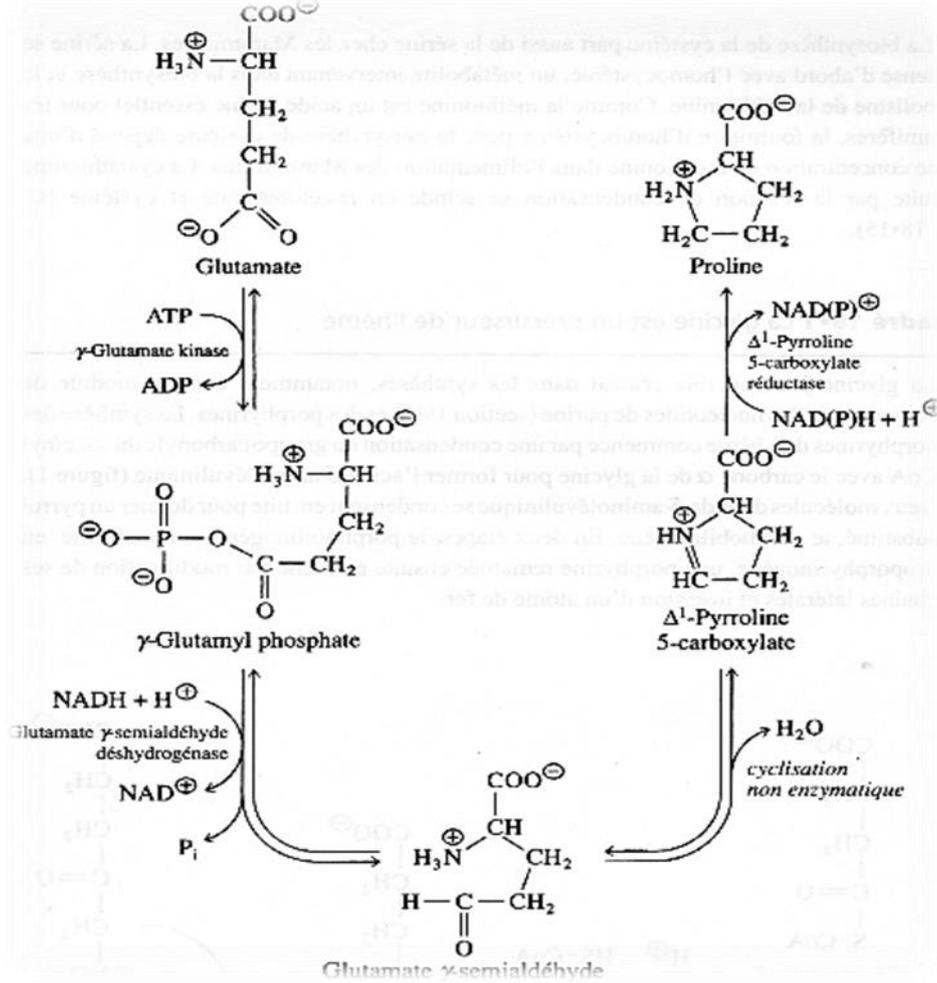
يعتبر تراكم البرولين داخل النبات عادة كرد فعل لتأقلمه أو تحسسه مع إجهاد معين ( درجات الحرارة المنخفضة، الملوحة او نقص الماء ) الذي يمكن معرفته مبكرا خلال دورة النبات ( Bates et al. , 1973 ). فتواجد البرولين عند العديد من النباتات خاصة القمح و الشعير، يدل على ان تراكمه مستقل عن طور النمو عند النبات و لكنه مرتبط بالتغذية المائية . يلعب البرولين دورا مهما على المستوى الخلوي في الحفاظ على ضغط اسموزي داخلي مرتفع.



الشكل I6 : الشكل العام للبرولين

### 3.1.III. مراحل تخليق البرولين

ذكر ( Nemmar, 1983 ) عن ( Keys, 1973 ) أن البرولين يمكن أن يخلق من حمض الجلوتاميك (Acide glutamique) بواسطة (Acide Semialdihyde glutamique) الذي يتحلز بدوره ليعطي ( Acide pyrotine carboxylique ) (P5C) والذي يتحلز بدوره إلى برولين .  
 وحسب ( Stroyer, 1992 ) و ( Taylor,1996 ) يخلق البرولين إنطلاقاً من الحمض الأميني (glutamique) حيث تتفاعل مجموعة ( y- carboxyle de glutamate ) مع جزيئة الأمين ATP لتشكيل (Acylphosphate) فنتحصل على ( pyroline carboxylique ) الذي يختزل بدوره مع فقد جزيئة ماء H<sub>2</sub>O لتشكيل ( pyroline carboxylique ) والذي يختزل بدوره مرة أخرى بجزيئة NADPH للحصول على البرولين وذلك حسب ما مثله ( Lelininge, 1982 ) في الشكل التالي:

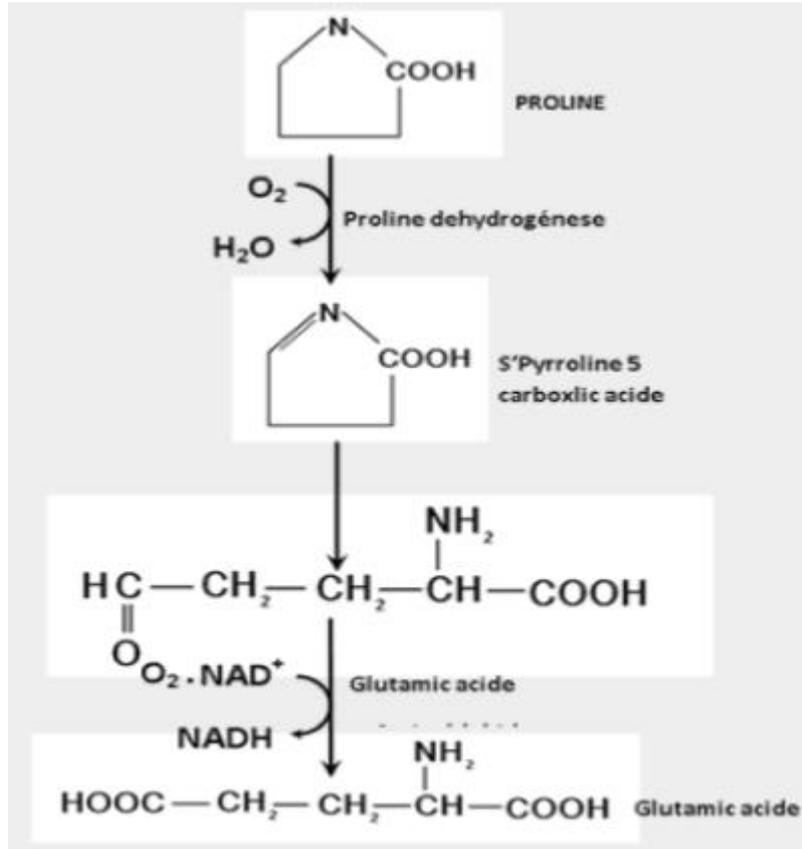


شكل 7: مراحل تخليق البرولين (Horton *et al.*, 1994)

### 4.1.III. مراحل هدم البرولين

تبدأ أول خطوة في عملية الهدم بإعطاء المركب P5C أي -5 Carboxylique Acid Proline في الغشاء الداخلي للميتوكوندريا بواسطة إنزيم Proline Oxydase حيث يحول هذا المركب إلى (Glutamate) عن طريق إنزيم (Dehydrogenase P5C) وقد أثبت علماء كثيرون أن عملية هدم البرولين عند البكتيريا و الحشرات تبدأ بتحويل البرولين إلى P5C في وجود إنزيم (Proline Oxydase) داخل الميتوكوندريا في وجود الأوكسيجين  $\text{O}_2$  و (Flavoprotéine).

إن عزل الجين (Proline Oxydase) يساهم في هدم (dehydrogenase Proline) و في تراكم البرولين ولكن من الصعب عزل هذا الإنزيم في حالته النقية وذلك لأن نشاطه مرتبط بالغشاء الداخلي للميتوكوندريا ويبدو أن هذا الإنزيم يعطي إلكترونات تدخل مباشرة في السلسلة التنفسية (Kiyosine *et al.*, 1996) شكل 3I، وحسب (Royapati and Stewart 1991), (Stewart *et al.*, 1977) عملية أكسدة البرولين أثناء تراكمه تحت ظروف الجفاف عند النبات تنشط من جديد بعد إعادة السقي (شايب، 1998).



شكل 8I: تحويل البرولين الى Glutamique (Lehninger 1972).

### 5.1.III. عوامل تراكم البرولين

يرتبط تراكم البرولين في النبات بوجود إجهاد مائي أو حراري أو ملحي (Richard *et al.*, 2006).

#### 1.5.1.III. درجة الحرارة المرتفعة

تزيد كمية البرولين في الخلايا النباتية استجابة للدرجات الحرارية المرتفعة والتي يكون محتواها المائي ضعيفا (Palfi *et al.*, 1974; Singh *et al.*, 1973). ينخفض محتوى البرولين في المئبر تحت تأثير درجة الحرارة العالية، بالرغم من تطور البرعم الزهري عند الطماطم، ففي الظروف العادية يكون محتوى البرولين في الأوراق منخفضا عنه داخل الأعضاء الزهرية (المئبر و المدقة) في حين يزيد محتوى البرولين داخل الأوراق مع ارتفاع درجة الحرارة (Knu et Cheu 1986).

#### 2.5.1.III. البرودة

يتراكم البرولين الحر في الأوراق وفي منطقة الاتصال بين الساق والجذر بكميات معتبرة ولكن بكميات اقل في جذور البرسيم المعرضة لدرجات الحرارة المنخفضة (1.5 م) (Paquin, 1986).

إن درجات الحرارة المنخفضة لا تؤثر على ميتابوليزم البرولين فحسب بل لها تأثير على نقل البرولين إلى الأوعية و السيقان، حيث يخلق البرولين في الأوراق، ثم يوزع إلى بقية أجزاء النبات، فيصل إلى مناطق اتصال الساق بالجذر و إلى الجذور (Paquin, 1977; Vezina et Paquin, 1982)

### 3.5.1.III. محتوى الماء

يترجم نقص الماء على مستوى النباتات و بصفة خاصة داخل الأوراق بالزيادة الصافية لتراكيز بعض المواد الأزوتية (Goas, 1973)، سكريات (Colle, 1965) و أحماض عضوية (Vieira Da Silva, 1968). يتراكم البرولين في جذور الشعير بكميات عالية خلال المراحل الأولى من الجفاف، و في كل من غمد و نصل الورقة (Patils et al., 1984). نفس الملاحظة توصل إليها Singh و آخرون (1973) حيث وجدوا أن البرولين يتراكم بصفة خاصة في نصل الورقة و بدرجة أقل عند الجذور و قمة المرستيم. يرى Nakashima و آخرون (1998) أن البرولين هو المركب الاسموزي الأكثر توزعا أثناء الإجهاد المائي في النباتات. يكون تراكم البرولين مرتبطا بتغيرات المحتوى المائي في النبات مما يحث على تخليقه عند النباتات ذا القدرة على تحمل الجفاف

(Henchi et al., 1982 ; Ramson et al., 1988 ; Martinez et al., 1996 )

فبيدأ تراكم البرولين في مرحلة معينة و تحت شدة معينة من الإجهاد المائي عند مختلف النباتات كما لخصه Kamli (1990) في الجدول 2I التالي:

نوع النبات	شدة الجهد المائي (Bar)	المرجع
أوراق فول الصويا	20	Waldran et al., 1994
أصناف الشيلم	14 إلى 16	Blum et Eberkon 1976
أوراق الشعير	10 إلى 15	Hanson et al., 1977
المرحلة الخضرية للقمح	6 إلى 7	Karamonos et al., 1983
المرحلة المنتجة للقمح	15	Monos et al., 1983

تمكنت شايب ( 1998 ) خلال معايرة كمية البرولين ل: 14 صنف من القمح الصلب تحت درجات مختلفة من الإجهاد المائي من فرز أولي للأصناف المدروسة إلى ثلاث مجموعات:

- ❖ مجموعة متحملة لنقص الماء .
- ❖ مجموعة متوسطة التحمل .
- ❖ مجموعة حساسة لنقص الماء.

### 4.5.1.III. تأثير الإضاءة

أشار Drier (1988) عن شايب (1998). إلى مساهمة كل من الشدة الضوئية و نقص CO<sub>2</sub> في وسط التهوية في زيادة نسبة البرولين في الأنسجة .

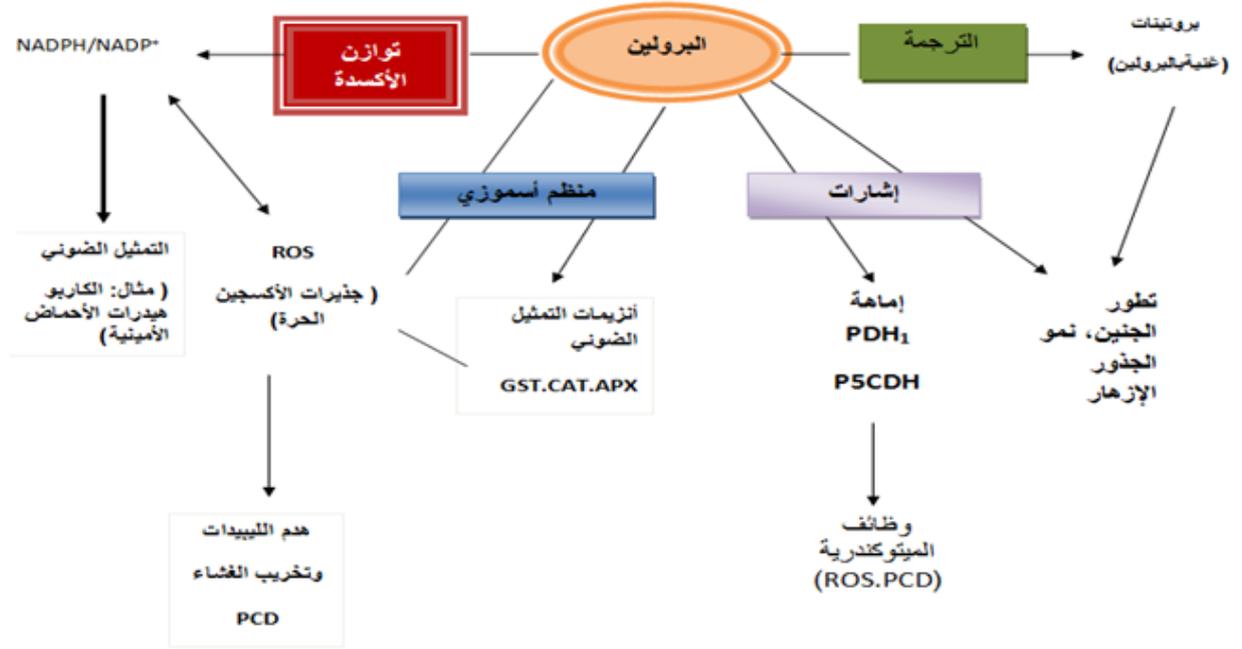
يساهم التركيب الضوئي في مسلك التخليق الحيوي للبرولين سواءا بتقديم NADPH أو ATP بواسطة تحفيز الكربوهيدرات التي تعتبر كسابقة لتراكم البرولين في ستروما الكلوروبلاست لتضاف لتلك الموجودة في السيتوبلازم التي تنشط غالبا في الظلام (Joyce et al., 1992).

لوحظ تراكم البرولين في الأنسجة الخضراء عند التعرض لإجهاد ضوئي (Stewart *et al.*, 1966).  
و وجد (Singh *et al.*, 1973) علاقة إيجابية بين محتوى الكلوروفيل و تراكم البرولين إضافة لإمكانية  
إشترك مباشر للكلوروبلاست في التخليق الحيوي للبرولين.  
كما أن مستويات تراكم البرولين في أوراق الشعير غير المجهدة و المعالجة بـ ABA تكون كبيرة في  
الضوء مقارنة بالظلام (Pexi, 1992) .

### III.6.1. دور البرولين في النبات الواقع تحت الجفاف

أمكن تلخيص أهم الوظائف الحيوية للبرولين تحت ظروف الإجهاد المائي في النبات في:

- ✓ التنظيم الأسموزي : تراكمه في السيتوبلازم يزيد من الجهد الأسموزي للخلية و بالتالي يزيد من قابليتها على سحب الماء من الخلايا المجاورة و الإبقاء على انتفاخ الخلية .
- ✓ مضاد للأكسدة : يعتبر من أهم مواد مضادات الأكسدة حيث يعمل على حماية الأنزيمات و الأغشية البلازمية من الأكسدة بالإضافة إلى أنه يعمل على حصد وكنس الجذيرات الحرة من الأنسجة الخلوية ( محب طه صقر ، 2011) ، يعمل كأكسجين داخلي خامد دوره اقتناص جذيرات الاكسجين (Smimoff et Cumbes ,1989 ;Matysik *et al.* ,2002) و أوضح Tan و آخرون (2008) في دراستهم على نبات القمح المعرض للإجهاد المائي انخفاض فعالية إنزيم (SOD) Superoxide dismutase بزيادة تجمع الجذور الحرة المؤكسدة وأشاروا إلى دور حامض البرولين في إزالة التأثير السلبي للجذور الحرة باعتباره مقتنص جيد لها و أكد ذلك من طرف (Fattahi Neisiani *et al.* , 2009) في دراستهم على نبات الذرة الصفراء.
- ✓ أيض النتروجين: يقوم بتخزين النتروجين بدلا من فقده في الجو الخارجي عند تفتت البروتينات وتكوين الامونيا، يساهم في عملية نقل النيتروجين من عضو الى اخر أثناء الإجهاد ، يزيل الآثار السامة لتراكم الأمونيا في الخلايا باعتباره مضاد للتسمم بالأمونيا .
- ✓ يساعد في العمليات الفيزيولوجية المختلفة: استمرار استطالة الخلايا، انتظام فتح و غلق الثغور، نمو الجنين و الإزهار .
- ✓ الطاقة: يعتبر مادة ذات قوة اختزالية أو هيكل كربوني للتفاعلات الأخرى عند الري ، صورة تخزين المادة بحيث يخزن المركبات الأزوتية والكربون اللازمة للنمو تحت ظروف الإجهاد
- ✓ الحماية: يقوم بحماية و تنشيط وثبات إنزيمات الميتوكوندريا تحت ظروف الإجهاد بحيث يمثل شبكة للإشارات الأيضية لمراقبة وظائف الميتوكوندريا ، يعمل كغطاء جزئي قادر على حماية وسلامة البروتين و زيادة نشاطات الإنزيمات المختلفة خاصة التي تعمل كمضادات أكسدة مثل : CAT , APX GST بحيث بين (Flexas *et al.* , 2006) أن محتواها يزيد في الخلية أثناء الإجهاد المائي.  
ومع ذلك فإن الدور الدقيق للبرولين في مسارات تخليقه تشارك في تنظيم عملية التمثيل الغذائي ليست مفهومة تماما حتى الآن (Kilani Ben Rejeb *et al.* , 2012).



شكل I: مخطط يوضح الأدوار المختلفة للبرولين في النبات أثناء الإجهاد المائي (Szabados *et al.*, 2010)

ROS : Reactive Oxygen Species  
GST :Gluthiane-stranférase

PCD : Programmed Cell Desaminase  
CAT : Catalase

APX : Abcorbate Péroxidase

### 7.1.III. التفسير الإنزيمي لتراكم البرولين

يلعب البرولين دوراً هاماً في التعديل الأسموزي عند النباتات المعرضة إلى عدة عوامل غير ملائمة كالجفاف وزيادة الأملاح في التربة (Delauney and Verma, 1993).

قدمت دراسات جديدة في تخليق البرولين والجينات المهدمة له (Catabolism genes) نتائج هامة لوظائف مختلفة للبرولين كمصدر للطاقة والنروجين والكربون وكمنظم أسموزي في مواجهة الجفاف (Kachar *et al.*, 1995, Peng *et al.*, 1996; Thra *et al.*, 1997; Zhang *et al.*, 1997, Kohl *et al.*, 1998). حيث وجد أن هناك نوعان من الإنزيمات تعمل على بناء وهدم البرولين وهما (Pyroline 5 Carboxylase réductase) الذي يعمل بدوره كإنزيم للتخليق الحيوي للبروتين في حين يعتبر Proline dehydrogenase كإنزيم هدم له.

### 8.1.III. التفسير الوراثي لتراكم البرولين

أشار (Saint *et al.*, 1991) إلى أن احتمال الجفاف يخضع لجينين أو أربع جينات وعزز ذلك من طرف (Bray, 1993, 1996) التي بينت أن العديد من الاستجابات للنقص المائي تكون مراقبة من طرف مجموعة جينات تملك بدورها العديد من الوظائف المختلفة (عن شايب 1998) كما أظهر (Lyer and

(Caplan, 1998) أن هناك وسائط في عملية التخليق والهدم للبرولين مثل (Spiroline) و (Glutamine carboxylique) التي بدورها تؤثر على جينات التنظيم الأسموزي عن نبات الأرز .

كما أظهرت أن التغييرات الوراثية من المستوى القاعدي للبرولين في نبات التبغ والذي بدوره يتفاعل مع الإنزيمات للحفاظ على بنية البروتين و نشاطه داخل الخلية وأن تأثيرات نظامي المراقبة والتفسير للجينات إلى وجود ضغط غير حيوي ويحدث بارتفاع (NaCl) و (ABA) (Lyer and Caplan. 1998 )

وقد أظهرت تجارب كل من (Strezlov *et al.*, 1997 ; Gizberg *et al.*, 1998 ; Yochiba *et al.*, 1999) أن جين (Arabidopsis S P5C S<sup>1</sup>) يفرز في معظم الأعضاء وينتج بسرعة نتيجة ضغط غير حيوي أما الجين الثاني P5CS<sup>2</sup> فإنه ينتج في زراعة الخلايا المنقسمة والذي يرتبط بتخليق البرولين . كما أظهرت نفس التجارب أن تركم البرولين يؤدي إلى خسارة في تنظيم التثبيط الرجعي (Feed Bak regulation) نتيجة للتغيير المؤكد في إنزيم P5CS<sup>1</sup> (Bernhard and larg. 1999)

### 2.III. الاجهاد المائي و الكلوروفيل

يقول الكيميائي الألماني ريتشارد فلستاتر أن أعجوبة الكلوروفيل غريبة فهو متصل اتصالاً وثيقاً بسر الحياة نفسها كل طاقة الحياة مصدرها الشمس و لكن النباتات الخضراء هي وحدها التي تملك سر التسلسل على الطاقة الشمسية ثم تردها إلى الإنسان و الحيوان.

#### 1.2.III. تعريف الكلوروفيل

الكلوروفيل كلمة مشتقة من كلمة يونانية حيث "كلوروس" تعني اخضر و "فيلون" تعني ورقة. عزل للمرة الاولى سنة 1816 من قبل Joseph Pelletier و Joseph Bienuimé ، وهو مادة صبغية خضراء ملونة للنبات باللون الأخضر، تتواجد عند النباتات الخضراء و تنعدم عند الفطريات. يوجد اليخضور داخل الخلايا النباتية في الأغشية على هيئة أقراص تسمى تلاكويدات و توجد هذه الأقراص في معظم أنواع النباتات داخل أجسام دقيقة ( www.marefa.org/index.php/ ) في الخلية تسمى البلاستيدات الخضراء (الموسوعة العربية الشاملة، كلوروفيل).

#### 2.2.III. أهمية الكلوروفيل

لا تكمن أهمية الكلوروفيل في إعطاء اللون الأخضر للنبته، إنما يلعب دوراً هاماً في عملية التركيب الضوئي حيث تتولى البلاستيدات الخضراء القيام بهذه العملية داخل أوراق النبات حيث توجه الطاقة الضوئية التي يتم امتصاصها الى مراكز تفاعل خاصة في التيلاكويدات .

وتتولى هذه المراكز و معها الجزيئات حاملة الالكترونات تحويل الطاقة الضوئية للحصول غاز ثاني أكسيد الكربون من الهواء و في نهايتها تؤدي إلى إنتاج المواد السكرية و غيرها من المواد الغذائية كالنشاء الدهن و البروتين و الفيتامينات .

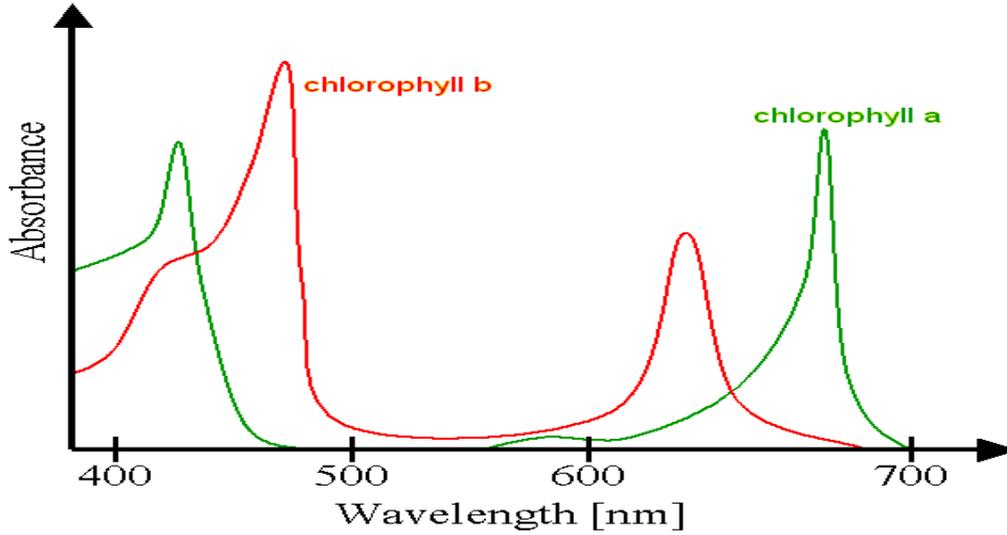
#### 3.2.III. أشكال الكلوروفيل

يوجد الكلوروفيل في عدة أشكال وهي ذات تركيبات كيميائية متقاربة.

- ❖ الكلوروفيل A و B يتواجد عند النباتات الراقية و الطحالب الخضراء بنسب متباينة وذلك حسب النوع النباتي.
- ❖ الكلوروفيل C و D متوفر عند الطحالب البنية و البكتيريا الزرقاء.

يمتص اليخضور A و B من الضوء المرئي الذي له طول موجة تتراوح بين 380-780 نانومتر (nm) أي معظم الموجات الطويلة (الأشعة الحمراء ذات طول الموجة بين 620 – 750 nm) و الموجات القصيرة (الأشعة الزرقاء و البنفسجية لها أطوال موجات بين 380 nm للأشعة البنفسجية و 450-670 nm للأشعة الزرقاء)، أما الموجات المتوسطة (الأشعة الخضراء) فتمتص بكفاءة اقل.

- يمتاز اليخضور A بلونه الأخضر- الأزرق ويتراوح طيف امتصاصه بين 660 إلى 670 nm .
- أما اليخضور B فهو أخضر مائل للاصفرار، يمتص الضوء على طول موجة بين 635 إلى 645 nm .



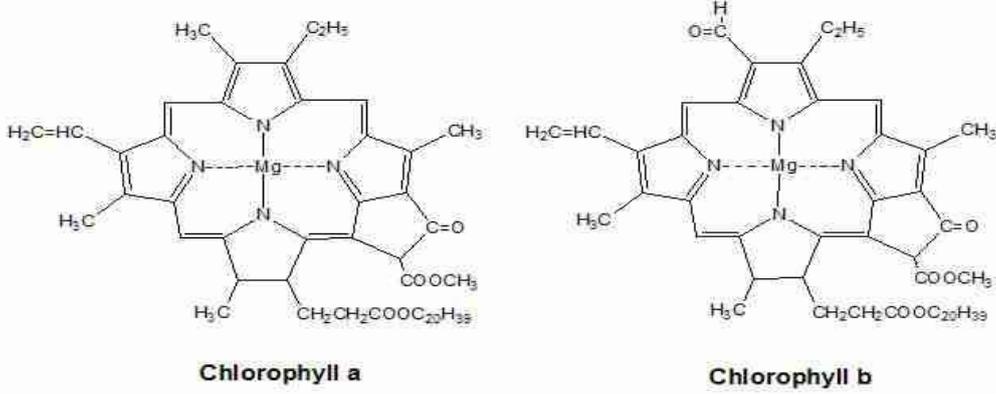
شكل I<sub>10</sub>: امتصاص الكلوروفيل (A و B)

### 4.2.III. تركيب الكلوروفيل

تتشارك جزيئات الكلوروفيل A و B في تركيبها حيث تملك:

- ذرة مركزية من المغنيزيوم .
- تحيط بها أربع ذرات نيتروجين .
- سلسلة جانبية طويلة Phytol
- يتوفر اتصال بين الحلقات البيروولية الأربعة بواسطة جسور من الكربون والهيدروجين .

- صيغة الكلوروفيل A :  $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ .
- صيغة الكلوروفيل B :  $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ .



شكل I:11: البنية الكيميائية للكلوروفيل A والكلوروفيل B (Milcent, 2003).

(  $CH_3 = R$  في الكلوروفيل A يتم استبداله بواسطة CHO في الكلوروفيل B )

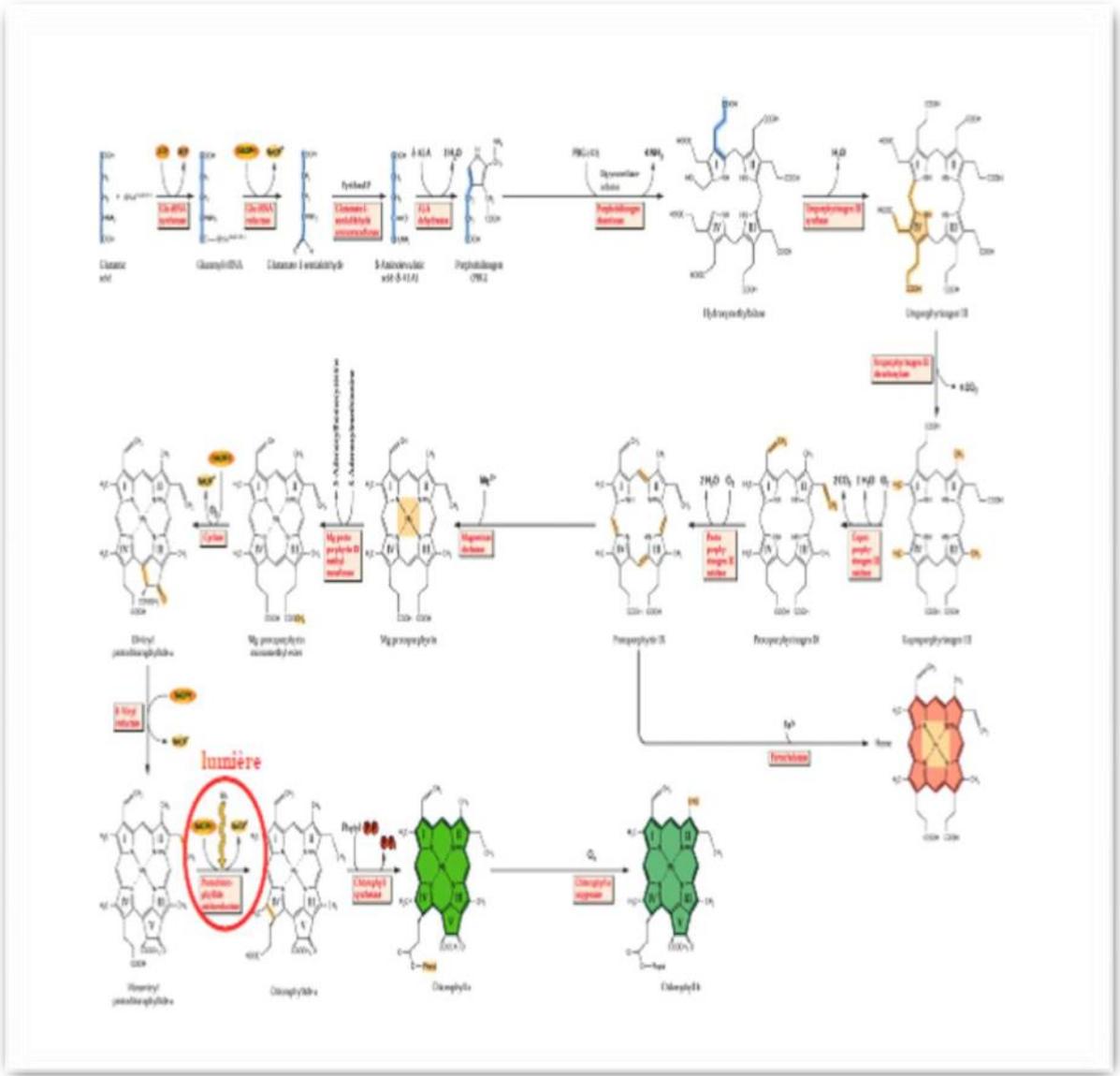
### III.5.2. مراحل تخليق الكلوروفيل

تتم عملية تخليق الكلوروفيل بالكامل في الصانعات الخضراء بحيث يشترك فيها خمسة عشر تفاعلا إنزيميا، مجموعة الجينات المشفرة لهذه الإنزيمات تم التعرف عليها منذ بضع سنوات فقط ( Beok Eckhard *et al.*, 1999 ) يمكن تقسيم مسار الكلوروفيل إلى ثلاثة مراحل أساسية :

**المرحلة الأولى:** تتم هذه المرحلة في تسعة خطوات حيث تبدأ بحمض الجلوتامات (Acide glutamate) الذي يدخل في سلسلة من التفاعلات المختلفة للحصول على مركب يدعى 4 protoporphyrine الذي يتكون من أربع وحدات من البيروول بدون إتحاد أي أيون .

**المرحلة الثانية :** وهي خاصة بتخليق الكلوروفيل ، تبدأ باتحاد أو تمخبل جزيء المغنيزيوم مع 4 protoporphyrine لإنتاج جزيئة كلوروفيل A تتكون من أربع وحدات من البيروفرين تتوسطها جزيئة مغنيزيوم غير متأينة .

**المرحلة الثالثة:** يتم تحويل الكلوروفيل A الى كلوروفيل B في وجود إنزيم CAO Chlorophyllase (Osteret *et al.*, 2000).



شكل I<sub>2</sub> : مسلك تخليق الكلوروفيل عند النبات

(<http://www.arabidopsis.org:1555//ARA/NEW-IMAGE?object=CHLOROPHYLL-SYN>).

### III.6.2. هدم الكلوروفيل

- معرفة عملية هدم الكلوروفيل مهم جدا ليس فقط لفهم فيزيولوجيا و بيوكيمياء النباتات ولكن من اجل استغلال هذه الظاهرة

- هدم الكلوروفيل يكون عند الخلايا كما عند الأنسجة الحية أو الميتة و يرتبط تدمير اليخضور بالتغيرات المهمة التي تحدث في دورة حياة النبات (الشيخوخة، التكيف مع ظروف وسط جديد) ، بالتجديد المستمر لجزيئة الكلوروفيل و الموت المبكر الذي يكون سببه التغيرات في درجات الحرارة و ملوثات الهضم من طرف كائن آخر أو التعرض للمرض.

### III.2.7. الية هدم الكلوروفيل

نميز نوعين من التفاعلات خلال هدم الكلوروفيل. Réaction de type I et de type II.

(Hendry et Brown 1987)

#### ❖ تفاعلات TYPE I

و تتمثل في :

- تمييه و تكوين ester phytylique وهما عمليتان محفزتان من أنزيم chlorophyllase ، الأنزيم الذي يتميز بخاصية التركيب و دور في الهدم فيتحول الكلوروفيل إلى chlorophyllide (Holden and Goodwin, 1976).
  - قذف المغنيزيوم (extrusion du Magnésium): تتسبب الاحماض المعدنية المخففة على كلوروفيل بقذف سريع للمغنيزيوم و بالتالي تكوين phéophytin بسبب سهولة فقدان المغنيزيوم ، وقد وصف نشاط أنزيم Mg-dechelataze (Ziegler *et al.*, 1969).
  - يعتمد النشاط على مادة غير بروتينية قادرة على تحفيز قذف المغنيزيوم (Owens et Falkonski, 1982) و يتجلى الطابع غير الإنزيمي للمادة في كونها تحتفظ بنشاطها التحفيزي بعد التعرض للحرارة . تكون نواتج هذين التفاعلين هو (phéophorbide) (Matile *et al.*, 1993) .
  - التغييرات في السلالات الثانوية للكلوروفيل: حدوث أكسدة للموضع  $13^2$ تسمى هذه التفاعلات بـ allomérisation .
- يلاحظ هذا التفاعل في النظام *in vitro* حيث  $13^2$ -hydroxy-chlorophylle A هو اول منتج معزول الذي يشكل بفعل peroxydase (Schoch *et al.*, 1984) ،بالإضافة إلى تفاعلات الأكسدة للموضع  $13^2$  C Iso cycle, الحامل لهذا الموضع يمكن ان يفقد إنزيميا مجموعة carbométhoxy هذه العملية التي تسمى Décarbométhoxy تحول pyrophéophorbide إلى pheophorbide (Shioi *et al.*, 1991) نواتج التفاعلات TYPE II تمثل المرحلة الابتدائية لهدم الكلوروفيل (Wantanabe *et al.*, 1995)

#### ❖ تفاعلات TYPE II

- التفاعل الملاحظ خلال هذه المرحلة هو انفتاح Macrocycle Tétra pyrrolique بفعل الأكسدة عدة جزيئات ناتجة عن الهدم عزلت من بيئات طبيعية مختلفة وصفت حديثا ، رغم أن الأنزيمات المسؤولة عن هذا الهدم لم تعرف و يبدو من المؤكد هو أن التفاعلات TYPE II تتطلب استخدام أكسجين جزيئي (Brown *et al.*, 1991). جزيئات الناتجة عن الهدم معزولة من نباتات مغطاة البذور.
- أكد (Matile *et al.*, 1990) وجود جزيء عديم اللون و غير قلوي خلال تعرض أوراق الشعير للشيخوخة في الظلام، يتلون هذا الجزيء إلى بني – صدا عندما تأكسد فوق صفائح من de silice gel (Bortlik *et al.*, 1990) وبفضل استخدام الوسم المشع (Marquage radioactif) وضحت بان هذا الجزيء مشتق من الكلوروفيل (Peisker *et al.*, 1990) . بعد عزله لوحظ انه يتمثل في Macrocycle

يرجع عدم وجود اللون بهذا الجزيء بسبب الاختزال في جسور Méthines و إعادة ترتيب Hydroxylation إلى pyroline، أما سهولة ذوبانه في المراحل المائية ترجع إلى التفاعلات Hydroxylation لبعض السلاسل الجانبية مما يؤدي إلى زيادة قطبية هذا الجزيء (Kauther *et al.*, 1992).

### 3.III. العلاقة بين تراكم البرولين والكلوروفيل في الإجهاد

أظهرت نتائج (Tahri *et al.*, 1997) إلى وجود تناسبية عكسية بين مستوى تراكم البرولين وخسارة في محتوى الكلوروفيل الكلي ، وبالتالي الصنف الذي يكون أكثر تراكم للبرولين يكون أكثر انخفاضاً للكلوروفيل والعكس صحيح .

توصل (Ledily *et al.*, 1993) إلى استعمال مادة gabaculine يكشف عن تخلق كل من الكلوروفيل والبرولين اللذان يتنافسان على gabaculine لأنه يمثل مسبقاً أو طليعة (précurseur) مشترك بينهما .

إن ارتفاع الضغط الأسموزي بإضافة مادة PEG 6000 إلى محلول السقي أدنى عند ثلاثة أصناف من القمح الصلب إلى ارتفاع في كمية البرولين في الأوراق بالموازاة مع انخفاض كمية اليخضور ونشاط انزيم GS (A<sup>+</sup>) وARNm- Poly المشفرة له ، هذه النتائج تظهر أن شبكة الارتئين Ornithine تكون هي المفضلة لتكون حامض البرولين أثناء فترة الضغط الأسموزي (Tahri *et al.*, 1997) .

يؤدي تعرض النبات لجفاف إلى ارتفاع البرولين على مستوى البلاستيدات في حين ينخفض معدل دورة كالفن الذي يمنع أكسدة NADPH إلى NADP<sup>+</sup> ، عندما يجتمع مع الضوء العالي الإلكترون المتدفق في سلسلة نقل الإلكترون عن طريق NADP<sup>+</sup> المستقبل الإلكتروني الغير كافي الذي يؤدي إلى إنتاج الأوكسجين الداخلي في مركز التفاعل PSI وتراكم ROS الذي يقوم بهدم الغشاء وبالتالي خفض الكلوروفيل (Chvaes *et al.*, 2009).

# طرق و وسائل البحث

## 1.II. المادة النباتية

تمت الدراسة على نوعين من النجليات (القمح *Triticum* و الشعير *Hordeum*). شملت التجربة ستة أصناف صنفين من القمح الصلب (GGR, Haurani)، صنفين من القمح اللين (FA, Mexi) و صنفين من الشعير (Manel, Saida). يبين الجدول II أسماء الأصناف المستعملة أصلها الجغرافي، وخصائصها الزراعية.

جدول II 1 : أصل وخصائص الأصناف المدروسة

النوع	اسم الصنف	الأصل الجغرافي	الخصائص الزراعية
القمح الصلب	GGR قمقوم الرخام	الجزائر- تيارت	إنتاج ضعيف ومتأخر جدا
	Haurani	الجزائر	إنتاج متوسط إلى جيد ومبكر جدا
القمح اللين	FA (FLORANCE AUROR)	تونس - الجزائر	حساس للأمراض والبرد
الشعير	Mexipake (Mexi)	ميكسيك - باكستان 1973	مقاوم للجفاف والأمراض مع إنتاج جيد
	Manel	تونس	متأقلم ومقاوم للأمراض مع إنتاج مبكر
	Saida	الجزائر	إنتاج جيد مع إشتهاء متوسط، حساس للأمراض

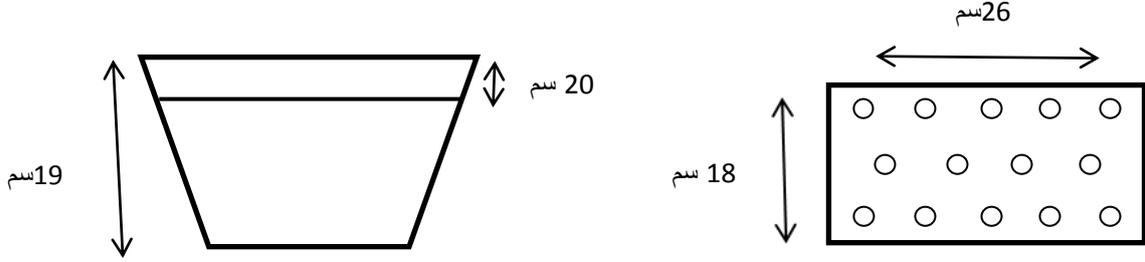
## 2.II. سير التجربة

تمت التجربة في البيت الزجاجي بشعبة الرصاص Bio pole وبمخبر تطوير وتثمين الموارد الوراثية النباتية بجامعة منتوري قسنطينة خلال الموسم الدراسي 2015/2014 تحت ظروف نصف مراقبة.



شكل II 1: يمثل صورة البيت الزجاجي

ملئت الأصص بالتربة 7405 كغ في كل أصيص ذات الأبعاد 26 سم طولا و 18 سم عرضا بتربة زراعية متجانسة ذات قوام طيني سلتى من مشتلة الجامعة Bio pole بشعبة الرصاص بمعدل ثلاث تكرارات لكل صنف .  
تمت الزراعة في 18 ديسمبر 2014 بمعدل 14 بذرة في كل أصيص .



شكل II 2: أبعاد الأصيص و مخطط زرع البذور.

❖ رتبنا الأصص كالتالي :

						T1
						T2
						S1
						S2
GGR	Haurani	FA	Mexi	Manel	Saida	

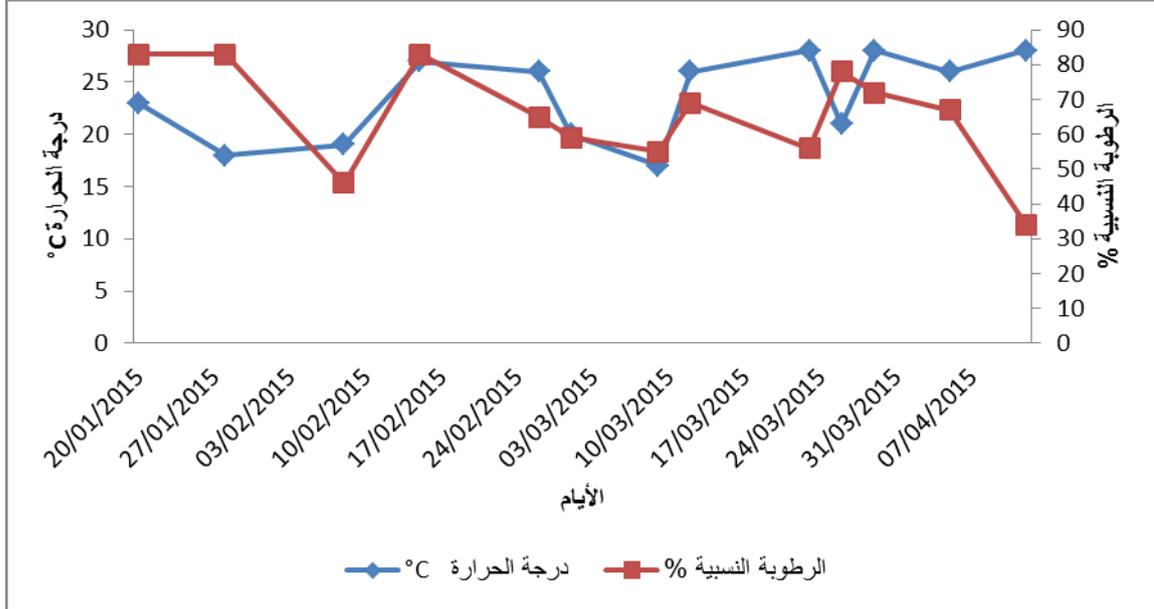
شكل II 3: مخطط تطبيق الإجهاد المائي

قمنا بسقي النبات باستمرار و بانتظام كل 48 ساعة ، في البداية السقي يكون بمعدل 400 ملل لكل أصيص إلى غاية 800 ملل وبعد مرحلة الإشطاء أصبحنا نسقي ب 700 ملل الى 900 ملل نظرا لارتفاع درجة الحرارة داخل البيت الزجاجي .

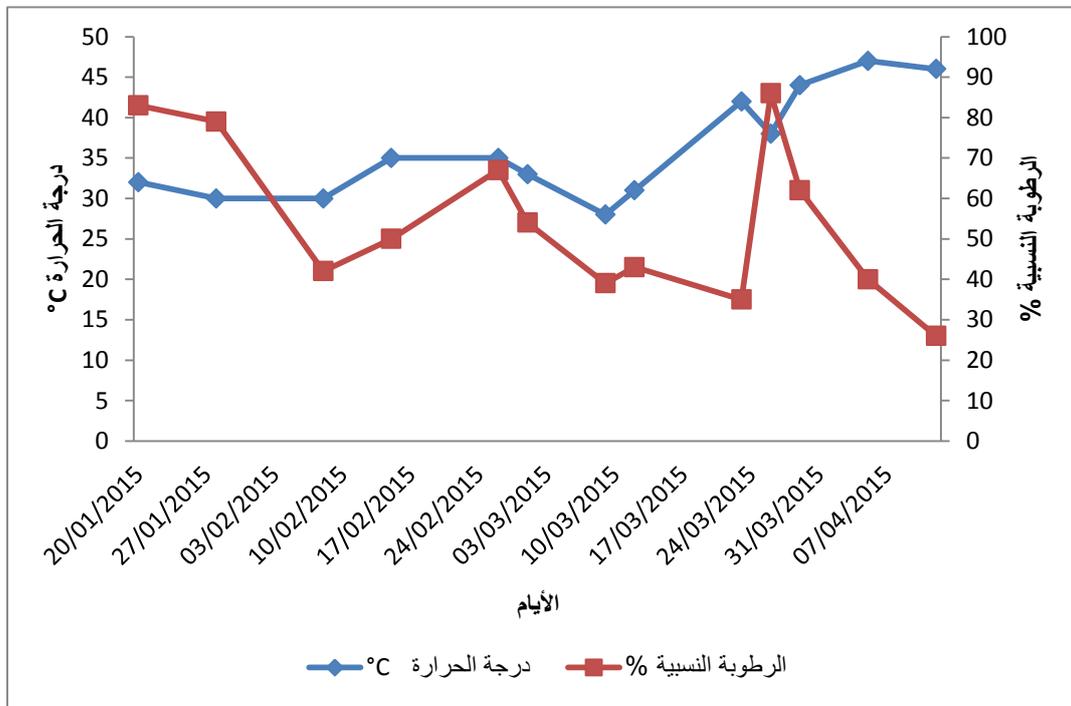
**ملاحظة:** في مرحلة الإشطاء كان الجو داخل البيت الزجاجي رطبا جدا فقللنا مدة السقي إلى مرة واحدة في الأسبوع .

### 3.II. ظروف التجربة

قمنا بقياس درجة الحرارة و الرطوبة النسبية مرتين في اليوم ( الفترة الصباحية وبعد الظهر ) خلال عملنا داخل البيت الزجاجي فتحصلنا على المنحنيات التالية ( الشكلين II 4 و II 5 ) :



شكل II 4: يمثل درجة الحرارة والرطوبة النسبية في الفترة الصباحية على الساعة 9 سا والنصف خلال أيام التجربة داخل البيت الزجاجي



شكل II 5: يمثل درجة الحرارة والرطوبة النسبية في فترة بعد الظهر على الساعة 13 سا زوالا خلال أيام التجربة داخل البيت الزجاجي

سجلنا من خلال الشكلين II 4 و II 5 تغيرات واضحة في درجة الحرارة والرطوبة النسبية خلال الفترتين الصباحية و بعد الظهيرة على طول أيام التجربة داخل البيت الزجاجي. كلما زادت درجة الحرارة قلت الرطوبة النسبية .

تراوحت درجة الحرارة صباحا بين 17 م° و 28 م° و بعد الظهيرة بين 20 م° و 45 م° و تراوحت الرطوبة صباحا بين 34 و 83 م° و بعد الظهيرة بين 26 و 83 م°.

#### II.4. تطبيق الإجهاد

تم تطبيق الإجهاد في مرحلتين من دورة حياة النبات ، فعند وصول النباتات إلى مرحلة الإشتاء تم تقسيمها إلى مجموعتين : مجموعة غير معرضة للجفاف (SDH) ومجموعة معرضة للجفاف (ADH) يكمل سقي النباتات (SDH) بنفس الكيفية السابقة حتى نضج النباتات في حين النباتات المعرضة للجفاف تقسم إلى مجموعتين وفقا لمرحلة النمو لإجراء الإجهاد حسب التالي :

بعد إجراء المعاييرة المطلوبة تسقى النباتات المعرضة للإجهاد لتعاد المعاييرة بعد 24 ساعة (APR1)، ثم نفس النباتات لنفس المرحلة يعاد سقيها من جديد لمدة 7 أيام (APR2) لتعاد المعاييرة مرة ثالثة.

جدول II 2: مراحل تطبيق الإجهاد.

تاريخ المعاملة	متوسط الحرارة	شدة تطبيق الإجهاد	مدة الإجهاد	المرحلة العمرية للنبات	تاريخ تطبيق الإجهاد	
2015-03-09	على الساعة 9 سا صباحا :23م° على الساعة 13 سا زوالا :33م°	41%	20 يوم	نهاية الإشتاء – بداية الصعود	من 2015-02-15 إلى 2015-03-09	الإجهاد الأول
2015-04-07	على الساعة 9 سا صباحا :26م° على الساعة 13 سا زوالا :43م°	24%	20 يوم	بداية الاسبال الصنف FA: بداية الإزهار	من 2015-03-19 إلى 2015-04-07	الإجهاد الثاني
/	على الساعة 9 سا صباحا :29م° على الساعة 13 سا زوالا :48م°	6%	10 أيام	الإزهار	2015-03-29	الإجهاد الثالث

ملاحظة: عرضنا النباتات للإجهاد الثالث لكن بعد مدة 10 أيام ماتت النباتات المجهدة نظرا للحرارة المرتفعة داخل البيت الزجاجي التي تراوحت من 45 إلى 50 ابتداء من تاريخ 29 مارس إلى 7 أبريل 2015.



شكل II 6: موت النباتات تحت تأثير الإجهاد والحرارة المرتفعة لمدة 10 أيام.



شكل II 7: نباتات القمح الصلب، القمح اللين والشعير الشاهدة والمجهدة.

## 5.II. السعة الحقلية

حسبت من طرف (Merabta , 2011) تم استعمال نفس التربة ونفس حجم الأصص . و قدرت ب 43 %.

## 6.II. المعايير المقاسة

### 1.6.II البرولين

تمت معايرة البرولين بطريقة (Troll et Lindsley 1955) ،المعدلة من طرف (Dreier et Goring 1974) وفقا للطريقة تبع الخطوات التالية:

- ❖ عملية الاستخلاص
    - نأخذ 100 ملغ من المادة النباتية.
    - نضيف 2 ملل من الميثانول (Méthhanol) بتركيز 40%
    - نسخن الكل في حمام مائي لمدة 60 دقيقة عند 85 م° مع غلق الأنابيب لمنع عملية التبخر.
    - نبرد الأنابيب.
  - ❖ عملية التلوين
    - نأخذ 1 مل لمن المستخلص
    - نضيف 2 ملل من حمض الخل (acide acétique)
    - نضيف 25 ملغ من الننهدين (Ninhydrine)
    - نضيف 1 ملل من الخليط المتكون من:
    - 120 ملل ماء مقطر
    - 300 ملل حمض الخل (acide acétique)
    - 80 ملل حمض الارثوفسفوريك (acide orthophosphorique)
    - نقوم بغلي الخليط لمدة 30 دقيقة نتحصل على محلول ذو لون أصفر- برتقالي إلى أحمر تدرجي حسب محتوى البرولين.
  - ❖ عملية الفصل
    - نضيف 5 ملل من التلوين (toluene) لكل أنبوب، ثم نقوم بعملية الرج فنتحصل على طبقتين.
    - نتخلص من الطبقة السفلى ونحتفظ بالعليا.
    - نضيف لكل عينة كمية من Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> لتجفيف الماء المتبقي بها.
    - نقرأ الكثافة الضوئية للعينات في جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer على طول موجي 528 نانومتر.
- تحديد النتائج:
- لتحديد النتائج قمنا بتجفيف المادة الطازجة المستعملة في التحليل في حاضنة تحت 80 م° لمدة 24 ساعة ثم وزناها.
- قمنا بحساب كمية البرولين وفقا للمعادلة التالية:

$$Y \left( \frac{\mu\text{mol}}{\text{mg (ps)}} \right) = 0.62 \times \text{D.O} / \text{M.S. (Benlaribi, 1990)}$$

M.S: المادة الجافة

D.O: الكثافة الضوئية

Y: محتوى البرولين

- نعبر عن محتوى البرولين بالميكرو مول/ملغ من المادة الجافة أي أن الكثافة ضوئية من المكررات الثلاث لكل عينة نباتية حولت بدلالة الوزن الجاف المقابل لها إلى قيمة البرولين.



شكل II 8 : يمثل معايرة البرولين

## 2.6.II . معايرة الكلوروفيل

تم تقدير تركيز الكلوروفيل في الأوراق النباتية حسب طريقة (Mackiney, 1941) حسب الخطوات التالية:

- نأخذ 100 ملغ من المادة النباتية ونضعها في علب سوداء لتفادي دخول الضوء.
- نضيف لها 10 ملل من الخليط المتكون من ( 25% éthanol + 75% acétone).
- نغلق العلب جيدا ثم نضعها في مكان مظلم لمدة 48 ساعة.
- بعد مرور 48 ساعة نقرأ الكثافة الضوئية لمختلف العينات على طولي الموجة 645 و 663 نانومتر بالنسبة للكلوروفيل a والكلوروفيل b على التوالي مع مراعاة ضبط الجهاز بواسطة المحلول الشاهد (المذيب).
- يقدر تركيز الكلوروفيل بالعلاقتين التاليتين:

$$\text{Chl a (mmol/mg (MF))} = 12.3 * \text{D.O663} - 0.86 * \text{D.O645} / 100$$

$$\text{Chl b (mmol/mg (MF))} = 9.3 * \text{D.O645} - 3.6 * \text{DO663} / 100$$

MF:المادة الغضة

DO:الكثافة الضوئية



شكل II 9 : مثال عن معايرة الكلوروفيل

## 7.II. التحليل الإحصائي

تمت الدراسة الإحصائية اعتمادا على تحليل التباين Anova لعاملين (صنف ومعاملة مائية) وتحليل التباين لثلاثة عوامل (صنف ومعاملة مائية ومرحلة) واختبار أصغر مدى معنوي Test de Newman Keuls بواسطة برنامج Excel stat.

# تحليل النتائج

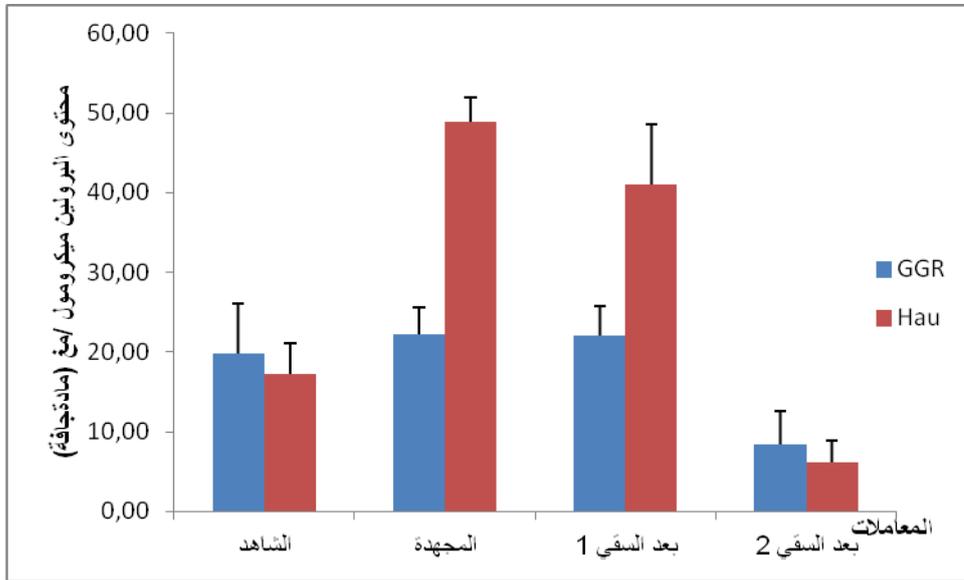
### 1.III البرولين

#### 1.1.III. مرحلة الصعود ( الإجهاد الأول)

تظهر النتائج المتحصل عليها من خلال دراستنا لستة أصناف من القمح و الشعير عند مرحلتين من دورة حياة النبات المدروسة (الصعود،الإسبال) خلال أربع معاملات مائية متمثلة في النباتات غير المعرضة للإجهاد (الشاهد SDH )،المعرضة للجفاف (اجهاد مائي ADH )،بعد إعادة السقي الأول (APR1) و بعد إعادة السقي الثاني ( APR2) .

#### 1.1.1. III القمح الصلب

تراوح محتوى البرولين عند أصناف القمح الصلب غير المعرضة للإجهاد (الشاهد SDH) بين  $6,31 \pm 19,79$  ميكرو مول / مغ مادة جافة كأعلى قيمة عند الصنف GGR و  $3,73 \pm 17,29$  ميكرو مول / مغ مادة جافة كأدنى قيمة عند الصنف Haurani .



شكل 1.III : محتوى البرولين عند نباتات القمح الصلب لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الصعود عند إجهاد 41 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف).

عند تعريض النباتات للجفاف مدة 20 يوماً، ارتفع محتوى البرولين عند كلا الصنفين ، و قدر بمرتين ونصف عند الصنف Haurani (  $2,94 \pm 48,97$  ميكرو مول / مغ مادة جافة ) كقيمة عظمى ،في حين سجل الصنف GGR ارتفاعاً طفيفاً قدرت نسبته ب 14 % (  $3,40 \pm 22,22$  ميكرو مول / مغ مادة جافة).

بعده إعادة السقي الأول مدة 24 ساعة (APR1) للنباتات المعرضة للجفاف يبقى محتوى البرولين مرتفعاً لكلا الصنفين . يحافظ الصنف GGR على محتواه من البرولين حيث سجل قيمة  $3,76 \pm 22,03$  ميكرو مول / مغ مادة جافة ،في حين انخفض ب 1/8 عند الصنف Haurani مسجلاً قيمة  $7,59 \pm 40,99$  ميكرو مول / مغ مادة جافة .

بعد إعادة السقي الثاني لمدة 7 أيام للنباتات المعرضة للجفاف، استمر انخفاض البرولين لكلا الصنفين. قدر ب 2/3 مرة عند الصنف GGR (  $4,16 \pm 8,42$  ميكرو مول / مغ مادة جافة) و ب 7/8 مرة عند الصنف

Haurani ( $2,62 \pm 6,23$  ميكرومول / مغ مادة جافة) مقارنة بالنباتات المجهدة . أما مقارنة مع النباتات الشاهدة فقد انخفض محتوى البرولين إلى النصف عند الصنف GGR و إلى 1/3 عند الصنف Haurani . أسفر تحليل التباين ANOVA لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما جدول III<sub>1</sub>.

جدول III<sub>1</sub>: اختبار التباين Anova لمرحلة الصعود للبرولين عند القمح الصلب .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	1	631,457	631,457	29,756	< 0,0001	****
Traitement	3	2762,126	920,709	43,386	< 0,0001	****
Variétés*Traitement	3	1215,587	405,196	19,094	< 0,0001	****

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي: \* , \*\* = Significatif ; غير معنوي: N.S = Non Significatif

معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

مكن اختبار (SNK) Newman Keuls من فرز و تصنيف الأصناف المدروسة الى مجموعتين : تشمل المجموعة A الصنف Haurani بمتوسط 28,373 ميكرومول / مغ مادة جافة ، وتضم المجموعة B الصنف GGR بمتوسط 18,114 ميكرومول / مغ مادة جافة.

**A>B <=> Hau>GGR <=> 28,373>18,114**

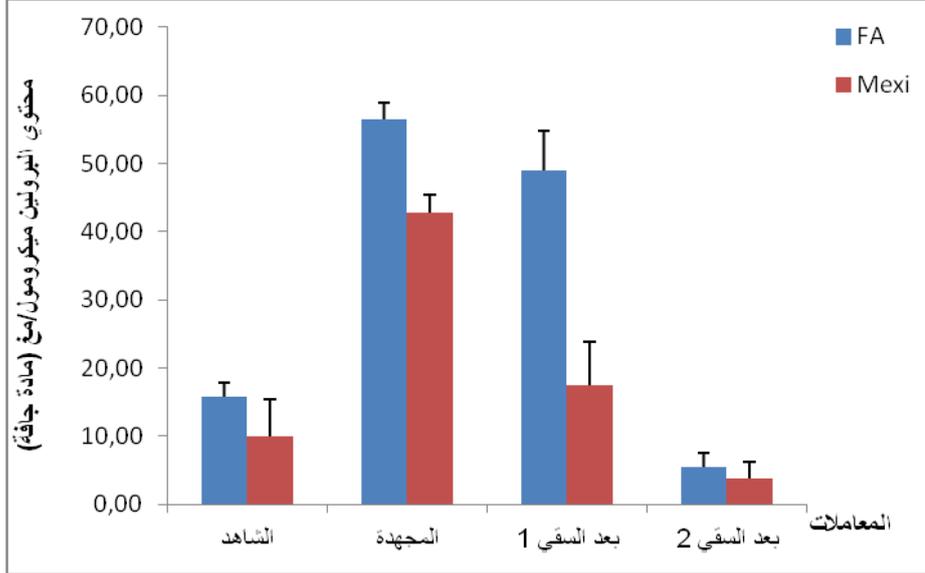
كما مكن اختبار SNK من فرز المعاملات المعرض لها النبات إلى ثلاثة مجموعات : تضم المجموعة الأولى A معاملة الإجهاد و معاملة بعد إعادة السقي الأول بمتوسط 34,382 ميكرومول / مغ مادة جافة و 31,608 ميكرومول / مغ مادة جافة على التوالي ، أما المجموعة الثانية B تمثلها المعاملة الشاهد بمتوسط 19,662 ميكرومول / مغ ميكرومول مادة جافة . في حين تنفرد أما المجموعة الثالثة بالمعاملة بعد إعادة السقي الثاني بمتوسط 7,322 ميكرومول / مغ مادة جافة.

**A>B>C <=> Stressé ~ APR 24h > Temoin > APR7Jours <=> 34 ,382~ 31 ,608>19,662>7,322**

أسفر التداخل بين العاملين الصنف والمعاملة المائية (نسبة الماء) بظهور أربع مجموعات (ملحق 1).

### III. 2.1.1. القمح اللين

تباين محتوى البرولين عند صنف القمح اللين عند النباتات غير المعرضة للجفاف (SDH) بين  $2,04 \pm 15,88$  ميكرومول/مغ مادة جافة كأعلى قيمة عند الصنف FA و  $5,39 \pm 10,07$  ميكرومول/مغ مادة جافة كأدنى قيمة عند الصنف Mexi.



شكل III 2 : محتوى البرولين عند نباتات القمح اللين لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الصعود عند إجهاد 41% من السعة الحقلية (20 يوم جفاف).

ارتفعت نسبة البرولين عند النباتات المعرضة للإجهاد بثلاثة مرات ونصف عند الصنف FA بقيمة  $2,56 \pm 56,43$  ميكرومول/مغ مادة جافة كأعلى محتوى و 4 مرات عند الصنف Mexi بقيمة  $42,88 \pm 2,59$  ميكرومول/مغ مادة جافة كأدنى محتوى .

بعد إعادة السقي الأول مدة 24 ساعة (APR1) للنباتات المعرضة للجفاف، انخفض محتوى البرولين عند كلا الصنفين . قدر بأكثر من النصف عند صنف Mexi (  $6,37 \pm 17,45$  ميكرومول/مغ مادة جافة ) و ب 1/8 عند الصنف FA (  $5,78 \pm 48,96$  ميكرومول/مغ مادة جافة ) ويبقى محتوى البرولين مرتفعا مقارنة بالشاهد مقدر بالضعف و 3 مرات عند الصنفين Mexi و FA على الترتيب .

بعد إعادة السقي الثاني مدة 7 أيام (APR2) للنباتات المعرضة للجفاف استمر انخفاض محتوى البرولين عند الصنفين مقارنة بالمعاملات الثلاثة السابقة وقد هذا الانخفاض ب 10 مرات (  $2,08 \pm 5,47$  ميكرومول/مغ مادة جافة) عند الصنف FA و ب 6 مرات (  $2,35 \pm 3,83$  ميكرومول/مغ مادة جافة) عند الصنف Mexi . أما مقارنة الصنفين بالنباتات الشاهدة فقد انخفض محتوى البرولين ب 2/3 عند كلا الصنفين.

أسفر تحليل التباين (ANOVA) لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما (جدول III 2).

جدول III 2: تحليل التباين لصنفي القمح اللين .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	1	1033,897	1033,897	63,500	< 0,0001	****
traitement	3	7403,113	2467,704	151,562	< 0,0001	****
Variétés*traitement	3	785,363	261,788	16,079	< 0,0001	****

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي : \*\* = Significatif ; \* ; غير معنوي : N.S = Non Significatif

: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif معنوي جدا

تم فرز و تصنيف الأصناف المدروسة حسب اختيار SNK إلى مجموعتين : تنفرد المجموعة A بالصنف FA بمتوسط 31,687 ميكرو مول / مغ مادة جافة، في حين تضم المجموعة B الصنف Mexi بمتوسط 18,560 ميكرو مول / مغ مادة جافة ) .

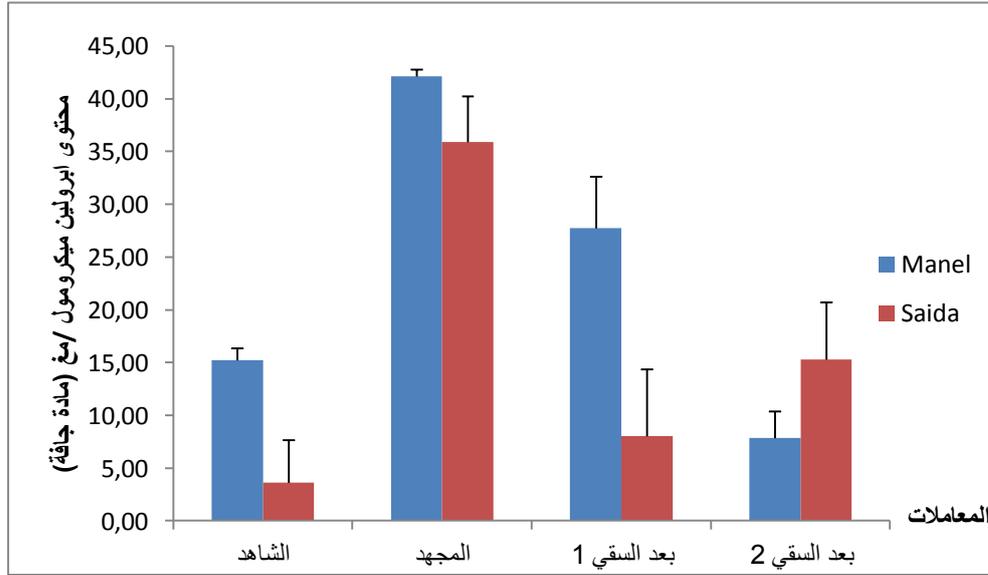
**A>B <=> FA>Mexi <=> 31,687>18,560**

تم تصنيف المعاملات المائية التي تعرض لها النبات وفق اختبار SNK إلى أربع مجموعات: المجموعة الاولى A تمثلها معاملة الإجهاد بمتوسط 49,656 ميكرو مول / مغ مادة جافة ، المجموعة الثانية B تمثلها المعاملة بعد إعادة السقي الأول بمتوسط 12,209 ميكرو مول / مغ مادة جافة و المجموعة الثالثة C معاملة الشاهد بمتوسط 12,975 ميكرو مول / مغ مادة جافة . في حين المجموعة الرابعة D تمثلها معاملة بعد إعادة السقي الثاني بمتوسط 4,653 ميكرو مول / مغ مادة جافة .

**A>B>C>D <=> Stressé > APR 24h > Temoin > APR 7Jours <=> 49,656>33,209>12,975> 4,653**

أفرز اختبار SNK التداخل بين العاملين الصنف والمعاملة المائية إلى خمس مجموعات (ملحق 2).

### III.3.1.1. الشعير



شكل III 3 : محتوى البرولين عند نباتات الشعير لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الصعود عند إجهاد 41% من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) .

ترواح محتوى البرولين عند أصناف الشعير عند النباتات غير معرضة للجفاف (SDH) بين  $15,22 \pm 1,13$  ميكرو مول / مغ مادة جافة و  $3,62 \pm 4,03$  ميكرو مول / مغ مادة جافة لكل من الصنفين Manel و Saida على الترتيب ، حيث سجل الصنف Manel محتوى أعلى بخمس مرات مقارنة بالصنف Saida.

ارتفع محتوى البرولين عند كلا الصنفين بعد تعريض النباتات للجفاف بثلاثة أضعاف ( $0,63 \pm 42,14$  ميكرو مول / مغ مادة جافة) عند الصنف Manel ، و 11 مرة عند الصنف Saida ( $4,35 \pm 35,91$  ميكرو مول / مغ مادة جافة).

يبقى محتوى البرولين مرتفعاً لكلا الصنفين بعد إعادة السقي الأول لمدة 24 ساعة للنباتات المعرضة للجفاف مقارنة بالشاهد. لكن انخفاض مقارنة بالمجهد إلى  $2/3$  عند الصنف Manel ( $4,89 \pm 27,74$  ميكرو مول / مغ مادة جافة) و  $1/4$  عند الصنف Saida ( $6,43 \pm 8,05$  ميكرو مول / مغ مادة جافة) .

وبعد إعادة السقي الثاني لمدة 7 أيام (APR2) للنباتات المعرضة للجفاف تواصل انخفاض البرولين لكلا الصنفين ، و قدر ب  $1/5$  مقارنة بالمجهد و  $1/2$  مرة مقارنة بالشاهد للصنف Manel ، أما الصنف Saida ارتفع إلى الضعف مقارنة بمعاملة بعد السقي 1 و 4 أضعاف بالنسبة للشاهد.

أسفر تحليل التباين (ANOVA) لمعاملين عن وجود فرق معنوي بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما.

جدول III 3: اختبار التباين Anova لمرحلة الصعود عند الشعير.

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	1	348,788	348,788	20,285	0,000	***
Traitement	3	3271,885	1090,628	63,431	< 0,0001	****
Variétés*Traitement	3	566,621	188,874	10,985	0,000	***

; جد معنوي: Hautement Significatif = \*\*\* ; معنوي: Significatif = \*\* ; غير معنوي: N.S = Non Significatif

معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

مكن اختيار SNK من فرز و تصنيف الأصناف المدروسة إلى مجموعتين: تنفرد المجموعة A بالصف Manel بمعدل 23.336 ميكرو مول /مغ مادة جافة ، و تضم المجموعة B الصف Saida بمعدل 15.711 ميكرو مول / مغ مادة جافة.

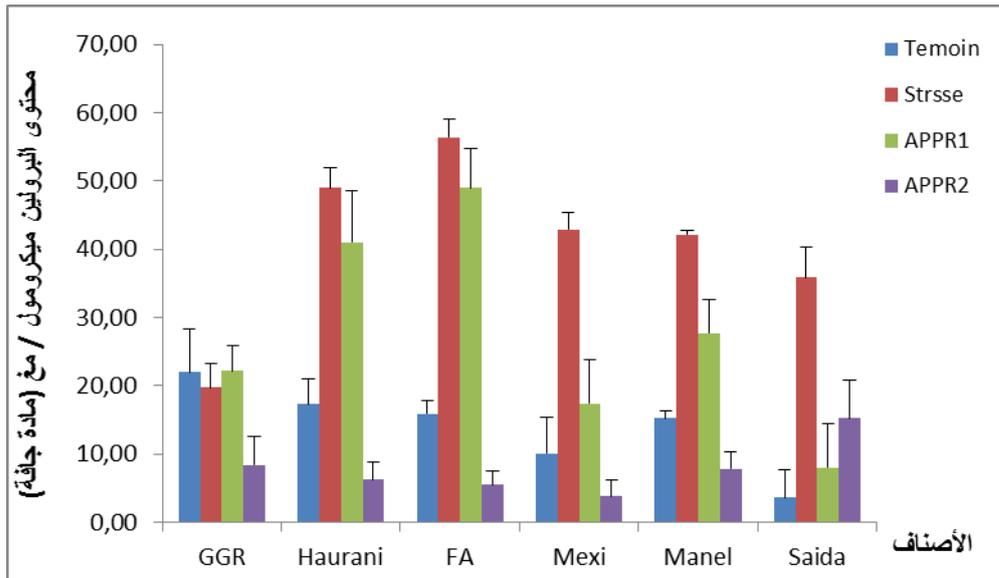
**A>B <=> Manel > Saida <=> 23,336>15,711**

كما مكن اختبار SNK من فرز المعاملات المعرض لها النبات إلى ثلاثة مجموعات: الأولى A تمثلها معاملة الإجهاد، المجموعة الثانية B تمثلها المعاملة بعد إعادة السقي الأول، أما المجموعة الثالثة C تمثلها معاملة بعد إعادة السقي الثاني و الشاهد معا.

**A>B>C <=> Stressé >APR 24h > Temoin ~ APR7Jours <=> 39,023>17,897>11,756~ 9,418**

أفرز اختبار SNK التداخل بين العاملين الصف والمعاملة المائبة عن خمس مجموعات (ملحق 3).

### III 4.1.1. التداخل والمقارنة بين الانواع



شكل III 4: محتوى البرولين ل 6 أصناف من القمح الصلب، القمح اللين و الشعير خلال أربع معاملات مائبة عند مرحلة الصعود.

تباين محتوى البرولين عند النباتات SDH ، حيث سجلت أعلى قيمة عند الصنف GGR للقمح الصلب (6,31 ± 19,79 ميكرو مول / مغ مادة جافة) ، وادنى قيمة عند الصنف Saida للشعير (4,03 ± 3,62 ميكرو مول / مغ مادة جافة) في حين سجلت باقي الأصناف للنوعين قيما وسطية متقاربة.

ارتفع محتوى البرولين عند النباتات ADH وانحصرت قيمته بين 2,56 ± 56,43 ميكرو مول/مغ مادة جافة عند الصنف FA للقمح اللين كأعلى قيمة ب 4 مرات مقارنة بالشاهد و 3,40 ± 22,22 ميكرو مول/مغ مادة جافة عند الصنف GGR للقمح الصلب كأدنى قيمة بنسبة 11 % ، أما باقي الأصناف فقد سجلت قيما وسطية .

انخفض محتوى البرولين بعد إعادة السقي الاول (APR1) عند جميع الأصناف المدروسة ، فيما بقي الصنف FA للقمح اللين محتفظا بأعلى قيمة ( 5,78 ± 48,96 ميكرو مول/مغ مادة جافة ) و سجلت أدنى قيمة عند الصنف Saida للشعير ب 8,05 ± 6,34 ميكرو مول/مغ مادة جافة والأصناف الأخرى سجلت قيم وسطية .

تواصل انخفاض محتوى البرولين بعد إعادة السقي الثاني لمدة 7 أيام (APR2) حيث سجلنا أعلى قيمة عند الصنف Saida للشعير بقيمة 15,27 ± 5,48 ميكرو مول/مغ مادة جافة و أدنى قيمة ب (8,42 ± 4,16 ميكرو مول/مغ مادة جافة) عند الصنف Mexi للقمح اللين ، أما الأصناف سجلت قيم وسطية متقاربة .

أسفر تحليل التباين (ANOVA) لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من النوعين والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما.

جدول III 4: تحليل التباين لأصناف القمح الصلب ،القمح اللين والشعير في مرحلة الصعود .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	5	2403,984	480,797	26,371	< 0,0001	****
Traitement	3	11762,144	3920,715	215,042	< 0,0001	****
Variétés*traitement	15	4242,550	282,837	15,513	< 0,0001	****

N .S = Non Significatif ; \* = Significatif ; \*\* = Hautement Significatif ; \*\*\*\* = جد معنوي

\*\*\*\* = Très Hautement Significatif : معنوي جدا

مكن اختبار SNK من فرز و تصنيف الأصناف المدروسة حسب الى 3 مجموعات : المجموعة الأولى A تضم الصنفين Hurani وFA بمتوسط (28,373 و31,687) ميكرو مول / مغ مادة جافة ، والمجموعة الثانية B تنفرد بالصنف Manel بمتوسط (23,336 ميكرو مول / مغ مادة جافة ) أما المجموعة الثالثة C تضم الأصناف Saida , GGR , Mexi بمتوسط (15,711 ، 18,114 و 18,560) على التوالي .

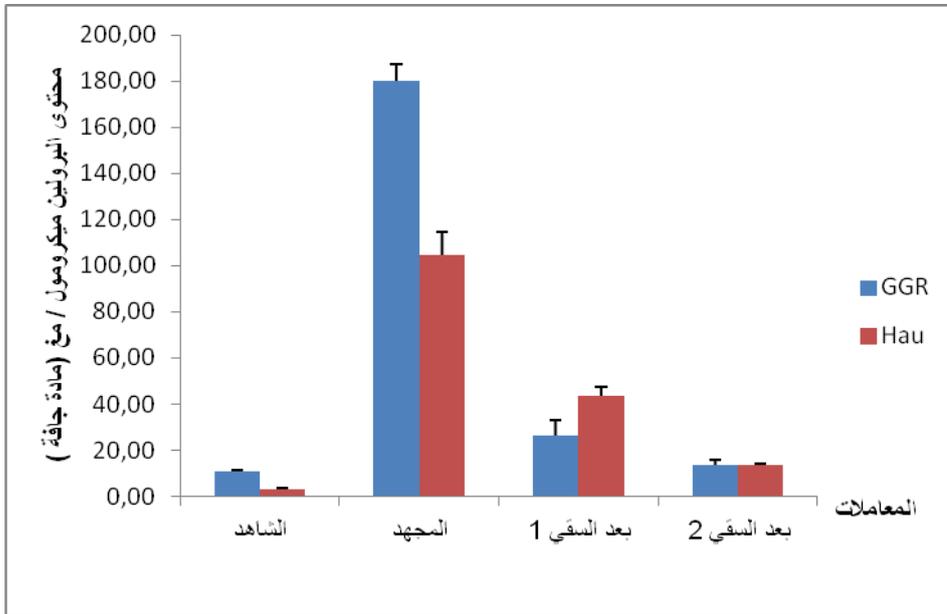
**A>B >C <=> FA ~ Haurani > Manel > GGR Saida <=> 31,687 ~ 28,373 > 23 ,336 > 15,711~ 18,114~ 18,56**

كما أمكن إخبار (SNK) فرز المعاملات المعرض لها النبات الى أربعة مجموعات : الأولى A تمثلها معاملة الإجهاد ، المجموعة الثانية B تمثلها المعاملة بعد إعادة السقي الأول أما المجموعة الثالثة C تمثلها معاملة الشاهد والمجموعة D تمثلها معاملة بعد إعادة السقي الثاني .

**A>B>C>D <=> Stress > APR24h > Témoin > APR7Jours <=> 41,020 > 27,571 > 14,018 > 7,910**

أفرز اختبار SNK التداخل بين العاملين الصنف والمعاملة المائبة عن 16 مجموعة (ملحق 4).

### III. 2.1. مرحلة الإنبال ( الإجهاد الثاني ) . III. 2.1.1. القمح الصلب



شكل III 5 : محتوى البرولين عند صنفين من القمح الصلب في مرحلة الإنبال عند 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف).

تباين محتوى البرولين عند النباتات غير معرضة للإجهاد المائي (SDH) بين  $0,50 \pm 11,03$  ميكرو مول / مغ مادة جافة و  $0,23 \pm 3,29$  ميكرو مول / مغ مادة جافة لكل من الصنفين GGR و Haurani على الترتيب .

ارتفع مستوى البرولين عند تعريض النباتات للإجهاد المائي (ADH) مدة 20 يوم عند مرحلة الإنبال ب 16 مرة و 34 مرة مقارنة بالشاهد بمحتوى  $7,10 \pm 180,08$  ميكرو مول / مغ مادة جافة و  $9,56 \pm 104,79$  ميكرو مول / مغ عند الصنفين GGR و Haurani على التوالي.

بعد إعادة السقي الأول (APR1) لمدة 24 ساعة سجلنا انخفاض في محتوى البرولين عند كلا الصنفين. قدر ب (4/5) مرة و ب (1/2) عند الصنفين GGR و Haurani بمحتوى  $6,70 \pm 26,14$  و  $4,08 \pm 43,53$  ميكرو مول / مغ مادة جافة على الترتيب.

## تحليل ومناقشة النتائج

تواصل انخفاض محتوى البرولين بعد إعادة السقي الثاني (APR2) لمدة 7 أيام ،حيث سجلنا عند الصنف GGR انخفاضا ب 1/4 مرة وعند الصنف Haurani انخفاضا ب 1/2 مرة. مقارنة بنباتات (APR1)

كما لوحظ تقاربا بين محتوى الشاهد ومعاملة (APR2) عند الصنف GGR دون الصنف Haurani .

أسفر تحليل التباين (ANOVA) لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الصنفين والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما جدول III 5.

جدول III 5: تحليل التباين لصنفي القمح الصلب في مرحلة الإسهال للبرولين .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	42Signification
Variétés	1	1639,645	1639,645	62,853	< 0,0001	****
traitement	3	71613,611	23871,204	915,065	< 0,0001	****
Variétés*traitement	3	7402,781	2467,594	94,591	< 0,0001	****

N.S = Non Significatif ; \* = Significatif ; \*\* = Hautement Significatif ; \*\*\* = Très Hautement Significatif

معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

تم فرز وتصنيف الأصناف المدروسة حسب اختبار SNK الى مجموعتين : تشمل المجموعة A بالصنف GGR بمتوسط 57,757 ميكرو مول / مغ مادة جافة وتضم المجموعة B الصنف Haurani بمتوسط 41,226 ميكرو مول / مغ مادة جافة.

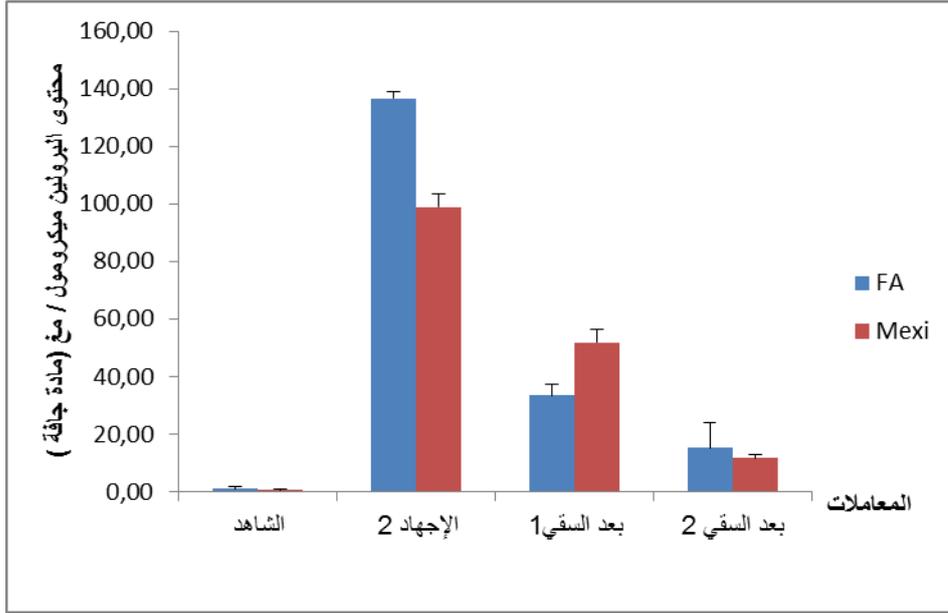
**A>B <=> GGR > Hau <=> 57,757>41,226**

كما سمح اختبار SNK بفرز المعاملات المعرض لها النبات الى أربعة مجموعات : الأولى A تمثلها معاملة الإجهاد بمعدل 142,426 ميكرو مول / مغ مادة جافة ، المجموعة الثانية B تمثلها المعاملة بعد إعادة السقي الأول بمتوسط 34,833 ميكرو مول / مغ مادة جافة و المجموعة الثالثة C تمثلها معاملة بعد إعادة السقي الثاني بمتوسط 13,548 ميكرو مول / مغ مادة جافة، أما المجموعة الرابعة D تضم الشاهد بمعدل 7,160 ميكرو مول / مغ مادة جافة .

**A>B>C <=> Stressé >APR 24h > APR7Jours >Temoin <=> 142,426>34,833>13,548> 7,160**

أفرز اختبار SNK خمسة مجموعات ناتجة عن التداخل من بين عاملي الصنف والمعاملة المائية (جدول 5).

### III. 2.1. 2. القمح اللين



شكل III:6: محتوى البرولين عند صنف القمح اللين في مرحلة الإنبال عند 24% من السعة الحقلية (20 يوم جفاف).

كان محتوى البرولين للنباتات SDH متقاربا ومنخفضا عند صنف القمح اللين (FA و Mexi) حيث سجلنا قيمتي  $0,6 \pm 1$  ميكرو مول / مغ مادة جافة و  $0,27 \pm 0,59$  ميكرو مول / مغ مادة جافة على الترتيب .

بعد تعريض الصنفين للجفاف سجلنا ارتفاعا كبيرا في محتوى البرولين عند كلا الصنفين حيث سجل الصنف FA أعلى قيمة قدرت ب 50 مرة ( $2,83 \pm 136,67$  ميكرو مول / مغ مادة جافة) ، وب 35 مرة ( $4,38 \pm 98,99$  ميكرو مول / مغ مادة جافة) عند الصنف Mexi .

بعد إعادة السقي الأول (APR1) لمدة 24 ساعة سجلنا انخفاضا في محتوى البرولين ، حسب ب 3/4 القيمة عند الصنف FA ( $3,73 \pm 33,44$  ميكرو مول / مغ مادة جافة) ، وبنصف القيمة عند الصنف Mexi ( $4,65 \pm 51,86$  ميكرو مول / مغ مادة جافة) .

بعد إعادة السقي الثاني (APR2) مدة 7 أيام استمر انخفاض محتوى البرولين لكلا الصنفين ، إلى النصف ( $8,45 \pm 15,29$  ميكرو مول مادة جافة ) عند الصنف FA وتقريبا الخمس ( 1/5) عند الصنف Mexi ( $1,23 \pm 11,58$  ميكرو مول / مغ مادة جافة) . ويبقى محتوى البرولين مرتفعا عند كلا الصنفين مقارنة بالشاهد ب 15 و 22 مرة عند الصنف FA و Mexi على التوالي .

أسفر التباين (ANOVA) لعاملين عند وجود فرق معنوي ومعنوي جدا بين كل من الصنفين والمعاملات المائتية وكذا التداخل بينهما جدول III 6.

جدول III 6: تحليل التباين لصنفين القمح اللين في مرحلة الإنبال للبرولين .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	1	205,043	205,043	12,275	0,003	***
traitement	3	49517,921	16505,974	988,122	< 0,0001	****
Varietes*traitement	3	2454,658	818,219	48,982	< 0,0001	****

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي : \*\* = Significatif ; \* ; غير معنوي : N.S = Non Significatif

معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

تم فرز وتصنيف الأصناف المدروسة حسب اختبار SNK الى مجموعتين : تنفرد المجموعة الاولى بالصنف FA بمتوسط 46,599 ميكرو مول / مغ مادة جافة و تضم المجموعة B الصنف Mexi بمتوسط 40,753 ميكرو مول / مغ مادة جافة.

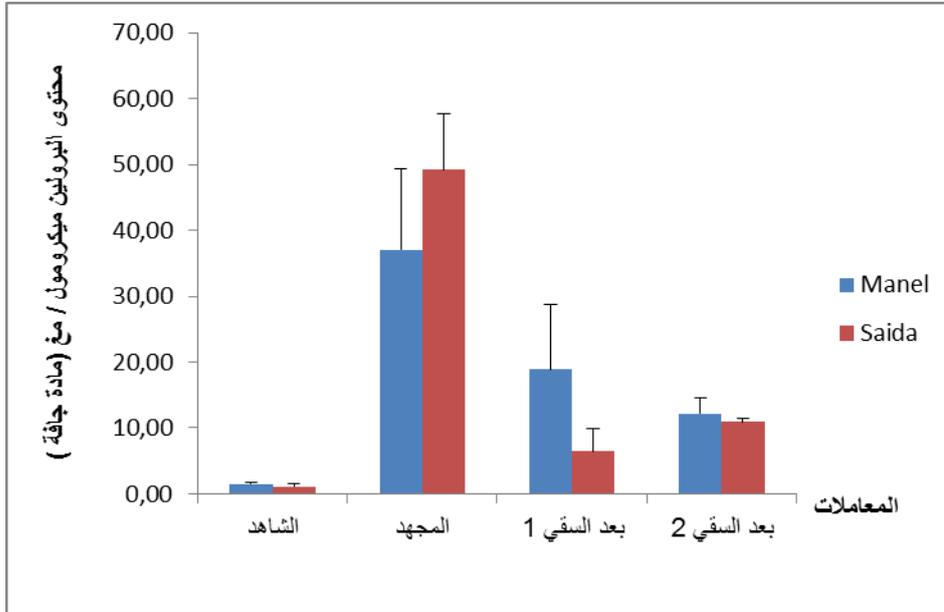
$$A > B \Leftrightarrow FA > Mexi \Leftrightarrow 46,599 > 40,753$$

كما مكن اختبار SNK من فرز المعاملات المعرض لها النبات الى أربعة مجموعات

$$A > B > C > D \Leftrightarrow \text{Stressé} > \text{APR 24h} > \text{APR 7Jours} > \text{Temoin} \Leftrightarrow 117,827 > 42,651 > 13,434 > 0,793$$

سمح اختبار SNK من فرز التداخلات بين الصنف والمعاملة المائية الى ستة مجموعات (ملحق 6).

### III.3.2.1. الشعير



شكل III 7: محتوى البرولين عند صنفين من الشعير في مرحلة الإنبال عند 24% من السعة الحقلية (20 يوم جفاف).

بلغ محتوى البرولين عند النباتات SDH عند صنف الشعير Manel و Saida  $1,52 \pm 0,26$  ميكرو مول / مغ مادة جافة و  $1,11 \pm 0,38$  ميكرو مول / مغ مادة جافة على الترتيب .

## تحليل ومناقشة النتائج

ارتفع محتوى البرولين لكلا الصنفين عند النباتات ADH. فبلغ 19 مرة عند الصنف Manel ( $37,04 \pm$ ) و 12,30 ميكرو مول / مغ مادة جافة) و 122 مرة عند الصنف Saida ( $8,45 \pm 49,15$ ) ميكرو مول / مغ مادة جافة).

بعد إعادة السقي الاول (APR1) لمدة 24 ساعة انخفض محتوى البرولين عند الصنف Manel بنصف القيمة ( $9,97 \pm 18,85$ ) ميكرو مول / مغ مادة جافة) و عند الصنف Saida ب 5/6 القيمة ( $3,41 \pm 6,49$ ) ميكرو مول / مغ مادة جافة).

بعد إعادة السقي الثاني (APR2) استمرار انخفاض محتوى البرولين لكلا الصنفين ، الصنف Manel انخفض ب 1/3 مرة بقيمة ( $2,46 \pm 12,19$ ) ميكرو مول / مغ مادة جافة) والصنف Saida ارتفع قليلا ب 1/3 مرة بالنسبة للنباتات المجهددة ويبقى مرتفع مقارنة بالشاهد.

أسفر تحليل التباين لعاملين عند وجود فرق معنوي جدا بين كل من الصنفين والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما جدول III.7.

جدول III 7: تحليل التباين لصنفين من الشعير في مرحلة الإنبال للبرولين .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	1	3606,283	3606,283	84,779	< 0,0001	****
traitement	3	62781,847	20927,282	491,973	< 0,0001	****
Varis*trait	3	14264,451	4754,817	111,779	< 0,0001	****

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي: \*\*\* = Significatif ; \* , \*\* = غير معنوي : N .S = Non Significatif

معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

تم فرز وتصنيف الأصناف المدروسة حسب اختبار SNK الى مجموعتين ، ينفرد كل صنف بمجموعة خاصة :

**A>B <=> Manel > Saida <=> 59,070>34,553**

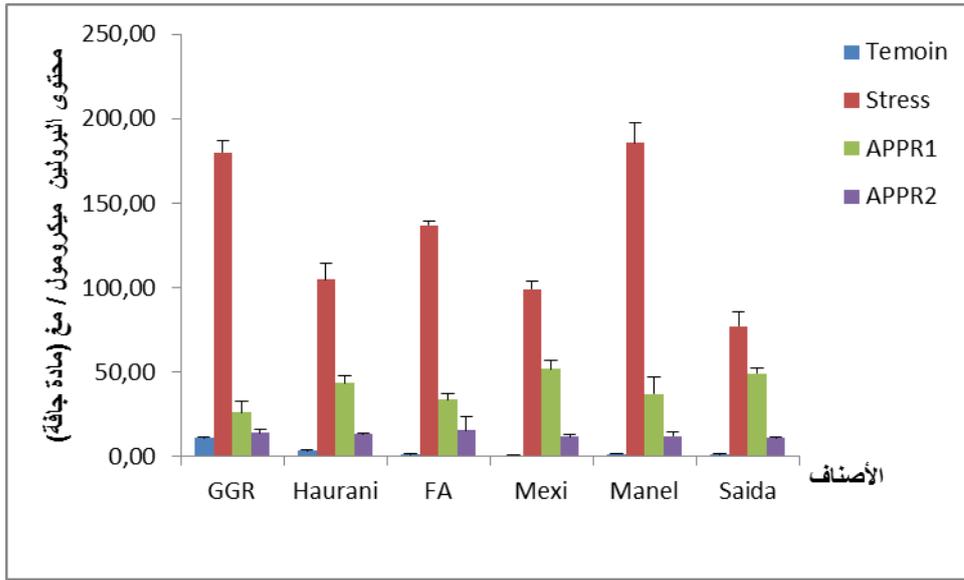
كما أمكن فرز المعاملات المائية إلى أربع مجموعات :

**A>B>C>D <=> Stressé > APR 24h > APR7Jours > Temoin <=>**

**131,289>43,094>11,544>1,318**

وننتج عن التداخل بينهما خمسة مجموعات (ملحق 7).

### III. 2.1. 4. التداخل والمقارنة بين الانواع



شكل III 8 : محتوى البرولين ل 6 أصناف من القمح خلال المعاملة المائية عند مرحلة الإنبال.

تراوح محتوى البرولين عند النباتات غير معرضة للإجهاد المائي (الشاهد)، سجل عند الصنف GGR للقمح الصلب أعلى قيمة قدرت ب  $11,03 \pm 0,50$  ميكرو مول / مغ مادة جافة كأعلى قيمة اما باقي الأصناف سجلت قيم متقاربة بين ( $0,27 \pm 0,59$  و  $0,23 \pm 3,29$ ) ميكرو مول / مغ مادة جافة .

ارتفع محتوى البرولين عند جميع النباتات المعرضة للإجهاد ،سجلنا أعلى قيمة عند الصنف GGR للقمح الصلب بقيمة  $180,06 \pm 7,10$  ميكرو مول / مغ مادة جافة ارتفع ب عن شاهده ب 34 مرة ،و سجل أدنى قيمة الصنف Manel للشعير ارتفع ب 19 مرة  $37,04 \pm 12,30$  ميكرو مول / مغ مادة جافة ، في حين سجلت الأصناف الاخرى قيم وسطية .

سجل انخفاض في محتوى البرولين عند (APR1) ،الصنف Mexi للقمح اللين أخذ أعلى قيمة  $51,86 \pm 4,65$  ميكرو مول / مغ مادة جافة والصنف Saida للشعير أدنى قيمة ب  $6,49 \pm 3,41$  ميكرو مول / مغ مادة جافة ، اما بقي الأصناف سجلت قيم وسطية .

تواصل انخفاض محتوى البرولين عند (APR2) عند كل الأصناف المدروسة حيث أخذ الصنف FA للقمح اللين أعلى قيمة ب  $15,29 \pm 8,45$  ميكرو مول / مغ مادة جافة والصنف Saida للشعير أدنى قيمة ب  $10,90 \pm 0,57$  ميكرو مول / مغ مادة جافة والأصناف الاخرى قيم وسطية .

أسفر تحليل التباين لعاملين عند وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما جدول III 8.

جدول III 8: تحليل التباين للأنواع المدروسين .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Varietes	5	5857,686	1171,537	41,189	0001 < 0,	****
Traitement	3	182075,131	60691,710	2133,807	< 0,0001	****
Varietes*Traitement	15	25960,138	1730,676	60,847	< 0,0001	****

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي : \*\* = Significatif ; \* ; غير معنوي : N .S = Non Significatif

معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

تم فرز وتصنيف السنة أصناف المدروسة وفق لاختبار SNK الى 4 مجموعات : تضم المجموعة A و C الأصناف الاربعة Manel ، GGR ، Mexi و Haurani مثنى مثنى على التوالي. في حين تنفرد المجموعتين B و D بالصفين FA و Saida على الترتيب .

**A>B>C>D <=>Manel~ GGR > FA > Haurani ~ Mexi > Saida <=> 59,070 ~ 57,757 > 46,599 > 41,226~ 40,753 >34,553**

وتم فرز المعاملات المائبة الأربعة الى أربع مجموعات ، حيث تتميز كل مجموعة بمعاملة منفردة

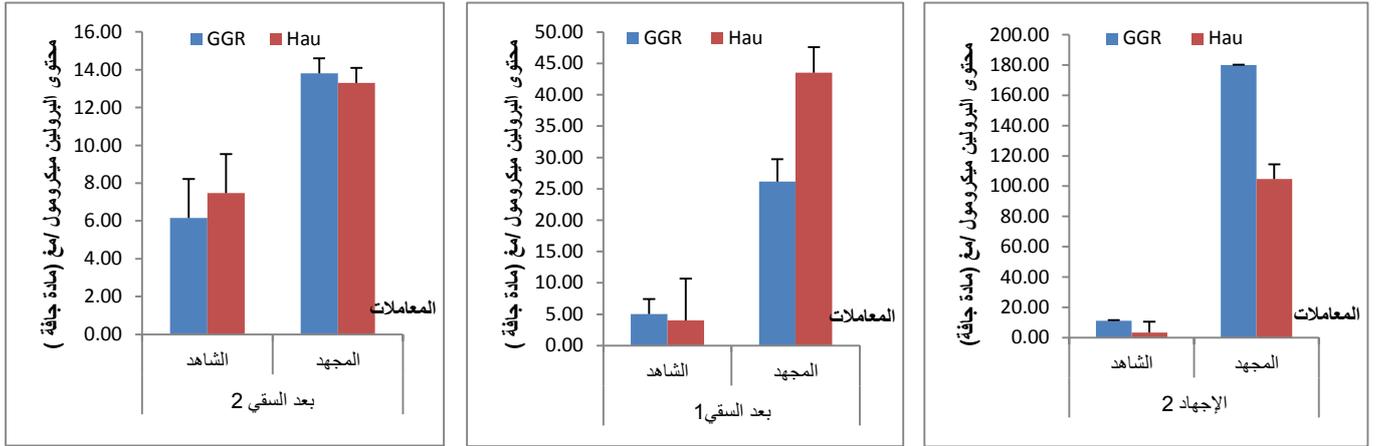
**A>B>C>D <=> Stress > APR1 > APR2 > Témoin <=> 131,289 > 40,193 > 12,842 > 3,090**

سمح اختبار SNK من فرز التداخلات بين الصنف والمعاملة المائبة الى عشر مجموعات (ملحق 8).

### III 3.1. الإجهاد الثاني (مرحلة الإسبال) بالشاهد

تظهر لنا النتائج المتحصل عليها من خلال دراستنا لثلاثة أنواع من القمح الصلب عند مرحلة الإسبال خلال ثلاث معاملات مائبة (المعرضة للإجهاد ، بعد السقي الأول ، بعد السقي الثاني ) حيث كل معاملة تعاد بشاهدها.

III. 3.1. 1. القمح الصلب



شكل III 9: محتوى البرولين عند نباتات القمح الصلب لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإنبال عند إجهاد 24% من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) .

بلغ محتوى البرولين عند الشاهد عند المعاملة الأولى (الإجهاد)  $0,50 \pm 11,03$  ميكرومول / مغ مادة جافة عند الصنف GGR كأعلى قيمة و  $0,23 \pm 3,29$  ميكرو مول / مغ (مادة جافة) عند الصنف Haurani

ارتفع محتوى البرولين عند نباتات كلا الصنفين بعد توقيف السقي مدة عشرين يوما بقيم عظمي، بلغت  $7,10 \pm 180,06$  ميكرو مول / مغ مادة جافة و  $9,56 \pm 104,79$  ميكرو مول / مغ مادة جافة ما يعادل 50 و 35 مرة قيمة الشاهد عند الصنفين GGR و Haurani على الترتيب .

عند معاملة بعد السقي الأول بعد 24 ساعة (APR1) ينخفض محتوى البرولين مقارنة بالنباتات المجهدة ، لكنه يبقى مرتفعا بالنسبة لشاهد المعاملة لكلا الصنفين الذي كان متقاربا و سجل  $3,60 \pm 4$  ميكرو مول / مغ مادة جافة عند الصنف Haurani و  $2,43 \pm 5,01$  ميكرو مول / مغ مادة جافة عند الصنف GGR.

في حين يبقى محتوى البرولين مرتفعا عند النباتات المجهدة المعاد سقيها بعشرة مرات عند الصنف Haurani ( $4,08 \pm 43,53$  ميكرو مول / مغ مادة جافة) و 5 مرات ونصف ( $6,70 \pm 26,14$  ميكرو مول / مغ مادة جافة) عند الصنف GGR مقارنة بالشاهد .

عند معاملة بعد إعادة السقي الثاني لمدة 7 أيام (APR2) سجلنا تواسلا في انخفاض محتوى البرولين عند كلا الصنفين. بلغ محتوى البرولين عند شاهد المعاملة  $0,80 \pm 7,48$  ميكرو مول / مغ مادة جافة عند الصنف Haurani الذي سجل أعلى قيمة و  $2,06 \pm 6,16$  ميكرو مول / مغ مادة جافة عند الصنف GGR كأدنى قيمة.

يستمر محتوى البرولين في الانخفاض عند الأصناف المجهدة المعاد سقيها لمدة أسبوع، لكنه يكون مرتفعا مقارنة بشاهد المعاملة ذاتها لكلا الصنفين تقريبا ما يعادل الضعف ( $7,10 \pm 13,80$  ميكرو مول

## تحليل النتائج

/ مغ مادة جافة  $13,29 \pm 9,56$  ميكرو مول / مغ مادة جافة) عند كلا الصنفين GGR و Haurani على التوالي .

أسفر تحليل التباين (ANOVA) لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما.

جدول III: اختبار التباين Anova لمرحلة الإنبال للبرولين عند القمح الصلب .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	1	1083,004	1083,004	56,153	< 0,0001	****
Traitement	5	86998,470	17399,694	902,162	< 0,0001	****
Variétés*Traitement	5	7963,537	1592,707	82,581	< 0,0001	****

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي : \*\*\*\* = Significatif ; غير معنوي : N.S = Non Significatif

معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

مكن اختبار SNK من فرز و تصنيف الصنفين إلى مجموعتين مستقلتين عن بعضها، ومن فرز المعاملات المعرض لها النبات إلى أربعة مجموعات منفصلة أيضا، مع ضم شاهد المعاملات الثلاث في مجموعة واحدة، تمثلها أخر مجموعة. كما أسفر التداخل بين العاملين الصنف والمعاملة المائية عن تواجد خمس مجموعات (ملحق 9) .

**A>B <=> GGR>Hau <=> 40 ,366>29,397**

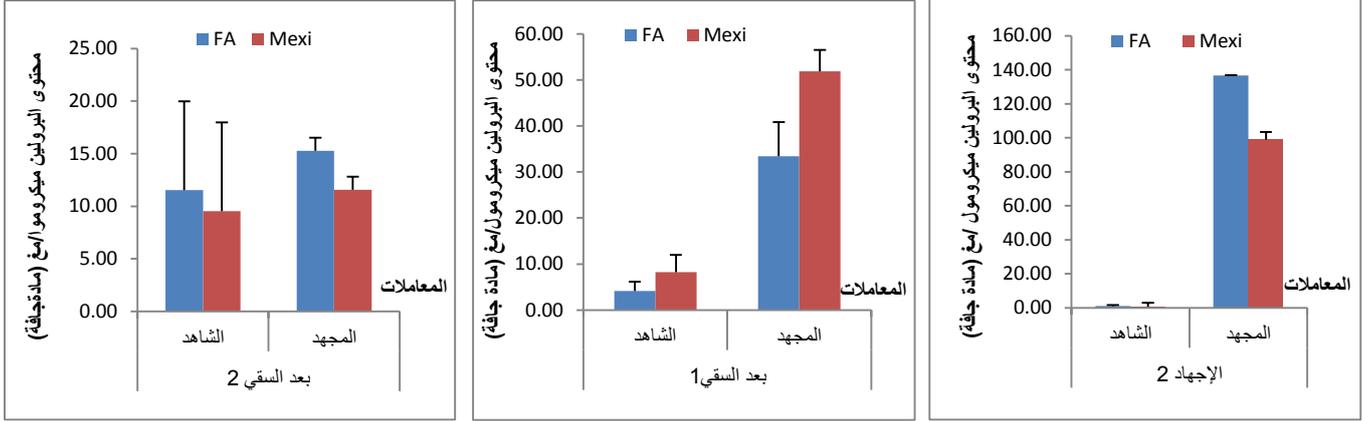
**A>B>C>D <=> Stressé >StressAPR24h > Stress7jours > Témoin ~ Témoin APR7jours ~ TémoinAPR24h<=> 142,426>34,833>13 ,548>7,160~8,820~4 ,503**

### III. 3.1. 2. القمح اللين

بلغ محتوى البرولين عند الشاهد عند معاملة الإجهاد قيما منخفضة جدا قدرت ب  $1 \pm 0,60$  ميكرو مول / مغ مادة جافة عند الصنف FA و  $0,27 \pm 0,59$  ميكرو مول / مغ (مادة جافة) عند الصنف Mexi .

عند تعريض النباتات للإجهاد سجلنا ارتفاعا في محتوى البرولين لكلا الصنفين قدر ب ب 136 مرة ( $136,67 \pm 2,38$  ميكرو مول / مغ مادة جافة) عند الصنف FA 98 مرة ( $98,99 \pm 4,38$  ميكرو مول / مغ مادة جافة) عند الصنف Mexi .

## تحليل النتائج



شكل III 10: محتوى البرولين عند نباتات الشعير لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإسهال عند إجهاد 24% من السعة الحقلية (20 يوم جفاف).

بعد إعادة السقي الأول بعد 24 ساعة (APR1) للنباتات المعرضة للمجهد سجل شاهد المعاملة محتوى البرولين  $2,04 \pm 4,14$  ميكرو مول / مغ مادة جافة للسنف FA و  $7,42 \pm 8,24$  ميكرو مول / مغ مادة جافة للسنف Mexi.

عند الأصناف الشاهدة يبقى محتوى البرولين مرتفعا ، حيث يبقى الصنف Mexi بقيمة أعظمية تقرب  $3,73 \pm 33,44$  ميكرو مول / مغ مادة جافة ويرتفع عن شاهده ب 8 مرات أما الصنف FA مرتفع ب 6 مرات ونصف بقيمة  $4,56 \pm 52,86$  ميكرو مول / مغ مادة جافة .

بعد إعادة السقي الثاني لمدة 7 أيام للنباتات المعرضة للجفاف ، بلغ محتوى البرولين عند الشاهد للسنف FA  $8,45 \pm 11,53$  ميكرومول / مغ مادة جافة كقيمة عظمى ، وللسنف Mexi  $1,23 \pm 9,53$  ميكرو مول / مغ (مادة جافة) .

عند النباتات المجهد المعاد سقيها للمرة الثانية استمر محتوى البرولين في الانخفاض . وصل إلى  $8,45 \pm 15,29$  ميكرو مول / مغ (مادة جافة) عند الصنف FA و  $1,23 \pm 11,58$  ميكرو مول / مغ

أسفر تحليل التباين (ANOVA) لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما.

جدول III 10 : تحليل التباين لسنفي القمح اللين .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	1	113,195	113,195	6,715	0,016	***
Traitement	5	59552,823	11910,565	706,599	< 0,0001	****
Vari*Trait	5	2577,810	515,562	30,586	< 0,0001	****

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي : \*\*\* = Significatif ; \* \*\* = غير معنوي : N .S = Non Significatif

## تحليل النتائج

معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

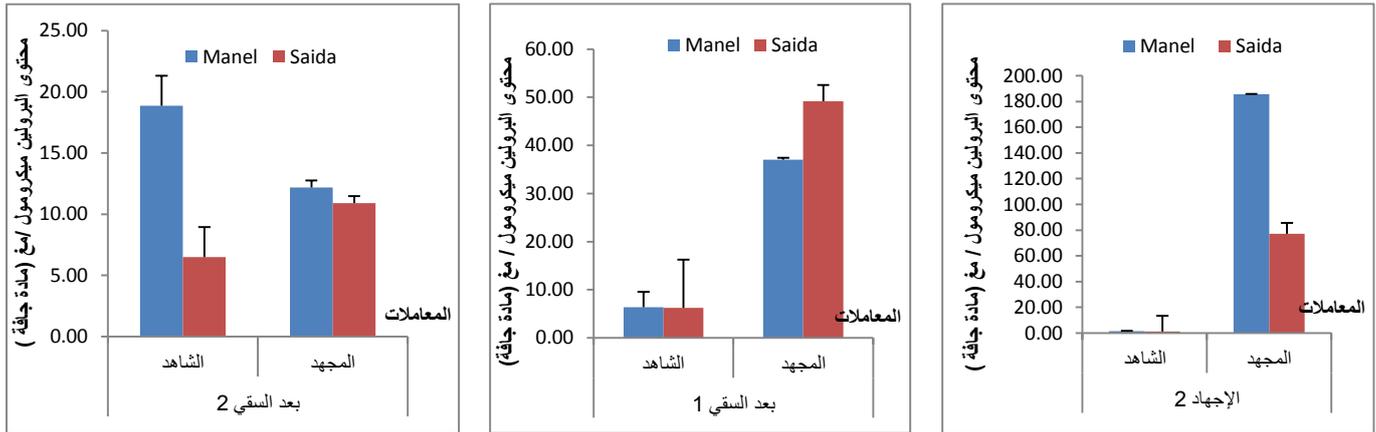
مكن اختبار SNK من فرز و تصنيف الأصناف المدروسة الى مجموعتين و من فرز المعاملات المعرض لها النبات إلى خمسة مجموعات : تضم المجموعة الأخيرة شواهد المعاملات الثلاث في مجموعة واحدة. كما أسفر التداخل بين العاملين الصنف والمعاملة المائية بظهور تسعة مجموعات (ملحق 10).

**A > B < => FA > Mexi < => 33,677 > 30,130**

**A > B > C > D < => Stress > StressAPR24h > Stress7jours ~ TémoinAPR7jours ~ TémoinAPR24h > Témoin < => 117,827 > 42,651 > 13,434 ~ 10,528 ~ 6,189 > 0,793**

### III. 3.1. 3. الشعير

سجلنا محتوى البرولين عند الصنفين Manel و Saida حيث:



شكل III 11: محتوى البرولين عند نباتات الشعير لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإنبال عند إجهاد 24% من السعة الحقلية (20 يوم جفاف).

عند المعاملة الأولى، بلغ محتوى البرولين  $0,26 \pm 1,52$  ميكرو مول / مغ مادة جافة عند شاهد الصنف Manel كقيمة أعظمية، و  $0,38 \pm 1,11$  ميكرو مول / مغ (مادة جافة). عند الصنف Saida.

عند تعريض النباتات للإجهاد، ارتفع محتوى البرولين عند كلا الصنفين ب76 مرة و 184 مرة عند الصنفين Manel و Saida ( $2,36 \pm 185,52$  ميكرو مول / مغ مادة جافة و  $8,45 \pm 77,05$  ميكرو مول / مغ مادة جافة) على الترتيب.

بعد إعادة السقي الأول (APR1) لمدة 24 ساعة، سجل محتوى البرولين عند شاهد الصنف Manel محتوى  $3,14 \pm 6,40$  ميكرو مول / مغ (مادة جافة) كأعلى قيمة، و سجل الصنف Saida محتوى  $0,38 \pm 6,27$  ميكرومول / مغ (مادة جافة) كأدنى قيمة.

## تحليل النتائج

عند النباتات المجهددة يبقى محتوى البرولين مرتفعا عن شاهده ، ب 8 أضعاف عند الصنف Saida (9,97 ± 49,15 ميكرو مول / مغ مادة جافة) و 5 أضعاف ونصف عند الصنف Manel (37,04 ± 3,41 ميكرو مول / مغ مادة جافة).

عند معاملة بعد السقي الثاني لمدة أسبوع (APR2) سجلنا زيادة في محتوى البرولين عند شاهد كلا الصنفين حيث بلغ ب 18,85 ± 2,46 ميكرو مول / مغ (مادة جافة) عند الصنف Manel ، و 6,49 ± 0,57 ميكرو مول / مغ مادة جافة عند الصنف Saida .

عند النباتات المجهددة ، انخفض محتوى البرولين عند الصنف Manel مقارنة بالشاهد (12,19 ± 2,46 ميكرو مول / مغ مادة جافة) عل غير المعتاد في حالة النقص المائي ، في حين ارتفع إلى الضعف تقريبا عند الصنف Saida (10,90 ± 0,57 ميكرو مول / مغ (مادة جافة)).

أسفر تحليل التباين (ANOVA) لمعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما جدول III 11 .

جدول III 11: تحليل التباين لصنفي القمح الشعير .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	1	3056,018	3056,018	102,007	< 0,0001	****
Traitement	5	74037,940	14807,588	494,265	< 0,0001	****
Varié*Traitement	5	15044,172	3008,834	100,432	< 0,0001	****

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي : \*\*, \* = Significatif ; غير معنوي : N .S = Non Significatif

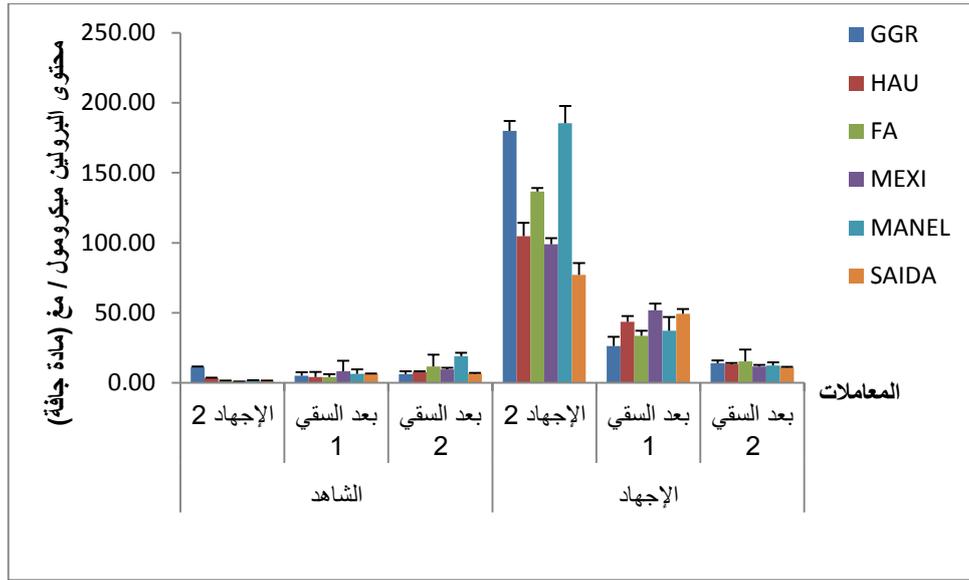
معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

تم فرز و تصنيف الأصناف المدروسة على مجموعتين حسب اختيار SNK إلى مجموعتين و المعاملات المائية إلى أربع مجموعات و التداخل بين العاملين الصنف والمعاملة المائية إلى خمس مجموع (ملحق 11).

**A>B <=> Manel>Saida <=> 43,589>25,162**

**A>B>C>D <=> Stressé >StressAPR 24h >TémoinAPR7Jours ~ Stress7jours~  
TémoinAPR24h>Témoin<=> 131,289>43,094>12,670~11,544 ~ 6 ,335>1 ,318**

III 3.1. 4. التداخل بين المعاملات الثلاث لجميع الأصناف لمرحلة الإسهال بالشاهد



شكل III 12 : محتوى البرولين ل 6 أصناف من القمح الصلب ، القمح اللين و الشعير خلال المعاملة المائية عند مرحلة الإسهال بالشاهد .

تراوح محتوى البرولين للأصناف الستة عند جميع المعاملات المائية بشاهدها حيث :

عند المعاملة الاولى لاحظنا محتوى البرولين عند SDH منخفضا عند جميع الاصناف ،أخذ الصنف GGR للقمح الصلب أعلى قيمة ب  $11,03 \pm 0,50$  ميكرو مول / مغ (مادة جافة) ، والصنف Mexi للقمح اللين ادنى قيمة ب  $0,59 \pm 0,27$  ميكرو مول / مغ (مادة جافة) . أما الأصناف الأخرى أخذت قيم وسطية متقاربة.

عند تعرض هذه النباتات للإجهاد ارتفع محتوى البرولين عند جميع الأصناف ،سجلنا اعلى قيمة عند الصنف Manel للشعير ب  $185,52 \pm 12,30$  ميكرو مول / مغ (مادة جافة) والصنف Saida للشعير ادنى قيمة ب  $77,05 \pm 8,45$  ميكرو مول / مغ (مادة جافة) ، وباقي الأصناف أخذت قيما وسطية .

عند شاهد APR1 سجلنا تقارب في محتوى البرولين عند جميع الأصناف ،أخذ الصنف Mexi للقمح اللين أعلى قيمة ب  $8,24 \pm 7,42$  ميكرو مول / مغ (مادة جافة) وأدنى قيمة عند الصنف Haurani للقمح الصلب ب  $4,00 \pm 3,60$  ميكرو مول / مغ (مادة جافة) ، أما باقي الأصناف سجلت قيما وسطية متقاربة .

عند APR1 المجهدة لاحظنا انخفاض في محتوى البرولين لكل الأصناف حيث سجل الصنف Mexi للقمح اللين ب  $51,86 \pm 4,65$  ميكرو مول / مغ (مادة جافة) قيمة أعظمية ،الصنف GGR للقمح الصلب ب  $26,14 \pm 6,70$  ميكرو مول / مغ (مادة جافة) والأصناف الأخرى سجلت قيم وسطى .

## تحليل النتائج

عند شاهد APR2 سجلنا قيمة عظمى عند الصنف Manel للشعير ب  $2,46 \pm 18,85$  ميكرو مول / مغ (مادة جافة)، قيمة دنيا عند الصنف GGR ب  $2,06 \pm 6,16$  ميكرو مول / مغ (مادة جافة)، أما باقي الأصناف سجلت قيم وسطية .

أما عند أصناف APR2 المجهدة سجلنا تواصل انخفاض محتوى البرولين عند جميع الأصناف ولاحظنا تقارب نوعا مقارنة بالشواهد حيث اخذ الصنف GGR للقمح الصلب اعلى قيمة ب  $2,60 \pm 13,80$  ميكرو مول / مغ (مادة جافة) والصنف Saida للشعير ادنى قيمة ب  $0,57 \pm 10,90$  ميكرو مول / مغ (مادة جافة)، أما بقي الأصناف سجلت قيما وسطية ومتقاربة .

أسفر تحليل التباين (ANOVA) لمعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما جدول III 12 .

جدول III 12: تحليل التباين بين الأصناف والمعاملات.

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	5	4435,028	887,006	40,256	< 0,0001	****
Traitement	5	218409,499	43681,900	1982,487	< 0,0001	****
vari*Trait	25	27765,253	1110,610	50,405	< 0,0001	****

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي : \*\* , \* ; غير معنوي : N .S = Non Significatif

معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

مكن اختبار SNK من فرز و تصنيف الأصناف المدروسة الى خمس مجموعات.

**A>B>C>D>E <=> Manel > GGR>FA>Mexi-Hau>Saida <=>**

**43,589>40,367>33,677>30,130~29,397>25,162**

مجموعات و من فرز المعاملات المعرض لها النبات إلى أربع مجموعات.

**A>B>C>D <=>**

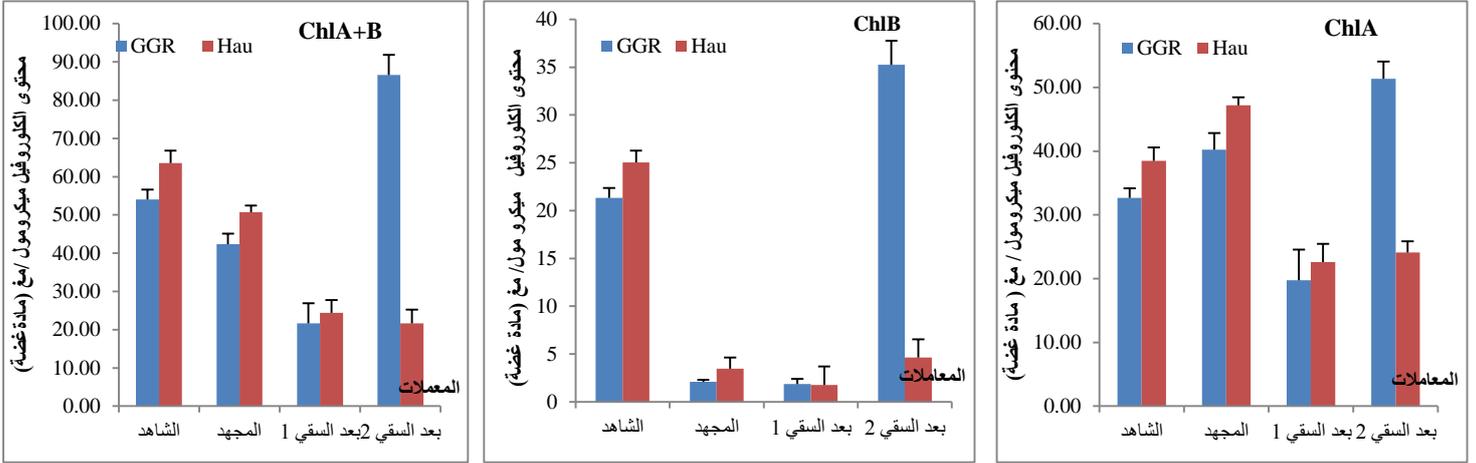
**Stress>StressAPR24h>StressAPR7jours~TémoinAPR7jours >TémoinAPR24h~Témoin**

**<=> 130,514>40,193>12,842~10,006>5,676~3,090**

## 2.III. الكلوروفيل

### 1.2.III. الإجهاد الأول (مرحلة الصعود)

#### 1.1.2.III. القمح الصلب



شكل III 13 : محتوى الكلوروفيل (A,B, A+B) عند نباتات القمح الصلب لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الصعود عند إجهاد 41 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف).

#### • كلوروفيل A

سجل محتوى كلوروفيل A عند نباتات القمح الصلب غير المعرضة للإجهاد (SDH) قيمة منخفضة مقارنة بالنباتات المعرضة للإجهاد (ADH) حيث قدرت قيمته ب  $2.07 \pm 38.50$  ميكرو مول /مغ مادة غضة عند صنف Haurani كأعلى قيمة و  $1.52 \pm 32.67$  ميكرومول /مغ مادة غضة كأدنى قيمة عند صنف GGR.

ارتفع محتوى الكلوروفيل A قليلا عند النباتات المجهدة ADH عند كلا صنفين و قدرت قيمته ب  $1.24 \pm 47.19$  ميكرو مول / مغ مادة جافة كأعلى قيمة عند صنف Haurani وب  $2.63 \pm 40.21$  ميكرو مول / مغ مادة غضة كأدنى قيمة عند صنف GGR .

انخفض محتوى كلوروفيل A بعد إعادة السقي الأول (APR1) بعد مدة 24 ساعة إل النصف تقريبا مقارنة بالمعاملتين السابقتين SDH و ADH عند كلا صنفين و سجلت قيمة متقاربة كانت كالآتي  $2.84 \pm 22$  و  $4.77 \pm 19.77$  ميكرو مول /مغ مادة غضة عند صنفين Haurani و GGR على الترتيب.

ارتفع محتوى كلوروفيل A بعد إعادة السقي الثاني (APR2) بعد 7 أيام عند الصنف GGR ب  $2.69 \pm 51.37$  وهي قيمة أكبر من بقية المحتويات المسجلة عند المعاملات الثلاث السابقة و تمثل الضعف بالنسبة للمعاملة APR1. في حين تقارب محتوى الكلوروفيل عند صنف Haurani مع المعاملة APR1 بتسجيل قيمة  $1.74 \pm 24.10$  ميكرومول / مغ مادة غضة و لكنها تمثل تقريبا نصف المعاملتين السابقتين الشاهدة و المجهد.

أسفر تحليل التباين لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما .

جدول III 13 : اختبار التباين Anova لمرحلة الصعود للكلوروفيل A عند القمح الصلب .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	1	132,250	132,250	18,838	0,001	***
traitement	3	1561,312	520,437	74,131	< 0,0001	****
Variétés*traitement	3	1780,708	593,569	84,548	< 0,0001	****

N.S = Non Significatif : غير معنوي ; \*, \*\* = Significatif : معنوي ; \*\*\* = Hautement Significatif : جد معنوي ;

\*\*\*\* = Très Hautement Significatif : معنوي جدا

#### • كلوروفيل B

سجل محتوى كلوروفيل B قيما جد معتبرة عند النباتات SDH قدرت ب  $1.24 \pm 25.03$  ميكرو مول / مغ مادة غضة عند صنف Haurani و  $1.06 \pm 21.32$  ميكرو مول / مغ مادة غضة عند الصنف GGR .

في حين انخفض محتوى كلوروفيل B لدى النباتات المعرضة للإجهاد ADH انخفاضا معتبرا إلى 1/8 عند الصنف Haurani (  $1.18 \pm 3.47$  ميكرو مول / مغ مادة غضة ) وإلى 1/10 عند الصنف GGR (  $0.21 \pm 2.10$  ميكرو مول / مغ مادة غضة ) مقارنة بالشاهد .

تواصل انخفاض محتوى كلوروفيل B بعد إعادة السقي الأول بعد 24 ساعة للنباتات المجهدة ADH حيث قدرت قيمته ب  $0.53 \pm 1.87$  و  $1.93 \pm 1.77$  ميكرو مول / مغ مادة غضة عند صنف GGR و Haurani أي ما يعادل 1/12 و 1/13 ( 7% و 8% ) على الترتيب .

ارتفع محتوى كلوروفيل B بعد إعادة السقي الثاني للنباتات المعرضة للإجهاد بعد 7 أيام (APR2) عند كلا الصنفين حيث قدرت قيمته ب  $2.52 \pm 35.25$  ميكرو مول / مغ مادة غضة عند صنف GGR أي ما يعدل 18 و 16 مرة القيمة المسجلة عند المعاملتين APR1 و ADH وهي قيمة أعظمية مقارنة بالمعاملات المائية الأخرى و سجل الصنف Haurani ضعف محتواها مقارنة بالمعاملتين APR1 و ADH (  $1.88 \pm 4.65$  ميكرو مول / مغ مادة غضة ) لكنها تمثل 1/6 الشاهد .

أسفر تحليل التباين لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما.

جدول III 14 : اختبار التباين ANOVA لمرحلة الصعود للكلوروفيل B عند القمح الصلب .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Varietes	1	246,317	246,317	109,308	< 0,0001	****
traitement	3	2259,811	753,270	334,278	< 0,0001	****
Varietes*traitement	3	1180,991	393,664	174,696	< 0,0001	****

N.S = Non Significatif : غير معنوي ; \*, \*\* = Significatif : معنوي ; \*\*\* = Hautement Significatif : جد معنوي ;

\*\*\*\* = Très Hautement Significatif : معنوي جدا

• الكلوروفيل A+B

تراوح محتوى الكلوروفيل A+B عند نباتات SDH بين  $3.31 \pm 63.53$  و  $2.58 \pm 54$  ميكرو مول / مغ مادة غضة عند الصنفين Haurani و GGR على الترتيب.

انخفض محتوى الكلوروفيل A+B قليلا عند النباتات ADH عند كلا صنفين و قدرت قيمتهما ب  $1.81 \pm 50.66$  و  $2.82 \pm 42.32$  ميكرو مول / مغ مادة غضة عند الصنفين Haurani و GGR على الترتيب.

تواصل انخفاض محتوى الكلوروفيل A+B عند المعاملة APR1 عند كلا الصنفين مسجلا قيما متقاربة قدرت ب  $3.34 \pm 24.38$  ميكرو مول / مغ مادة غضة و  $5.29 \pm 21.65$  ميكرو مول / مغ مادة غضة عند الصنفين Haurani و GGR على الترتيب وهي قيما تمثل تقريبا النصف و أكثر من النصف بقليل عند كليهما مقارنة بالمعاملتين السابقتين ADH و SDH.

ارتفع محتوى الكلوروفيل A+B عند المعاملة APR2 عند الصنف GGR إلى 4 مرات مقارنة بالمعاملة APR1 و الضعف مقارنة بالمعاملتين ADH و SDH ( $5.21 \pm 86.62$  ميكرو مول / مغ مادة غضة). في حين احتفظ الصنف Haurani بمحتواه السابق المسجل عند المعاملة APR1 ( $3.61 \pm 21.61$  ميكرو مول / مغ مادة غضة).

أسفر تحليل التباين لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما .

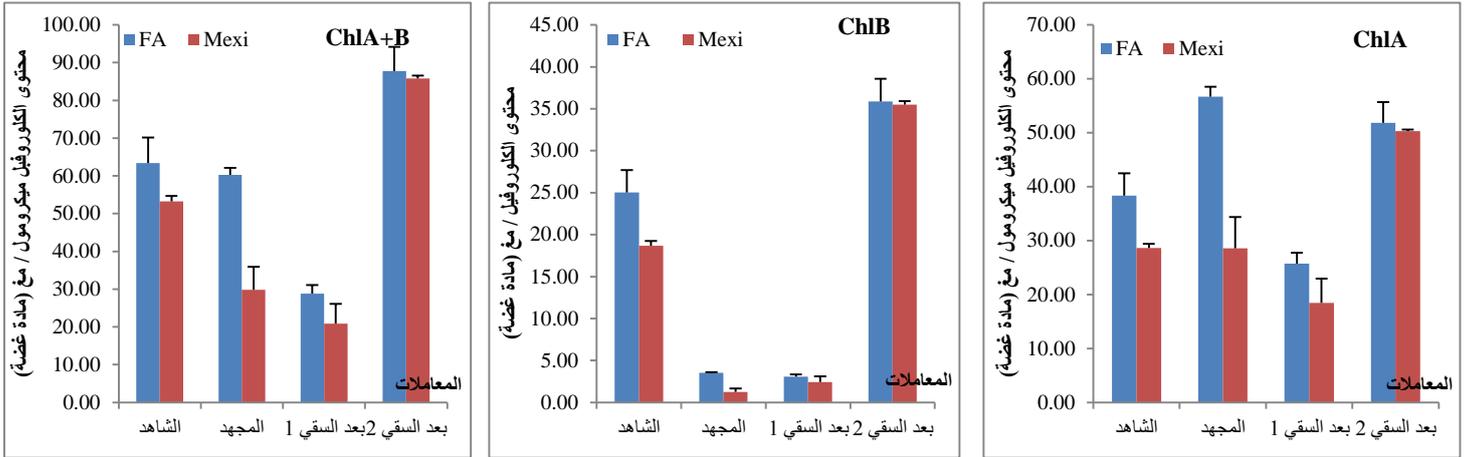
جدول III 15: اختبار التباين ANOVA لمرحلة الصعود لكلوروفيل A+B عند القمح الصلب .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Singnification
Variétés	1	739,540	739,540	54,652	< 0,0001	****
traitement	3	4540,193	1513,398	111,839	< 0,0001	****
Variétés*traitement	3	5852,088	1950,696	144,155	< 0,0001	****

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي : \*\* = Significatif ; \* , غير معنوي : N .S = Non Significatif

: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif معنوي جدا

2. 1.2.III. القمح اللين



شكل III 14: محتوى الكلوروفيل (A,B, A+B) عند نباتات القمح اللين لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الصعود عند إجهاد 41 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف).

• الكلوروفيل A

تباين محتوى الكلوروفيل A عند نبات القمح اللين عند المعاملة SDH بين  $4.12 \pm 38.37$  ميكرو مول / مغ مادة غضة كأعلى قيمة و  $0.81 \pm 28.62$  ميكرو مول / مغ مادة غضة كأدنى قيمة عند الصنفين FA و Mexi على الترتيب.

في حين ارتفع عند نباتات ADH إلى مرة ونصف عند الصنف FA ( $1.81 \pm 56.72$  ميكرو مول / مغ مادة غضة) و انخفض قليلا جدا عند الصنف Mexi ( $5.80 \pm 28.56$  ميكرو مول / مغ مادة غضة) مقارنة بالمعاملة.

انخفض عند المعاملة APR1 إلى النصف عند الصنف FA ( $2.03 \pm 25.72$  ميكرو مول / مغ مادة غضة) و قليلا عند الصنف Mexi ( $4.52 \pm 18.45$  ميكرو مول / مغ مادة غضة) مقارنة بالمعاملة ADH

في حين سجلت زيادة معتبرة له عند المعاملة APR2 و متقاربة عند كلا الصنفين ( $3.84 \pm 51.84$  ميكرو مول / مغ مادة غضة و  $0.3 \pm 50.28$  ميكرو مول / مغ مادة غضة) FA و Mexi على الترتيب، تجاوزت جميع المحتويات المسجلة عند بقية المعاملات.

أسفر تحليل التباين لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما.

## تحليل النتائج

جدول III 16: اختبار التباين ANOVA لمرحلة الصعود للكلوروفيل A عند القمح اللين .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	1	819,074	819,074	69,742	< 0,0001	****
traitement	3	2782,920	927,640	78,986	< 0,0001	****
Variétés*traitement	3	595,201	198,400	16,893	< 0,0001	****

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي : \*\*, \* = Significatif ; غير معنوي : N.S = Non Significatif

معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

### • الكلوروفيل B

تراوح محتوى الكلوروفيل B بين  $2.66 \pm 25.04$  ميكرو مول / مغ مادة غضة و  $0.57 \pm 18.69$  ميكرومول/مغ مادة غضة كأعلى قيمة عند صنف FA و أدنى قيمة عند صنف Mexi عند المعاملة SDH. في حين انخفض عند المعاملة ADH انخفاضاً معتبراً مسجلاً  $1/7 (0.05 \pm 3.55)$  ميكرومول/ مغ مادة غضة) و  $1/14 (0.39 \pm 1.26)$  ميكرو مول / مغ مادة غضة) عند الصنفين FA و Mexi على الترتيب استمر انخفاضه عند المعاملة APR1 للصنف FA مسجلاً قيمة مقارنة للمعاملة ADH  $(0.26 \pm 3.09)$  ميكرومول/ مغ مادة غضة)، على العكس سجل الصنف Mexi ارتفاعاً ضئيلاً وقدر ب  $0.70 \pm 2.41$  ميكرومول/ مغ مادة غضة.

ارتفع عند المعاملة APR2 بقيم متقاربة عند كلا صنفين وأعظمية مقارنة بالمعاملات المائية الأخرى، قدرت ب  $2.67 \pm 35.89$  ميكرو مول / مغ مادة غضة و  $0.41 \pm 35.51$  ميكرومول/ مغ مادة غضة عند FA و Mexi على الترتيب.

أسفر تحليل التباين لعاملين عن وجود فرق معنوي بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما.

جدول III 17: اختبار التباين لمرحلة الصعود للكلوروفيل B عند القمح اللين.

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Varietes	1	35,197	35,197	18,239	0,001	***
traitement	3	4694,007	1564,669	810,803	< 0,0001	****
Varietes*traitement	3	33,975	11,325	5,868	0,007	**

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي : \*\*, \* = Significatif ; غير معنوي : N.S = Non Significatif

معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

### • الكلوروفيل A+B

كان محتوى الكلوروفيل A+B متقارباً عند صنف القمح اللين عند المعاملة SDH حيث سجلت أعلى قيمة عند الصنف FA  $(6.78 \pm 63.40)$  ميكرو مول / مغ مادة غضة) وأدنى قيمة عند الصنف Mexi  $(1.38 \pm 53.28)$  ميكرو مول / مغ مادة غضة).

في حين انخفض عند المعاملة ADH انخفاضاً طفيفاً عند الصنف FA  $(1.86 \pm 60.26)$  ميكرو مول / مغ مادة غضة) و معتبراً عند صنف Mexi  $(6.13 \pm 29.83)$  ميكرو مول / مغ مادة غضة) مقارنة بالنباتات SDH.

## تحليل النتائج

تواصل انخفاضه عند المعاملة APR1 عند كلا صنفين و قدرت قيمتهما ب  $2.27 \pm 28.18$  و  $5.21 \pm 20.86$  ميكرومول / مغ مادة غضة عند ال صنفين FA و Mexi على الترتيب .

ثم ارتفع ارتفاعا معتبرا عند المعاملة APR2 بقيم متقاربة جدا بين الصنفين تعدت قيمة المعاملات الثلاث السابقة ( $6.50 \pm 87.73$  و  $0.75 \pm 85.79$  ميكرومول / مغ مادة غضة) عند FA و Mexi على التوالي .

أسفر تحليل التباين لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما.

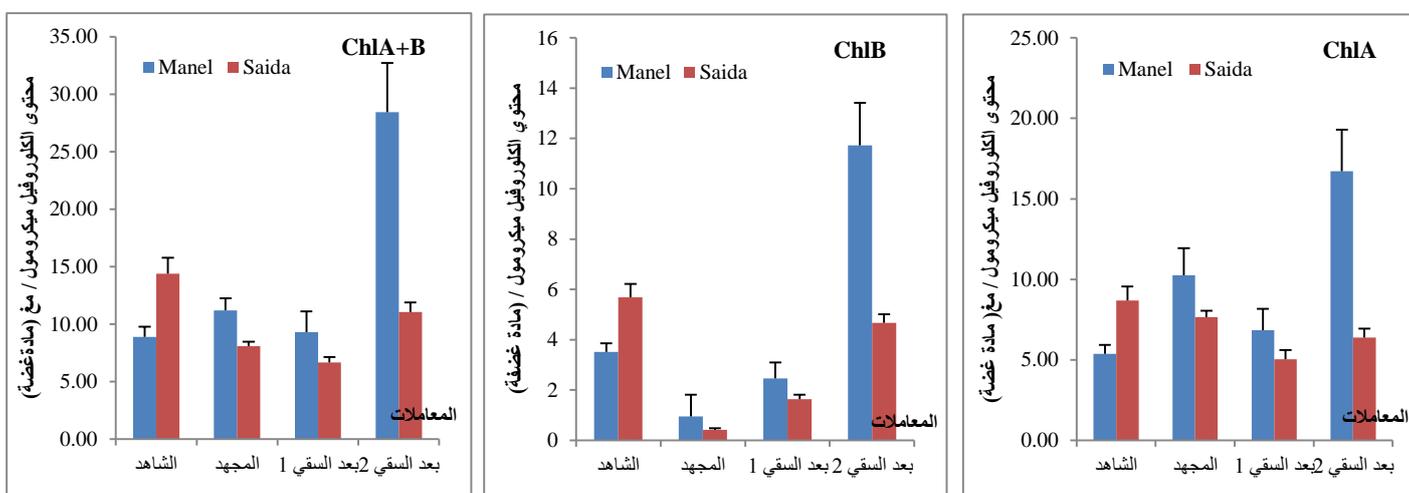
جدول III 18 : اختبار التباين لمرحلة الصعود للكلوروفيل A+B عند القمح اللين .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	1	1193,850	1193,850	58,236	< 0,0001	****
traitement	3	12009,451	4003,150	195,272	< 0,0001	****
Variétés*traitement	3	684,838	228,279	11,135	0,000	***

; جد معنوي: Hautement Significatif = \*\*\* ; معنوي : Significatif = \*\* , \* ; غير معنوي : N .S = Non Significatif

: Très Hautement Significatif = \*\*\*\* معنوي جدا

### III.1.2.3. الشعير



شكل III 15 : محتوى الكلوروفيل (A,B, A+B) عند نباتات الشعير لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الصعود عند إجهاد 41 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف).

#### • الكلوروفيل A

تراوح محتوى الكلوروفيل A لصنفي الشعير عند النباتات SDH بين  $0.87 \pm 8.68$  و  $0.54 \pm 5.37$  ميكرومول/مغ مادة غضة كأدنى قيمة عند صنف Manel وأعلى قيمة عند الصنف Saida . ثم ارتفع عند النباتات ADH بمرتين عند صنف Manel ( $1.70 \pm 10.24$  ميكرومول/مغ مادة غضة) و انخفض قليلا عند صنف Saida ( $0.38 \pm 7.66$  ميكرومول/مغ مادة غضة) .

## تحليل النتائج

انخفض محتوى الكلوروفيل A عند المعاملة APR1 عند كلا صنفين وقدرت قيمته ب  $1.34 \pm 6.83$  ميكرو مول / مغ مادة جافة كادني قيمة عند صنف Saida .

ارتفع محتوى كلوروفيل A عند المعاملة APR2 عند كلا صنفين، لكنه سجل ارتفاعا معتبرا عند صنف Manel وقدر ب  $2.57 \pm 16.71$  كقيمة أعظمية مقارنة بجميع المعاملات المائية السابقة بمعنى مرتين و نصف، مرتين و 3 مرات مقارنة بالمعاملتين APR1، ADH . لكنه انخفض قليلا عند الصنف Saida ( $0.55 \pm 6.39$  ميكرو مول / مغ مادة غضة ) مقارنة بنفس المعاملات المائية .

أسفر تحليل التباين لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما .

جدول III 19 : اختبار التباين لمرحلة الصعود للكلوروفيل A عند القمح الشعير .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	1	48,733	48,733	29,635	< 0,0001	****
traitement	3	109,071	36,357	22,109	< 0,0001	****
Variétés*traitement	3	142,525	47,508	28,890	< 0,0001	****

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي : \*\*, \* ; غير معنوي : N.S = Non Significatif

معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

### • الكلوروفيل B

سجل محتوى الكلوروفيل B لنباتات الشعير SDH قيما تراوحت بين  $0.52 \pm 5.09$  و  $0.34 \pm 3.51$  ميكرو مول/ مغ مادة غضة كأعلى وأدنى قيمة عند Saida و Manel على الترتيب.

انخفض محتوى الكلوروفيل B عند النباتات ADH و سجل قيما ضئيلة جدا تراوحت ما بين  $0.86 \pm 0.95$  و  $0.04 \pm 0.41$  ميكرو مول / مغ مادة غضة كأعلى قيمة عند الصنف Manel و Saida على التوالي

في حين ارتفع قليلا عند المعاملة APR1 لكلا صنف الشعير Manel (  $0.63 \pm 2.46$  ميكرو مول / مغ مادة غضة ) و Saida ( $0.17 \pm 1.63$  ميكرو مول / مغ مادة جافة) على التوالي.

تواصل ارتفاع محتوى كلوروفيل B بتواصل السقي الثاني APR2 لكلا الصنفين بما يعادل 5 مرات عند الصنف Manel ( $1.69 \pm 11.73$  و  $0.34 \pm 4.66$  ميكرو مول / مغ مادة غضة ) و 4 مرات عند صنف Saida ( $0.34 \pm 4.67$ ) مقارنة بالمعاملة المائية APR1 .

أسفر تحليل التباين لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما .

## تحليل النتائج

جدول III 20: اختبار التباين لمرحلة الصعود للكلوروفيل B عند الشعير.

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	1	14,691	14,691	25,965	0,000	***
traitement	3	196,620	65,540	115,839	< 0,0001	****
Variétés*traitement	3	68,743	22,914	40,500	< 0,0001	****

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي: \*\* = Significatif ; \* ; غير معنوي: N.S = Non Significatif

معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

### • الكلوروفيل A+B

تباين محتوى كلوروفيل A+B عند صنف الشعير عند المعاملة SDH و قدر ب  $1.39 \pm 14.37$  و  $0.88 \pm 8.89$  ميكرو مول/ مغ مادة جافة عند الصنفين Saida و Manel على الترتيب.

انخفض قليلا عند المعاملة ADH عند كلا صنفين و سجل محتوى  $1.05 \pm 11.20$  ميكرو مول / مغ مادة غضة عند الصنف Manel و  $0.40 \pm 8.07$  ميكرو مول / مغ مادة غضة عند الصنف Saida.

تواصل انخفاض محتواه بعد إعادة السقي الأول (APR1) عند الصنفين  $1.80 \pm 9.30$  و  $0.48 \pm 6.67$  ميكرو مول/ مغ مادة غضة عند Manel و Saida على التوالي .

في حين ارتفع بعد معاملة السقي (APR2) مسجلا قيمتي  $4.26 \pm 28.45$  ميكرو مول / مغ مادة غضة و  $0.84 \pm 11.05$  ميكرو مول / مغ مادة غضة عند صنف Manel و Saida على التوالي مقارنة بجميع المعاملات المائية الثلاث السابقة.

أسفر تحليل التباين لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما.

جدول III 21: اختبار التباين لمرحلة الصعود للكلوروفيل A+B عند الشعير .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	1	116,937	116,937	35,579	< 0,0001	****
traitement	3	490,118	163,373	49,707	< 0,0001	****
Variétés*traitement	3	406,896	135,632	41,266	< 0,0001	****

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي: \*\* = Significatif ; \* ; غير معنوي: N.S = Non Significatif

معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

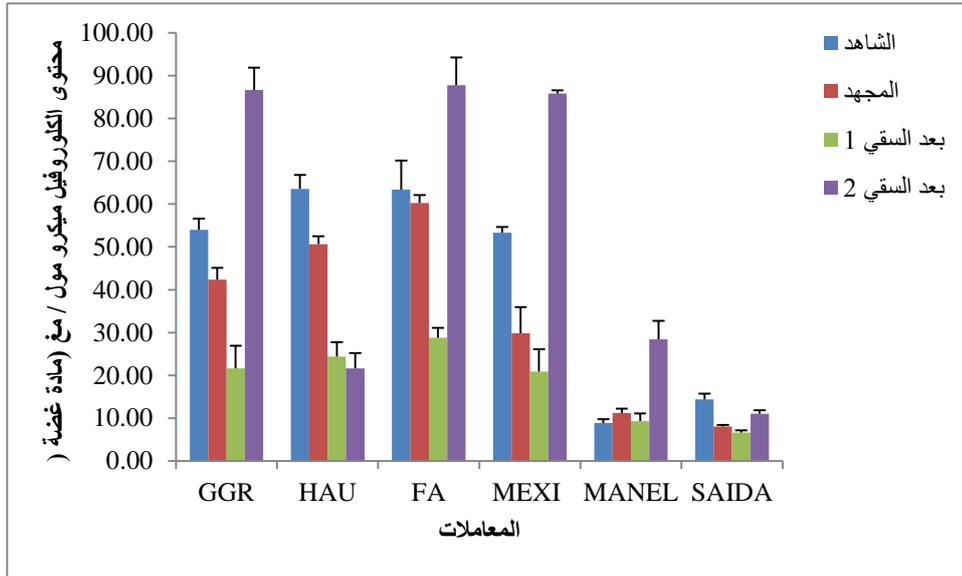
تم فصل الأصناف المدروسة باختبار SNK لكل نوع إلى مجموعتين مستقلتين A و B بحيث يتصرف كل صنف بصورة مستقلة عن الصنف الثاني. كما تم فرز المعاملات المائية المدروسة من 3 إلى 4 مجموعات ( جدول III 22).

تحليل النتائج

جدول III 22: المجموعات المتجانسة للتداخل بين الأصناف والمعاملات المائبة للكلوروفيل (A,B, ) عند القمح الصلب، القمح اللين والشعير .

الاجهاد	نوع النبات	Chl	الصنف	المعاملة
الإجهاد الاول (مرحلة الصعود)	القمح الصلب	Chl A	GGR(A)=36.008 Hau (B)=31.313	Stress(A)=43.701 Témoin(B)=35.387 Apr 7 jour(B)=34.161 Apr24h(C)=21.193
		Chl B	GGR(A)=15.138 Hau(B)=8.731	Témoin(A)=23.176 Apr 7 jour(B)=19.954 Stress(C)=2.788 Apr 24h (C)=1.820
		Chl A+B	GGR(A)=51.146 Hau(B)=4.044	Témoin(A)=58.762 Apr 7 jour (B)54.114 Stress(C)=46.489 Apr2 24h (D)=23.013
	القمح اللين	Chl A	FA(A)=43.161 Mexi(B)=31.477	Apr 7jour (A)=51.058 Stress(B)=42.640 Témoin(C)=33.492 Apr 24h(D)=22.048
		Chl B	FA(A)=16.890 Mexi(B)=14.468	Apr 7 jour(A)=35.698 Témoin(B)=21.863 Apr 24h(C )(2.751) Stress(C)=2.405
		Chl A+B	FA(A)=60.050 Mexi(B)=45.945	Apr 7 jour(A)=86.756 Témoin(B)=55.355 Stress(C)=45.044 Apr 24h(D)=24.835
	الشعير	Chl A	Manel (A) =9,791 Saida (B) =6,941	APR7jours (A) = 11.549 Stress (B) =8.952 Témoin (C) = 7.029 APR24h (C) =5.934
		Chl B	Manel (A) =4,666 Saida (B) =3,101	APR7jours(A)=8.201 Témoin(B)=4.602 APR24h( C)= 2.049 Stress(D)=0.683
		Chl A+B	Manel (A)= 14,457 Saida (B) =10,042	APR7jours (A)=19.750 Témoin(B)=11.630 Stress( C)=9.635 APR24h( C)=7.982

III.1.2.4. التداخل والمقارنة بين الانواع



شكل III 16: محتوى الكلوروفيل الكلي ل 6 أصناف من القمح الصلب، القمح اللين و الشعير خلال أربع معاملات مائية عند مرحلة الصعود.

كان محتوى الكلوروفيل A+B مرتفعا عند النباتات SDH لأصناف القمح بنوعيه مقارنة مع صنف الشعير. سجل الصنف Haurani للقمح الصلب أعلى قيمة ( $63,53 \pm 3,31$  ميكرو مول / مغ مادة غضة) ما يعادل 8 أضعاف القيمة الصغرى عند الصنف Maneل للشعير ( $8,89 \pm 0,88$  ميكرو مول / مغ مادة غضة).

تناقص محتوى الكلوروفيل عند نباتات ADH عند الأصناف الستة المدروسة بأشكال واضحة جدا ليعاود الزيادة بعد إعادة السقي الأول لكنه لا يصل إلى مستوى المعاملتين SDH و ADH . و يزداد بشكل أسرع عند السقي الثاني عند جميع الأصناف بقيم معتبرة جدا تتجاوز المحتويات المسجلة عند المعاملة الشاهد باستثناء الصنف Hau للقمح الصلب الذي يسلك مسار الانخفاض المستمر على طول تتابع المعاملات المائية..

أسفر تحليل التباين لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما جدول III 23.

## تحليل النتائج

جدول III 23: اختبار التباين لمرحلة الصعود للكلوروفيل B+A عند 6 أصناف من القمح.

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Singificati on
Variétés	5	25884,733	5176,947	456,341	< 0,0001	****
traitement	3	24421,884	8140,628	717,586	< 0,0001	****
Variétés*traitement	15	9071,679	604,779	53,310	< 0,0001	****

N.S = Non Significatif : غير معنوي ; \*, \*\* = Significatif : معنوي ; \*\*\* = Hautement Significatif : جد معنوي ;  
\*\*\*\*= Très Hautement Significatif : معنوي جدا

مكن اختبار SNK من فرز الأصناف الستة إلى 5 مجموعات والمعاملات المائبة إلى 3 مجموعات:

**A>B>C>D>E <=> Haurani~ FA > GGR > Mexi > Manel > Saida**

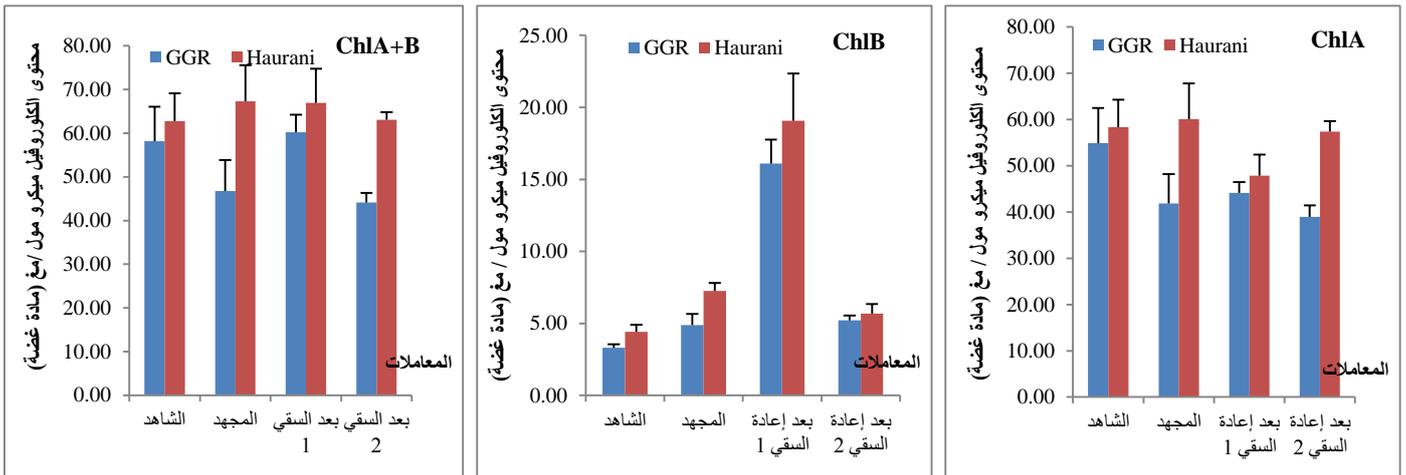
**<=> 56,088~ 55,172 > 51,422> 42,397 > 14,457**

**A>B>C <=> APR7jours >Témoïn >Stress>APR24h <=> 64,420 >41,916>33,723> 12,992**

كما أفرز اختبار SNK التداخل بين العاملين الصنف والمعاملة المائبة إلى 11 مجموعة (ملحق 13)

### 2.2.III . الإجهاد الثاني (مرحلة الإسهال)

#### 1. 2.2.III . القمح الصلب



شكل III 17: محتوى الكلوروفيل (A, B, A+B) عند نباتات القمح الصلب لمختلف المعاملات المائبة عند مرحلة الإسهال عند إجهاد 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف).

## الكلوروفيل A

تقارب محتوى كلوروفيل A عند نباتات القمح الصلب عند كلا الصنفين خلال المعاملات المائية الأربعة المطبقة سجلت أعلى قيمة عند صنف Haurani المجهد ( $7,74 \pm 60,04$  ميكرو مول / مغ مادة غضة) و أدنى قيمة لدى صنف GGR بعد السقي الثاني ( $7.62 \pm 54.86$  ميكرو مول / مغ مادة غضة) . أسفر تحليل التباين لعاملين عن وجود فرق معنوي بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما.

جدول III 24 : اختبار التباين لمرحلة الإنبال للكلوروفيل A عند القمح الصلب .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Singification
Variétés	1	719,426	719,426	24,905	0,000	***
traitement	3	380,073	126,691	4,386	0,020	*
Variétés*traitement	3	324,079	108,026	3,740	0,033	*

; جد معنوي: Hautement Significatif = \*\*\* ; معنوي : Significatif = \*\*, \* ; غير معنوي : N .S = Non Significatif

معنوي جدا: Très Hautement Significatif = \*\*\*\*

## الكلوروفيل B

تقارب محتوى كلوروفيل عند كلا صنفين خلال المعاملات المائية الثلاثة SDH ، ADH ، و APR2 الاختلاف الوحيد كان في ارتفاع محتوى كلوروفيل في معاملة APR1 عند كلا صنفين حيث قدرت ب  $3.28 \pm 19.08$  و  $1.65 \pm 16.10$  ميكرو مول / مغ مادة غضة عند الصنفين Haurani و صنف GGR على الترتيب .

أسفر تحليل التباين لعاملين عن وجود فرق جد معنوي بين الأصناف و جد معنوي بين المعاملات المائية وغير معنوي في التداخل بينهما.

جدول III 25 : اختبار التباين لمرحلة الإنبال للكلوروفيل B عند القمح الصلب .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	1	17,989	17,989	9,449	0,007	**
traitement	3	714,249	238,083	125,053	< 0,0001	****
Variétés*traitement	3	5,925	1,975	1,037	0,403	N .S

جد : Hautement Significatif = \*\*\* ; معنوي : Significatif = \*\*, \* ; غير معنوي : N .S = Non Significatif

معنوي جدا: Très Hautement Significatif = \*\*\*\* ; معنوي

## • الكلوروفيل A+B

سلك محتوى كلوروفيل A+B نفس سلوك الكلوروفيل A مع جميع المعاملات المائية و أسفر تحليل التباين لعاملين عن وجود فرق معنوي بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما.

## تحليل النتائج

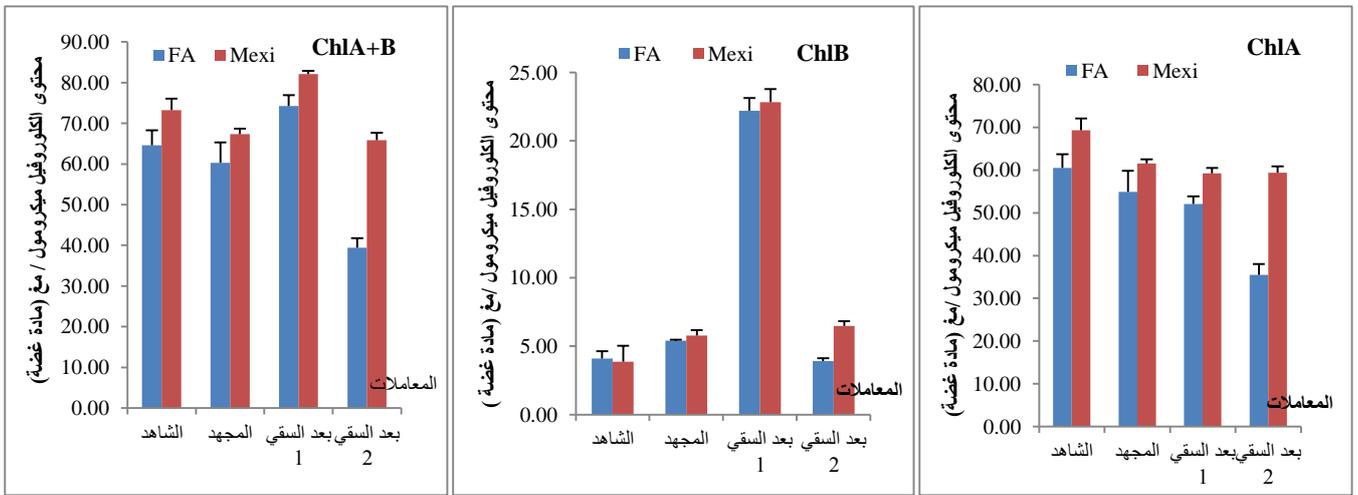
جدول III 26: اختبار التباين لمرحلة الإنبال للكلوروفيل A+B عند القمح الصلب.

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr>F	Signification
Variétés	1	964,938	964,938	25,151	0,000	***
Traitement	3	335,062	111,687	2,911	0,067	*
Variétés*Traitement	3	302,040	100,680	2,624	0,086	*

; جد معنوي: \*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي : \*\* , \* ; غير معنوي : N.S = Non Significatif

معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

### III.2.2.2. القمح اللين



شكل III 18: محتوى الكلوروفيل (A, B, A+B) عند نباتات القمح اللين لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإنبال عند إجهاد 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف).

#### • الكلوروفيل A

تقارب محتوى كلوروفيل A عند نباتات القمح اللين عند كلا الصنفين خلال المعاملات المائية الأربعة المطبقة سجلت أعلى قيمة عند صنف Mexi الشاهد ( $3.78 \pm 66.97$  ميكرو مول / مغ مادة غضة) و أدنى قيمة لدى صنف FA بعد السقي الثاني ( $2.57 \pm 35.46$  ميكرو مول / مغ مادة غضة) و أسفر تحليل التباين لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما.

## تحليل النتائج

جدول III 27 : اختبار التباين لمرحلة الإنبال للكلوروفيل A عند القمح اللين .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	1	812,654	812,654	114,882	< 0,0001	****
Traitement	3	944,465	314,822	44,505	< 0,0001	****
Variétés*Traitement	3	304,223	101,408	14,336	< 0,0001	****

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي: \*\*, \* = Significatif ; غير معنوي: N.S = Non Significatif

معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

### • الكلوروفيل B

تقارب محتوى كلوروفيل B عند كلا صنفين خلال المعاملات المائية الثلاثة SDH ، ADH ، و APR2 الاختلاف الوحيد كان في ارتفاع محتوى كلوروفيل B في معاملة APR1 عند كلا الصنفين حيث قدرت ب  $0.94 \pm 22.20$  و  $0.94 \pm 22.20$  ميكرو مول /مغ مادة غضة عند الصنفين Mexi و FA على الترتيب .

أسفر تحليل التباين لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما.

جدول III 28 : اختبار التباين ANOVA لمرحلة الإنبال للكلوروفيل B عند القمح اللين .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	1	4,215	4,215	9,078	0,008	***
Traitement	3	1401,465	467,155	1006,056	< 0,0001	****
Variétés*Traitement	3	6,557	2,186	4,707	0,015	***

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي: \*\*, \* = Significatif ; غير معنوي: N.S = Non Significatif

معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

### • الكلوروفيل A+B

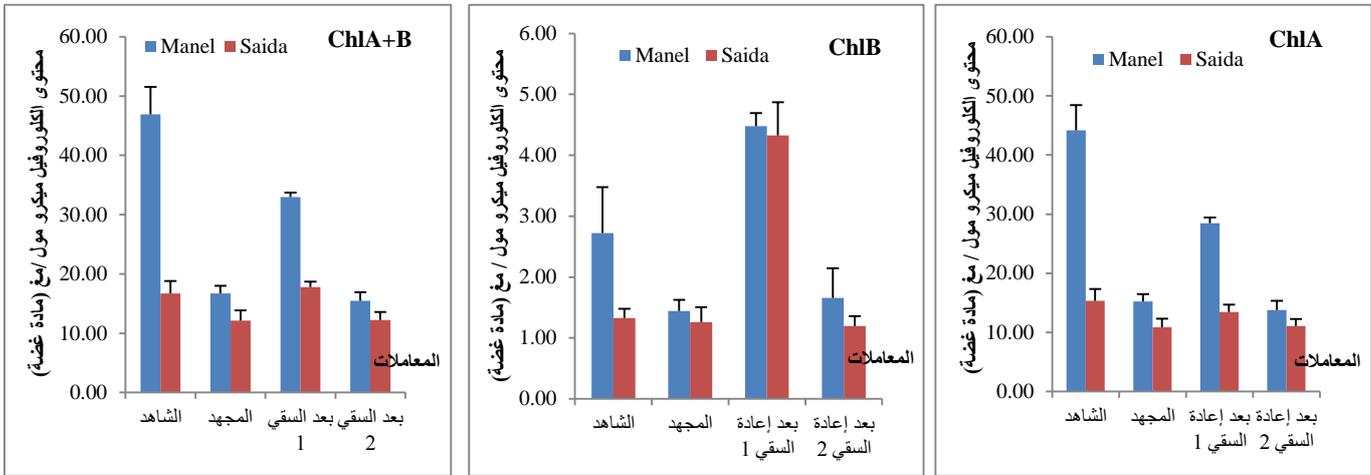
سلك محتوى كلوروفيل A+B نفس سلوك الكلوروفيل A مع جميع المعاملات المائية و أسفر تحليل التباين لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما.

جدول III 29 : اختبار التباين لمرحلة الإنبال للكلوروفيل A+B عند القمح اللين .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	1	933,926	933,926	113,465	< 0,0001	****
Traitement	3	2042,437	680,812	82,713	< 0,0001	****
Vari*Trait	3	393,049	131,016	15,917	< 0,0001	****

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي: \*\*, \* = Significatif ; غير معنوي: N.S = Non Significatif

معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif



شكل III 19: محتوى الكلوروفيل (A,B, A+B) عند نباتات الشعير لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإنبال عند إجهاد 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف).

• كلوروفيل A

تباين محتوى كلوروفيل لدى صنف الشعير خلال المعاملات المائية المطبقة و التي تقاربت جليها في محتوياته باستثناء الصنف Manel الذي سجل قيمة أعظمية عند المعاملتين SDH و APR1 (4,23±44,19 ميكرو مول / مغ مادة غضة و 1.20±28.47 ميكرو مول / مغ مادة غضة) على التوالي .

و الملاحظ أن محتوى APR1 و ADH يكونان متقاربان جدا عند صنف الشعير .

أسفر تحليل التباين لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما.

جدول III 30 : اختبار التباين لمرحلة الإنبال للكلوروفيل A عند الشعير .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	1	975,712	975,712	246,756	< 0,0001	****
Traitement	3	1189,460	396,487	100,271	< 0,0001	****
Vari*Trait	3	649,963	216,654	54,791	< 0,0001	****

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي : \*\* , \* = Significatif ; غير معنوي : N.S = Non Significatif

معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

• الكلوروفيل B

تقارب محتوى كلوروفيل B عند كلا صنفين خلال المعاملات المائية الثلاثة SDH ، ADH ، و APR2 الاختلاف الوحيد كان في ارتفاع محتوى كلوروفيل B في معاملة APR1 عند كلا الصنفين بنفس القيمة تقريبا (0.94±45 و 0.94±45 ميكرومول /مغ مادة غضة عند Manel و Saida .

## تحليل النتائج

أسفر تحليل التباين (ANOVA) لعاملين عن وجود فرق جد معنوي بين كل من الأصناف والمعاملات المائية ومعنوي للتداخل بينهما.

جدول III 31: اختبار التباين ANOVA لمرحلة الإسبال للكلوروفيل عند الشعير .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	1	1,805	1,805	11,191	0,004	***
Traitement	3	36,937	12,312	76,321	< 0,0001	****
Vari*Trait	3	1,516	0,505	3,133	0,055	*

; جد معنوي: Hautement Significatif = \*\*\* ; معنوي: Significatif = \*\*, \* ; غير معنوي: N .S

: Très Hautement Significatif = \*\*\*\* معنوي جدا

### • كلوروفيل A+B

سلك محتوى كلوروفيل A+B نفس سلوك الكلوروفيل A مع جميع المعاملات المائية وتميز الصنف Manel بأكبر محتوى عند النباتات (APR1) ( $1.71 \pm 72.43$  ميكرو مول / مغ مادة غضة).

أسفر تحليل التباين (ANOVA) لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما.

جدول III 32: اختبار التباين ANOVA لمرحلة الإسبال للكلوروفيل A+B عند الشعير .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	1	1061,460	1061,460	236,040	< 0,0001	****
Traitement	3	1376,526	458,842	102,034	< 0,0001	****
Vari*Trait	3	701,207	233,736	51,976	< 0,0001	****

; جد معنوي: Hautement Significatif = \*\*\* ; معنوي: Significatif = \*\*, \* ; غير معنوي: N .S

: Très Hautement Significatif = \*\*\*\* معنوي جدا

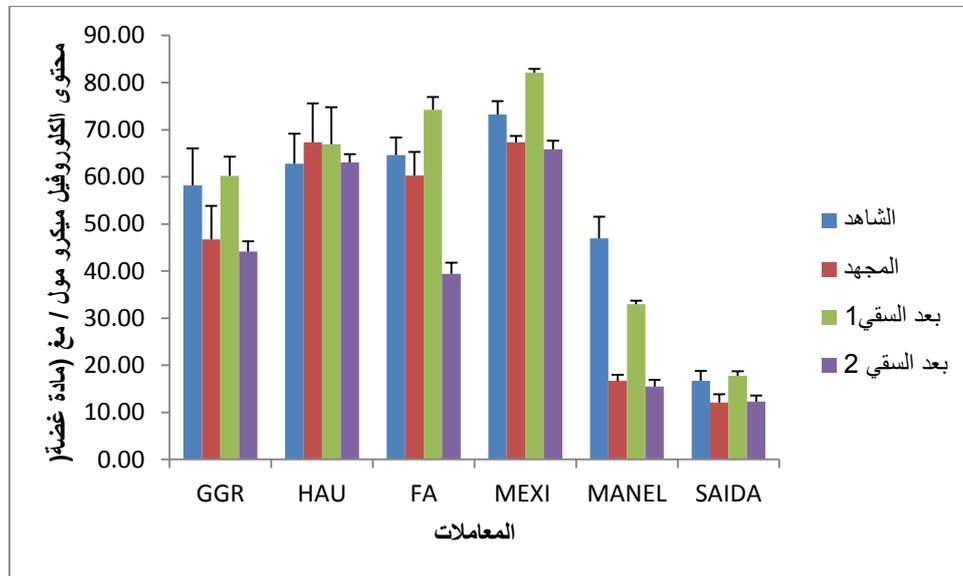
أسفر اختبار SNK عن تميز صنف كل نوع بمجموعتين مستقلتين عن بعضهما البعض و فرز المجموعات المائية من مجموعة إلى ثلاث مجموعات لتحديد وجود فرق من عدمه بين معاملة مائية و أخرى خلال هذه المرحلة الحرجة من دورة حياة النبات.

جدول III 33 : المجموعات المتجانسة للنبات بين عامل الأصناف والمعاملة المائية .

	نوع النبات	نوع الكلوروفيل	الصنف	المعاملة
الإجهاد الثاني (مرحلة الإسيال)	القمح الصلب	ChA	Hau (A) = 55.900 GGR(B)= 44.949	Témoin (A)= 56.606 Stress (A-B) = 50.958 APR 7 jours (B)=48.142 APR 24h (B) = 45.993
		ChB	Hau (A)= 9.109 GGR (B) =7.377	APR 24h (A)= 17.589 Stress(B) = 6.063 APR7 jours (B-C)=5.454 Témoin (C) =3.867
		ChA+B	Hau (A)= 65.008 GGR(B)= 52.327	APR 24h(A) = 63.582 Témoin (A)= 60.472 Stress (A)=57.020 APR 7 jours (A) = 53.596
	القمح اللين	ChA	Mex(A) = 62.364 FA(B)= 50.726	Témoin (A)= 64.933 Stress(B)= 58.101 APR24h (B)=55.639 APR 7 jours(C)=47.407
		ChB	Mex(A) =9.744 FA (B )= 8.906	APR 24h(A)=22.520 Stress(B)= 5.602 APR 7 jours (B)= 5.202 Témoin (C)=3.978
		Ch A+B	Mex(A) =72.108 FA(B)=59.632	APR 24h (A)= 78.159 Témoin (B)= 68.911 Stress (C) =63.802 APR 7 jours (D)=52.609

الشعير	Ch A	Manel (A)=25.431 Saida (B)= 12.679	Témoin (A)= 29.770 APR 24h (B) =20.958 Stress (c) =13.059 APR 7 jours (C)=12.433
	Ch B	Manel (A)= 2.575 Saida (B)= 2.027	APR 24h (A)= 4.402 Témoin (B)=2.024 APR 7 jours (C)= 1.428 Stress (C) = 1.351
	Ch A+B	Manel(A)=28.007 Saida(B)=14.706	Témoin(A) = 31.794 APR 24h(B)= 25.360 Stress (C)=14.409

### 4.2.2.III. التداخل والمقارنة بين الأنواع



شكل III 20: محتوى الكلوروفيل الكلي ل 6 أصناف من القمح و الشعير خلال أربع معاملات مائية عند مرحلة الإنبال.

سجل محتوى الكلوروفيل قيما متقاربة عند النباتات غير معرضة للإجهاد (SDH) والنباتات المعرضة للإجهاد (ADH) لأصناف القمح الصلب (GGR,Haurani) والقمح اللين (FA,Mexi) حيث عند

## تحليل النتائج

(ADH) أخذ الصنف Mexi للقمح اللين أعلى قيمة ب  $73,20 \pm 2,86$  ميكرو مول / مع مادة غضة والصنف Saida يسجل أدنى قيمة ب  $16,68 \pm 2,12$  ميكرو مول / مع مادة غضة.

عند معاملة (APR1) سجلنا ارتفاع في محتوى الكلوروفيل عند جميع الأصناف المدروسة، يبقى الصنف Mexi ب  $82,07 \pm 0,84$  ميكرو مول / مع مادة غضة للقمح اللين يسجل أعلى قيمة والصنف Saida للشعير أدنى قيمة ب  $17,78 \pm 0,95$  ميكرو مول / مع مادة غضة.

سجلنا استمرار انخفاض محتوى الكلوروفيل عند معاملة (APR2) حيث يبقى الصنفين Mexi للقمح اللين يسجل قيمة عظمى والصنف Saida للشعير قيمة دنيا.

أسفر تحليل التباين (ANOVA) لعاملين عن وجود فرق معنوي بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما جدول III 34.

جدول III 34 : اختبار التباين ANOVA لمرحلة الإنبال للكلوروفيل A+B عند 6 أصناف من القمح .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
variétés	5	29205,122	5841,024	274,265	< 0,0001	****
traitement	3	2012,643	670,881	31,501	< 0,0001	****
vari*trait	15	2847,318	189,821	8,913	< 0,0001	****

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي : \*\*\* = Significatif ; \* , \*\* = غير معنوي : N .S = Non Significatif

: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif معنوي جدا

مكن اختبار SNK من فرز الأصناف إلى 5 مجموعات والمعاملات إلى ثلاث مجموعات كالتالي :

**A>B>C>D>E <=> Mexi~ FA>Haurani>GGR>Manel>Saida**

**<=>74,021~71,811>62,894>58,372>35,780**

**A>B>C <=>APR7jours>APR24h~Témoin>Stress**

**<=>59,498>55,701~53,726>45,077**

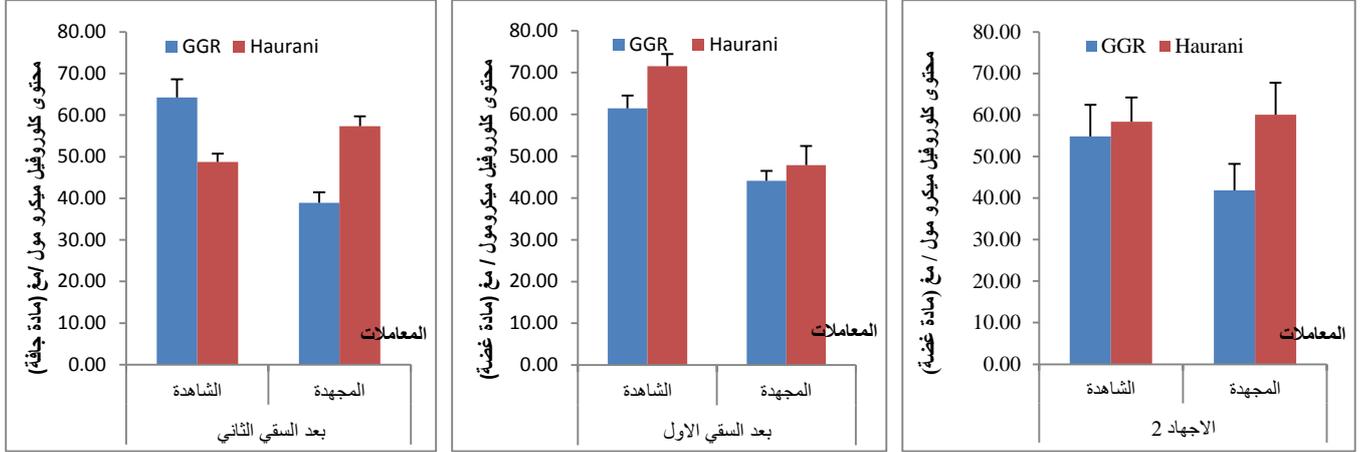
نلاحظ تقارب في محتوى الكلوروفيل عند المعاملات الثلاث (APR24h~Témoin>Stress) عند أصناف القمح بنوعيه باستثناء معاملة بعد السقي الثاني التي تمثل اختلاف بسيط عند بقية المعاملات المائية.

كما مكن اختبار SNK من فرز التداخل بين العاملين الصنف والمعاملة المائية إلى 17 مجموعة (ملحق 14).

### III.2.3. الإجهاد الثاني (مرحلة الإسهال) بالشاهد

#### III.2.3.1. القمح الصلب

##### ● كلوروفيل A



شكل III 21 : محتوى الكلوروفيل A عند نباتات القمح الصلب لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإسهال عند إجهاد 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) .

سجل محتوى الكلوروفيل A عند نباتات القمح الصلب غير معرضة للإجهاد قيما متقاربة خلال المعاملات المائية المطبقة. في حين انخفض محتواه عند نباتات ADH لكلا صنفين خلال المعاملات المائية المطبقة ماعدا صنف Haurani عند تطبيق الإجهاد ارتفع محتوى كلوروفيل بالنسبة لشاهد.

و سجلت أعلى قيمة عند صنف GGR بعد إعادة السقي الثاني وقدرت قيمته ب  $2.49 \pm 64.24$  ميكرو مول / مغ مادة غضة .

أسفر تحليل التباين (ANOVA) لعاملين عن وجود فرق معنوي بين الأصناف و جد معنوي بين المعاملات المائية وكذا التداخل بينهما.

جدول III 35 : اختبار التباين Anova لمرحلة الإسهال للكلوروفيل A عند القمح الصلب .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	1	180,953	180,953	10,987	0,003	**
Traitement	5	1641,991	328,398	19,939	< 0,0001	****
vari*trait	5	945,849	189,170	11,485	< 0,0001	****

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي : \*\* = Significatif ; \* , غير معنوي : N.S = Non Significatif

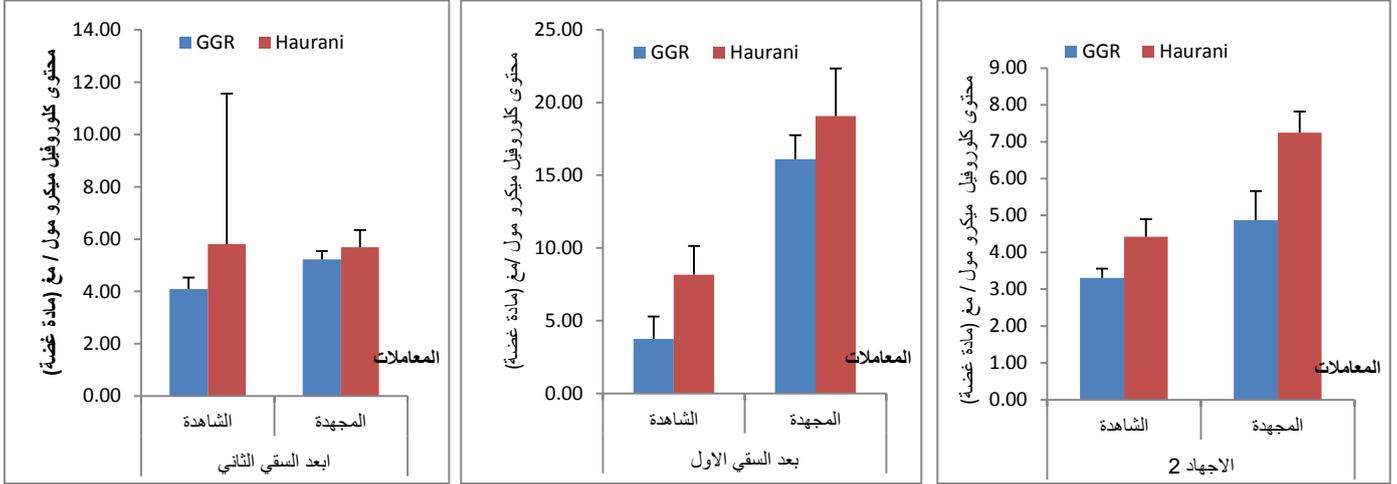
: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif معنوي جدا

مكن اختبار SNK من فرز و تصنيف الأصناف المدروسة الى مجموعتين و من فرز المعاملات المعرض لها النبات إلى ثلاثة مجموعات. كما أسفر التداخل بين العاملين الصنف والمعاملة المائية بظهور 12 مجموعة (ملحق 15).

**A>B <=>Haurani>GGR <=>57,557>53 ,073**

A>B>C <=> TémoinAPR24h> Stress ~Témoin~ TémoinAPR7jours >StressAPR7jours~  
StressAPR24h <=>66,446>58,201~56,606~56,506>48,142~45,993

• كلوروفيل B



شكل III 22 : محتوى الكلوروفيل B عند نباتات القمح الصلب لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإنبال عند إجهاد 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) .

سجل محتوى كلوروفيل B عند نباتات القمح SDH قيما متقاربة في جميع المعاملات المائية المطبقة. في حين ارتفع محتواه عند نباتات ADH لكلا الصنفين في جميع المعاملات المائية المطبقة ماعدا في معاملة بعد السقي الثاني حافظت نباتات المجهدة تقريبا على نفس محتوى مقارنة بالشاهد. فبلغ  $1.65 \pm 16.10$  و  $0.32 \pm 4.09$  ميكرو مول / مغ مادة الغضة عند الصنفين Haurani وGGR على الترتيب.

أسفر تحليل التباين لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما.

جدول III 36 : اختبار التباين Anova لمرحلة الإنبال للكلوروفيل B عند القمح الصلب .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	1	30,565	30,565	6,800	0,015	**
Traitement	5	787,624	157,525	35,045	< 0,0001	****
vari*traite	5	18,718	3,744	0,833	0,539	N.S

; جد معنوي : Hautement Significatif = \*\*\*\* ; معنوي : Significatif = \*\*, \* ; غير معنوي : Non Significatif = N.S

Très Hautement Significatif = \*\*\*\* معنوي جدا

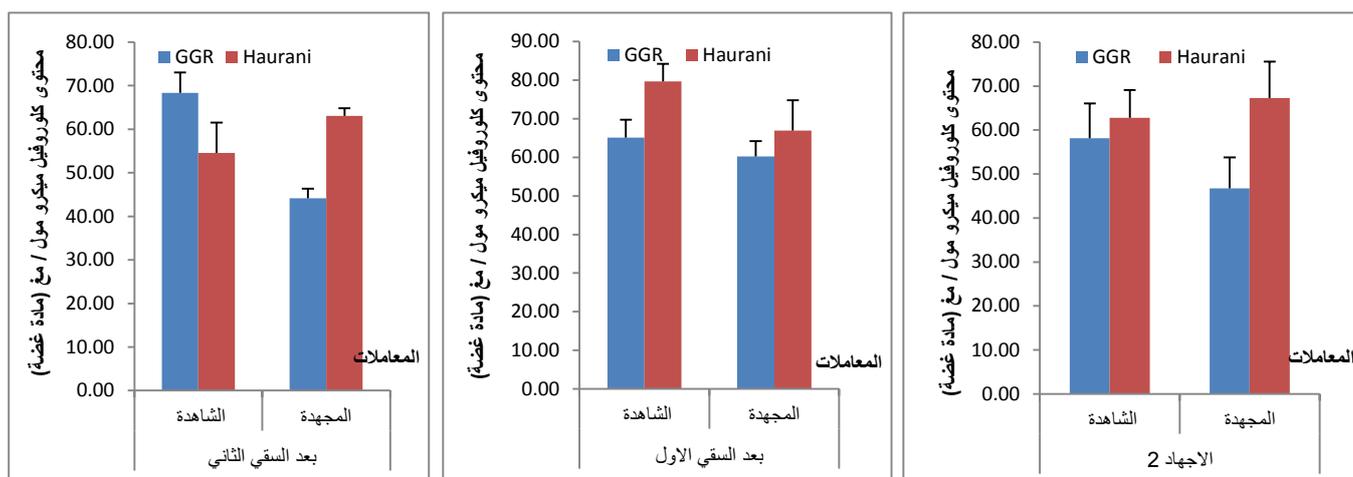
مكن اختبار SNK من فرز و تصنيف الأصناف المدروسة الى مجموعتين و من فرز المعاملات المعرض لها النبات إلى خمسة مجموعات : تضم المجموعة الأخيرة شواهد المعاملات الثلاث في

مجموعة واحدة. كما أسفر التداخل بين العاملين الصنف والمعاملة المائية بظهور تسعة مجموعات (ملحق 16)

$$A>B<=>Haurani>GGR <=>8,157>6,314$$

$$A>B<=> StressAPR24h> TémoinAPR24h\sim Stress\sim StressAPR7jours \\ \sim TémoinAPR7jours\sim Témoin <=>17,589>5,948\sim 5,602\sim 5,454\sim 4,952\sim 3,867$$

• كلوروفيل (A+B)



شكل III 23 : محتوى الكلوروفيل A+B عند نباتات القمح الصلب لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإسبال عند إجهاد 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف).

سجل محتوى الكلوروفيل A+B قيما متقاربة عند نباتات SDH للقمح الصلب عند المعاملات المائية المطبقة و سجلت أعلى قيمة عند الصنف Haurani بعد إعادة السقي الأول و قدرت ب  $4.56 \pm 79.64$  ميكرو مول / مغ مادة غضة. في حين انخفض محتواه عند نباتات ADH لكلا الصنفين خلال المعاملات المطبقة ماعدا الصنف GGR انخفض محتواه عند تطبيق الإجهاد وبعد إعادة السقي الثاني.

أسفر تحليل التباين لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما.

جدول III 37: اختبار التباين Anova لمرحلة الإسبال للكلوروفيل A+B عند القمح الصلب.

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
variétés	1	360,256	360,256	13,202	0,001	***
traitement	5	1111,317	222,263	8,145	0,000	***
variété*trait	5	946,706	189,341	6,939	0,000	***

; جد معنوي: \*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي : \*\* , \* ; غير معنوي : N .S = Non Significatif

\*\*\* = Très Hautement Significatif : معنوي جدا

## تحليل النتائج

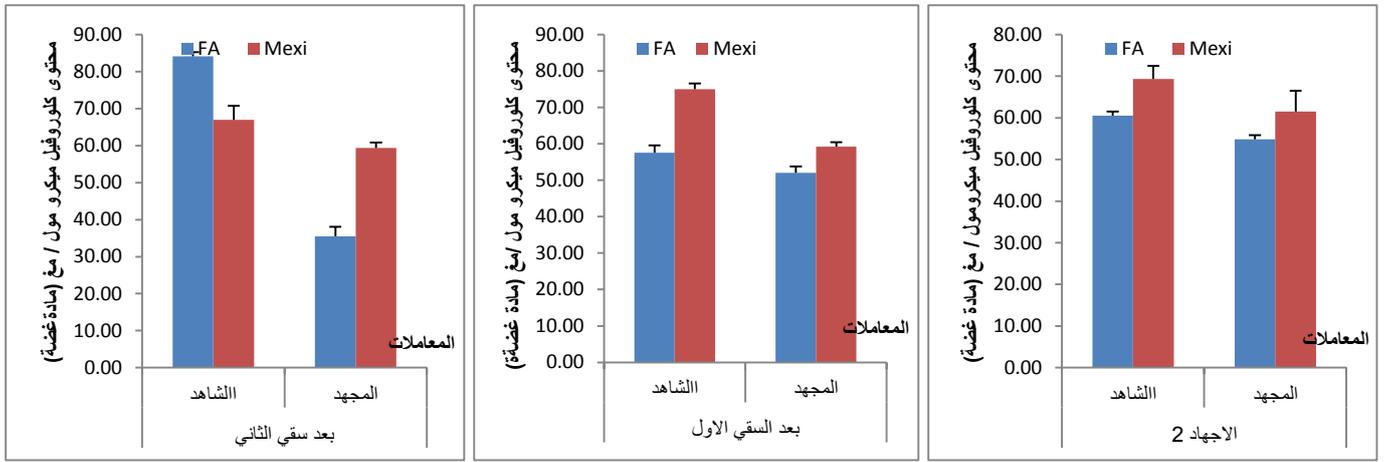
مكن اختبار SNK من فرز و تصنيف الأصناف المدروسة الى مجموعتين و من فرز المعاملات المعرض لها النبات إلى ثلاثة مجموعات. كما أسفر التداخل بين العاملين الصنف والمعاملة المائية بظهور 4 مجموعات (ملحق 17).

**A>B<=>Haurani>GGR <=>65,714>59,387**

**A>B>C <=> TémoinAPR24h> Stress~ StressAPR24h ~TémoinAPR7jours~ Témoin> StressAPR7jours<=>72,394>63,802~63,582~61,457~60,472>53,596**

### 2.3.2.III. القمح اللين

#### • كلوروفيل A



شكل III 24 : محتوى الكلوروفيل A عند نباتات القمح اللين لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإسبال عند إجهاد 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف).

سجل محتوى كلوروفيل A قيم متقاربة عند نباتات SDH خلال المعاملات المائية الأربعة المطبقة. في حين انخفض محتواه عند نباتات ADH لكلا صنفين خلال المعاملات الأربعة المطبقة مقارنة بالشواهد بلغت أعلى قيمة  $61.53 \pm 1.23$  ميكرو مول / مغ مادة غضة عند الصنف Mexi عند معاملة الإجهاد و كأدنى قيمة ب  $35.46 \pm 2.57$  ميكرو مول / مغ مادة غضة عند الصنف FA بعد إعادة السقي الثاني.

أسفر تحليل التباين لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما.

جدول III 38: اختبار التباين Anova لمرحلة الإسبال للكلوروفيل A عند القمح اللين .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	2	516,282	258,141	39,418	< 0,0001	****
Traitement	5	2765,090	553,018	84,445	< 0,0001	****
vari*trait	5	1468,989	293,798	44,863	< 0,0001	****

## تحليل النتائج

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي : \*\* , \* ; غير معنوي : N .S = Non Significatif

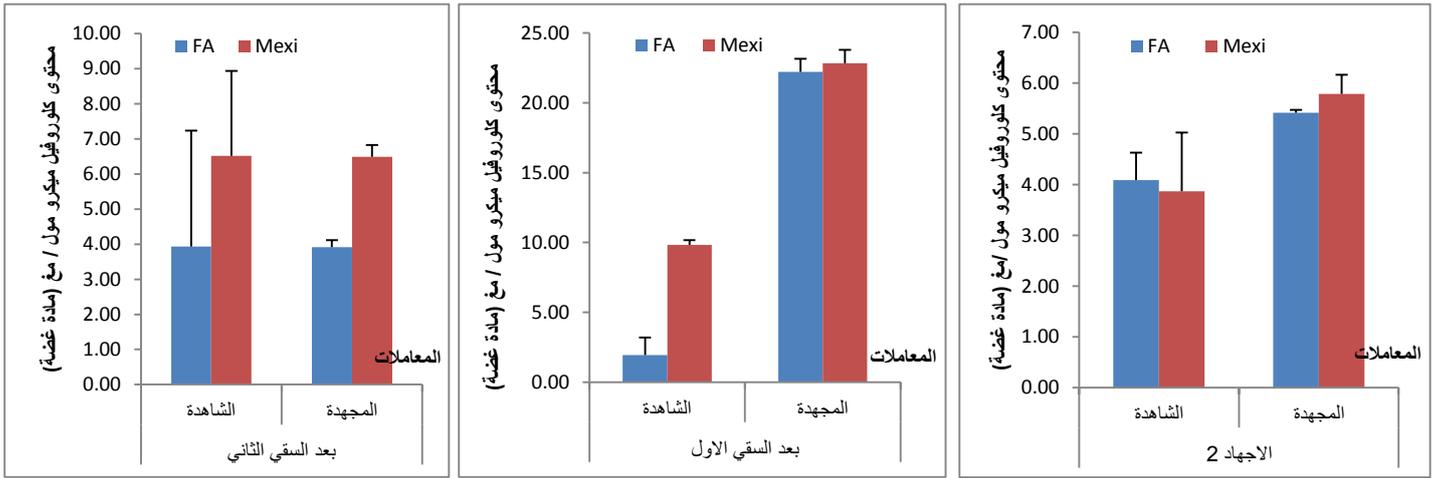
: \*\*\*\* معنوي جدا = Très Hautement Significatif

مكن اختبار SNK من فرز و تصنيف الأصناف المدروسة الى مجموعتين و من فرز المعاملات المعرض لها النبات إلى أربعة مجموعات. كما أسفر التداخل بين العاملين الصنف والمعاملة المائية (نسبة الماء) بظهور 9 مجموعات (ملحق 18).

**A>B <=> Mexi > FA <=> 65,245 > 57,435**

**A>B>C>D <=> Témoin APR 7 jours > Témoin APR 24h ~ Témoin > Stress ~ Stress APR 24h > Stress APR 7 jours <=> 75,568 > 66,292 ~ 64,933 > 58,201 ~ 55,639 > 47,407**

### • كلوروفيل B



شكل III 25 : محتوى الكلوروفيل B عند نباتات القمح اللين لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإنبال عند إجهاد 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف)

سجل محتوى الكلوروفيل B عند نباتات القمح اللين للمعاملة SDH قيما متقاربة خلال المعاملات المائية المطبقة ماعدا الصنف FA بعد إعادة السقي الأول سجل قيمة منخفضة مقارنة بباقي المعاملات الشاهدة (0.20±3.92 ميكرو مول /مغ مادة غضة)، في حين ارتفع محتوى الكلوروفيل B عند كلا صنفين عند جميع المعاملات ADH باستثناء المعاملة بعد السقي الثاني حيث حافظت الأصناف ADH و SDH على نفس القيمة . سجل الصنف Mexi قيمة قصوى بعد إعادة السقي الأول قدرت ب 0.94±22.20 ميكرو مول / مغ مادة غضة .

أسفر تحليل التباين لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما.

## تحليل النتائج

جدول III 39: اختبار التباين Anova لمرحلة الإنبال للكلوروفيل B عند القمح اللين .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	1	47,739	47,739	25,841	< 0,0001	****
Traitement	5	1516,483	303,297	164,171	< 0,0001	****
vari*trait	5	66,158	13,232	7,162	0,000	***

; جد معنوي: Hautement Significatif = \*\*\*\* ; معنوي: Significatif = \*\*\* ; غير معنوي: Non Significatif = N.S

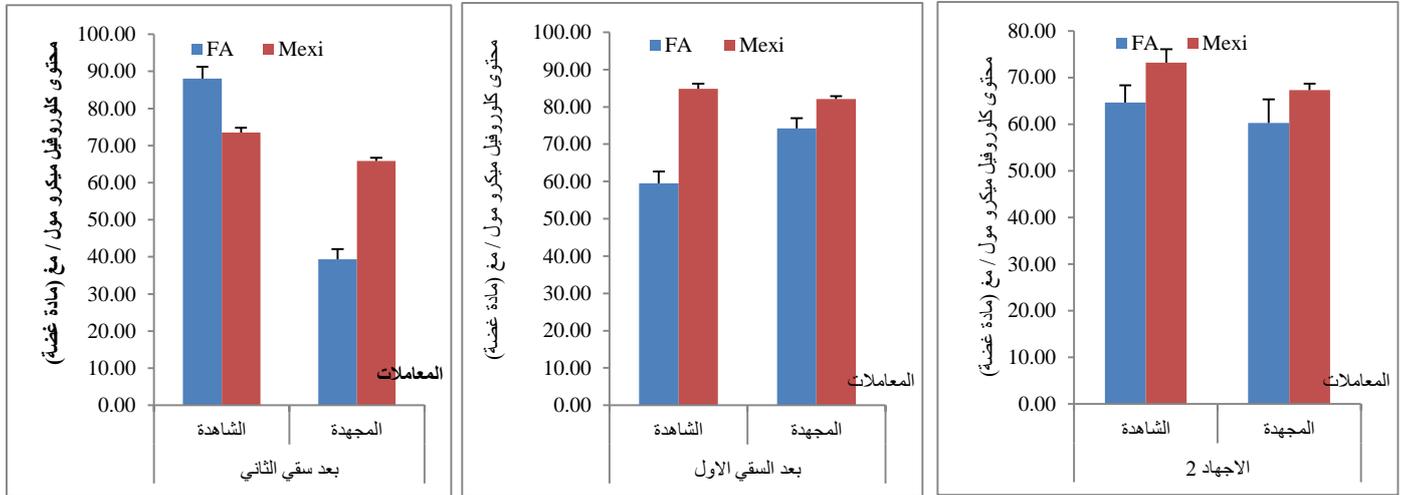
معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

مكن اختبار SNK من فرز و تصنيف الأصناف المدروسة الى مجموعتين و من فرز المعاملات المعرض لها النبات إلى مجموعتين. كما أسفر التداخل بين العاملين الصنف والمعاملة المائية بظهور 5 مجموعات (ملحق 19).

**A>B<=> Mex> FA<=> 9,220>6,917**

**A>B<=> StressAPR24h> TémoinAPR24h ~Stress ~TémoinAPR7jours  
~StressAPR7jours~ Témoin<=>22,520>5,888~5,602~5,224~5,202~3,978**

### • كلوروفيل (A+B)



شكل III 26: محتوى الكلوروفيل A+B عند نباتات القمح اللين لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإنبال عند إجهاد 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف) .

سجل محتوى كلوروفيل A+B قيما متقاربة عند نباتات SDH و ADH لصنفي القمح اللين باستثناء المعاملة بعد السقي الثاني عند النباتات المجهدة. أسفر تحليل التباين لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما.

## تحليل النتائج

جدول III 40: اختبار التباين Anova لمرحلة الإنبال للكلوروفيل A+B عند القمح اللين .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
variétés	1	920,493	920,493	95,378	< 0,0001	****
traitement	5	3166,390	633,278	65,618	< 0,0001	****
vari*trait	5	1692,488	338,498	35,074	< 0,0001	****

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; \*\*\* = Significatif ; \*\* = غير معنوي ; N.S = Non Significatif

معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

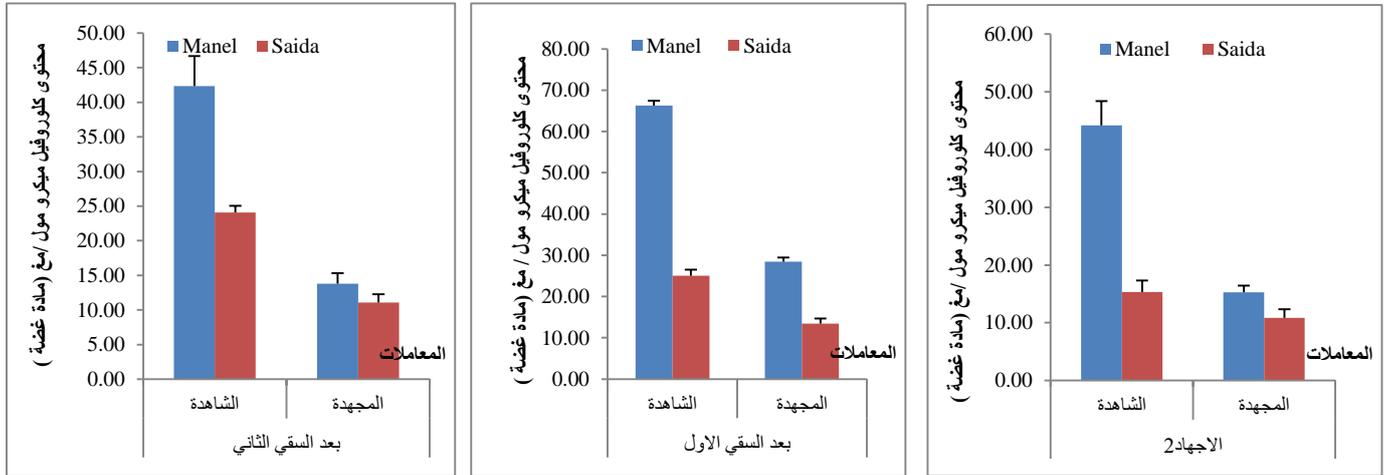
مكن اختبار SNK من فرز و تصنيف الأصناف المدروسة الى مجموعتين و من فرز المعاملات المعرض لها النبات إلى أربعة مجموعات. كما أسفر التداخل بين العاملين الصنف والمعاملة المائية بظهور 5 مجموعات (ملحق 20).

**A>B<=>Mexi>FA<=>74,465>64,352**

**A>B>C>D <=> TémoinAPR7jours~ StressAPR24h> TémoinAPR24h ~Témoin> Stress> StressAPR7jours<=>80,791~78,159>72,179~68,911>63,802>52,609**

### III.3.2.3. الشعير

#### • كلوروفيل A



شكل III 27: محتوى الكلوروفيل A عند نباتات الشعير لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإنبال عند إجهاد 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف).

سجل محتوى كلوروفيل A عند نباتات الشعير SDH قيما متباينة خلال المعاملات المائية المطبقة في حين انخفض محتواه عند نباتات ADH لكلا صنفين في جميع معاملات المائية بمقدار النصف مقارنة بالنباتات الشاهدة لكل معاملة. أسفر تحليل التباين لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما.

## تحليل النتائج

جدول III 41: اختبار التباين Anova لمرحلة الإنبال للكلوروفيل A عند الشعير .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
variétés	1	3051,005	3051,005	665,715	< 0,0001	****
traitement	5	4971,423	994,285	216,948	< 0,0001	****
varie*trait	5	1622,090	324,418	70,787	< 0,0001	****

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي : \*\*\* = Significatif ; \* \*\* = غير معنوي : N.S = Non Significatif

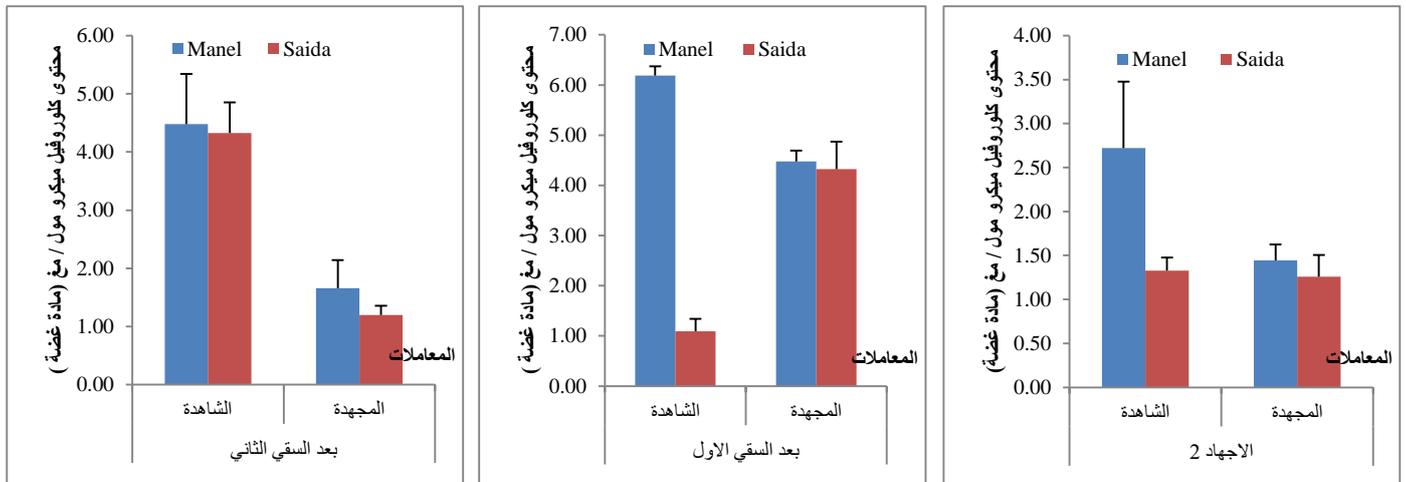
معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

مكن اختبار SNK من فرز و تصنيف الصنفين إلى مجموعتين مستقلتين عن بعضها، ومن فرز المعاملات المعرض لها النبات إلى خمسة مجموعات منفصلة أيضا، مع ضم مجهد المعاملة الأولى ومجهد (APR7jours) في مجموعة واحدة، تمثلها أخر مجموعة. كما أسفر التداخل بين العاملين الصنف والمعاملة المائية عن تواجد خمس مجموعات (ملحق 21).

**A>B <=>Manel>Saida <=>38,503>18,479**

**A>B>C>D>E <=> TémoinAPR24h> TémoinAPR7jours >Témoin StressAPR24h> Stress ~StressAPR7jours <=>49,276>36,246>31,794>25,360>14,409~13,861**

### • كلوروفيل B



شكل III 28: محتوى الكلوروفيل B عند نباتات الشعير لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإنبال عند إجهاد 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف).

تراوح محتوى الكلوروفيل B لنباتات الشعير غير معرضة للإجهاد ما بين  $0.18 \pm 6.19$  و  $0.25 \pm 1.09$  ميكرو مول / مغ مادة غضة عند المعاملة APR1 كأعلى و أدنى قيمة عند صنف Manel و GGR على الترتيب . و تقاربت قيمة الصنفين عند المعاملة APR2 ، في حين انخفض محتواه عند نباتات ADH لكلا الصنفين عند جميع المعاملات المائية المطبقة ما عدا الصنف Saida بعد اعادة السقي الثاني سجل ارتفاعا في محتوى كلوروفيل مقارنة بالشاهد.

أسفر تحليل التباين لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما.

جدول III 42: اختبار التباين Anova لمرحلة الإنبال للكلوروفيل B عند الشعير .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
variétés	1	23,393	23,393	106,427	< 0,0001	****
traitement	5	46,629	9,326	42,429	< 0,0001	****
varis*tra	5	27,425	5,485	24,955	< 0,0001	****

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي : \*\*\* = Significatif ; غير معنوي : N.S = Non Significatif

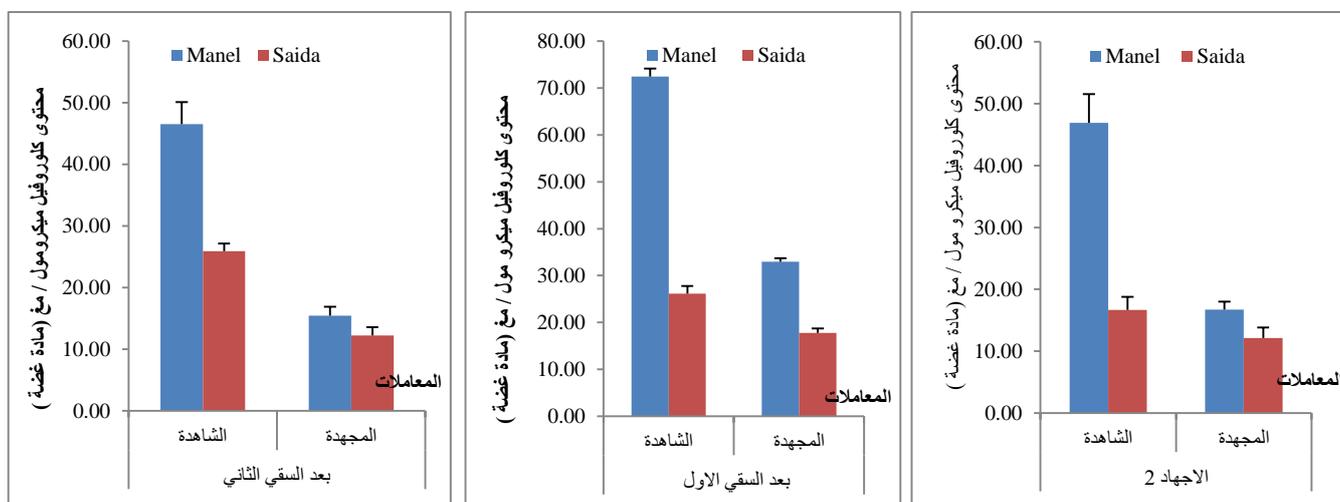
معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

مكن اختبار SNK من فرز و تصنيف الأصناف المدروسة الى مجموعتين و من فرز المعاملات المعرض لها النبات إلى أربعة مجموعات. كما أسفر التداخل بين العاملين الصنف والمعاملة المائية بظهور 4 مجموعة (ملحق 22)

**A>B <=>Manel>Saida <=>3,453>1,841**

**A>B>C>D <=> StressAPR24h> TémoinAPR24h> TémoinAPR7jours> Témoin  
~StressAPR7jours ~Stress<=>4,402>3,639>3,039>2,024~1,428~1,351**

### • كلوروفيل (A+B)



شكل III 29: محتوى الكلوروفيل A+B عند نباتات الشعير لمختلف المعاملات المائية عند مرحلة الإنبال عند إجهاد 24 % من السعة الحقلية (20 يوم جفاف).

سجل محتوى الكلوروفيل الكلي A+B قيم متقاربة عند نباتات SDH صنف الشعير عند جميع المعاملات المائية المطبقة في حين انخفض محتواه عند نباتات ADH لكلا الصنفين خلال المعاملات المطبقة بما يعادل النصف في مجملها . و أسفر تحليل التباين (ANOVA) لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما.

## تحليل النتائج

جدول III 43: اختبار التباين Anova لمرحلة الإنبال للكلوروفيل A+B عند الشعير .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	1	3608,705	3608,705	773,860	< 0,0001	****
Traitement	5	5551,026	1110,205	238,075	< 0,0001	****
vari*trait	5	2009,625	401,925	86,190	< 0,0001	****

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي : \*\*\* = Significatif ; غير معنوي : N.S = Non Significatif

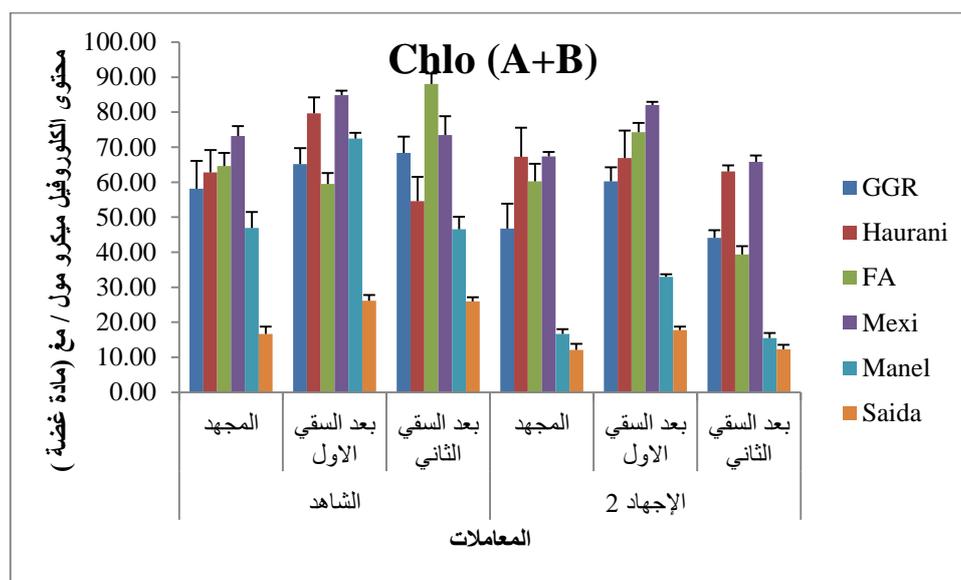
معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

مكن اختبار SNK من فرز و تصنيف الأصناف المدروسة الى مجموعتين و من فرز المعاملات المعرض لها النبات إلى خمسة مجموعات. كما أسفر التداخل بين العاملين الصنف والمعاملة المائية بظهور 7 مجموعة (ملحق 23)

**A>B<=> Manel> Saida<=>38,503>18,479**

**A>B>C>D>E <=> TémoinAPR24h> TémoinAPR7jours> Témoin> StressAPR24h> Stress~ StressAPR7jours<=>49,276>36,246>31,794>25,360>14,409~13,861**

### III.4.3.2. التداخل بين الأنواع



شكل III 30: محتوى الكلوروفيل الكلي ل 6 أصناف من القمح والشعير خلال المعاملة المائية عند مرحلة الإنبال بالشاهد .

سجل محتوى الكلوروفيل الكلي A+B قيم متقاربة عند جميع الأصناف النباتية المدروسة غير المعرضة للإجهاد خلال المعاملات المائية المطبقة . في حين انخفض محتواه عند نباتات ADH عند جميع الأصناف النباتية المدروسة ماعدا الصنف Haurani سجل ارتفاعا مقارنة بالشاهد. تواصل انخفاض

## تحليل النتائج

محتوى كلوروفيل بعد إعادة السقي الأول 1 عند جميع الأصناف مقارنة بالشاهد ماعدا الصنف FA سجل ارتفاعا قدرت نسبته 1/4 مقارنة بالشاهد.

بقي يسجل محتوى الكلوروفيل انخفاضا بعد إعادة السقي الثاني مقارنة بالشاهد ماعدا الصنف Haurani سجل ارتفاعا قدرت نسبته ب 16 % .

أسفر تحليل التباين لعاملين عن وجود فرق معنوي جدا بين كل من الأصناف والمعاملات المائية وكذا التداخل بينهما جدول III 44.

III 44: تحليل التباين بين الأصناف والمعاملات.

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
varietés	5	39059,774	7811,955	475,454	< 0,0001	****
traitement	5	7489,999	1498,000	91,172	< 0,0001	****
varietés*traitement	25	7372,461	294,898	17,948	< 0,0001	****

مكن اختبار SNK من فرز و تصنيف الأصناف المدروسة إلى خمسة مجموعات و من فرز المعاملات المعرض لها النبات إلى خمسة مجموعات. كما أسفر التداخل بين العاملين الصنف والمعاملة المائية بظهور تسعة مجموعات (ملحق 24).

**A>B>C>D>E <=> Mex > Hau ~FA > GGR> Manel>  
Saida<=>74,465>65,709~62,352>57,131>38,503>18,479**

**A>B>C>D>E <=> TémoinAPR24h> TémoinAPR7jours> StressAPR24h~ Témoin>  
Stress> StressAPR7jours <=>64,616>59,498>55,701~53,726>45,077>40,022**

# مناقشة النتائج

## 1.IV. البرولين

اعتمادا على التجارب المتحصل عليها سابقا، لا يتم التراكم عند نبات القمح إلا عند الوصول إلى مستوى 40 % من س. ح، أين يمكن للنبات التحسس لنقص الماء

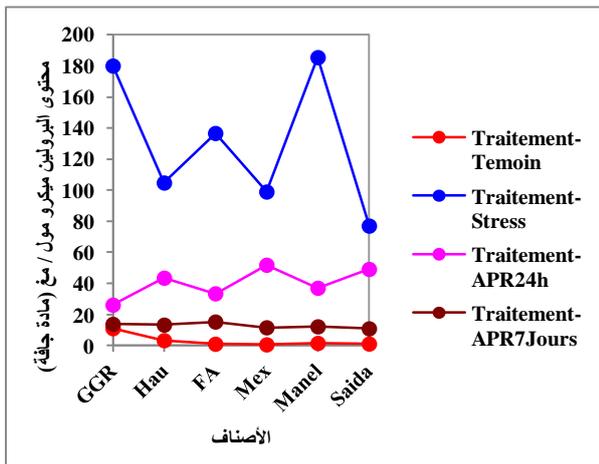
( Chaib,1998 ; Malki,2002 ; Chaib et Benlaribi,2006(a) ; Redjamia,2006 ; Zarafa, 2006) .

تراوح محتوى البرولين للنماذج المدروسة عند النباتات غير معرضة للإجهاد بين 0,59 و 11,03 ميكرو مول /مغ مادة جافة و انحصرت متوسط معظمها بين 4 إلى 7 ميكرو مول /مغ مادة جافة في مرحلة الإنبال والتي تتطابق مع النتائج السابقة على القمح الصلب و اللين تحت ظروف السقي العادي ( Benlaribi et Monneveux,1988);Chaib ,1998 ; Malki, 2002 ; Zarafa 2006 : Chaib, 2012 )

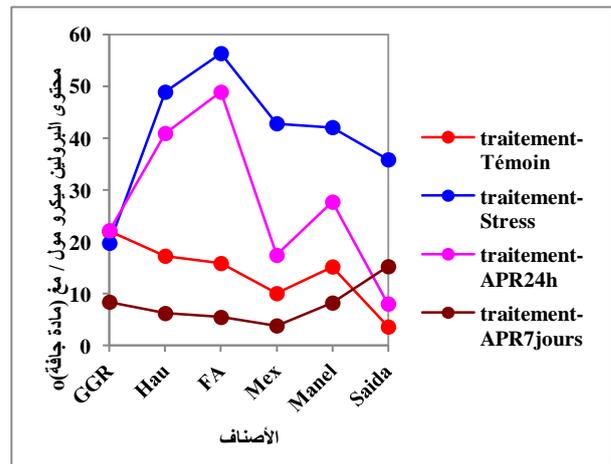
و تماشيا مع النتائج المتحصل عليها في تجربتنا تبين أن مجمل الأصناف المدروسة (قمح، شعير) تملك نفس مسار تراكم المؤشر البيوكيميائي البرولين. يكمن الاختلاف في محتوى البرولين المسجل عند كل صنف و بالتالي كل نوع.

يزيد التراكم عند النباتات ADH أضعاف SDH وتراوح بين مرتين و نصف عند القمح الصلب إلى 11 مرة عند الشعير و هو ما يوافق شايب 2012 التي توصلت إلى أن النباتات المعرضة للجفاف تراكم البرولين مرات 10 من النباتات غير المعرضة للجفاف في مرحلة الصعود و من 3 إلى 1.5 مرة في مرحلتي امتلاء الحبوب و الإزهار على التوالي. لكن لم يلاحظ أي فرق بين مرحلتي الإنبال و الانتفاخ عند كل من النباتات SDH و ADH.

توضح نتائجنا المتحصل عليها أن محتوى البرولين في مرحلة الإنبال يمثل الضعف في مرحلة الصعود (شكل 1IV)  $A > B \leq > \text{Epiaison} > \text{Montaison} \leq > 46,660 > 22,630$



- ب -



- أ -

شكل 1IV: محتوى البرولين عند 6 أصناف من القمح الصلب، القمح اللين والشعير المعرضة لمختلف المعاملات المائية

ب: مرحلة الإنبال

أ: مرحلة الصعود

تأكيدا لنتائجنا ، أثبتت (Shao *et al.*, 2006) أن أصناف القمح الصلب تبدي محتويات مهمة من البرولين في المراحل الفتية من دورة حياة النبات و المراحل النهائية للدورة البيولوجية عند النباتات المعرضة لثلاث مستويات من نقص الماء 75% ، 55% و 45% من السعة الحقلية بنسب متزايدة تصاعديا على الترتيب.

يبين تحليل التباين لثلاث عوامل عن وجود فروق معنوية جدا بين الأصناف والمراحل والمعاملات المائية جدول IV .1 .

جدول IV.1: المجموعات المتجانسة لمراحل دورة حياة القمح الصلب ، القمح اللين والشعير .

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	5	4547,087	909,417	38,968	< 0,0001	****
Stade	1	20787,147	20787,147	890,713	< 0,0001	****
Traitement	3	139815,261	46605,087	1996,992	< 0,0001	****
Variétés*Stade	5	3714,584	742,917	31,833	< 0,0001	****
Variétés*Traitement	15	11294,464	752,964	32,264	< 0,0001	****
Stade*Traitement	3	54022,014	18007,338	771,601	< 0,0001	****
Variétés*Stade*Traitement	15	18908,224	1260,548	54,014	< 0,0001	****

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي : \*\* = Significatif ; \* , غير معنوي : N.S = Non Significatif

معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

بينت الدراسة أن تراكم البرولين يكون معتبرا عند النباتات المجهدة ثم بمجرد إعادة السقي بعد 24 سا يبدأ التراكم في الانخفاض و يستمر بعد أسبوع من إعادة السقي عن المحتوى الطبيعي المسجل عند النباتات عند النباتات غير معرضة للإجهاد حسب ما أشارت إليه نتائجنا:

**A>B>C <=>Stress>APR24h>APR7jours~Témoin <=>85,767>33,882>10,376~8,554**

وهذا ما يوافق ما توصل إليه العديد من الباحثين:

(Handa *et al.* ,1986 ;Khodes *et al.*, 1986 ;Benlaribi et Monneveux,1988 ; Chaib et al .,2010)

لأن عملية أكسدة البرولين تنشط من جديد بعد إعادة السقي أثناء تراكمه تحت ظروف الجفاف عند النبات .

من خلال هذه الدراسة أمكننا تقسيم الأصناف المدروسة إلى أربع مجموعات :

**A>B>C>D <=>Manel~FA~GGR>Haurani>Mexi>Saida <=>41,203 ~39,143 ~37,936  
>34,800>29,657>25,132**

- المجموعة الأولى : الصنف Saida يراكم البرولين بكميات قليلة رغم شدة الجفاف بمعنى أنه لم يتحسس انقص الماء فهو صنف مقاوم للجفاف .
  - المجموعة الثانية : الصنف Mexi تحسس للجفاف و راكم البرولين بقيم أكبر من الصنف الأول
  - المجموعة الثالثة : الصنف Haurani أكثر تحملا، راكم البرولين ليحافظ على توازنه .
  - المجموعة الرابعة : الأصناف (Manel,FA ,GGR) أكثر تحملا لنقص الماء بتراكمها لكميات معتبرة من البرولين لتجاوز العائق المطروح.
- تمتلك جميع الأصناف رغم اختلاف النوع النباتي قدرتها على تحسس العائق المطروح و تراكم المؤشر البيوكيميائي البرولين بدرجات مختلفة حسب احتياجها لتحمل نقص الماء .

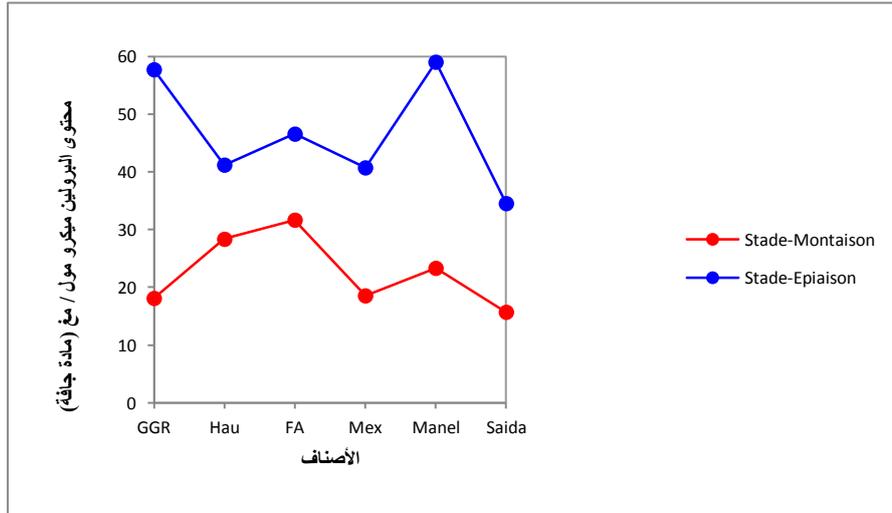
#### ❖ التفسير الوظيفي لتراكم البرولين

✓ يلاحظ غالبا عند النباتات المعرضة لإجهاد سرعة تراكم البرولين في أنسجتها (Martinez *et al*;1996)، حيث يعتقد أن الحمض الأميني يساهم في التعديل الأسموزي والمحافظة على تدرج الجهد المائي الملائم لحماية الإنتاج الخلوي (Bry,1997) و أن تراكم البرولين في الخلية استجابة لانخفاض الماء في الوسط مما يسمح بزيادة الجهد الأسموزي الخلوي وجذب الماء إلى داخلها قصد الحفاظ على ضغطها الإنتاجي مما يساعد على خلق توازن بين الأسموزي داخل الخلية النباتية أثناء الإجهاد (Kavikishor,1995) .

✓ تجدر الإشارة ان خاصية التراكم عند النباتات المجهدة يمكن اعتبارها غالبا مقياسا لتحمل الجفاف من طرف بعض الباحثين حيث يزداد هذا التحمل مع عمر النبات (Martinez *et al* . ,1996).

✓ فسر (Hellmann *et al* ;2000) التراكم الوراثي والبيوكيميائي بثلاثة طرق : تخليق جديد للبرولين من قبل الخلايا المجهدة (Hodas *et al*.,1986 ;Veotderg and Sharp.,1991) ، انخفاض هدم البرولين ،وجود جهاز نقل نوعي يعمل على توزيع البرولين في الموقع الذي يجتاحه (Rentch *et al* . ,1996 ,Schwach *et al* .,1999)

✓ كما بينت دراسات التي عرض فيها نبات الشعير لظروف نقص في ماء التربة أن الحمض الأميني برولين كان الوحيد من بين الأحماض الأمينية الأخرى التي تم الكشف عنها والموجودة وقد ( Savitskaya,1967) بصفة دائمة وبكميات كبيرة في كل أعضاء النبات.



شكل 2IV : محتوى البرولين عند أصناف القمح الصلب، القمح اللين والشعير في مرحلتي الصعود والإسبال

سجل محتوى البرولين ضعف الكمية في مرحلة الإسبال مقارنة بمرحلة الصعود، و ذلك مع تطبيق نفس المدة الزمنية لكلا المرحلتين (20 يوم) و يرجع هذا الاختلاف في المحتوى إلى الفارق الكبير في درجة الحرارة بين المرحلتين كما هو موضح في الجدول VI:

جدول IV 2: متوسط الحرارة لمرحلتي الصعود والإسبال

الوقت	9 سا	13 سا
مرحلة الصعود	23م°	33م°
مرحلة الإسبال	26م°	43م°

إن ارتفاع درجة الحرارة بعد مرحلة الإزهار عن الحد الأقصى يعني زيادة النتح و إخلال التوازن بين نسبة الماء الممتص و الماء المفقود مما يسبب ضمور الحبوب، أما انخفاضها عن الحد معين فانه إلى تأخير الإزهار و خفض نسبة الرطوبة (كيال، 1978).

و هذا ما لحظناه بالنسبة للنباتات المعرضة للإجهاد في مرحلة الإسبال بأن السنابل الناتجة غير ممتلئة.

يختلف مقدار التأثير السيئ لدرجات الحرارة غير الملائمة في طور من أطوار النمو و تعتبر الفترة من التفريع الى طرد السنابل أحد الفترات الحرجة في حياة النبات (كذلك 2000).

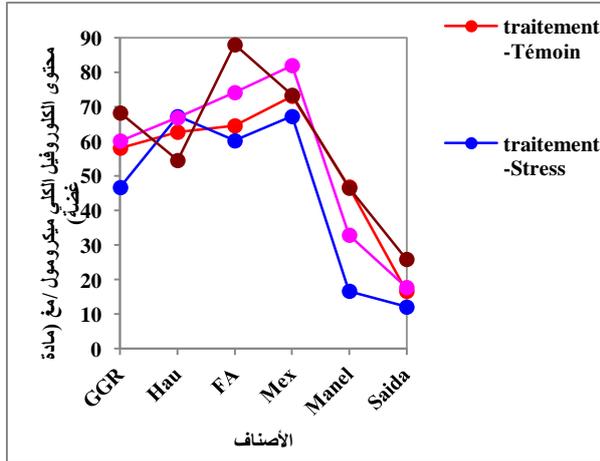
✓ بالإضافة الى نقص الماء، تحفز الحرارة المرتفعة حدوث تغيرات أيضية مهمة عند نبات القمح حيث يزداد محتوى البرولين (Singh et al., 1973).

✓ تأثير درجة الحرارة والنقص المائي يخفض في محتوى البرولين عند السعة الحقلية 50% ثم يزداد تدريجيا مع نقص الماء في وسط النمو عند 20م° وسمحت تأثير درجة الحرارة بتقسيمها إلى مجموعتين (شايب، 2012).

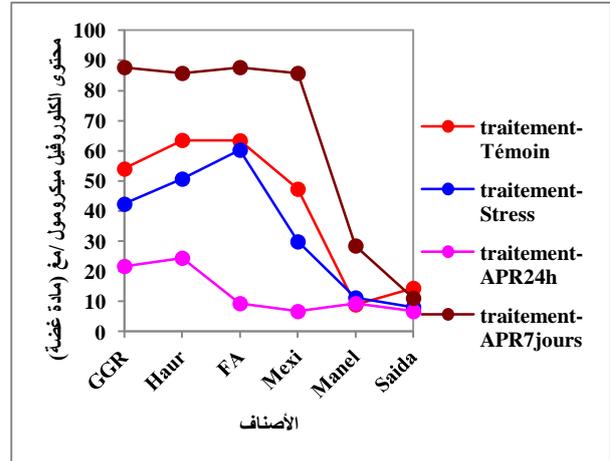
- مجموعة ذات تراكم شديد لكلا الصنفين تحت معالجتين 30م° و 40م°.
- مجموعة ذات تراكم منخفض عند المعالجتين 35م° و 45م°.
- يؤدي ارتفاع درجة الحرارة إلى زيادة معدل النتح بدرجة أكبر من معدل الامتصاص مما يؤدي :
- نقص المحتوى للأنسجة النباتية يؤدي إلى موت الاوراق و الأفرع.
- حدوث اضطرابات في التحولات الغذائية بالخلايا ن مثل الزيادة في معدل الهدم (التنفس) بدرجة أكبر من معدل البناء فيصبح النبات قزما و يموت في النهاية .
- ارتفاع درجة حرارة التربة إلى اكبر من 70م° يؤدي إلى موت سيفان النباتات الصغيرة الملاصقة للتربة .
- نقص في تخليق البروتينات الطبيعية مما يؤدي للحصول على Transcription et Translation .
- حدوث إضرار في التركيب الضوئي الخلوي وكذلك تركيب العضيات في الخلية .
- تدهور في وظيفة الأغشية البلازمية كما يحدث أيضا تغير في التعبير الجيني Gene Expression .

#### 2.IV. الكوروفيل

من خلال النتائج المتحصل عليها عند المرحلتين لدورة حياة أصناف القمح الصلب، القمح اللين والشعير لمحتوى الكوروفيل الكلي (A+B) نلاحظ الاختلاف من مرحلة حياة إلى أخرى ومن صنف لأخر.



-ب-



-أ-

شكل 3.IV: محتوى الكلوروفيل عند 6 أصناف من القمح الصلب، القمح اللين والشعير المعرضة لمختلف المعاملات المائية

ب: مرحلة الإنبال

أ: مرحلة الصعود

بينت الدراسات الإحصائية وجود فروق جد معنوية جدا في التداخل بين الأصناف و المعاملات المائية الجدول IV 3.

جدول 3IV: المجموعات المتجانسة لمراحل دورة حياة القمح الصلب، القمح اللين والشعير.

Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr > F	Signification
Variétés	5	52099,019	10419,804	638,439	< 0,0001	****
Stade	1	8358,622	8358,622	512,147	< 0,0001	****
Traitement	3	15743,645	5247,882	321,547	< 0,0001	****
variétés*Stade	5	2990,836	598,167	36,651	< 0,0001	****
variétés*traitement	15	4219,553	281,304	17,236	< 0,0001	****
Stade*traitement	3	10690,882	3563,627	218,349	< 0,0001	****
variétés*Stade*traitement	15	7699,443	513,296	31,451	< 0,0001	****

; جد معنوي: \*\*\*\* = Hautement Significatif ; معنوي : \*\* = Significatif ; \* , غير معنوي : N .S = Non Significatif

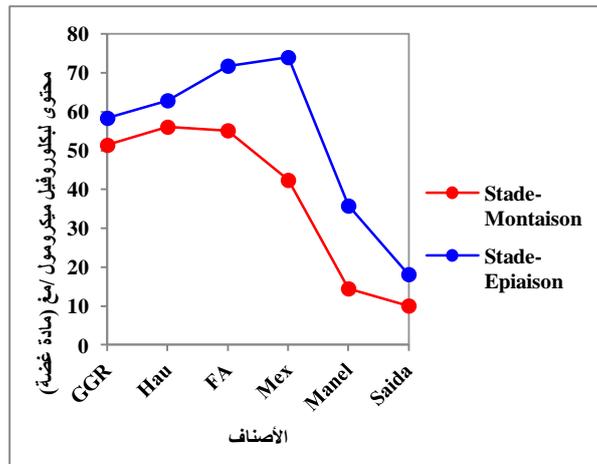
معنوي جدا: \*\*\*\* = Très Hautement Significatif

يختلف محتوى الكلوروفيل الإجمالي (A+B) من مرحلة لأخرى عند النباتات المعرضة للإجهاد وغير المعرضة للإجهاد (Merabta, 2011) وحسب ما أشار إليه (Hireche, 2006) بأن النباتات الواقعة في المناطق الحارة لها حساسية أكبر لتغيرات درجة الحرارة.

توضح نتائجنا المتحصل عليها أن محتوى الكلوروفيل الإجمالي (A+B) في مرحلة الإنبال يمثل الضعف تقريبا في مرحلة الصعود (شكل 4IV)

$$A > B \Leftrightarrow \text{Epiason} > \text{Montaison} \Leftrightarrow 53,500 > 38,263$$

يرجع تراجع كمية الكلوروفيل خلال مرحلة الصعود لتدخل عامل الحرارة المرتفعة داخل البيت الزجاجي أثناء إجراء التجربة .



شكل IV 4: محتوى الكلوروفيل الكلي عند أصناف القمح الصلب، القمح اللين والشعير في مرحلتي الصعود والإنبال

حسب الدراسات الإحصائية رتبت المعاملات المائبة لمرحلتى دورة حياة النبات إلى اربع مجموعات :

$$A>B>C>D \Leftrightarrow (APR7\text{jours}) > (SDH) > (ADH) > (APR24\text{h}) \Leftrightarrow \\ 61,959 > 47,821 > 39,400 > 34,346$$

المجموعة A تمثلها (APR7jours) بأكبر قيمة للكلوروفيل ب(61,959 ميكرو مول /مغ مادة غضة) ، تليها المجموعة B للنباتات الشاهدة (SDH) بقيمة (47,821 ميكرو مول /مغ مادة غضة) ، ثم المرحلة C للنباتات المجهدة بقيمة (ADH) (39,400 ميكرو مول /مغ مادة غضة) اما المجموعة D تمثل النباتات (APR24h) بقيمة (34,346 ميكرو مول /مغ مادة غضة).

فرزت مجمل النتائج لتقدير الكلوروفيل الأصناف المدروسة إلى :

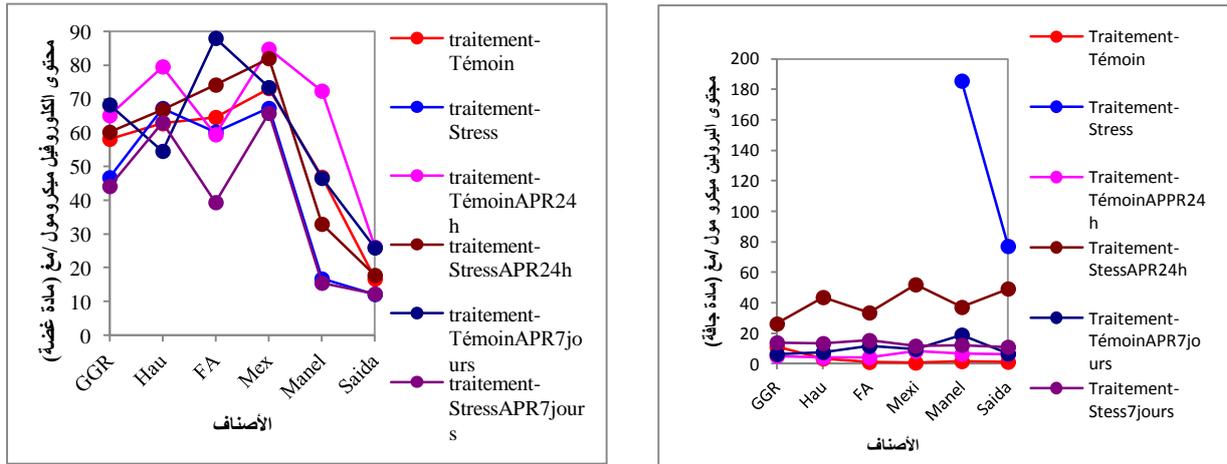
$$A>B>C>D>E \Leftrightarrow FA>Haurani\sim Mexi>GGR>Manel>Saida \\ \Leftrightarrow 63,491 > 59,491 \sim 58,209 > 54,897 > 25,118 > 14,083$$

- المجموعة الأولى :الصنف Saida به محتوى منخفض من الكلوروفيل .
- المجموعة الثانية : الصنف Manel به محتوى أكثر من المجموعة الأولى.
- المجموعة الثالثة : الصنف GGR به محتوى متوسط من الكلوروفيل.
- المجموعة الرابعة: الأصناف Haurani, Mexi ذات محتوى معتبر من الكلوروفيل .
- المجموعة الخامسة :الصنف FA ذو محتوى معتبر جدا من الكلوروفيل .

#### • التفسير الوظيفي للكلوروفيل

- ❖ انخفاض محتوى الكلوروفيل في مرحلة الإنبال عند القمح الصلب ، القمح اللين والشعير باعتبار هذه المرحلة يتم فيها تحول نواتج الأيض والتركيب الضوئي لامتلاء الحبة (فيد صبحي لموم ،2012).
- ❖ يرجع تزايد الكلوروفيل الكلي خلال العجز المائي نتيجة تقليص حجم الخلايا الورقية (Saikhène,1984).
- ❖ تناقص الكلوروفيل الكلي تحت تأثير الإجهاد المائي يرجع إلى التقليل من انفتاح الثغور لتحديد خروج الماء بخارا عن طريق التنفس و زيادة دخول CO<sub>2</sub> الجوي الضروري لعملية التركيب الضوئي .
- ❖ تعتبر الأصناف الستة للقمح الصلب، القمح اللين والشعير كأصناف متأقلمة لعدم حدوث تغيرات كبيرة في محتواها من الكلوروفيل.
- ❖ توجد علاقة ترابطية بين حالة نقص الماء ومحتوى الكلوروفيل إذ أن صبغات الكلوروفيل والكاروتين تتناقص بانخفاض رطوبة التربة (أحمد ،1984) كما لاحظ (Bousba *et al* .,2009) تناقض محتوى الكلوروفيل في القمح الصلب تحت الإجهاد المائي.
- ❖ تناقض محتوى الكلوروفيل عند الأصناف المدروسة راجع إلى تأقلمها مع العجز المائي.

## 3.IV. البرولين والكلوروفيل بالشاهد (مرحلة الصعود والإسبال)



-الكلوروفيل-

-البرولين-

شكل 3IV: محتوى البرولين والكلوروفيل الكلي للقمح الصلب، القمح اللين والشعير لمختلف المعاملات المائية بشاهدها عند مرحلة الإسبال

لاحظنا ان النبات يتطور خلال قيامنا بالمعاملات الثلاثة (Stress, APR1, APR2)، فقررنا إعادة الشاهد في كل معاملة من اجل التوصل إلى ان الشاهد يتغير أم لا. فمن خلال التجارب سجلنا تقارب الشواهد في محتوى كل من البرولين والكلوروفيل واستنتجنا انه ليست بالضرورة إعادة الشاهد في كل معاملة فشاهد المعاملة الأولى يكفي. لكن بتقدم النبات في العمر من المستحسن وضع شاهد لكل مرحلة وخاصة إذا كانت فترة الجفاف 20 يوم أو أكثر.

## 4.IV. علاقة البرولين والكلوروفيل تحت تأثير الإجهاد

من خلال بحثنا توصلنا الى وجود تناسبية عكسية بين تراكم البرولين والكلوروفيل (جدول 4 IV) حيث زيادة تراكم البرولين يؤدي إلى انخفاض محتوى الكلوروفيل الكلي وهذا ما أكدته نتائج (Tahri et al., 1997).

جدول IV 4: الفرق بين البرولين والكوروفيل عند مرحلتي الصعود والإسبال .

المرحلة	البرولين	الكوروفيل
المعاملات	مرحلة الصعود	APR2 >Témoïn >Stress>APR1
	مرحلة الإسبال	APR2>APR1~Témoïn>Stress
الأصناف	مرحلة الصعود	A>B>C>D>E <=> Haurani~ FA > GGR > Mexi > Manel > Saida <=> 56,088~ 55,172 > 51,422> 42,397 > 14,457
	مرحلة الإسبال	A>B>C>D <=>Manel~ GGR > FA > Haurani ~ Mexi > Saida <=> 59,070 ~ 57,757 > 46,599 > 41,226~ 40,753 >34,553

يفسر اختلاف النسب في محتوى الكوروفيل بين الأصناف الستة أن الكوروفيل لا يتأثر كثيرا بالجفاف لأن أوراق الأصناف حافظت على محتواها من اليخضور بشكل أحسن وخاصة صنفى الشعير مقارنة بأصناف القمح بنوعيه . رغم تراكمها لمستويات مختلفة من البرولين و خاصة في مرحلة الصعود بينما بدأ التناسب العكسي بين المؤشرين في مرحلة الإسبال قليلا عند صنفى Mexi و GGR للقمح .

راكمت أصناف الشعير القليل من البرولين وزاد محتواها من الكوروفيل فهي أصناف متأقلمة مع نقص الماء في حين أصناف القمح تعتبر أصناف متحملة للجفاف . ولتأكيد مسار كل صنف على حدى لابد من إجراء اختبار Régression lineaire multiple لكل المعاملات و المراحل المدروسة لإيجاد معامل التناسب R= coefficient de correlation بين المؤشرين البرولين و الكوروفيل و التي تتطلب وقت أكثر . والتي سنقوم بها في دراسات لاحقة و مكتملة إن شاء الله.

الختامة

اهتم البحث بدراسة مقارنة لتغير محتوى البرولين و الكلوروفيل تحت تأثير الإجهاد المائي لنبات القمح الصلب (*Triticum durum Desf*)، القمح اللين (*Triticum aestivum*) والشعير (*Hordeum vulgare*) خلال مرحلتين من دورة حياة النبات مرحلتى الصعود والإسبال .

عرضت النباتات إلى أربع معاملات مائية:النباتات غير معرضة للجفاف (الشاهدة) SDH،النباتات المعرضة للجفاف (المجهدة) ADH،إعادة السقي الأول بعد 24 ساعة (APR1)، وإعادة السقي الثاني لمدة أسبوع (APR2) .

أسفرت النتائج المتحصل عليها عن ارتفاع محتوى البرولين عند جميع الأصناف النباتية المدروسة بنقص محتوى الماء في الوسط النمو.وتناقص محتوى الكلوروفيل عند تعريض النبات للجفاف. ليتراجع محتوى البرولين ليعود إلى محتواه الطبيعي و يرتفع محتوى الكلوروفيل ليتجاوز محتوى الشاهد بعد إعادة السقي للنباتات المجهدة .

يبدو الفرق جليا بين المعاملات المائية خلال دورة حياة النبات حيث احتلت معاملة التعرض للإجهاد (ADH) المجموعة الأولى بأكبر تراكم للبرولين (85.767 ميكرو مول / مغ مادة جافة) تليها معاملة بعد السقي الأول (APR1) بنسبة (33.882 ميكرو مول / مغ مادة جافة) بينما تندمج النباتات غير المعرضة للإجهاد (SDH) ومعاملة إعادة السقي الثاني (APR2) في مجموعة واحدة بتسجيل قيمة اقل من المعاملات السابقة .

أمكن ترتيب الأصناف المدروسة إلى أربع مجموعات سجل أعلى تراكم عند الأصناف التالية على الترتيب: Manel كأعلى تراكم بقيمة 41.203 ميكرو مول / مغ مادة جافة ، يليه الصنفين FA وGGR على الترتيب.وفي مجموعة واحدة و اقل قيمة عند الصنف Saida بمحتوى 25.132 ميكرو مول /مغ مادة جافة أما الصنفين Mexi و Haurani سجلا قيم وسطية.

فالأصناف الستة بغض النظر عن النوع النباتي *Triticum* أو *Hordeum* لها قابلية تراكم البرولين . فهي أصناف لها سمات التحمل للعجز المائي .

يختلف محتوى الكلوروفيل الإجمالي (A+B) من مرحلة لأخرى عند النباتات المعرضة للإجهاد وغير معرض له.

امتازت المجموعة A (الاسبال) بقيمة 53.50 ميكرومول / مغ مادة جافة)باكبر كمية للكلوروفيل في حين تليها مرحلة الصعود B بقيمة (38.363 ميكرو مول / مغ مادة جافة) باقل كمية

حسب الدراسات الإحصائية رتبت مجمل النتائج لتقدير الكلوروفيل الأصناف المدروسة إلى خمس مجموعات وفقا لمحتواها منه:

المجموعة A: الصنف FA للقمح اللين

المجموعة B:تضم الصنف Haurani للقمح الصلب و Mexi للقمح اللين.

المجموعة C:تضم الصنف GGR للقمح الصلب.

المجموعة D :تضم الصنف Manel للشعير .

المجموعة E:تضم الصنف Saida للشعير لشعير

يفسر اختلاف النسب في محتوى الكلوروفيل بين الأصناف الستة .أن الكلوروفيل لا يتأثر كثيرا بالجفاف لأن أوراق الأصناف حافظت على محتواها من اليخضور بشكل أحسن وخاصة صنفى الشعير مقارنة بأصناف القمح بنوعيه الصلب و اللين.

ويفسر الانخفاض محتوى الكلوروفيل في مرحلة الإسبال باعتبار هذه المرحلة يتم فيها تحويل نواتج الايض و التركيب الضوئي لامتلاء الحبة.

كان محتوى المؤشرين البرولين و الكلوروفيل في مرحلة الإسبال ضعف المحتوى المسجل في مرحلة الصعود بالنسبة لجميع الأصناف

تعتبر أصناف الشعير المتراكمة للبرولين بكميات قليلة و المحافظة على محتوى عالي من الكلوروفيل فهي أصناف متأقلمة مع نقص الماء في حين أصناف القمح تعتبر أصناف متحملة للجفاف.

**الملخص:** تمت الدراسة على نوعين من النجيليات: القمح (*Triticum*) والشعير (*Hordeum*) تحت تأثير أربع أنماط من المعاملات المائية (SDH,ADH,APR1,APR2) خلال مرحلتي الصعود و الإنبال. تم قياس محتوى المؤشر البيوكيميائي البرولين والفيزيولوجي الكلوروفيل في أوراق ستة أصناف: GGR و Haurani للقمح الصلب (*Triticum durum Desf.*) ، FA ، Mexi و للقمح اللين، (*Triticum aestivum*)، Manel، و Saïda للشعير (*Hordeum vulgare*).

يزيد محتوى البرولين مع نقص الماء في وسط النمو ويتناقص محتوى الكلوروفيل عند تعريض النبات للجفاف. بعد إعادة السقي يعود البرولين تدريجيا إلى محتواه الطبيعي مقارنة بالشاهد ويسترجع النبات محتواه العالي من الكلوروفيل ليتجاوز المحتوى الطبيعي. يكون محتوى المؤشر البرولين والكلوروفيل في مرحلة الإنبال ضعف محتواهما في مرحلة الصعود. يتناسب كل من البرولين والكلوروفيل تناسباً عكسياً عند تعريض النبات للجفاف. تعتبر أصناف الشعير أصناف متأقلمة مع نقص الماء و أصناف القمح أصناف متحملة للجفاف.

**الكلمات المفتاحية:** القمح (*Triticum*)، الشعير (*Hordeum*)، نقص الماء، البرولين، الكلوروفيل.

**Résumé :** L'étude a porté sur deux types genres des céréales : blé (*Triticum*) et orge (*Hordeum*) sous quatre modes de traitements d'eau (SDH, ADH, APR1, APR2) au cours de la phase montaison et épiaison. La mesure de la teneur de l'indicateur biochimique proline et le taux de l'indicateur physiologique chlorophylle sont effectués chez les feuilles de six variétés: GGR et Haurani de blé dur ( *Triticum durum Desf*), FA et Mexi de blé tendre, (*Triticum aestivum*) ,et Manel et Saïda duorge . (*Hordeum vulgare*).

La teneur en Proline augmente avec le manque d'eau dans le milieu de développement et la chlorophylle diminue sous stress hydrique. Après ré-arrosage, la proline revient progressivement à son état normal par rapport au témoin. Alors que la plante récupère sa teneur en chlorophylle- au delà de la normale. La teneur de deux indicateurs est le double au stade épiaison que le stade montaison. La corrélation entre proline et chloriphyle est inversement proportionale chez les plantes soumises au stress hydrique. Les Variétés orge sont considérés résistants alors que les variétés blé sont tolérantes à la sécheresse.

**Mots clés :** Blé (*Triticum*), orge (*Hordeum* ), manque d'eau , proline , chlorophylle .

**Abstract:** The study was carried out on two types of cereals: wheat (*Triticum*) and barley (*Hordeum*) in four water treatment methods (SDH, DHA, APR1, APR2) during the elongating and heading stage. The measurement of the content of proline biochemical indicator and the rate of chlorophyll physiological indicator are made in sheets of six varieties: GGR and Haurani from durum wheat (*Triticum durum Desf*), FA and Mexi from soft wheat ( *Triticum aestivum*) and Manel and Saïda from barley (*Hordeum vulgare*). Proline content increases with the lack of water in the development of middle and chlorophyll decreases under water stress. After re-watering, proline is gradually returning to normal over the control. While the plant recovers its chlorophyll- content beyond normal. The content of two indicators is double the heading stage that the elongating. The correlation between proline and chlorophyle is inversely Proportional in plants subjected to water stress. The barley varieties are considered resistant while wheat varieties are drought tolerant.

**Keywords:** Wheat (*Triticum*), barley (*Hordeum*), lack of water, proline, chlorophyll.

- ❖ AAC,2004 : (*Algérien* agro céréales)2004
- ❖ Akbar S.M. and Murray W.N.,( 1991). Induced in vitro variability for drought tolerance in wheat. Pakistan J.Agric.Res.Vol 12 N°2.P87-94.
- ❖ Alberte, R.S and Thronber, J.P. (1977): Water stress effects on The plant
- ❖ Amokrane, A. (2001). Evaluation et utilisation de trois sources de germoplasme de blé dur (*Triticum durum Desf.*). Thèse de magister, Institut d'agronomie, Université Colonel El Hadj Lakhdar, Batna. 80 p
- ❖ 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.
- ❖ Annicchiarico, P., Chiari T., Bazzani F., Bellah, F., (2002). Reponse of durum wheat cultivars to Algerian environments. 2. adaptative traits J.Afric. Environ. Intern. Develop, 96: 261-27
- ❖ Araus, JL., Amaro, T., Voltas, J., Nakkoul, H., Nachit, M.M., (1998). Chlorophyll fluorescence as a selection criterion for grain yield in durum wheat under Mediterranean conditions. Field Crop Research, 55: 209-223.
- ❖ 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.
- ❖ Batanouny, K.H.; Hassan, A.H. and Sawaf, N.A., (1991) :Eco types of Phragmites australis in Egypt . Proc. Intern., Conf: Plant Growth, Dwth, Drought and Salinity in the Arab Region.
- ❖ Bates L.S., Waldren R.P.et Teare I.D., 1973.- Plant ans soil.,39,205p
- ❖ Bauer A., Eberlein C.V., Enz J.W. and Fanning C., (1984). Use of Growing-Degree Days to Determine Spring Wheat Growth Stages. North Dakota State University Extension Bulletin 37.
- ❖ Belaid, A., Moussaoui, M., (1999). Le blé dur dans le monde: Production, commerce et effets attendues des récents chargements économiques, In: Séminaire régional sur l'amélioration du blé dur dans les régions arides de l'Asie le l'ouest et de l'Afrique du nord (WANA), Alger les 27-29 Novembre 1999, 20 pages
- ❖ Benlaribi .M, Monneveux. Ph.,(1988). Etude comparée du comportement de deux situations de déficit hydrique de deux variétés algériennes de blé dure (*Triticum durum desf.*) adapté à la sécheresse. P. R. Acade Ric . fr .73-83
- ❖ Boufenar-Zaghouane F.et Zaghouane.O.,(2006).Guide des principes varietes de cereals a paille en Algérie(blé dur, bléTendre,orge et avoine).ITGC d'alger,1ère Ed,152p.
- ❖ Bousba R., Ykhlef N. & Djekoun A.,( 2009). Water use efficiency and flag leaf photosynthetic in response to water deficit of durum wheat (*Triticum durum Desf.*).World Journal of agricultural Sciences 5.5 :-609-616 p.
- ❖ Bouzarzour H., Benmhammed A., Benkherche N., Hassous K.L.,(2001) à l'amélioration et à vulgar HordeumContribution des nouvelles obtention d'orge ( la stabilité du rendement en zone semi-aride.Revue recherche agronomique de l'INRA
- ❖ Bouzerzour, H., Benmahammed, A., (1994). Environmental factors limiting barley grain yield in the high plateaux of eastern Algeria. Rachis, 12: 11-14.
- ❖ Bray E.A. , (1993) Molecular response to water déficit. Plant Physiol. 103, 1035-1040.
- ❖ Bray E.A. ,( 1997) Plant response et water déficit. Trends in plant science, 2 (2), 48 – 54.
- ❖ Brown S.B.,Houghton J.D.and Hendry G.A.F.,(1991).dans chlorophylls ,Scheer,H.,CRC press,Boca Raton,USA,pp.465-489.
- ❖ Cereve., (1999). mesure de la chlorophylle par fluorimétrie. 60p.
- ❖ Chaves M.M., Pereira J.S., Maroco J., Rodrigues M.L., Ricardo C.P.P., Osório M.L., Carvalho I., Faria T. and Pinheiro C., (2002). How plants cope with water stress in the field? Photosynthesis and growth. Annals of Botany 89:907-916.

- ❖ **Clément J.M., 1981** - Dictionnaire Larousse Agricole. Librairie Larousse. ISBN 2-03-514301-2. 1207p.
- ❖ **Croston, R.P., Williams, J.T. (1981)**. A world survey of wheat genetic resources. IBPGR Secretariat Rome, 80: 59-37 □ D.L. Ehret, R.E Radmann, B.I. Harvery et A. Cipywnyk, Salinity induced calcium defi ciencias in wheat and barley.J. Plant Soil 128(1990) 143–151
- ❖ **Delauney A et Verma D.P .,(1993)**. Proline biosynthesis and osmoregulation
- ❖ **Djekoun A., Ykhlef N., (1996)**. Déficit hydrique, effets stomatiques et non- stomatiques et activité photosynthétique chez quelques génotypes de blé tétraploïdes. Dans : 3ème Réunion du Réseau SEWANA, de Blé Dur, IAV Hassan II, 6-7 décembre 1996
- ❖ **Drier W. et Gorning M.,(1974)**. Der einfluss boher Salzkonzentrationen auf verschiedene physiologische parameter von Maiswurzeln. Wiss. Z der H.V. Berlin, Nath, Naturwiss. 23: 641-644.
- ❖ **E.C Large.,( 1954)**. Growth Stages in Cereals, Illustration of the Feekes Scale. Plant Path. 3:128-129.
- ❖ **E.U. articles: systèmes de culture; agonomie, Nourrir les hommes,(2000)** ensemble pédagogique LIBRE DE DROITS DE REPRODUCTION réalisé par l'APBG (association des professeurs de biologie et de géologie), PPE (plantes et environnement) et des partenaires de l'industrie, document gratuit disponible (20 francs pour frais d'envoi en timbres ou chèque auprès de APBG, secrétariat, BP 8337, 69356 Lyon cedex 08, ou PPE, 1, rue Gambetta, 92100 Boulogne); L'origine des blés, Yves Henry et Jacques de Buyser, *Pour la Science*, Hors-série n°26, janvier 2000, p 60-62)
- ❖ **Emad El-Deen, H.M., (1990)**: some aspects of drought resistance mechanisms of desert plants .M.Sc. Thesis, Cairo Univ.
- ❖ **Fattahi Neisiani, F; Modarres Sanavy, S. A. M.; Ghanati, F. and Dolatabadian, A., (2009)**. Effect of foliar application of pyridoxine on antioxidant enzyme activity, proline accumulation and lipid peroxidation of Maize *Zea mays L.*, under water deficit. Nat. Bot. Hort. Agrobot Cluj., 37(1): 116-121.
- ❖ **Feillet P., (2000)**. Le grain de blé. Composition et utilisation. Mieux comprendre. INRA. ISSN: 1144- 7605. ISBN: 2- 73806 0896- 8. p 308.
- ❖ **Feldman M. , (1993)**. Cytogenetic activity and omd of action of the piring homoeologous (phi1) gene of weat. Crop sci. 33: 394-897.
- ❖ **Feldman M., (2001)**. Origin of cultivated wheat. Dans Bonjean A.P. et Angus W.J. (ed). The world wheat Book: a history of wheat breeding. Intercept limited, Andover, Angle Terre, 3-58.
- ❖ **Fisher R.A., Maurer R.,(1978)** Drought resistance in spring resistance wheat cultivars .I-Grain yield response .Aust.J.Agri.Res.,29. p 897-912
- ❖ **Geslin et Rivals .,(1965)** .contribution à l ' étude de Triticum Durum. Ref 41.43
- ❖ **Guettouche R., (1990)**. Contribution à l'identification des caractères morpo physiologiques d'adaptation à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum durum Desf*). Thèse diplôme d'agronomie approfondie
- ❖ **Handa S., Handa A. K., Paul M. H. et Ray A. B. ,1986**. Proline accumulation and the adaptation of cultured plants cells to water stress. Plant physiol. 80, 938-945.
- ❖ **Harlan,J.R,(1975)**.Crops and man, eds John wileyan d son .NY.350P.
- ❖ **Heller R,(1982)**,physiologie végétal. Tome 2.Développement.Ed.Masson,paris.215p.
- ❖ **Henchi B ., Boukhris J. et Vieira Da Silva., 1982-** Effet de la secheresse sur le comportement metabolique de plantago albicans. L.Acta Ueol Plant.,3, 59-660
- ❖ **Hendry, G.A.F., Houghton, J.D. and Brown, S.B. 1987**. The degradation of chlorophyll biological enigma. New Phytol., 107:255–302
- ❖ **Hireche,2006**.Réponse de la luzene au stress hydrique et la profondeur du semis.these de magistere.université de elhadj lakhdar batnaP83
- ❖ **Holden M.et Goodwin.T.W.,(1976)**.danschemistry and biochemistry of plants pigment.,Academic press,London, New York, san Francisco,2ème edition,Volume2,pp.28-37in

- plants. *Plants journal*. 215-223 in tomato floral and leaves. *sci hortic*, 111(5), 746-750, in chemical abstracts,
- ❖ **J.R. Haun, 1973.** Visual Quantification of Wheat Development. *Agron J.* 65:116-119.
  - ❖ Joyce P.A., Aspinall D., Plaeg L.G., (1992). Photosynthesis and the accumulation of proline in response of water deficit. *aust. J. plant physiol.* 19, 249-261.
  - ❖ **Kahali L., 1998-** Etude des paramètres de l'élaboration du rendement chez le blé dur cultivé en condition de déficit hydrique. Thèse de magister. Constantine. 20-35
  - ❖ **Kameli A.K., 1990-** Metabolic response of durum wheat to water stress and their role in drought resistance. These de doctorat. Université de Sheffield
  - ❖ **Kara Y., 2001-** Etude de caractères morphologique d'adaptation à la sécheresse du blé et de quelques espèces apparentées. Intérêt potentiel de ces espèces pour l'amélioration de ces caractères. These de doctorat. Constantine. 5-16
  - ❖ **Kauss, H., (1977).** biochemistry of regulation in northcote (ED) : *international review of biochemistry*, II, PP. 119-139. pp 363-366.
  - ❖ **Kerbrat J.Y. (2001).** Pourquoi les plantes sont-elles vertes ? Article Internet. ....
  - ❖ **Kilani Ben Rejeb et al (2012)** ; la proline, un acide amine multifonctionnel implique dans l'adaptation des plantes aux contraintes environnementales.
  - ❖ **Kiyosue T., Yoshiba Y., Shinozaki K.Y. and Shinozaki K., 1996-** A nuclear gene encoding mitochondrial proline dehydrogenase, an enzyme involved in proline metabolism, is upregulated by proline and down regulated by dehydration in *Arabidopsis*. *The plant cell*, 8, 1323-1335
  - ❖ **Knu C.G, Chen H. M ; 1986.** Effect of high temperature on proline content
  - ❖ **Laliberte G., Paquin R., 1984-** Effets des basses températures, avec ou sans apport d'acide glutamique et de saccharose, sur la teneur en proline libre et la tolérance au gel du blé d'hiver. *Physiol vege.*, 22(3), 305-31
  - ❖ **Ledily F., Billard J. P., Lesaos J. et Hvault C., 1993.** Effects of NaCl and abscisic acid on chlorophyll and proline levels during growth of radish cotyledons. *Plant. Physiol Biochem.*, 31(3), 303-310.
  - ❖ **Levitt J., 1972-** Responses of plants to environmental stresses. Academic Press. New York. San Francisco-London. 697p
  - ❖ **Levitt, J. (1972):** Response of Plants to Environmental Stresses. P.336. Academic Press. New York, San Francisco. London
  - ❖ **Lyers M., et Kaplan A., 1998** – Products of proline catabolism can induce osmotically regulated genes in rice. *Plant physiol.*, 116, 203 – 221.
  - ❖ **Madeline M., Turner C., 1980-** Osmotic adjustment in expanding and fully expanded leaves of sunflower in response to water deficits. *Plant Physiol.*, 7, 181-192
  - ❖ **Maranville, J.W. and Paulsen, M. (1970):** Alternation of carbohydrate composition of corn (*zeamays L.*). Seedling during moisture stress. *Agron. J.* 62: 605-608
  - ❖ **Martinez C.A., Maestri M. et Lani E.G., 1996-** In vitro salt tolerance and proline accumulation in Andean potato (*solanum spp.*) differing in frost tolerance. *Plant Science*, 116, 177-184
  - ❖ **Mekhlouf, A. (1998).** Etude de la transmission héréditaire des caractères associés au rendement en grains et de leur efficacité en sélection chez le blé dur (*Triticum durum Desf.*). Thèse de magister, INA, El Harrache, 67 pages.
  - ❖ **Milcent R. (2003).** Chimie organique hétérocyclique - Structures fondamentales mitochondria. *Plant Physiol.* 62, 22–2537 Rayapati, P.J. and Stewart, C.R. (1991) Solubilization of a proline dehydrogenase from maize (*Zea mays L.*) mitochondria. *Plant Physiol.* 95, 787–791
  - ❖ **Milcent R. (2003).** Chimie organique hétérocyclique - Structures fondamentales mitochondria. *Plant Physiol.* 62, 22–2537 Rayapati, P.J. and Stewart, C.R. (1991) Solubilization of a proline dehydrogenase from maize (*Zea mays L.*) mitochondria. *Plant Physiol.* 95, 787–791
  - ❖ **Monneveux, P., Belhassen, E. (1995).** Adaptation génétique face aux contraintes de la sécheresse *Cahiers de l'Agriculture*, 4: 251-261.
  - ❖ **Monneveux, P., Belhassen, E. (1996).** The diversity of drought adaptation in the wild. *Plant Growth Regul.* 20 : 85-92.
  - ❖ **Nakashima K., Satoh R., Kiyosue T., Kazuko Y.S. et Shinozaki K., 1998-** A gene encoding proline dehydrogenase is not only induced by proline and hypo osmolarity, but is also

- developmentally regulated in the reproductive organs of Arabidopsis. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 118, 1233-124
- ❖ **Nemmar M., 1983-** Contribution a l'étude de la résistance a la sécheresse chez les variétés du blé dur ( *Triticum durum* Desf.) et de blé tendre (*Triticum aestivum* L.): Evolution des teneurs en proline au cours du cycle de développement., E.N.S.A. Montpellier. These doctorat
  - ❖ **Owens T.G. et Fallkowski P.G., (1982).** phytochemistry, 21, 979-984
  - ❖ P.M. Anderson, E.A. Oelke, and S.R. Simmons. 1985. Growth and Development Guide for Spring Wheat . University of Minnesota Agricultural Extension Folder AG-FO-2547
  - ❖ **Palfi G., Kaves E. and Nehez R., 1974-** Main types of amino acid regulation in cultivars with deficient water supply and their practical application in agriculture. *Noventermeles*, 23, 219-228
  - ❖ **Palfi, G., Bito, M., Palfi, Z. (1973).** Water deficit and free proline in plant tissues. *Fiziol. Rast.* 20: 233–23
  - ❖ **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
  - ❖ **Paquin R, (1986).** Effet de l'humidité du sol sur la teneur en proline libre et des sucres de la Luzerne endurcie au froid et a la sécheresse. *can. J. plant.*, p: 66, 95-101
  - ❖ **Paquin R., 1977-** Effets des basses températures sur la résistance au gel de la luzerne ( *Medicago media* Pers.) et son contenu en proline libre. *Physiol veg.*, 15(4), 657-665
  - ❖ **Peisker C, Thomas H., Keller, F. et Matile, P., (1990).** *J. plant. physiol.*, 136, 544, 549
  - ❖ Peng Z., Lu Q. et Verma D.P.S., 1996- Reciprocal regulation of D1-pyrroline- 5- carboxylate synthetase and proline dehydrogenase. *Plant Mol. Genet.*, 253, 334- 34
  - ❖ **Rashid, A., Stark, J.C., Tanveer, A., Mustafa, T. (1999).** Use of canopy temperature measurements as a screening tool for drought tolerance in spring wheat. *J. Agron. and Crop Sci*, 182: 231-237.
  - ❖ **Rawson, H.M. (1988).** Effect of high temperatures on the development and yield of wheat and practices to reduce deleterious effects. p. 44- 62. In: A.R. Klatt (ed.). *Wheat Production Constraints in Tropical Environments*. Mexico, D.F.: CIMMYT
  - ❖ **Royapati P. J. and Stewart C.R., 1991 –** Solubilization of a proline dehydrogenase from maize (*Zea mays* 1) Mitochondria. *Plant Physiol.* , 95 , 787 – 791.
  - ❖ **Saint Pierre C.A., Monneveux P.H. et Comeau A. , 1991 –** Tolérance génétique des céréales au VJNO et à la sécheresse. Ed Aupelf Urej. John Libery. Euro. Text Paris, 35 – 50.
  - ❖ **Schoch S., Rudiger W., Luthy, B. et Matile p., (1984)** *J. plant physiol.*, 115, 85, 89.
  - ❖ **Shioi Y., Tatsumi Y. et Shimakawa K., (1991).** *Plant cell physiol.*, 32, 87-93.
  - ❖ **Singh T.N. ; Aspinall D and Paleg L.G., (1973).** Stress metabolism I-Nitrogen metabolism and growth in the barley plant during the water stress. *Aust. J. Biol. Sci.*; 26, 65-76.
  - ❖ **Soltner D. (1990).** *Phytotechnie spéciale, Les grandes productions végétales. Céréales, plantes sarclées, prairies. Sciences et Technique Agricoles* éd. 464p.
  - ❖ **Stewart C.R., Boggers S.F., Aspinall D., Paleg L.G., (1977).** Inhibition of proline oxidation in by water stress. *Plant. Physiol.* 59 , 930-932.
  - ❖ **Stewart, C.R. , Lee, J.A. (1974).** The role of proline accumulation in halophytes. *Planta*, 120 : 279-289
  - ❖ **Strizhov, N. et al. (1997)** Différentiel expression of two P5CS genes controlling proline accumulation during salt – stress requires ABA and is regulated by ABA1 , ABI2 in Arabidopsis. *Plant J* 12, 557-569
  - ❖ **Stryer L. (1992).** *La Biochimie de Lubert Stryer*. Ed. Medecine Science Flammarion: Paris, 1088p.
  - ❖ **Szabados, L. and Savouré A , 2010.** Proline: a multifunctional amino acid. *Trends Plant Sci.*, 15: 89–9
  - ❖ **T.T. Chang, C.F. Konzak, and J.C. Zadoks. 1974.** A Decimal Code for the Growth Stages of Cereals. *Weed Research* 14: 415-421.
  - ❖ **Tahri E., Belabed A Sadkik. (1998)** ; Effet d'un stress osmotique sur l'accumulation de proline, de chlorophylle et des ARNm codant pour la glutamine synthétase chez trois variétés de blé dur (*Triticum durum*) ; n° 21 , pp. 81-87

- ❖ **Tan, J.; Zhao, H.; Hang, J.; Han, Y.; Li, H. and Zhao, W. 2008).** Effects of exogenous nitric oxide on photosynthesis, antioxidant capacity and praline accumulation in wheat seedling subjected to osmotic stress. World J. Agric. Sci., 4(3): 307-313.
- ❖ **Taylor C.B. , 1996 –** Proline and water deficit. UPS, Douns. Ins, and Outs. The plant cell, 8, 1226 – 1224.
- ❖ **Turner N.C.,1986-**Adaptation to water deficit.A changing.
- ❖ **Turner, N.C. (1979).** Drought resistance and adaptation to water deficits in crops plants. Dans :Stress Physiology in Crop Plants, Mussell, H. et Staples, R.C. (éds). Wiley Intersciences, New York, pp. 303- 37
- ❖ **Vieira Da Silva J., 1968-** Influence of osmotic potentiel of the nutrient solution on the soluble carbohydrate and starch content of tree species of Gossypium.C.R.Acad.Sci.Paris,267,1289-1292
- ❖ **Waizel,Y.(1972) :**Biology of Halophytes.Academic press.New York.
- ❖ **Watanabe K.,Takania K.et Shioi Y., (1995),**plant cell
- ❖ **Yekhlef N .,(2001).**photo synthèse, activité photochimique et tolérance au déficit hydrique chez 1Z blé dur (Triticum durum Desf).Thèse de doctorant .Univ.Mentouri.constantine
- ❖ **Yekhlef N., 2001-** Photosynthèse activité photo chimique et tolérance au déficit hydrique chez le blé dur (Triticum durum Desf.).Thèse d'état .Fac des science.DSN.Universite Constantine,146 pages
- ❖ **Ziegler R. et Schanderl S.H.,(1969).**photosyntheica,3,45,-54

#### المراجع باللغة العربية

- ❖ احمد ،رياض عبد الطيف،(1984)-الماء في حياة النبات .مديرية دار الكتب للطباعة و النشر،جامعة الموصل
- ❖ التيسان ،وفاء بنت عبد الرحمن بن عبد الله (1994)-م :دراسات بيئية على بعض النباتات الملحية بالمنطقة الشرقية في المملكة العربية السعودية .رسالة الماجستير. كلية علوم النبات بالدمام
- ❖ حامد محمد كيال (1979)-نباتات و زراعة المحاصيل الحقلية :محاصيل الحبوب و البقول دمشق مديرية الكتب الجامعية 230ص
- ❖ سميرة مالكي(2002) – ( Triticum sp) مساهمة في دراسة التنوع البيولوجي للقمح بواسطة اختبار البرولين ماجستير أطروحة .. ص 86 . جامعة قسنطينة ، معهد علوم الطبيعة و الحياة
- ❖ شايب غنية (1998) محتوى البرولين عند مختلف أعضاء القمح الصلب محاولة لتفسير شروط التراكم تحت نقص الماء (Triticum Durum Desf.) أطروحة ماجستير.معهد ،علوم الطبيعة و الحياة ،جامعة قسنطينة 84 ص.
- ❖ كذلك ، محمد م (2000) . ( زراعة القمح . الناشر للمعارف بالإسكندرية . القاهرة- جمهورية مصر العربية 69 - 75
- ❖ محب طه صقر (2011)،تأثير الإجهاد المائي على العمليات الفيزيولوجية لنبات – جامعة المنصورة القاهرة.
- ❖ محمد كذلك، 2000 – زراعة القمح . منشأة المعارف بالإسكندرية جلال عزي و شركائه 272ص.

#### المراجع الإلكترونية

- ❖ ([www.marefa.org/index.php](http://www.marefa.org/index.php))
- ❖ (<http://www.arabidopsis.org:1555//ARA/NEW-IMAGE?object=CHLOROPHYLL-SYN>).

**ABA** :Acide absissique

**ADH** :Avec Déficite Hydrique

**APR1** :APR24h :Après rétourne de l'Arrosage 1

**APR2** :APR7jours : Après rétourne de l'Arrosage 2

**APX** :Ascorbate Péroxidase

**CAO** :Chlorophylle A Oxygène

**CAT** :Catalase

**Chl A/B** :Chlorophylle A/B

**GSA** :Glutamate –semi Aldéhyde

**GST** :Glutathiane-Stranférase

**P5C** :Pyrroline-5-Caboxylate Synthétase

**P5CDH** :P5C Déshydrogène

**PCD** :Programmed Cell Daeth

**PEG6000** : Ethylene Glycol 6000

**PSI** :Photosystème I

**ROS** :Reactive Oxygen Species

**SDH** :Sans Déficite Hydrique

**SOD** :Superoxidase Dismutase

## الملحقات

ملحق 1: المجموعات المتجانسة للنبات بين عامل الأصناف عند القمح الصلب والمعاملة المائية عند البرولين في مرحلة الصعود.

Modalités	Moyenne	Regroupements			
Varietes-Hau*Stress	48,974	A			
Varietes-Hau* APPR24h	40,995		B		
Varietes-GGR* APPR24h	22,220			C	
Varietes-GGR*Temoin	22,030			C	
Varietes-GGR*Stress	19,791			C	
Varietes-Hau*Temoin	17,293			C	
Varietes-GGR* APPR7j	8,415				D
Varietes-Hau* APPR7j	6,229				D

ملحق 2 : المجموعات المتجانسة للنبات بين عامل الأصناف والمعاملة المائية عند البرولين في مرحلة الصعود.

Modalités	Moyenne	Regroupements			
Variétés-FA * Stress	56,430	A			
Variétés-FA* APPR24h	48,964		B		
Variétés-Mexi* -Stress	42,883		B		
Variétés-Mexi* APPR24h	17,454			C	
Variétés-FA* Témoïn	15,881			C	
Variétés-Mexi*Témoïn	10,070			C	D
Variétés-FA* APPR7j	5,473				D
Variétés-Mexi*APPR7j	3,833				D

ملحق 3: المجموعات المتجانسة للنبات بين عامل الأصناف والمعاملة المائية عند البرولين في مرحلة الصعود.

Modalités	Moyenne	Regroupements			
Variétés-Manel* Stress	42,137	A			
Variétés-Saida* Stress	35,909	A			
Variétés-Manel* APPR24h	27,741		B		
Variétés-Saida* APPR7j	15,266			C	
Variétés-Manel* Témoïn	15,219			C	
Variétés-Manel* APPR7j	8,246			C	D
Variétés-Saida* APPR24h	8,054			C	D
Variétés-Saida* Témoïn	3,617				D



الملحقات

Varietés-Saida*traitement-Témoin	3,617									I
----------------------------------	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	---

ملحق 5: المجموعات المتجانسة للنباتات بين صنفى القمح الصلب والمعاملة المائية عند البرولين في مرحلة الإنبال

Modalités	Moyenne	Regroupements				
Varietes-GGR* Stress	180,062	A				
Varietes-Hau*Stress	104,790		B			
Varietes-Hau*APPR24h	43,528			C		
Varietes-GGR* APPR24h	26,139				D	
Varietes-GGR* APPR7j	13,802					E
Varietes-Hau* APPR7j	13,295					E
Varietes-GGR* Temoin	11,027					E
Varietes-Hau* Temoin	3,292					E

ملحق 6: المجموعات المتجانسة للنبات بين عامل صنفين والمعاملة المائية عند البرولين في مرحلة الإنبال .

Modalités	Moyenne	Regroupements				
Variétés-FA*traitement-Stress	136,667	A				
Variétés-Mexi*traitement-Stress	98,986		B			
Variétés-Mexi*traitement-APPR24h	51,861			C		
Variétés-FA*traitement-APPR24h	33,441				D	
Variétés-FA*traitement-APPR7j	15,291					E
Variétés-Mexi*traitement-APPR7j	11,576					E
Variétés-FA*traitement-Témoin	0,997					F
Variétés-Mexi*traitement-Témoin	0,588					F

ملحق 7: المجموعات المتجانسة للنبات بين عامل الصنفين والمعاملة المائية عند البرولين في مرحلة الإنبال.

Modalités	Moyenne	Regroupements				
Variétés-Manel*traitement-Stress	185,523	A				
Variétés-Saida*traitement-Stress	77,055		B			
Variétés-Saida*traitement-APPR24h	49,148			C		
Variétés-Manel*traitement-APPR24h	37,041				D	
Variétés-Manel*traitement-APPR7j	12,189					E
Variétés-Saida*traitement-APPR7j	10,899					E
Variétés-Manel*traitement-Témoin	1,525					E
Variétés-Saida*traitement-Témoin	1,112					E



الملحقات

ملحق 9 : المجموعات المتجانسة لتداخل العاملين للقمح

Modalités	Moyenne	Regroupements				
Variétés-GGR*Traitement-Stress	180,062	A				
Variétés-Hau*Traitement-Stress	104,790		B			
Variétés-Hau*Traitement-StessAPR24h	43,528			C		
Variétés-GGR*Traitement-StessAPR24h	26,139				D	
Variétés-GGR*Traitement-Stess7jours	13,802					E
Variétés-Hau*Traitement-Stess7jours	13,295					E
Variétés-GGR*Traitement-Témoin	11,027					E
Variétés-Hau*Traitement-TémoinAPR7jours	7,477					E
Variétés-GGR*Traitement-TémoinAPR7jours	6,162					E
Variétés-GGR*Traitement-TémoinAPPR24h	5,008					E
Variétés-Hau*Traitement-TémoinAPPR24h	3,999					E
Variétés-Hau*Traitement-Témoin	3,292					E

ملحق 10 : المجموعات المتجانسة للنبات بين عامل الأصناف عند القمح اللين والمعاملة المائية عند البرولين في مرحلة الإنبال.

Modalités	Moyenne	Regroupements				
Varietes-FA*Traitement-Stress	136,667	A				
Varietes-Mexi*Traitement-Stress	98,986		B			
Varietes-Mexi*Traitement-StessAPR24h	51,861			C		
Varietes-FA*Traitement-StessAPR24h	33,441				D	
Varietes-FA*Traitement-Stess7jours	15,291					E
Varietes-Mexi*Traitement-Stess7jours	11,576					E F
Varietes-FA*Traitement-TémoinAPR7jours	11,529					E F

الملحقات

Varietes-Mexi*Traitement-TémoinAPR7jours	9,527					E	F	G
Varietes-Mexi*Traitement-TémoinAPPR24h	8,243					E	F	G
Varietes-FA*Traitement-TémoinAPPR24h	4,136						F	G
Varietes-FA*Traitement-Témoin	0,997							G
Varietes-Mexi*Traitement-Témoin	0,588							G

ملحق 11 : المجموعات المتجانسة للنبات بين عامل الأصناف والمعاملة المائية عند البرولين في مرحلة الإنبال.

Modalités	Moyenne	Regroupements					
Variétés-Manel*Traitement-Stress	185,523	A					
Variétés-Saida*Traitement-Stress	77,055		B				
Variétés-Saida*Traitement-StessAPR24h	49,148			C			
Variétés-Manel*Traitement-StessAPR24h	37,041				D		
Variétés-Manel*Traitement-TémoinAPR7jours	18,854					E	
Variétés-Manel*Traitement-Stess7jours	12,189					E	F
Variétés-Saida*Traitement-Stess7jours	10,899					E	F
Variétés-Saida*Traitement-TémoinAPR7jours	6,487					E	F
Variétés-Manel*Traitement-TémoinAPPR24h	6,400					E	F
Variétés-Saida*Traitement-TémoinAPPR24h	6,270					E	F
Variétés-Manel*Traitement-Témoin	1,525						F
Variétés-Saida*Traitement-Témoin	1,112						F

الملحقات

ملحق 12: المجموعات المتجانسة للنبات بين عامل الأصناف والمعاملات المائية

Modalités	Moyenne	Regroupements											
varietés-Manel*Traitement-Stress	185,523	A											
varietés-GGR*Traitement-Stress	180,062	A											
varietés-FA*Traitement-Stress	136,667		B										
varietés-Hau*Traitement-Stress	104,790			C									
varietés-Mex*Traitement-Stress	98,986			C									
varietés-Saida*Traitement-Stress	77,055				D								
varietés-Mex*Traitement-StressAPR24h	51,861					E							
varietés-Saida*Traitement-StressAPR24h	49,148					E							
varietés-Hau*Traitement-StressAPR24h	43,528					E	F						
varietés-Manel*Traitement-StressAPR24h	37,041						F	G					
varietés-FA*Traitement-StressAPR24h	33,441							G	H				
varietés-GGR*Traitement-StressAPR24h	26,139								H	I			
varietés-Manel*Traitement-TémoinAPR7jours	18,854									I	J		
varietés-FA*Traitement-StressAPR7jours	15,291										J	K	
varietés-GGR*Traitement-StressAPR7jours	13,802										J	K	L
varietés-Hau*Traitement-StressAPR7jours	13,295										J	K	L
varietés-Manel*Traitement-StressAPR7jours	12,189										J	K	L





الملحقات

Varietes-Mexi*traitement-Stress	29,826						F		
Varietes-Manel*traitement-APR7jours	28,446						F		
Varietes-Haur*traitement-APR24h	24,380						F	G	
Varietes-GGR*traitement-APR24h	21,646							G	
Varietes-Saida*traitement-Témoin	14,373								H
Varietes-Manel*traitement-Stress	11,196								H
Varietes-Saida*traitement-APR7jours	11,054								H
Varietes-FA*traitement-APR24h	9,297								H
Varietes-Manel*traitement-APR24h	9,297								H
Varietes-Manel*traitement-Témoin	8,887								H
Varietes-Saida*traitement-Stress	8,073								H
Varietes-Saida*traitement-APR24h	6,668								H
Varietes-Mexi*traitement-	6,668								H

الملحقات

APR24h									
--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ملحق 14: المجموعات المتجانسة للنبات بين عامل الأصناف والمعاملة المائية .

Modalités	Moyenne	Regroupements							
varietés-FA*traitement-APR7jours	88,093	A							
varietés-Mex*traitement-APR24h	82,074	A	B						
varietés-FA*traitement-APR24h	74,245		B	C					
varietés-Mex*traitement-APR7jours	73,489		B	C					
varietés-Mex*traitement-Témoin	73,198		B	C					
varietés-GGR*traitement-APR7jours	68,333			C	D				
varietés-Mex*traitement-Stress	67,321			C	D				
varietés-Hau*traitement-Stress	67,292			C	D				
varietés-Hau*traitement-APR24h	66,927			C	D				
varietés-FA*traitement-Témoin	64,623			C	D	E			
varietés-Hau*traitement-	62,776			C	D	E			



الملحقات

varietés- Saida*traitement- Stress	12,11 1									I
--	------------	--	--	--	--	--	--	--	--	---

ملحق 15: المجموعات المتجانسة للنبات بين عامل الأصناف والمعاملة المائية .

Modalités	Moyenne	Regroupements								
varietés-Hau*traitement- TémoinAPR24h	71,488	A								
varietés-GGR*traitement- TémoinAPR7jours	64,244		B							
varietés-Hau*traitement- Stress	61,534		B							
varietés-GGR*traitement- TémoinAPR24h	61,404		B							
varietés-Hau*traitement- Témoin	58,349		B	C						
varietés-Hau*traitement- StressAPR7jours	57,355		B	C	D					
varietés-GGR*traitement- Stress	54,867		B	C	D					
varietés-GGR*traitement- Témoin	54,863		B	C	D					
varietés-Hau*traitement- TémoinAPR7jours	48,767			C	D	E				
varietés-Hau*traitement- StressAPR24h	47,851				D	E				
varietés-GGR*traitement- StressAPR24h	44,134					E	F			
varietés-GGR*traitement- StressAPR7jours	38,928						F			

ملحق 16: المجموعات المتجانسة للنبات بين عامل الأصناف والمعاملة المائية .

Modalités	Moyenne	Regroupements	
varietés-Hau*traitement-StressAPR24h	19,076	A	
varietés-GGR*traitement-StressAPR24h	16,102	A	
varietés-Hau*traitement-TémoinAPR24h	8,152		B
varietés-Hau*traitement- TémoinAPR7jours	5,814		B
varietés-Hau*traitement-Stress	5,787		B
varietés-Hau*traitement-StressAPR7jours	5,683		B
varietés-GGR*traitement-Stress	5,416		B
varietés-GGR*traitement- StressAPR7jours	5,225		B
varietés-Hau*traitement-Témoin	4,427		B
varietés-GGR*traitement- TémoinAPR7jours	4,089		B

الملحقات

varietés-GGR*traitement-TémoinAPR24h	3,744		B
varietés-GGR*traitement-Témoin	3,306		B

ملحق 17: المجموعات المتجانسة للنبات بين عامل الأصناف والمعاملة المائية .

Modalités	Moyenne	Regroupements		
varietés-Hau*traitement-TémoinAPR24h	79,640	A		
varietés-GGR*traitement-TémoinAPR7jours	68,333		B	
varietés-Hau*traitement-Stress	67,321		B	
varietés-Hau*traitement-StressAPR24h	66,927		B	
varietés-GGR*traitement-TémoinAPR24h	65,148		B	
varietés-Hau*traitement-StressAPR7jours	63,038		B	
varietés-Hau*traitement-Témoin	62,776		B	
varietés-GGR*traitement-Stress	60,283		B	
varietés-GGR*traitement-StressAPR24h	60,236		B	
varietés-GGR*traitement-Témoin	58,169		B	
varietés-Hau*traitement-TémoinAPR7jours	54,581		B	
varietés-GGR*traitement-StressAPR7jours	44,153			C

ملحق 18: المجموعات المتجانسة للنبات بين عامل الأصناف والمعاملة المائية .

Modalités	Moyenne	Regroupements					
varietés-FA*traitement-TémoinAPR7jours	84,164	A					
varietés-Mex*traitement-TémoinAPR24h	75,043		B				
varietés-Mex*traitement-Témoin	69,331			C			
varietés-Mex*traitement-TémoinAPR7jours	66,971			C			
varietés-Mex*traitement-Stress	61,534				D		
varietés-FA*traitement-Témoin	60,534				D	E	
varietés-Mex*traitement-StressAPR7jours	59,355				D	E	
varietés-Mex*traitement-StressAPR24h	59,235				D	E	
varietés-FA*traitement-TémoinAPR24h	57,541				D	E	
varietés-FA*traitement-Stress	54,867					E	F
varietés-FA*traitement-	52,043						F

الملحقات

StressAPR24h								
varietés-FA*traitement- StressAPR7jours	35,459							G

ملحق 19: المجموعات المتجانسة للنبات بين عامل الأصناف والمعاملة المائية .

Modalités	Moyenne	Regroupements			
varietés-Mex*traitement- StressAPR24h	22,839	A			
varietés-FA*traitement- StressAPR24h	22,202	A			
varietés-Mex*traitement- TémoinAPR24h	9,826		B		
varietés-Mex*traitement- TémoinAPR7jours	6,518			C	
varietés-Mex*traitement- StressAPR7jours	6,485			C	
varietés-Mex*traitement-Stress	5,787			C	
varietés-FA*traitement-Stress	5,416			C	
varietés-FA*traitement-Témoin	4,089			C	D
varietés-FA*traitement- TémoinAPR7jours	3,929			C	D
varietés-FA*traitement- StressAPR7jours	3,918			C	D
varietés-Mex*traitement-Témoin	3,867			C	D
varietés-FA*traitement- TémoinAPR24h	1,949				D

ملحق 20: المجموعات المتجانسة للنبات بين عامل الأصناف والمعاملة المائية .

Modalités	Moyenne	Regroupements			
varietés-FA*traitement- TémoinAPR7jours	88,093	A			
varietés-Mex*traitement- TémoinAPR24h	84,869	A			
varietés-Mex*traitement- StressAPR24h	82,074	A			
varietés-FA*traitement- StressAPR24h	74,245		B		
varietés-Mex*traitement- TémoinAPR7jours	73,489		B		
varietés-Mex*traitement- Témoin	73,198		B		
varietés-Mex*traitement-Stress	67,321		B	C	
varietés-Mex*traitement- StressAPR7jours	65,840			C	D
varietés-FA*traitement-Témoin	64,623			C	D
varietés-FA*traitement-Stress	60,283				D
varietés-FA*traitement- TémoinAPR24h	59,490				D

الملحقات

varietés-FA*traitement- StressAPR7jours	39,377						E
--	--------	--	--	--	--	--	---

ملحق 21 : المجموعات المتجانسة لتداخل العاملين للقمح الصلب.

Modalités	Moyenn e	Regroupements					
varietés-Manel*traitement- TémoinAPR24h	72,432	A					
varietés-Manel*traitement- Témoin	46,907		B				
varietés-Manel*traitement- TémoinAPR7jours	46,560		B				
varietés-Manel*traitement- StressAPR24h	32,945			C			
varietés-Saida*traitement- TémoinAPR24h	26,119				D		
varietés-Saida*traitement- TémoinAPR7jours	25,931				D		
varietés-Saida*traitement- StressAPR24h	17,776					E	
varietés-Manel*traitement- Stress	16,708					E	F
varietés-Saida*traitement- Témoin	16,682					E	F
varietés-Manel*traitement- StressAPR7jours	15,467					E	F
varietés-Saida*traitement- StressAPR7jours	12,256						F
varietés-Saida*traitement- Stress	12,111						F

ملحق 22 : المجموعات المتجانسة للنبات بين عامل الأصناف والمعاملة المائية .

Modalités	Moyenne	Regroupements					
varietés-Manel*traitement- TémoinAPR24h	6,188	A					
varietés-Manel*traitement- StressAPR24h	4,478		B				
varietés-Saida*traitement- StressAPR24h	4,326		B				
varietés-Manel*traitement- TémoinAPR7jours	4,229		B				
varietés-Manel*traitement-Témoin	2,721			C			
varietés-Saida*traitement- TémoinAPR7jours	1,849						D
varietés-Manel*traitement- StressAPR7jours	1,659						D
varietés-Manel*traitement-Stress	1,444						D
varietés-Saida*traitement-Témoin	1,327						D
varietés-Saida*traitement-Stress	1,257						D



الملحقات

TémoinAPR24h												
varietés- FA*traitement- StressAPR24h	74,245		B	C								
varietés- Mex*traitement- TémoinAPR7jours	73,489		B	C	D							
varietés- Mex*traitement- Témoin	73,198		B	C	D							
varietés- Manel*traitement- TémoinAPR24h	72,432		B	C	D							
varietés- GGR*traitement- TémoinAPR7jours	68,333			C	D	E						
varietés- Mex*traitement- Stress	67,321			C	D	E						
varietés- Hau*traitement- Stress	67,292			C	D	E						
varietés- Hau*traitement- StressAPR24h	66,927			C	D	E						
varietés- Mex*traitement- StressAPR7jours	65,840			C	D	E						
varietés- GGR*traitement- TémoinAPR24h	65,148			C	D	E	F					
varietés- FA*traitement- Témoin	64,623			C	D	E	F					
varietés- Hau*traitement- StressAPR7jours	63,038				D	E	F					
varietés- Hau*traitement- Témoin	62,776				D	E	F					
varietés- FA*traitement- Stress	60,283					E	F					
varietés- GGR*traitement- StressAPR24h	60,236					E	F					
varietés- FA*traitement- TémoinAPR24h	59,490					E	F					
varietés- GGR*traitement- Témoin	58,169					E	F					
varietés- Hau*traitement-	54,581						F	G				

