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

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية عاوم الطبيعة و الحياة

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

قسم :. بيولوجيا و فيزيولوجيا النبات

مذكرة التخرج للحصول على شهادة الماستر2

ميدان : علوم الطبيعة و الحياة

الفرع : علوم البيولوجيا

التخصص : التنوع الحيوي و الإنتاج النباتي

عنوان البحث :

ميكانيزمات التأقلم مع الجفاف عند القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.)
دراسة معايير مرفولوجية و بيوكيميائية

من أعداد الطالب (ة) : خياري مريم
مقلاتي خولة

بتاريخ : 12 جوان 2016

لجنة المناقشة :

رئيس اللجنة	باقة مبارك	أستاذ التعليم العالي	بجامعة الإخوة منتوري
المشرف	زغمار مريم	أستاذة مساعدة	بجامعة الإخوة منتوري
الممتحنون	سلوى نباش	أستاذة مساعدة	بجامعة الإخوة منتوري

السنة الجامعية : 2016/2015

التشكرات

نتقدم أولا بالشكر لله عزّ وجل الذي أنارنا بنعمة العلم وأمدنا بقوة و ألهمنا بالصبر وأعاننا على إنجاز هذا البحث وما توفيقي إلا بتوفيقه سبحانه وتعالى "من لم يشكر الناس لم يشكر الله"

كما نتقدم بالشكر والتقدير للأستاذ الفاضل "بن لعربيي مصطفى " لقبوله مناقشة هذه الرسالة وكذلك على ترأسه لجنة المناقشة

كما نتقدم بأسمى عبارات الامتنان والعرفان لأستاذتنا الفاضلة "زغمار مريم" لقبولها الإشراف على هذا البحث والتي لم تبخل علينا بالمساعدة والتوجيهات القيمة التي قدمتها لنا طوال فترة إنجاز هذا البحث .

وإلى الأستاذة الفاضلة " نباش سلوى " لقبولها مناقشة هذه الرسالة بصفتها عضوا ممتحنا

وفي الأخير أتقدم بالشكر إلى جميع الأساتذة والزملاء الذين شجعونا ودعمونا على إتمام هذا البحث.

إهداء

بسم الله الحمان الرحيم

"قل أعملوا فسيرى الله عملكم و رسوله و المؤمنون "

صدق الله العظيم

إلى خير خلق الله محمد بن عبد الله صلوات الله عليه و سلم تسليما، إلى

من قال فيهما رب العالمين بعد بسم الله الرحمان الرحيم

"و قضى ربك ألا تعبدوا إلا إياه و بالوالدين إحسان"

إليك يا من أضاءت و لازلت تضيء حياتي و دربي إليك يا أجمل وردة عطرت أيامي و دعمتني

لأصل لهذا المستوى إليك يا أروع امرأة في الوجود إلى مصدر حبي

و حناني إلى ست الحبايب أمي الغالية "يمينة"

إلى من ربتني و أعطتني الحنان و دعمتني في الحياة

إلى جدتي حبيبتي "فاطمة"

إلى توأم روحي و رفيقة دربي إلى صاحبة القلب الطيب و النوايا الصادقة إلى من

بوجودها أكتسب قوة و محبة لا حدود لها إلى من عرفت

معها معنى الحياة "أختي لطيفة"

إلى كل الأقارب و الأحباء صغيرا و كبيرا

إلى صديقتي و أختي "خولة"، إلى كل صديقاتي الأوفياء "هاجر، سمية،

سارة، عائشة" إلى كل من هم في قلبي و لم يذكرهم قلمي

إلى كل صديقاتي و زملائي دراستي دفعة 2016

إلى كل هؤلاء أهدي هذا العمل راجية من الله عز و جل أن يعلمنا بما ينفعنا و

ينفعنا بما علمنا و يزدنا علما.

مريم

إهداء

بسم الله بدأنا وعليه توكلنا و على سيدنا الحبيب صلينا

ما أسعد قلبي في صدري وما أسرع قلمي في يدي ساعة كتابة هذه السطور

إلى خالقي و معيني له الحمد حتى يرضى وله الحمد حين يرضى و له الحمد بعد الرضا

أهدي ثمرة نجاحي إلى ريحانة الدنيا و بهجتها ، إلى التي سقتني الحب و الحنان من مصدرها ، إلى أطيب قلب في الوجود و أحب إنسانة إلى قلبي أمي الحبيبة

إلى الذي لطالما كان قدوتي و رفيق دربي و الذي سعى دائما لبهجتي و تعب كثيرا لراحتي أبي العزيز

إلى إخوة لم أكن لأسعد أكثر بوجودهم إلا لكونهم إخوتي : يحي ، زكرياء ، نور الهدى ، رجاء

إلى أعز و أغلى صديقاتي و إخوتي اللواتي أنجبتهم لي الحياة: مريومة ،أمينة، أميرة ، ايمان ، خولة ، نجية ، عائشة ، لبنة ، هدى

إلى كل العائلة الكريمة صغيرا و كبيرا

إلى كل أحبائي من قريب و من بعيد وكل زميلاتي و زملائي في الدراسة

خولة

قائمة المختصرات

- **ITGC :** المعهد التقني الزراعات الكبرى بالخروب .
- **FAO :** المنظمة العالمية الغذاء و الزراعة .
- **MBB :** محمد بن بشير
- **Prol :** برولين
- **Sucr :** سكريات
- **DO :** الكثافة الضوئية
- **SF :** المساحة الورقية
- **PS :** الوزن الجاف
- **T :** العينات الشاهد
- **S :** العينات المجهدة
- **PH :** الأس الهيدروجيني
- **% :** النسبة المئوية
- **SDH :** عدم وجود نقص مائي
- **ADH :** وجود نقص مائي
- **B Mestina :** Beni Mestina
- **مْ:** الدرجة المئوية
- **ملل :** ميلي لتر
- **غ :** غرام
- **ملغ :** ميلي غرام

قائمة الأشكال

الشكل (1) : بلدان الهلال الخصيب..... 01

الشكل (2) :الهلال الخصيب..... **01**

الشكل (3): التركيب المرفولوجي لنبات القمح..... 08

الشكل (4): مراحل تطور القمح..... 10

الشكل (5): يمثل صورة البيت الزجاجي 21

الشكل (6): مخطط يوضح تطبيق الإجهاد المائي..... **22**

الشكل (7): جهاز Portalle Area métre 23

الشكل (8): جهاز قياس طيف الامتصاص Spectrophotomètre..... 24

الشكل (9): صور نتائج معايرة البرولين عند أصناف القمح الصلب النامية في ظل الإجهاد المائي 25

الشكل (10): صور نتائج معايرة السكريات عند أصناف القمح الصلب النامية في ظل الإجهاد المائي 26

الشكل (11): صور نتائج معايرةNitrate Réductase عند أصناف القمح الصلب النامية في ظل الإجهاد المائي. 28-29

الشكل (12): صور نتائج التخفيفات لمعايرة النتريت عند أصناف القمح الصلب النامية في ظل الإجهاد المائي.... 30

الشكل (13): منحنى قياسي لتغيرات نسبية لتركيز النتريت (Nitrate réductase)..... 30

الشكل(14): أعمدة بيانية تمثل تغيرات مساحة الورقة الأصناف القمح الصلب النامي في ظل الإجهاد المائي 32

الشكل(15): أعمدة بيانية تمثل تغيرات محتوى البرولين لأصناف القمح الصلب النامي في ظل الإجهاد المائي ... 34

الشكل(16): أعمدة بيانية تمثل تغيرات محتوى السكريات لأصناف القمح الصلب النامي في ظل الإجهاد المائي... 36

الشكل(17): أعمدة بيانية تمثل تغيرات نسبة النتريت لأصناف القمح الصلب النامية في ظل الإجهاد المائي 38

قائمة الجداول

الجدول (1): أكبر الدول المنتجة للقمح لعام 2011 (FAO) 06

الجدول (2): آليات التأقلم للإجهاد المائي..... 15

الجدول (3): أصل أصناف القمح المدروسة 20

الجدول (4): تحليل التباين (ANOVA) لمساحة الورقة..... 31

الجدول (5): تحليل التباين (ANOVA) للبرولين..... 33

الجدول (6): تحليل التباين (ANOVA) لسكريات..... 35

الفهرس

المقدمة

الفصل الأول : استعراض المراجع

I. دراسة نظرية حول نبات القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.) 01

1.القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.) 01

2. أصل القمح الصلب 01

1.2. الأصل الجغرافي 01

2.2. الأصل الوراثي 02

3.تصنيف نبات القمح الصلب 03

1.3. التصنيف العلمي 03

2.3. التصنيف الكروموزومي 04

4.الأهمية الاقتصادية للقمح الصلب في العالم والجزائر 06

5. التركيب المورفولوجي للقمح الصلب 07

5. 1. الجذور 07

5. 2. الساق 07

5. 3. الورقة 07

5. 4. النورة 08

5. 5. الثمرة 08

6. دورة حياة القمح 08

6. 1. الطور الخضري 09

6. 2. الطور التكاثري 09
6. 3. طور النضج 10
7. الاحتياجات البيئية والمناخية لنبات القمح الصلب 10
1.7. التربة 10
2.7. الرطوبة 11
3.7. الحرارة 11
4.7. الضوء 11
II. الإجهاد المائي..... 12
1. ظواهر الإجهاد المائي 12
2. تأثير الإجهاد المائي على نبات القمح الصلب 12
3. ميكانيزمات التأقلم مع الإجهاد المائي عند القمح الصلب 13
3. 1. التجنب (التهرب) 13
3. 2. التحمل (تفادي الاجهاد) 14
3. 3. المقاومة 14
4. تأثير الإجهاد المائي على تراكم المظاهر المرفولوجية لنبات القمح الصلب 16
1.4. المعايير المرفولوجية 16
- مرفولوجية ومساحة الورقة 16
2.4 المعايير الفيزيولوجية (تراكم المواد الذائبة)..... 16
- تراكم البرولين 16
- تراكم السكريات الذائبة 17
- تأثير الإجهاد المائي على إنزيم (Netrat Réductase) 17

5. تعديل الأسموزي 19

الفصل الثاني .....

الجزء الأول : طرق و وسائل العمل.....

1.المادة النباتية..... 20

2.موقع التجربة..... 21

3. سير التجربة 21

4. تصميم التجربة 22

5. المعايير المدروسة 23

1.5. المعايير المرفولوجية 23

- المساحة الورقية 23

2.5. المعايير البيوكيميائية 23

- تقدير كمية البرولين 23
- تقدير السكريات 25
- تقدير Nitrate Réductase..... 27

الجزء الثاني : النتائج والمناقشة .....

النتائج 31

1 .المعايير المرفولوجية 31

1.1.مساحة الورقة 31

2. المعايير البيوكيميائية 33

1.2. البرولين 33

2.2. السكريات الذائبة 35

3.2. النتريت (NO_2-) (Nitrate réductase) 37

المناقشة 39

الخاتمة 42

الملخص.....

المراجع .....

الملحقات.....

المقدمـــــــــــــة

مقدمـــــــة :

تحتل الحبوب مكانة أساسية في السلم العالمي في النظام الزراعي، تعتبر المصدر الأساسي في تغذية الإنسان والحيوان(Slama, 2005)، حيث تشكل أهم مصدر للبروتين والكربوهيدرات (2007) FAO.

تمت دراستنا على نبات القمح لأنه يعتبر المحصول الغذائي الأول في العالم، حيث يؤمن 15 بالمئة من الاحتياجات الطاقوية (Bajji,1999)، وهذا لاستخدامه كمادة لصناعة السميد والعجائن الغذائية، إضافة لاستخدامه كمصدر رئيسي للنشاء، فهو يحتوي على نسب جيدة من البروتين والفيتامينات والأملاح المعدنية .

في الجزائر تبلغ نسبة الأراضي المخصصة للزراعة 40% من حيث المساحة القمح المزروعة. أي ما يعادل 3 ملايين هكتار مع ذلك يبقى الإنتاج ضعيف حيث بلغ 7 إلى 8 قنطار في الهكتار الواحد (حساني وآخرون،2008).

يعتبر الجفاف من أهم العوامل البيئية التي تأثر بقوة في تحديد الإنتاج في المناطق الجافة وشبه جافة، بحيث يقلل الكفاءة الإنتاجية لنبات إذ يؤدي إلى أحداث اضطرابات مرفولوجية وفيزيولوجية على مختلف مراحل نمو النبات .

إن تفاقم هذه المشكلة جعل الكثير من الباحثين يهتمون بها سعيا لفهم الميكانيزمات التي تسمح للنبات للتأقلم مع هذه الظاهرة. وبغرض تحديد تأثير التغيرات المناخية على الإنتاج فإن اهتمام الباحثين ينصب على إيجاد ودراسة العوامل الفيزيولوجية والمرفولوجية المرتبطة بالإنتاج تحت ظروف العجز المائي.

الهدف من دراستنا التجريبية هو دراسة وفهم ميكانيزمات استجابة القمح الصلب ***Triticum durumDesf*** تحت تأثير الإجهاد المائي.

اختير لهذه التجربة تسعة أصناف من القمح الصلب تم تعريضها للإجهاد المائي، لملاحظة استجابتها وذلك بدراسة بعض المعايير المرفولوجية والبيوكيميائية (البروتين، سكريات، **Nitrat rudictase** ومساحة الورقة) التي تعتبر كمؤشرات للتأقلم مع الإجهاد المائي.

الفصل الأول

استعراض المراجع

دراسة نظرية حول نبات القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.)

1. القمح الصلب

القمح نبات يستعمله الإنسان في غدائه اليومي على شكل دقيق لاحتوائه على الألبومين النشوي. يعتبر القمح (*Triticum sp*) من أغنى فصائل (عائلات) النباتات ذوات الفلقة الواحدة و هي أعشاب سنوية تضم 800 جنس و أكثر من 6700 نوع. يضم جنس *Triticum* 19 نوعا منها أربع برية و البقية زراعية (حامد، 1979).

القمح نبتة ذاتية التلقيح، تساعد على حفظ نقاوة الأصناف من جيل إلى آخر حيث تمنع حدوث التلقيح الخلطي. يتراوح طول نبات القمح من متر إلى 1.40 مترا وتزن حبة قمح واحدة ما بين 45 إلى 60 ملغ وتأخذ شكلا متطاولا وهي ثمرة التصق بها الغلاف الثمري مما يجعلها لا تنفتح عند نضجها (Soltner, 1980).

2. أصل القمح الصلب

1.2.الأصل الجغرافي

يحتل القمح المكان الأول من بين محاصيل التي يستعملها الإنسان في غذائه اليومي وهو من أعظم الحبوب انتشارا ويزرع في جميع أقطر العالم (شكري، 1994).

ويعتبر واحد من الأنواع النباتية التي زرعت وحصدت من قبل الإنسان منذ حوالي7000إلي 10000سنة ضمن منطقة الهلال الخصيب (Croton et Williams, 1981) ويعتقد أن الأصل الجغرافي للقمح يتمركز ضمن المناطق الغربية لإيران، شرق العراق و جنوب شرق تركيا حسب (Harlan, 1975).

وجدت العديد من بقايا القمح ثنائي الصيغة الصبغية (Diploïde) ورباعي الصيغة الصبغية (Tétraploïde) محفوظة ضمن بقايا أثار يرجع عمرها إلى 7000 سنة قبل الميلاد ضمن مناطق الشرق الأدنى (Harlan, 1975).

وحسب (Vavilov, 1934) تم تقسيم الموطن الأصلي لمجموعات القمح إلى ثلاث أقسام :

- **منطقة سوريا وشمال فلسطين** : تمثل المركز الأصلي لمجموعة الأقماح الثنائية (Diploïdes;2N).
- **المنطقة الأثيوبية** : تعتبر المركز الأصلي لمجموعة الأقماح الرباعية (Tétraploïdes; 4N) .
- **المنطقة الأفغانية**:حيث تعد المركز الأصلي لمجموعة الأقماح السداسية (Hexaploïdes; 6N).

الشكل (1) : بلدان الهلال الخصيب

الشكل (2) : الهلال الخصيب

2.2.الأصل الوراثي للقمح

القمح البري ثنائي العدد الصبغي (Diploïde) يحتوي 14 صبغي. القمح النشوي (Emmer) رباعي العدد الصبغي (Tetraploïde) و القمح الصلب لهما 28 صبغي و القمح الشائع سداسي العدد الصبغي يملك 42 صبغي (Feldman, 1976).

ينحدر القمح الصلب (*Triticum durum* Desf ; 2n=4 ;AABB) من تهجين بين أجناس برية ذات الصيغة الصبغية (BB) وتعرف باسم *Aegilops speltoides* وجنس*Triticum monoccocum* (ذو الصيغة الصبغية ; AA) ويعتبر الجنس *Triticum durum* Desf أكثر انتشار مقارنة بالأجناس رباعية الصيغة الصبغية (Croston andwilliams, 1981).

الأقماح رباعية العدد الصبغي نتجت من تصالب نادر لكن طبيعي ما بين إثنين من الأقماح ثنائية العدد الصبغي بواسطة تهجين طبيعي جمعت فيه صبغيات نوع ثنائي العدد الصبغي مع صبغيات نوع آخر لكن بنفس العدد الصبغي وفق تطورات تسمى Amphidiploide . (Feldman, 1976).

الأقماح سداسية العدد الصبغي(Hexaploïd) تنتج صبغيات نوع ثنائي العدد الصبغي يملك الجينوم (DD) مع نوع آخر رباعي العدد الصبغي يملك الجينوم (AABB) لينتج عن ذلك هجين سداسي العدد الصبغي يملك الجينوم *Triticum asticum* (Feldman, 1976) (AABBDD).

3. تصنيف نبات القمح الصلب

1.3.التصنيف العلمي

نبات القمح نبات عشبي حولي يتبع العائلة النجيلية (Gramineae) سابقا أما حاليا فقد أصبح يتبع العائلة الكلائية (Poaceae) والجنس *Triticum*. ويتبع جنس القمح حوالي 15 نوعا بعضها ثنائي الحول (محمد كذلك، 2000).

يقسم القمح حديثا (Feillet,2000; Burnie *et al.,2006* in Chaib 2012) إلى :

Régne : Plantea

S/régne : Tracheobionta

Emb : Phanéroganiae

S/Emb : Magnoliophyta (Angiospermes)

Division : Magnoliophyta

Classe : Liliopsida (Monocotylédones)

S/Classe : Commelinidae

Ordre : Poales (Glumiflorale) Cyperales

Famille : Poaceae (Graminées)

S/Famille : Pooideae (Festucoideae)

Tribue : Triticeae

S/tribue : Triticinae

Genre : *Triticum*

Espèce : *Triticum durum* Desf.

2.3.التصنيف الكروموزومي :

يصنف جنس القمح على أساس عدد الكروموزومات إلى ثلاثة مجاميع، يمكن تمييزها عن بعضها مظهريا على أساس الصفات التالية :

ـــ عدد الزهرات في السنبلة

ـــ تغليف البذور

ـــ شكل و قوام و طول القنابع بالنسبة للعصفات و محور السنبلة

و تتمثل المجاميع الوراثية الثلاثة في :

- **الأقماح الثنائية Diploïdes**

فهي ثنائية المجموعة الكروموزومية (2n=14) تحتوي السنبلة على حبة واحدة تظل مغلقة بالعصفات صيغتها الوراثية (AA) و تضم الأنواع التالية :

-*Triticum monococcum*

-*Triticum spontameu*

-*Triticum algilopoides lurk*

- **الأقماح الرباعية Tétraploïdes**

فهي رباعية المجموعة الكروموزومية (2n=28) تمتاز بأن محور السنبلة قوية والحبوب عادية بعد الدراسة وهذه الصفات تخص الأنواع المنزرعة، أما الأقماع الرباعية غير المنزرعة فيكون محور السنبلة هشا وتظل الحبوب مغلقة وتضم الأنواع التالية (غسان، 1981) :

- *T.dicoccoides Koen*

- *T.polomtain*

- *T.pyramidale*

- *T.timopheener*

- *T.turgdunl*

- *T.dicoccu Scrant*
- *T.durum Desf*
- *T.persicum Boiss*
- *T.compactum stend*
- *T. turgidum* لنوع AABB (Mackey, 1966) صيغتها الوراثية
- *T. timopheevizak* لنوع AABB

- **الاقماح السداسية Hexaploïdes**

هي سداسية المجموعة الكروموزومية (2n=42) صيغتها الوراثية حسب (Mackey, 1966) هي (AABBDD) أو (AAAAGG) على حسب الأنواع التالية :

- *T.speltal*
- *T.sphoercoccum*
- *T.machadek*
- *T.compoctum*
- *T.aesturml*
- *T.vulcare most*

نتج أول قمح سداسي بالتهجين بين *Aegilops squarrosa* و*Triticum dicoccum*،أما (كيال، 1979) أقر أن أصل الأنواع هي المجموعة الكروموزومية الواحدة génome (x=7) حيث نشأت الأنواع من بعضها عن طريق التهجين أو المجموعة الثنائية (Diploïdes) هي A,B,D .

4. الأهمية الاقتصادية للقمح الصلب في العالم و الجزائر

يعتبر القمح الصلب (*Triticum durum*Desf.) أكثر المحاصيل أهمية في العالم فهو كثير الاستخدام في غذاء الإنسان و الحيوان (Cheftel et Chefiel, 1992).وهو قيم في صنع العجائن الغذائية في جميع أنحاء العالم (Geant *et al*., 2008). ومعظمهم سكان شمال إفريقيا تعتمد في غذائها على الأغذية المصنعة من نبات القمح (Feillet, 2000).

قدر الإنتاج العالمي للقمح سنة 2011 بـــ 704.1 مليون طن حسب منظمة الغذاء والزراعة (FAO) ومن أكبر الدول المنتجة للقمح في العالم الصين، الهند، الولايات المتحدة، روسيا، فرنسا وأستراليا.

الجدول (1) : أكبر الدول المنتجة للقمح لعام 2011 (FAO)

البلد	إ. أ	الصين	الهند	الو. م	روسيا	فرنسا	استراليا	كندا	باكستان	ألمانيا
الإنتاج مليون(طن)	140	117.4	96.9	56.4	54.4	38.0	27.4	25.3	25.2	22.8

وتشير التوقعات المبكرة ل (FAO)، أن المحزونات العالمية من الحبوب في ختام المواسم المتبقية في عام 2016 ستبلغ 642 مليون طن.

أما في الجزائر يحتل القمح المرتبة الأولى قبل الشعير من حيت المساحة الزراعية والإنتاج(Belaid et Moussaoui, 1999)، تشكل المساحة الصالحة لزراعة في الجزائر حوالي 3بالمئة من المساحة الإجمالية، يحتل القمح الصلب 43 بالمئة مساحة الإنتاج الفلاحي الوطني متبوع بالقمح اللين الذي يحتل 19بالمئة منها وبرغم من هذا تستورد الجزائر كميات كبيرة من القمح حيت وصلت إلى 6,6 مليون طن خلال الفترة الممتدة من 2013 إلى 2014 وإنها ستستورد 6 مليون طن إلى غاية 2015 حيث صنفت الجزائر 5 أكبر دولة مستوردة للحبوب في العالم وثاني أكبر دولة عربية بعد مصر إفريقيا بحيث ترتب القمح في الصف الأول للواردات الموجهة للجزائر بحصة تقدر 58بالمئة (قندوزي وفوغالي، 2013).

5. التركيب المرفولوجي للقمح

1.5. الجذور

يتكون المجموع الجذري من مجموعتين من الجذور، الأولى هي الجذور الجنينية وتخرج من الجنين عند الإنبات والثانية مجموعة الجذور العرضية وتنشأ من عقد الساق السفلي وينشأ عن كل إشطاء مجموعه الجذري الذي يمده باحتياجاته الغذائية والماء. وينحصر نمو الجذور في منطقة تمتد نحو 10مم خلف قمة الجذر، وتختلف سرعة إمداد الجذور كثيرا أثناء النمو، حيث تكون السرعة كبيرة أثناء فترة اعتماد الباذرات على الغذاء المخزن بالحبوب (رقية، 1980).

2.5. الساق

الساق قائمة، أسطوانية الشكل، ناعمة، قشية، مقسمة إلى سلميات جوفاء يفصلها عقد وتنتهي الساق بسنبلة. يمكن أن تتفرع من الساق عدد كبير من الأشطاء تخرج من العقد الموجودة تحت سطح التربة.

ويختلف ارتفاع نبات القمح اختلافا واسعا بين الأصناف إذ يبلغ حوالي 0.3م في الأصناف القصيرة جدا ونحو 1.5م في الأصناف الطويلة منها.

تحمل الساق الأوراق والنورات، وتتألف من عقد وسلميات، ويزداد طول السلامية تدريجيا نحو الأعلى.تتصف نباتات القمح بقدرتها على إعطاء سيقان جانبية (إشطاءات) من البراعم الإبطية الموجودة على العقد الساقية المكوّنة لتاج النبات (طارق علي ديب، 2004).

3.5. الورقة

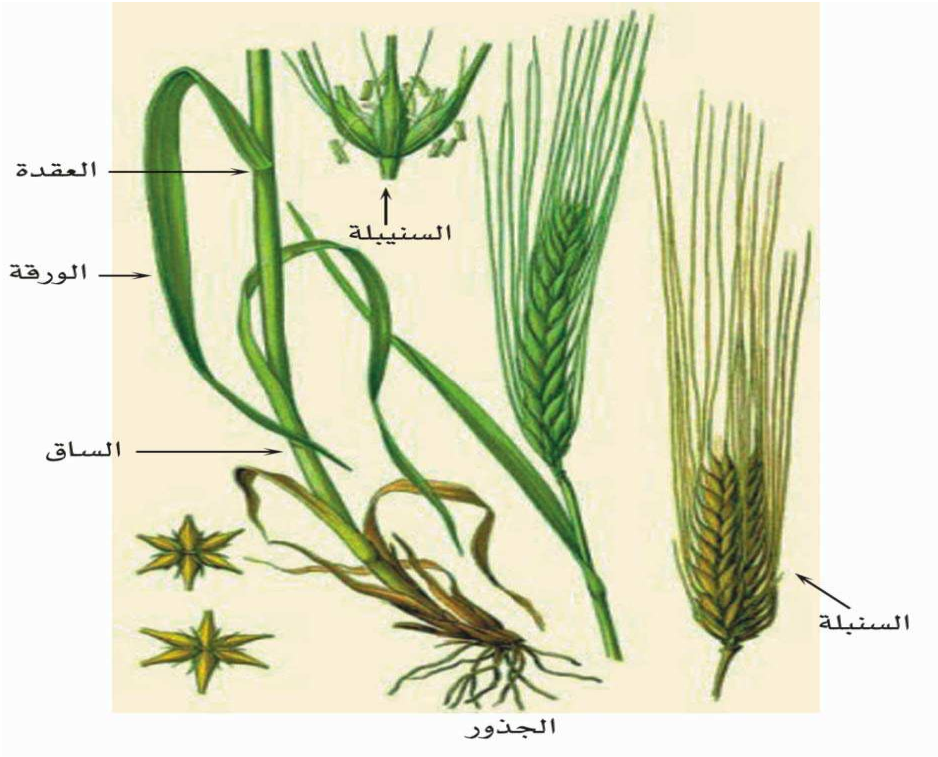
توجد ورقة واحدة عند كل عقدة، تتكون الورقة الخضرية من غمد كامل من الأسفل ومنشق على طوله من الجهة المقابلة للنصل ويحيط الغمد تماما بالنصل، النصل ضيق إلى رمحي شريطي والطرف مستدق، ويوجد لورقة القمح زوج من الأذينات عند قاعدة النصل إذ يوجد أذين على كل جانب، وتكون الأوراق مرتبة على الساق بالتبادل في صفين متقابلين (رقية، 1980) .

4.5. النورة

النورة سنبلة تحمل من 10 إلى 30 سنيبلة و يتراوح طولها بين 5 إلى 12.5 سم، والسنيبلات فردية جالسة عند نهاية كل سلامية مرتبة بالتبادل على محور السنبلة، السلاميات ضيقة عند القاعدة وعريضة عند القمة مما يجعل شكل النورة متعرج (رقية، 1980).

5.5. الثمرة

الثمرة برّة بيضية، محدبة من السطح الزهري و الغلاف الثمري المجعد على الجنين ويتراوح عدد الحبوب في السنبلة من 25 إلى 30 حبة (رقية، 1980).



الشكل(3) : التركيب المرفولوجي لنبات القمح

6. دورة حياة القمح

يمر نبات القمح في دورة حياته لمجموعة من الحالات الخاصة التي تنتج من التغيرات المرفولوجية (Geslin et Rivals, 1965).

حسب (Clement, 1971)أن حياة القمح تمر من البذر إلى الحصاد بثلاثة أطوار:

1.6. الطور الخضري

تتمايز فيه الأوراق والجذور ويمتد من مرحلة الإنبات حتى بداية ظهور السنبلة، حيث يصحب تمايز الأوراق عملية الإشطاء على مستوى البرعم القمي، وينتهي هذا الطور عند وصول الأوراق إلى شكلها النهائي حيث ترتبط نهاية هذا الطور مع بداية الإزهار وينقسم هذا الطور ثلاثة مراحل :

- **مرحلة الإنبات**

يبدأ الإنبات بمرور البذرة من الحياة البطيئة إلى الحياة النشيطة، مما يسمح بظهور الريشة التي تتوقف عن النمو ما إن تخترقها الورقة الأولى (Benfengar et Zaghonane, 2006).

- **مرحلة الإشطاء**

هي عبارة عن تفرع بسيط للنبات انطلاقا من قاعدة سطحية تقريبا. تبدأ مرحلة الإشطاء عند ظهور الورقة الثالثة للنبتة الفتية، وتتكون الساق الرئيسية في قاعدة الورقة الأولى والفرع الثاني في قاعدة الورقة الثانية وهكذا. ويختلف عدد الإشطاءات المنتجة بنوع الصنف، المناخ، التغذية المعدنية والمائية للنبات، عمق البذور وكثافة الزرع (Masle, 1981).

- **مرحلة الصعود**

تتميز هذه المرحلة بتشكل الأشطاء وبداية نمو البراعم المتميزة في إبط الورقة الأولى التي تعطي برعم الساق الرئيسية (Soltner, 1990).

2.6. الطور التكاثري

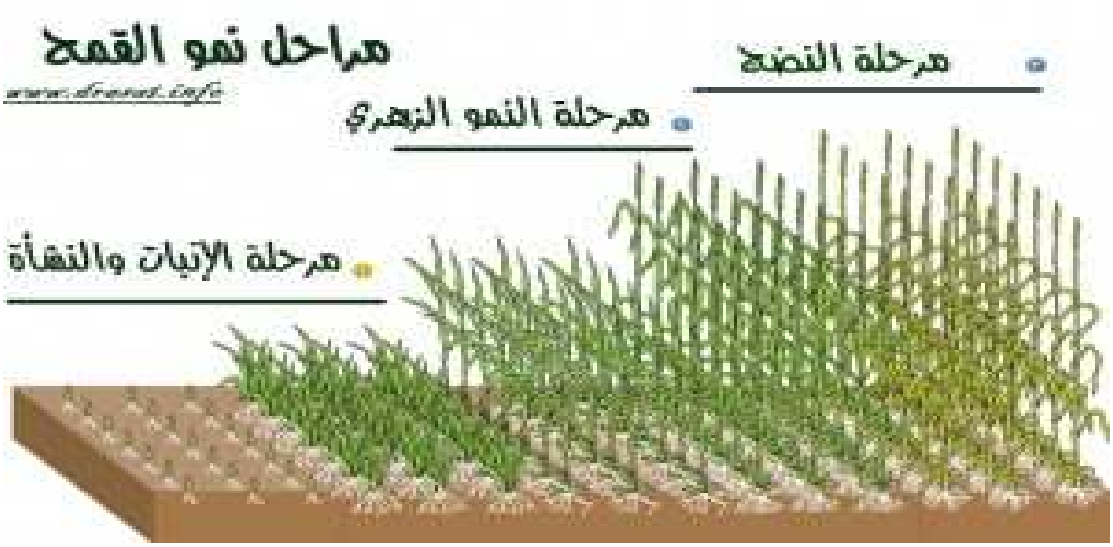
يبدأ هذا خلال عملية الإشطاء ونميز فيها مرحلتين أساسيتين

ــ تضم مرحلتين أ و ب : فهي تمثلان بداية تشكل الزهرة وظهور أول العصيفات (Glume) وبعدها تشكل بدائيات السنيبلات (Boufenar et Zaghouane, 2006).

ــ أما المرحلتين ج و د : يتم فيهما التخصص الزهري حيث تتمايز القطع الزهرية ويحدث الانقسام المنصف للخلايا الأم لحبوب الطلع. ثم يتبع بالإلقاح الذي يتميز ظاهريا بالإسبال ثم بروز المآبر والأسدية للخارج لأن الإلقاح يكون بشكل ذاتي ومطلق عند نبات القمح.

3.6. طور النضج

تمتد هذه المرحلة من الإلقاح إلى النضج الكامل للحبوب، ويتم خلالها تركيب مكثف للمدخرات العضوية (نشاء، بروتينات) وبعد ذلك هجرتها إلى السويداء التي تمر بعدة أشكال قبل النضج وما يميز ذلك ثبات نسبة الماء العالية ثم تنخفض تدريجيا حتى تسمح بتصلب الحبوب، وهي علامة نضجها التام.



الشكل (4):مراحل تطور القمح

7. الاحتياجات البيئية والمناخية لنبات القمح الصلب

يحتاج القمح لفصل نمو طويل وينذر زراعة القمح بمنطقة يقل فيها فترة التعرض للصقيع عن 100 يوم، تختلف أصناف القمح في تحملها لدرجة الحرارة المنخفضة حيث الأقماح الخريفية والشتوية أكثر تحملا لدرجات الحرارة المنخفضة عن الأقماح الربيعية.

1.7. التربة

لا تتناسب زراعة القمح في الأراضي الرملية أو الملحية أو القلوية أو رديئة الصرف، بل تجود زراعته في الأراضي الطينية الخصبة جيدة الصرف. يلجأ المزارعون عادتا إلى تخصيص الأراضي الخصبة لزراعة القمح والأراضي الضعيفة لزراعة الشعير لقدرة الشعير على تحمل الظروف القاسية (فرشة، 2001).

2.7.الرطوبة

الماء الموجود في التربة هو العنصر الأساسي لنمو النبات وكمية تواجده تؤثر مباشـــرة فـــي تركيب المادة الجافة فلا يتم الإنبات إلا بعد أن يمتص ما يعدل 25 % من وزنها ماء حيث قدرت كمية الماء الممتصة أثناء الإنبات ب40 – 60% من وزنها، الماء عنصر ضروري لنمو القمح في جميـــع مراحله المختلفـــة، حيـــث تتـــراوح كميـــة المـــاء الـــذي يحتاجهـــا مـــا بـــين 450 – 460 ســـم^3 (محمد كذلك، 2000).

3.7. الحرارة

الحرارة من العوامل البيئية المحددة لنمو وتطور القمح، وتختلف درجة الحرارة الملائمة لنمو القمح باختلاف الأصناف وطور النمو، إذ يعتبر التغيير بين الدرجتين 20 و22م المجال الأمثل علما أن القمح له القدرة على الإنبات في درجات الحرارة المنخفضة لكن ببطء.

الحرارة هي العامل البيئي الذي يعدل باستمرار فيزيولوجية النبات والحرارة المنخفضة ضرورية لإنتاش البذور، وتطور النهايات النامية الهوائية والترابية، أما في المراحل المتقدمة فتصبح لدرجة الحرارة دور أكثر فعالية، حيث لاحظ الكثير من الباحثين عند بداية تطاول السيقان يدخل نبات القمح في مرحلة جديدة من الحساسية تجاه الصقيع، ففي درجة 4مْ تؤذي إلى تحطيم السنابل الفتية (Bouzerzour, 1998).

في المقابل فإن درجات الحرارة المرتفعة تؤثر في حلقات التطور والإنتاج عند النبات، فارتفاع الحرارة خلال مرحلة ما بعد خروج المآبر يؤذي إلى تسارع عملية امتلاء الحبوب الشيء الذي يؤثر سلبا على وزن ألف حبة الذي يعتبر من أهم مكونات المردود (Abbassener, 1997).

4.7. الضوء

يعتبر الضوء عاملا أساسيا في فيزيولوجية النباتات الخضراء، فعملية التركيب الضوئي ظاهرة تحدث في عدة مراحل كيميائية ضوئية وبيوكيميائية يتم خلالها تحويا الطاقة الضوئية الممتصة من طرف الأصبغة اليخضورية في الأنظمة الضوئية (PSI ,PSII) إلى طاقة كيميائية يستعملها النبات (Havaux, 1992).

يعتبر القمح من نباتات النهار الطويل ولهذا يبدأ في الإزهار وطرد السنابل عندما يزداد طول النهار، وإذا كان النهار قصير (أي الفترة الضوئية قصيرة) ينمو النبات نموا خضريا ويفشل في تكوين الأزهار والحبوب.

II- الإجهاد المائي

1. ظواهر الإجهاد المائي

النباتات معرضة في محيطها لعدة أنواع من الإجهادات أهمها : الحرارة، البرودة، فائض الماء في التربة (الاختناق)، العجز المائي، الملوحة، الإشعاعات، المواد الكيميائية والعوامل الحيوية (الأمراض، التنافس....).

من الصعب تحديد معنى الإجهاد في البيولوجيا، فقد اعتبر بعض الباحثين أن المصطلحات المستعملة في الفيزياء يمكن إسقاطها مباشرة على حياة الكائنات الحية(Grime, 1979)، أما (Turner et Kramer, 1980) فقد عرّفا الإجهاد على أنه كل عائق خارجي يخفّض الإنتاجية إلى حدود أدنى ممّا يفترض أن تحقّقه القدرات الوراثية للنبات، وأما(Jones et Jones, 1989) حيث عرفا على أنه كل قوة أو كل تأثير ضار يعطّل النشاط المعتاد لأي جهاز نباتي و منه فمتى أصبح الماء عاملا محددا للإنتاج فإننا نتكلم عن الإجهاد أو العجز المائي(Deraissac, 1992).

يعتبر الإجهاد المائي من بين الإجهادات الأكثر حدوثا في الطبيعة. يظهر الإجهاد المائي حالما يكون الماء الممتص بواسطة الجذور أقل بكثير من الماء المفقود عن طريق النتح. إن الفقد الماء عن طريق النتح علاقة خطية سلبية والمردود الحبي، لذلك وبصورة حتمية الإجهاد المائي يخفض المردود.

يؤثر الجفاف يؤدي على تغير البيئة الطبيعية للنبات بصورة عامة وينعكس في اختلال العمليات الفسلجية وانخفاض إنتاجية النباتات على وجه الخصوص مما يساهم في تفاقم مشكلة نقص الغذاء في العالم (Pala et Zhang, 2000).

2. تأثير الإجهاد المائي على نبات القمح الصلب

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

- يؤدي الإجهاد المائي إلى زيادة درجة الشيخوخة، تساقط الأوراق وعدم تكوين الأزهار.

- يؤثر على الأنسجة النباتية بحيث تتعرض للعديد من التغيرات منها التغيرات الإنزيمية والتغيرات في محتواها من الكاربوهيدرات والبروتينات (بوزيتون وعمروش، 2013؛ باقر وآخرون،2011)
- يؤدي الإجهاد المائي إلى نقص واضح وكبير في التمثيل CO_2 في عملية التركيب الضوئي بسبب انغلاق الثغور نتيجة نقص الماء بالخلايا الحارسة (محب، 2011).
- بينت الدراسات تأثير الإجهاد المائي على التوزيع الأيوني في الورقة والجذر لنبات القمح الصلب بحيث يتغير التركيز في المحتوى كل من Na^+،Cl^-،K^+،Ca_2^+ بالتراكم الأيوني Na^+ وCl^- في النبات مما يمنع من امتصاص الأيونات الأخرى مثل K^+ و Ca_2^+ من طرف النبات، يوقف النمو عند النجيليات خاصة في مرحلة الصعود (Montaison) .

3. ميكانيزمات التأقلم مع الإجهاد المائي عند القمح الصلب

تختلف الآليات التي تتدخل في مقاومة النبات للإجهاد المائي وتتميز بالتعقيد حيث تظهر خلال مراحل مختلفة، بداية من المستوى الخلوي إلى غاية التشكل الكامل للنبات.

هناك آليات هامة يستعملها النبات في التأقلم مع الإجهاد المائي وهي : التهـــرب أو التجنـــب، التفادي والتحمل (المقاومة) ويعتبر التداخل بين هذه الآليات أفضل طريقة لتأمين مقاومة فعالـــة ضـــد الإجهاد (Blum, 1988 ;Heyek *et al*., 2000; Tumer, 1979; Levitt, 1982Belhassem *et al*., 1995).

1.3. التجنب (التهرب)

يعتبر التجنب أو التهرب من الجفاف أحد الخصائص التشريحية التي تمّكن النبات من الإفلات من الإجهاد المائي خاصة خلال المرحلة الحرجة أو الحساسة من دورة حياته، ويعرف بأنه التقلـــيص في المدة الزمنية للفترات المكونة لدورة حياة النبات وهنا يعرف بالتبكير حيث وجد أن كل يوم تبكيـــر يؤدي إلى الإنتاج بقدر 3 قنطار/هكتار (Fisher, 1985).

يعتبر تبكير الإسبال الاستراتيجية الأكثر استعمالا لانتخاب أصناف ملائمة للمنـــاطق الجافـــة وشبه الجافة (Blum, 1988).

2.3.التحمل (تفادي الإجهاد)

هو مفهوم فيزيولوجي يعبر على قدرة النبات على النمو وإعطاء مردود مقبول تحت ظـــروف الإجهاد المائي ويعبر عنه البعض على أنه قدرة على البقاء أثناء نقص الماء دون أن يحـــدث ضـــرر بالنبات (Mossad *et al*., 1995) يعرف التفادي بأنه قدرة النبات على الاحتفاظ بكمية عالية من الماء التي تمكنه من مواصلة مختلف العمليات الأيضية بمستوى مقبول وتمسك بالحالة مائية جيدة من خلال استمرارية امتصاص الماء و مراقبة شديدة لفقده (Blum, 1988)، حيث يلعب حمض الأبسيسيك دورا أساسيا في استجابة ومقاومـــة النبـــات للإجهـــاد (Davies,1991 ;Davies and Tardieu,1993) ويظهر كمؤشر كيميائي يرسل من طرف الجذور إلى الأوراق لتفعيل ميكانيزمات التحكم في فقد الماء وخاصة غلق الثغور (Davies *et al*., 1994 ; Sauter *et al*., 2001).

3.3. المقاومة

يعرف تحمل النبات للجفاف بقدرته على الحفاظ بالنشاط الأيضي على الرغم من الجهد المائي، وتتغير آليات التحمل من نوع إلى آخر وفي نفس النوع من مرحلة نمو إلى أخرى. يعتبـــر التعـــديل الأسموزي الميكانيزم الفيزيولوجي الأكثر استعمالا من طرف النباتات في مقاومـــة الإجهـــاد المـــائي (Zhang *et al*., 1999).

جدول (2): آليات التأقلم للإجهاد المائي

الآليات (Mécanismes)	*النماذج (Paramètres)*
***التهرب من الإجهاد المائي :**	التبكير
▪ **تفادي الإجهاد المائي :**	
1 ــ تحسين عملية امتصاص الماء	طول وكثافة الجذور، عمق الجذور، نسبة مجموع الجذور/ مجموع الكتلة الهوائية .
2 ــ انخفاض فقد الماء	التفاف الأوراق، هيئة واتجاه الأوراق، لون الأوراق، زغب الأوراق، تشمع الأوراق.
3 ــ الاحتفاظ بالتشبع المائي	جهد مائي ورقي مستقر، المراقبة الثغرية للفقد المائي.
▪ **المقاومة للإجهاد المائي :**	
1 ــ قدرة التجديد و توزيع المدخرات	طول الساق، طول عنق السنبلة، طول السفا، معامل حصاد مرتفع .
2 ــ التعديل الأسموزي	استقرار الغشاء الخلوي، تراكم المذيبات المنسجمة، الاحتفاظ على التشبع، جهد مائي ضعيف.
3 ــ تثبيت نشاط التمثيل الضوئي	محتوى الكلوروفيل a و b، الاستشعاع الكلوروفيلي.
4 ــ فعالية استغلال الماء	عدد البذور في وحدة المساحة، التمييز باستعمال نظير الكربون (Isotopique) .

.(**Belhassen *et al*., 1995; Hayek *et al*., 2000**)

4. تأثير الإجهاد المائي على تراكم المظاهر المرفولوجية لنبات القمح الصلب

1.4. المعايير المرفولوجية

- **مرفولوجية ومساحة الورقة**

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

2.4. المعايير الفيزيولوجية (الآليات البيوكيميائية)

- **تراكم البرولين**

البرولين هو أحد الأحماض الآمينية الهامة في النباتات والذي يقوم بتخليقه كرد فعل أو كنوع من التأقلم ضد الجفاف، قصد التعديل الوسط للحفاظ على المحتوى المائي في الخلية والحفاظ على ضغط الامتلاء الضروري لكل تفاعلات الخلية الحيوية، تم اكتشاف البرولين من قبل العالم (Wilsteltenn, 1900) خلال معايرة الأورنتين Ornithine، فالبرولين هو الحمض الأميني الوحيد من 20 حمض أميني أين تكون المجموعة NH_2 غير حرة فهو إذا يحتوي على وظيفة ثانوية وليس أولية وذلك يسمى بالحمض الإميني (Imine Acide) (Wray, 1988).

يركز البرولين في جميع أجزاء النبات وبكمية مرتفعة في الأوراق (Palfi *et al*., 1973) حيث يمثل في بعض الحالات 1% من الوزن الجاف للنبات (Hsiao, 1973) ولهذا يكشف عنه في النبات المعرض للإجهاد المائي كدليل على مقاومة الجفاف. حيث هناك علاقة طردية بين كمية

البرولين المفروزة من طرف النبات والمتراكمة فيه وبين مقاومة الجفاف حيث كلما زادت هذه الكمية المتراكمة كلما كان النبات أكثر مقاومة.

تراكم البرولين المحث بواسطة الإجهاد المائي يكون نتيجة ثلاثة إجراءات :

ـ نقص نشاط كل من إنزيم إماهة البرولين (محب طه صقر، 2011).

ـ تنشط تركيبه (Morris *et al*., 1969; Bogges *et al*., 1976).

ـ هدم التركيب الحيوي للبروتينات (Stewart *et al*., 1977).

- **تراكم السكريات الذائبة**

تعتبر السكريات والأحماض الأمينية والأحماض العضوية من أهم المواد المتراكمة أثناء الإجهادات (les-Stadelmann and Stadelman., 1976)، و لقد أشار الكثير من الباحثين على الدور الوقائي الذي تلعبه السكريات الذائبة على مستوى الأنظمة الغشائية بصفة عامة والأغشية الميتوكوندرية بصفة خاصة(Bamoun, 1997) وبالإضافة إلى ذلك فإن السكريات الذائبة تساهم في حماية التفاعلات المؤدية إلى تركيب الإنزيمات الشيء الذي يسمح للنبات يتحمل أفضل لمؤشرات الجفاف. كما تعتبر السكريات من أهم المذيبات المستعملة من طرف النبات في التعديل الأسموزي ومنها الغلوكوز والسكروز (Ackerson, 1981). لاحظ (Ali dib *et al*., 1990) أن تغيرات القمح الصلب من السكريات أضعف بكثير منها بالنسبة للبرولين وأن أكبر النسب تسجل انطلاقا من اليوم الثاني عشر من الإجهاد المائي، أما النتائج التي توصل إليها (Adjab, 2002) خلال معايرته للسكريات عند خمسة أصناف من القمح الصلب فبينت أن هذه الأخيرة تبدي تراكما ضعيفا لها، السكريات والبرولين مع مواد أخرى تساهم في ظاهرة التعديل الحلولي التي تحمي الأغشية والأنظمة الإنزيمية وذلك بالمحافظة علىإنتاج الخلايا بتخفيض كمونها الحلولي لتعويض انخفاض الكمون المائي الورقي (Blum, 1989) و(Ludlow et Muchow., 1990).

- **تأثير الإجهاد المائي على إنزيم (Nitrate Réductase)**

تشير التحاليل العضوية إلى أن من 2- 6 % من المادة الجافة للنبات تتركب من النيتروجين في صورة أحماض آمينية، بروتينات وأحماض نووية. وصورة النيتروجين الأساسية التي تمتص

بواسطة النباتات المزروعة هي النترات (NO_3^- : Nitrate) الذي هو عبارة عن مركب غير عضوي يتكون من ذرة النتروجين (N) وثلاث ذرات الأكسجين(O) الصيغة الكميائية (NO_3^-)

تتواجد النترات في البيئة بشكل طبيعي في الماء والتربة والطعام في دورة النتروجين الطبيعية تحوّل بكتيريا معينة النيتروجين الممتصَ من النبات إلى نترات يُخزن في الخلايا وعندما تَأكل الحيوانات هذه النباتات فإنها تَستخدم تلك النترات لتحولها إلى بروتين بعدها تعيد تلك الحيوانات النترات إلى الطبيعة عن طريق البراز أو عندما تتحلل بعد موتها.

النترات تتولد نتيجة النترتة والمعدنة بواسطة الكائنات الحية الدقيقة داخل التربة تمتص أيونات النترات بانتظام عن طريق الجذور وتنتقل عبر الخشب إلى الأوراق. ويستخدم النبات النترات لإعادة تكوين الأحماض الآمينية ثانية عن طريق مجموعة من الخطوات فــأولا تتحول النترات للنيتريت ومن ثم للأمونيا قبل دخولها في تكوين الأحماض الآمينية .

إنزيم Nitrate Réductase المسؤول عن تحويل واختزال النترات إلى نتريت حيث :

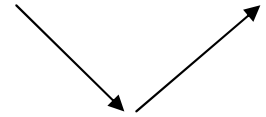
بعد امتصاص النترات من التربة ينتقل من الجذور عبر الخشب إلى المجموع الخضري في نواقل نوعية في شكل فجوات عصارية (Tonophasetes) و يتم اختزاله في وجود إنزيم Nitrate Réductase إلى نتريت.

ويعتبر هذا الإنزيم مهم لأن هذا التفاعل هو أول الخطوات لتمثيل النترات وثانيا استهلاك الطاقــة والاختزال الكامل للنيتروجين من(NO_3^-) إلى −3 (NH_4^+) يحتاج 8 الكترونات وقد قدر أن حــوالى 20% من الإلكترونات من البناء الضوئي تتجه لاختزال النترات. يرتبط إنتاج هذا الإنــزيم ارتباطــا موجبا بقدرة النبات على تمثيل النترات.

يوجد اتفاق على أن أنزيمات الطاقة والاختزال تقع في السيتوبلازم. وبناء على ما سبق فإن النباتات تختزل النترات في كل من الجذور والمجموع الخضري مع تجمع أغلب الاختزال في المجموع الخضري. بعض الأنواع النباتية يقتصر الاختزال فيها على المجموع الخضري بينما في أنواع أخرى يتركز الاختزال في الجذور. وبصفة عامة يحتاج إنزيم الـ Nitrate Réductase إلى الإضاءة وإلى التوازن بين البناء والهدم ويؤدي ذبول الأوراق إلى تقليل نشاط هذا الإنزيم وكذلك زيادة غاز ثاني أكسيد الكربون.

معادلة اختزال النترات إلى نتريت :

NADH NAD



$NO_3^- + 2\,e^- + 2\,H^+ \text{ ----------> } NO_2^- + H_2O$

Nitrate Réductase

5. التعديل الأسموزي

أطلق مصطلح التعديل الأسموزي (L'ajustement Osmotique) على التغيرات التي تطرأ على الجهد الأسموزي للتربة بسبب الملوحة ثم استعمل هذا المصطلح كثيرا فيما بعد في أبحاث الجهد الملحي أو المائي (Blum, 1988).

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

الفصل الثانى

طرق ووسائل العمل

1.المادة النباتية

تضمنت الدراسة تسعة أصناف من القمح الصلب، تختلف عن بعضها البعض في العديد من الخصائص كالتبكير والمردودية ومقاومة مختلف التغيرات المناخية، منها أصناف مستوردة ومنها أصناف محلية محسنة مأخوذة من المعهد التقني للزراعات الواسعة (ITGC) الخروب قسنطينة والجدول (3) يوضح أصل الأصناف التسعة:

الجدول (3) : أصل أصناف القمح الصلب المدروسة

أصناف القمح الصلب	***الأصل***
Waha	سوريا
Wahbi	صنف محسن في الجزائر ITGC الخروب
Boussellam	صنف محسن في الجزائر استنبط من المعهد التقني للمحاصيل الكبرى بسطيف
Sémito	مستورد ايطالي
Bidi 17	ITGC قالمة الجزائر
GTA dur	مستورد فرنسي
Omruff	/
Beni Mestina	صنف مهجنة ITGC الجزائر
MBB	جزائري

2. موقع التجربة

تمت التجربة في البيت الزجاجي بشعبة الرصاص Bio pole و بمخبر علم البيئة (مخبر 13) بجامعة منتوري قسنطينة خلال الموسم الدراسي 2016/2015 تحت الظروف النصف مراقبة .

شكل (5) : يمثل صورة البيت الزجاجي

3. سير التجربة

تمت الزراعة في 3 فيفري 2016 في إصيص متوسطة الحجم ذات وزن (197.5 غ) في تربة زراعية متجانسة (تربة + رمل + تربة ذبالية + حصى) بوزن (4000 غ) لكل إصيص، جلبت من مشتلة شعبة الرصاص. كان الزرع بمعدل 8 حبات لكل إصيص مع مكررين لكل صنف 2 كشاهد و2 طبقنا عليهما الإجهاد و ذلك بوقف السقي عند مرحلة الإشطاء لمدة 20 يوم. قمنا بالسقي بالانتظام كل يومين حتى بداية ظهور الورقة الخامسة، بعد تطبيق الإجهاد قمنا بأخذ الورقة الرابعة جيدّة و كاملة النمو بمعدل 3 ورقات لكل إصيص لإجراء التحاليل المطلوبة .

4. تصميم التجربة

استعملنا في التجربة 36 إصيص موزعة كآتي :

Waha **T1**	Waha **T2**	Waha **S1**	Waha **S2**
Wahbi **T1**	Wahbi **T2**	Wahbi **S1**	Wahbi **S2**
Boussallam **T1**	Boussallam **T2**	Boussallam **S1**	Boussallam **S2**
Sémito **T1**	Sémito **T2**	Sémito **S1**	Sémito **S2**
Bidi17 **T1**	Bidi17 **T2**	Bidi17 **S1**	Bidi17 **S2**
GTA dur **T1**	GTA dur **T2**	GTA dur **S1**	GTA dur **S2**
Omruff **T1**	Omruff **T2**	Omruff **S1**	Omruff **S2**
B Mestina **T1**	B Mestina **T2**	B Mestina **S1**	B Mestina **S2**
MBB **T1**	MBB **T2**	MBB **S1**	MBB **S2**

الشكل (6) : مخطط يوضح تطبيق الإجهاد المائي

5. المعايير المدروسة

1.5 المعايير المرفولوجية

- **المساحة الورقية**

تم قياس المساحة الورقية مكررين لكل نوع باستعمال جهاز قياس المساحة الورقيـــة **Portable Area Mètre**(سم^2).

شكل (7) : جهاز Portable Area Mètre

2.5 المعايرة البيوكيميائية

- **تقدير كمية البرولين**

تم تقدير البرولين باستعمال النينهدرين حسب (Troll et Lindsly, 1955) والتي عدلت من طـــرف (Dreir et Coringing, 1974) .

تتم هذه العملية عبر مراحل :

أ – عملية الاستخلاص

نأخذ 100 ملغ من المادة النباتية، نضعها في أنابيب محكمة الغلق، نضيف 2 ملل من الميثانول بتركيز 40 %،نسخن الأنابيب لمدة 30 دقيقة عند درجة حرارة (85 مْ)، نبرد بعدها الأنابيب.

ب – تفاعل التلوين

نأخذ 1ملل من المستخلص ونضيف إليه 2ملل من حمض الخل المركز، 25 ملغ من النينهدرين و 1 ملل من الخليط المتكون من :

- 120ملل ماء مقطر.
- 300ملل من حمض الأسيتيك.
- 80 مل حمض الأرثوفوسفوريك.

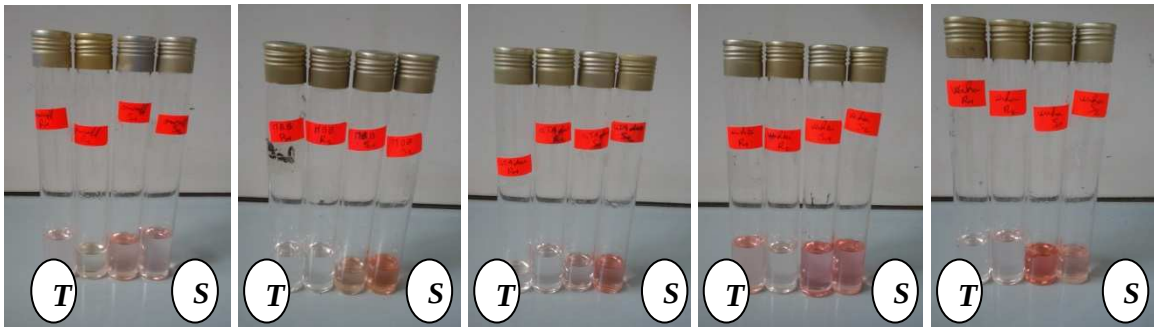
ثم يغلى الخليط في حمام مائي لمدة 30 دقيقة، فنحصل على محلول ملون وذلك حسب نسبة البرولين في المادة النباتية.

ج – عملية الفصل

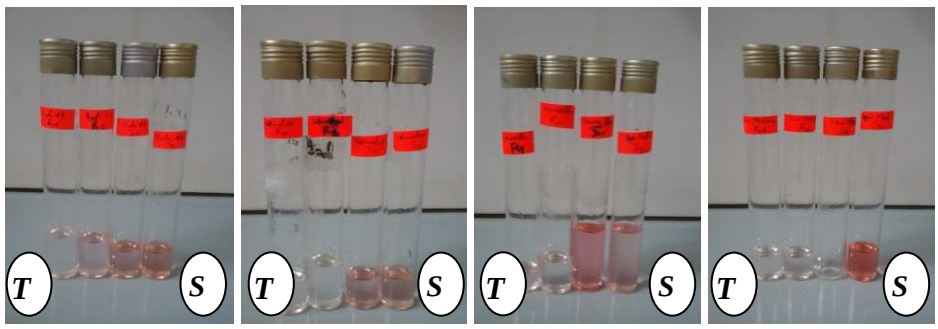
بعد عملية التبريد نضيف 5 ملل من التولوين Toluène ثم نرج فنحصل على طبقتين. نتخلص من الطبقة السفلى و نحتفظ بالطبقة العليا، نضيف كمية من $Na_2 SO_4$ بملعقة صغيرة. نقرأ الكثافة الضوئية للعينات على طول موجة 528 نانو متر وذلك بواسطة جهاز قياس طيف الامتصاص (Spectrophotomètre). تقدر كمية البرولين بعد تحويل النتائج المتحصل عليها إلى تراكيز البولين بالميكرومول / ملغ مادة جافة و ذلك باستعمال المعادلة :

كمية البرولين (ميكرو مول/ملغ)=0.62×الكثافة الضوئية / الوزن الجاف عن (Benlaribi, 1990).

الشكل (8) : جهاز قياس طيف الامتصاصSpectrophotomètre



Waha **Wahbi** **GTA dur** **MBB** **Omruff**



Beni Mestina **Boussellam** **Sémito** **Bidi 17**

شكل (9) : صور نتائج معايرة البرولين عند أصناف القمح الصلب النامية في ظل الإجهاد المائي

- **تقدير السكريات**

قدر تركيز السكريات الكلية (السكروز، الفركتوز، الغلوكوز والسكريات المتعددة) بإتباع طريقة (Dubois *et al.*, 1956) .

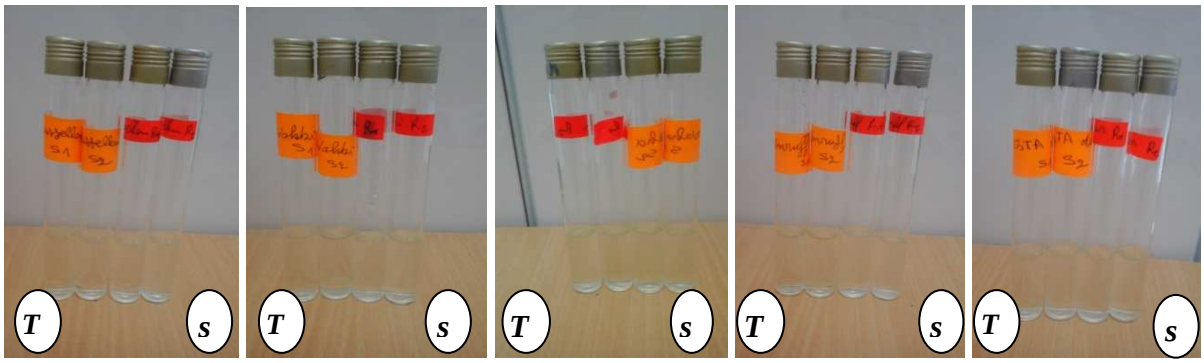
نجزأ 100 ملغ من الأوراق الغضة ونغمرها في 3 ملل من الإيثانول 80 % ثم توضع العينات في الظلام لمدة 48 ساعة، يجفف المستخلص الكحولي على درجة حرارة (80 مْ) لمدّة 10 دقائق ثم يمدد الناتج بـــ 20 ملل من الماء المقطر.

نأخذ 2 ملل من الناتج و نضيف لها :

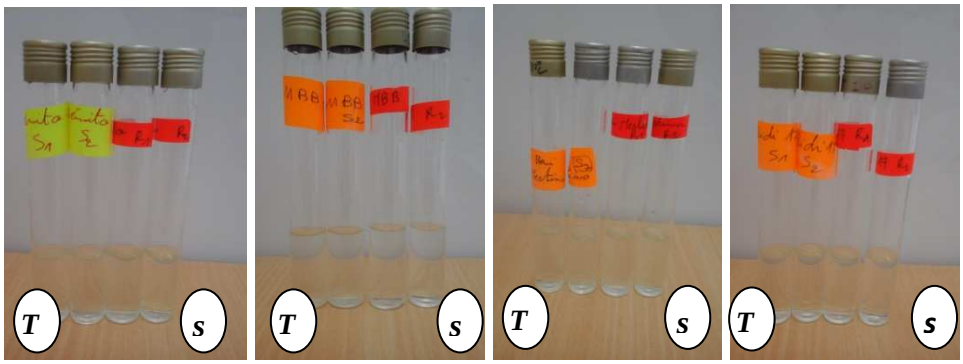
- 1 ملل من الفينول السائل بتركيز(5 %)
- 5 ملل من حمض الكبريتيك المركز

بعدها يتم تسخين المزيج لمدة (15–20 دقيقة) تحت درجة (25–30 مْ). نقرأ الكثافة الضوئية في جهاز قياس طيف الامتصاص (Spectrophotomètre) للمحلول الناتج على طول الموجة (490 نانومتر)، و يكون تقدير السكريات بالعلاقة التالية :

السكريات (ميلي مول/100 ملغ) = 1.67 × الكثافة الضوئية / الوزن الجاف



GTA dur **Omruff** **Waha** **Wahbi** **Boussellam**



Bidi 17 **Beni Mestina** **MBB** **Sémito**

الشكل (10): صور نتائج معايرة السكريات عند أصناف القمح الصلب النامية في ظل الإجهاد المائي

- **تقدير Nitrate Réductase**

1- نضع 1 غ من المادة النباتية بعد تقطيعها إلى قطع صغيرة و توضع في حواجل فارغة (la fioles à vide) .

2- نضيف لها 5 ملل من الوسط (Milieu d'incubation)المكون من المزيج التالي :

- 150 ميلي مول Nitrate de Potassium

تحصلنا على هذا الأخير بالقاعدة الثلاثية

الكتلة المولية(Nitrate de Potassium) ← 100ميلي مول

س ← 150ميلي مول

الكتلة المولية (Nitrate de Potassium) =101.1032غ/مول

س =101.1032 غ/مول × 150ميلي مول/ 100ميلي مول

س = 15.16 غ/مول

150 ميلي مول Nitrate de Potassium = 15.16 غ/مول + 100 ملل ماء مقطر

- Propanol 1-1(v/v) بتركيز (3 %)

- 100 ميلي مول Tampon Phosphate pH = 7.5 الذي يتكون بدوره من :
  - **200** ميلي مول Phosphate Monosodique باستخدام نفس القاعدة الثلاثية السابقة
  - 200 ميلي مول Phosphate Monosodique =23.99 غ / مول + 100ميلي لتر ماء مقطر، نأخذ من المحلول المتحصل عليه 16 ميلي لتر.
  - 200 ميلي مول Phosphate Disodique

200 ميلي مول Phosphate Disodique= 28.4 غ / مول+100ميلي لتر ماء مقطر، نأخذ من المحلول المتحصل عليه 84 ميلي لتر

- 100 ميلي لتر ماء مقطر

3 ــ يتم وصل الحواجل الفارغة (La Fioles à vides)بالحنفية (le robinet) بغرض فصل النتريت على بقية المواد في العينة النباتية، لمدة 30 ثانية مع تكرار العملية 3 مرات لكل عينة

4 ــ نحصل على مستخلص و نقوم بوضعه في حمام مائي لمدة 30دقيقة على درجة حرارة 30 مْ

ــ نضيف للمحلول 5 ميلي لتر من الماء الملغى لكل عينة

ــ بعد التبريد يؤخذ 2 ميلي لترمن المستخلص ونضيف لها 1 ميلي لتر من الكواشف التالية:

Réactif de GRIESS I و **Réactif de GRIESS II** كما يلي :

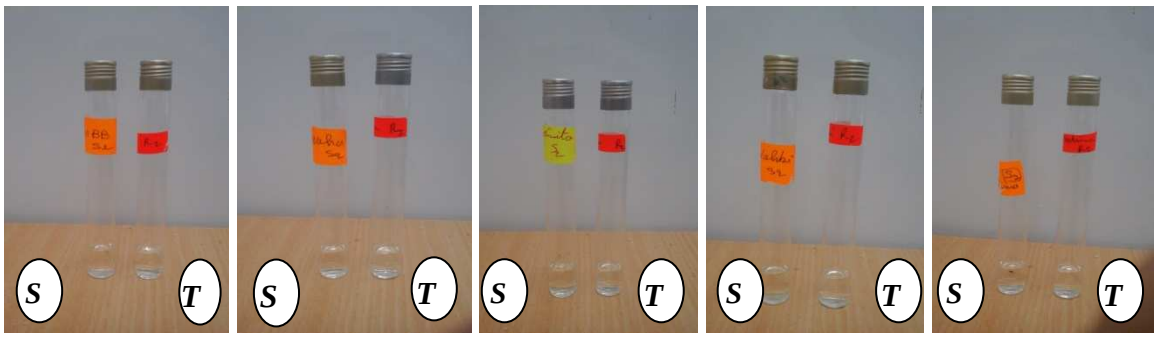
* **Réactif de GRIESS I:**

- Acide Sulfanilique 0.5g.
- Acide Acétique 50ml.
- Leau distillée 100ml.

*** Réactif de GRIESS II :**

- Alpha-naphtylamine 0.2g.
- Acide Acetique 50ml.
- Leau distillé 100ml.

ننتظر 15 دقيقة و نقيس في جهاز قياس طيف الامتصاص (Spectrophotomètre) على طول الموجة 520 نانو متر.



Beni Mestina **Wahbi** **Sémito** **Waha** **MBB**

Bidi 17 Omruff GTA dur Boussellam

الشكل (11): صور نتائج معايرة Nitrate réductase عند أصناف القمح الصلب النامية في ظل الإجهاد المائي

5 ــ لتقدير كمية النتريت في العينة النباتية نستعمل منحنى المحلول القياسي

والتي كالتالي:نقوم بتخفيف ($NaNo_2$ Nitrate de sodium) حسب القانون التالي :

$$C_m \times V_m = C \times V$$

$$V_m = C \times V / C_m$$

حيث :

C_m : تركيز محلول الأم .

V_m : حجم المحلول الأم المجهول

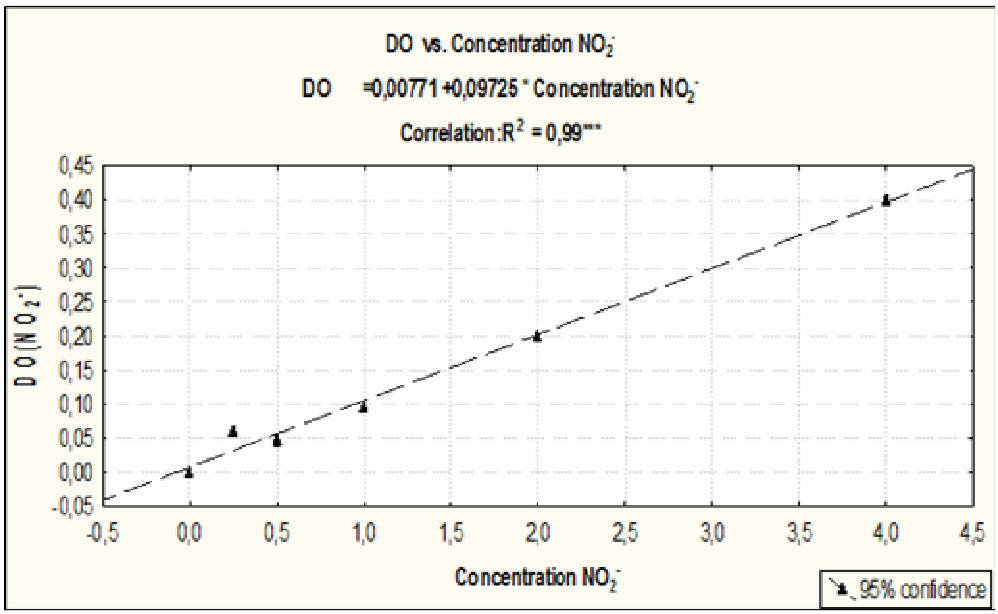
C : التراكيز المستعملة للتخفيف

V : الحجم

بعد ذلك تتم قراءة النتائج في جهاز قياس طيف الامتصاص (Spectrophotomèter) على طول الموجة 520 نانو متر، التي يستخدم فيما بعد للحصول على منحنى قياسي لتغيرات نسبية لتركيز النتريت .

الشكل (12) : صور نتائج التخفيفات لمعايرة النتريت عند أصناف القمح الصلب النامية في ظل الإجهاد

تمت تقدير كمية النتريت باستعمال معادلة المنحنى القياسي التالي :



الشكل (13) : منحنى قياسي لتغيرات نسبية لتركيز النتريت

(Nitrate Réductase)

النتائج والمناقشة

النتائج

1.المعايير المرفولوجية

1.1. مساحة الورقة

الجدول (4) : تحليل التباين ANOVA لمساحة الورقة

Surface foliaire	Somme des carrés	Carré moyen	*F de Fisher*	*Pr > F*
Variété	49.15	6.14	2.17	0.08NS
Traitement	402.54	402.54	141.99	0.000***
Variété*Traitement	62.66	7.83	2.76	0.03 NS

تبين من الجدول (4) تحليل التباين ANOVA أنه يوجد اختلاف جد معنوي بين الأصناف المحلية والمستوردة، كما أظهر اختبار المقارنة NEWMA-KEULS الملحق (1) أن الأصناف التسعة تكوّن مجموعة واحدة هي :

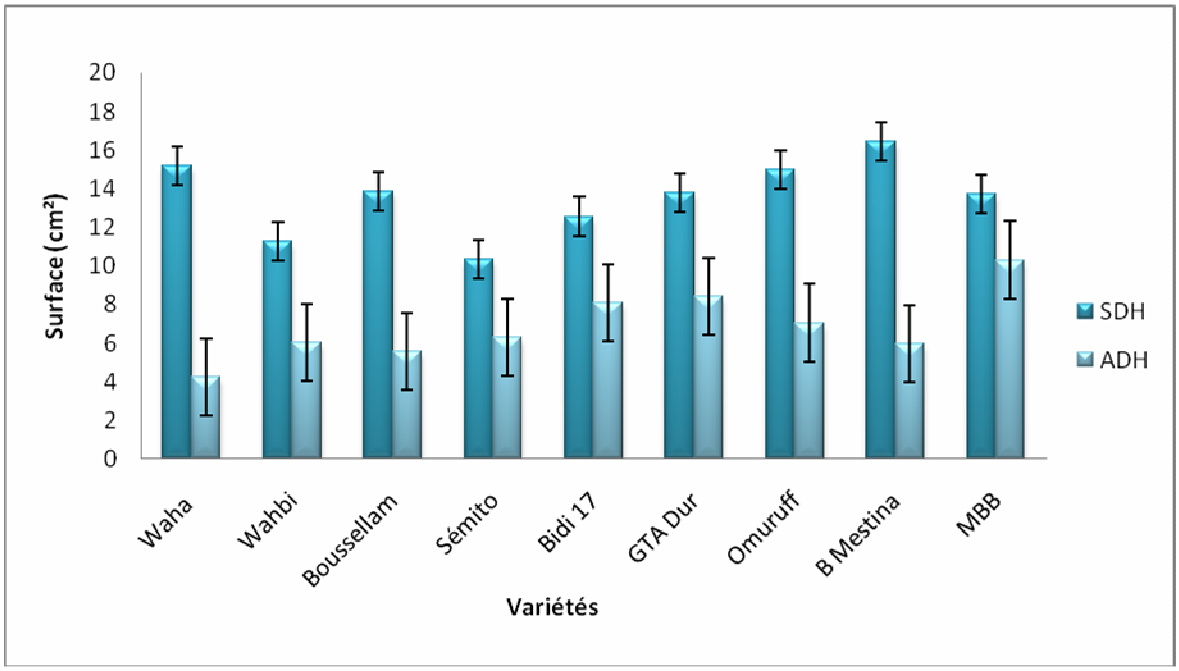
المجموعة (A) :MBB ، B Mestina، GTA dur، Omruff، Bidi 17، Boussellam، Waha،Wahbi و Sémito بالمعدلات التالية على التوالي (12.02، 11.18، 11.11، 11.00، 10.322، 9.707، 9.687، 8.640، 8.307) سم².

من خلال الشكل (14) والملحق (2) أظهرت الأصناف الغير معاملة بالإجهاد المائي (الشاهدة) أنه يوجد تزايد ملحوظ في المساحة الورقية وسجلت أعلى قيمة عند الصنف B Mestina (16.42±1.55) سم² وكأدنى قيمة سجلت عند صنف Sémito (10.34±1.26) سم²، و سجلت (15.16±2.29 ، 14.96±1.58 ، 13.86±3.30 ، 13.81±1.75 ، 13.74±0.42 ، 12.56±1.22 و 11.25±1.33) سم² عند الأصناف :

(Waha، Omruff، Boussellam، GTA dur ، MBB ، Bidi 17 وWahbi) على الترتيب.

في حين تتناقص المساحة الورقة عند النباتات المعرضة للإجهاد (20 يوم)، حيث سجلت أعلى قيمة عند الصنف MBB بـــ (0.62±10.30) سم^2 مقارنة مع الشاهد أي ½ مرة القيمة الأساسية المسجلة عند الصنف الغير مجهد (الشاهدة) كما سجلت أدنى قيمة عند الصنف Waha بـــ (0.078 ±4.22) سم^2 مقارنة مع الشاهد أي ¼ مرة القيمة الأساسية المسجلة عند الصنف الشاهد كما سجلت (1.77± 8.41) سم^2، (0.26±8.09) سم^2، (0.64±7.04) سم^2، (4.08±6.27) سم^2، (0.84±6.03) سم^2، (0.63±5.56) سم^2 و(0.26±5.96) سم^2 للأصنافGTA dur، Bidi 17، Omruff، Sémito، Wahbi، B Mestina و Boussellam على التوالي .

تتمثل نسبة النقص في المساحة الورقية بـــ 25.01 - % عنـــد الـــصنف MBB و72.20 - % عند الصنف Waha و(39.07- % ، 35.56 - % ، 52.89 - % ، 39.31 - % ،46.40 - %، 63.70 - % و59.87 - %) عنـــد الأصـــناف GTA dur، Omruff، Bidi 17، Sémito، Wahbi، B Mestina و Boussellam على التوالي مقارنة بالشاهد .



الشكل (14): أعمدة بيانية تمثل تغيرات مساحة الورقة لأصناف القمح الصلب النامية في ظل الإجهاد المائي

2. المعايير البيوكيميائية

1.2. البرولين

الجدول (5) : تحليل التباين (ANOVA) للبرولين

Proline	**Somme des carrés**	**Carré moyen**	***F de Fisher***	***Pr > F***
Variété	1928.40	241.05	1.60	0,19 NS
Traitement	8718.90	8718.90	57.89	0,000***
Variété*Traitement	1649.74	206.22	1.37	0,27 NS

من خلال الجدول (5) تبين الدراسة الإحصائية ANOVA أنه يوجد اختلاف جد معنوي بين الأصناف المحلية والمستوردة. كما مكن اختبار المقارنة Newman – keuls الملحق (3) أن الأصناف التسعة المدروسة تكوّن مجموعة واحدة (A).

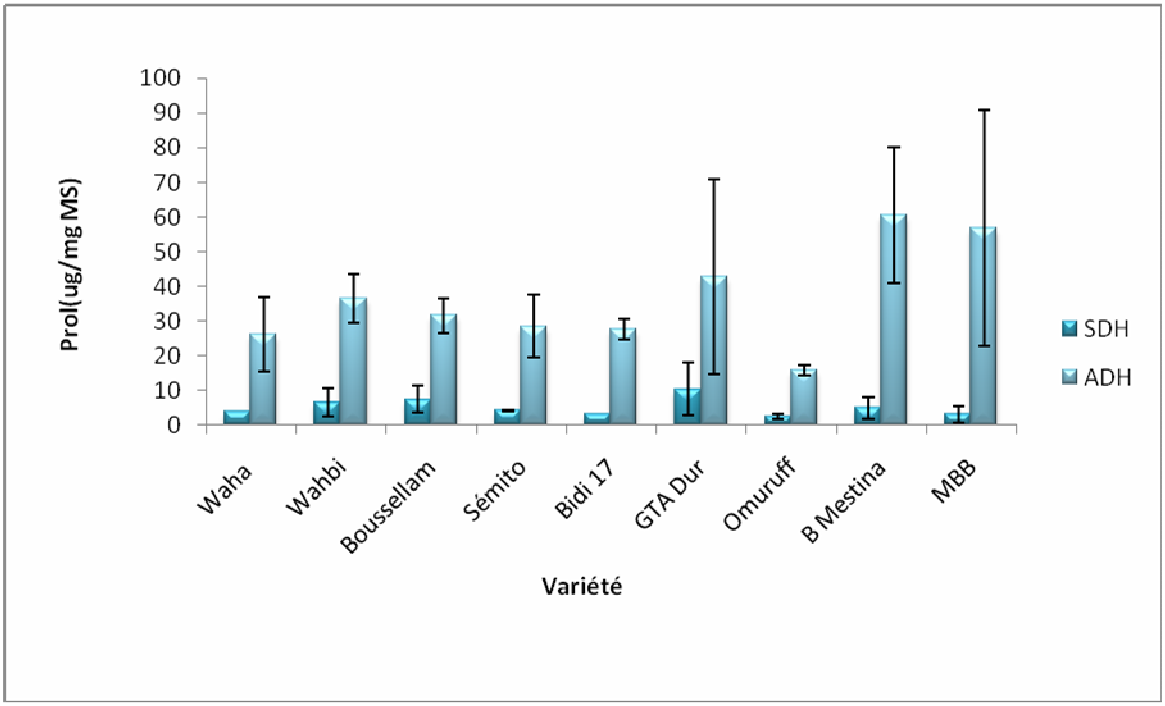
المجموعة (A):B Mestina، MBB، GTA dur ، Wahbi، Boussellam، Sémito، Bidi 17، Waha و Omruff بالمعدلات التالية على التوالي (32.77، 30.05، 26.59، 21.54، 19.53، 16.35، 15.42، 15.09، 9.12).

يرتفع محتوى البرولين مع زيادة شدة الجفاف ويختلف هذا المحتوى باختلاف الأصناف من خلال الملحق (4) و الشكل (15) أظهرت الأصناف الغير معاملة للإجهاد المائي (الشاهدة) أن كمية البرولين منخفضة نسبيا وتباين هذا المحتوى من (7.56±10.40) ميكرومول / ميلي غرام (مادة جافة) كأعلى قيمة عند الصنف GTA dur و (0.64±2.52) ميكرومول / ميلي غرام (مادة جافة) عند صنف Omruff كأدنى قيمة. كما سجل (3.94±7.43، 4.01±6.57، 3.20±5.00، 0.26±4.29، 0.02±3.91، 0.03±3.19، 2.51±3.15ميكرومول / ميلي غرام (مادة جافة) عند الأصناف Boussellam، Wahbi، B Mestina، Sémito، Waha، Bidi 17 وMBB على الترتيب.

في حين يرتفع البرولين عند النباتات المعرصة للإجهاد (20 يوم)، سجلت أعلى كمية للبرولين في صنف B Mestina و المقدرة ب (19.60±60.54) ميكرومول / ميلي غرام (مادة جافة)بنسبة زيادة

11.11% مقارنة مع الشاهد أي 12 مرة القيمة الأساسية المسجلة عند الصنف غير مجهد (الـشاهد)، كما سجلت أدنى قيمة عند صنف Omruff والمقدر بـ (15.73±1.44) ميكرومول / ميلـي غـرام (مادة جافة) بنسبة زيادة 52.50%مقارنة بالشاهد أي 6 مرات القيمة الأساسية المسجلة عند الـصنف الـشاهد، كمـا سـجلت (56.93±33.90، 42.79±28.13، 36.51±6.99، 31.63±4.93، 28.46± 9.10، 27.66±2.95، 26.27±10.67) ميكرومـول / ميلـي غـرام (مـادة جافـة) للأصـناف MBB، GTA dur، Wahbi، Boussellam، Sémito، Bidi17 و Waha بنـسبة (17.03%، 31.16 %، 45.61%، 32.56%، 57.31%، 76.75 %، 57.12%) على التوالي .

تتوافق دراستنا مع نتائج أعمال (شايب غنية، 2012) حيث ذكرت أن تراكم البرولين فـي الأنـسجة مرتبط بنقص الماء ويعتبر من أهم المكونات التي تدخل في التعديل الأسموزي كآلية للتأقلم مع الإجهاد المائي.



الشكل (15) : أعمدة بيانية تمثل تغيرات محتوى البرولين لأصناف القمح الصلب النامية في ظل الإجهاد المائي

2.2. السكريات الذائبة

الجدول (6) : تحليل التباين (ANOVA) للسكريات

Sucre	Somme des carrés	Carré moyen	*F de Fisher*	*Pr > F*
Variété	211.31	26.41	29.10	0,000***
Traitement	485.49	485.49	551.33	0,000***
Variété*Traitement	102.40	12.80	14.54	0,000***

من خلال الجدول (6) تبين الدراسة الإحصائية ANOVA انه يوجد اختلاف جد معنوي بين الأصناف المدروسة. كما يبين اختبار المقارنة NEWMAN-KEULS الملحق (5) أن الأصناف التسعة تكون سبعة مجموعات :

المجموعة A: Waha بمعدل 14.71

المجموعة B: Omeuff, Wahbi بمعدل 9.26

المجموعةBC: Boussellam بمعدل 9.26

المجموعة CD: B.Mestina بمعدل 8.30

المجموعة CDE: Sémito, GTA dur بمعدل 8.01، 7.82

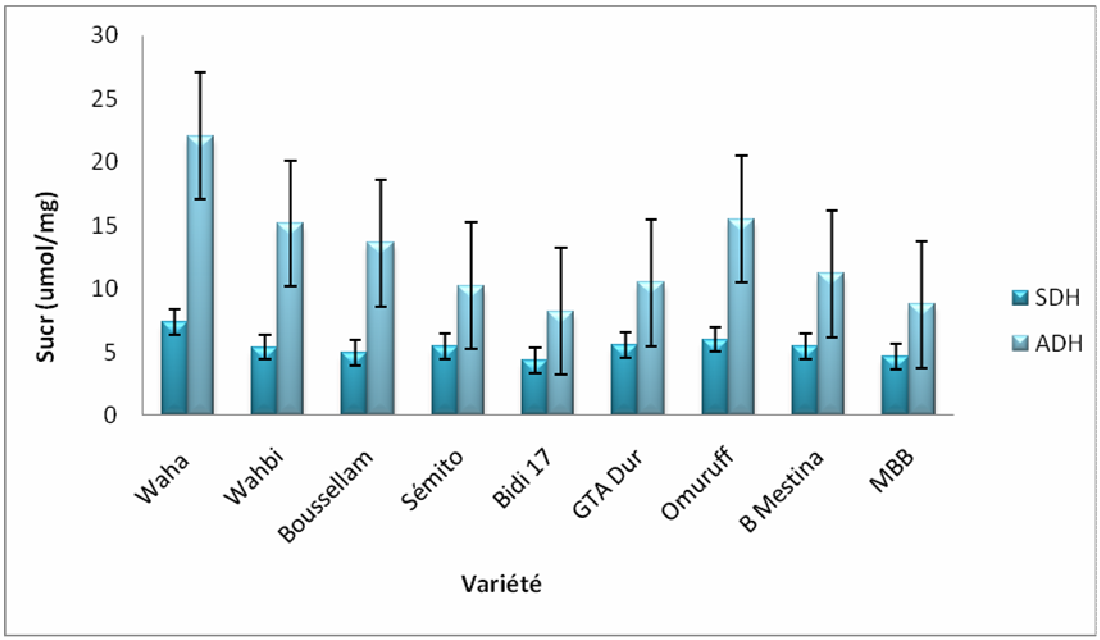
المجموعة DE: MBB بمعدل 6.70

المجموعة E: Bidi17 بمعدل 6.26

من خلال الشكل (16) والملحق (6)، أظهرت الأصناف الغير معاملة بالإجهاد المائي (الشاهدة) أن كمية السكريات الذائبة منخفظة نسبيا وتتباين هذه الكمية من (7.39±0.77) ميكرومول / 100 ميلي غرام (مادة جافة) كأعلى قيمة عند صنف Waha و(4.32±0.64) ميكرومول / 100 ميلي غرام (مادة جافة) كأدنى قيمة في صنف Bidi17 .كما سجل (5.99±0.34 ، 5.54±0.21 ، 5.41±0.39، 5.41±1.07 ، 5.39±0.12 ، 4.92±0.75 ، 4.63±0.07) ميكرومول / 100 ميلي غرام

(مـــادة جافـــة) عنـــد الأصـــناف (Omruff، GTA dur، Sémito، B Mestina، Wahbi، Boussellam و MBB) على الترتيب.

في حين ترتفع كمية السكريات الذائبة عند النباتات المعرضة للإجهاد (20 يوم) فسجلت أعلى كمية للسكريات الذائبة كانت في صنف Waha (0.75±22.04) ميكرومـــول / 100 ميلـــي غـــرام (مادة جافة) بنسبة زيادة 19.82% مقارنة مع الشاهد أي 3 مرات القيمة الأساســية المــسجلة عنـــد الصنف الغير مجهد (الشاهد) . كما سجلت أدنى كمية فكانت في صنف Bidi17 بـــ(1,21±8,19) ميكرومول / 100 ميلي غرام (مادة جافة) بنسبة زيادة تقدر بـــ 8.93 % مقارنة بالشاهد أي 2 مرات القيمـــة الأساســـية المـــسجلة عنـــد الـــصنف الـــشاهد، كمـــا ســـجلت فـــي الأصـــناف: Omruff، Wahbi، Boussellam، B.Mestina، GTA dur، Sémito، MBB (0.88±15.46، 0.14±15.15، 2.08±13.06، 2.22±11.19، 0.39±10.48، 0.74±10.24، 0.13±8.77) ميكرومول / 100 ميلي غرام (مادة جافـــة) بنـــسب (15.81%، 18.12%، 17.63%، 10.69%، 8.93%، 8.93% و 8.93%) على التوالي .

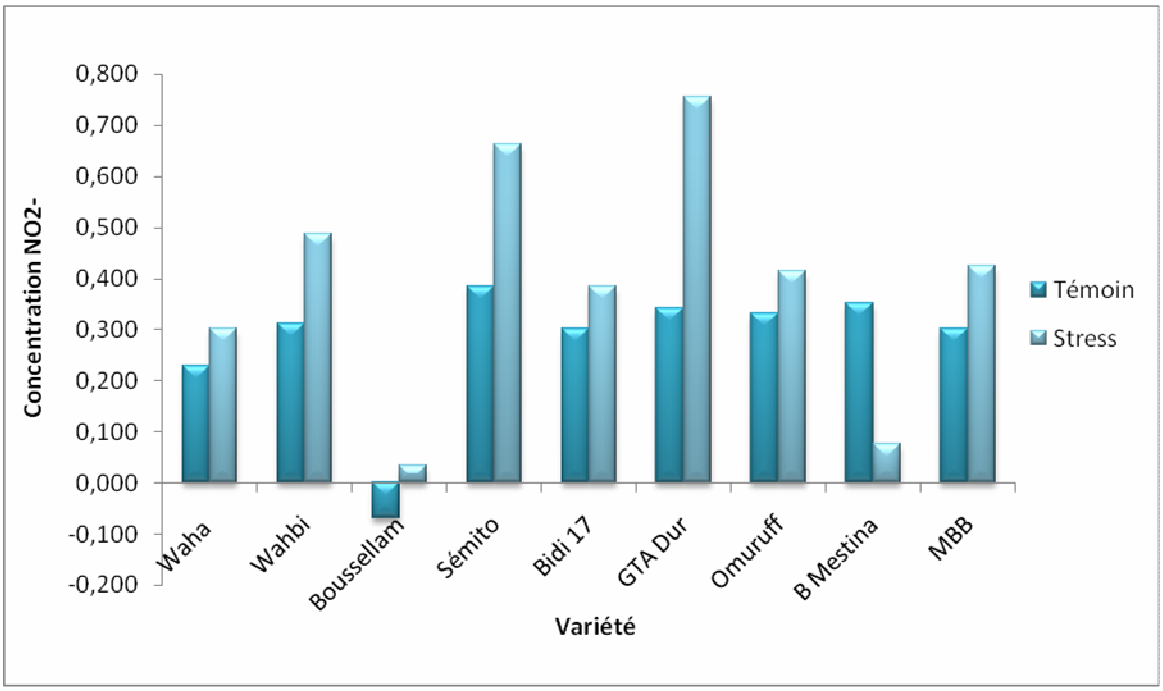


الشكل (16) : أعمدة بيانية تمثل تغيرات محتوى السكريات لأصناف القمح الصلب النامية في ظل الإجهاد المائي

3.2. النتريت (NO_2^-)

من خلال الشكل (17) والملحق (7) أظهرت الأصناف الغير معاملة بالإجهاد المائي (الشاهدة) أن كمية النتريت منخفضة نسبيا وتتباين هذه النسب من (0.38) ميكرو غرام / غرام (مادة جافة) كأعلى قيمة عند صنف Sémito و (0.07 −) ميكروغرام / غرام (مادة جافة) كأدنى قيمة في صنف Boussellam. كما سجلت (0.35، 0.34، 0.33، 0.31، 0.30، 0.30 و0.23) ميكروغرام / غرام (مادة جافة) عند الأصناف (B Mestina، GTA dur، Omruff،Wahbi، Bidi 17،MBB و Waha) على الترتيب.

في حين ترتفع نسبة النتريت عند النباتات المعرضة للإجهاد (20 يوم)، حيث سجلت أعلى نسبة للنتريت عند صنف GTA dur بـــ (0.75) ميكروغرام / غرام (مادة جافة) بنسبة زيادة 11.98 % مقارنة مع الشاهد أي2 مرات القيمة الأساسية المسجلة عند الصنف الغير المجهد (الشاهد) أما أدنى نسبة فكانت في صنف Boussellam بـــ (0.04) ميكروغرام / غرام (مادة جافة) بنسبة نقصان 14.93− % مقارنة بالشاهد أي بنقصان ½ مرة القيمة الأساسية المسجلة عند الصنف الشاهد، كما سجلت في الأصناف : Sémito، Wahbi، MBB، Omruff، Bidi17، Waha، B Mestina بـــ (0.66 %، 0.49 % ، 0.43 % ، 0.42 % ، 0.38 % ، 0.30 % و 0.08 %) ميكروغرام / غرام (مادة جافة) بالنسب التالية (7.24، 5.61، 4.12، 2.50، 2.76، 3.14 و7.88-) على التوالي.



الشكل (17) : أعمدة بيانية تمثل تغيرات نسبة النتريت لأصناف القمح الصلب النامية في ظل الإجهاد المائي

المناقشة :

الجفاف هو العائق المهم الذي يحدد نمو وإنتاجية العديد من المحاصيل الزراعية خاصة في المناطق الجافة وشبه جافة، حيث يسبب نقص في المحتوى المائي يؤدي إلى نقص في تكوين المادة الجافة (Kramer, 1983) و (Albouchi et al., 2000) .

1. مساحة الورقة

من خلال النتائج المتحصل عليها تبين لنا أن نمو و حجم الأوراق في تناقص، الذي يؤدي بالضرورة إلى التقليص من مساحتها.لتكون إستراتيجية هامة لتأقلم ظهرت في كل أصناف القمح الصلب المدروسة حيت سجلت اعلى قيمة عند الصنف MBB بـــ (10.30 ±0.62) سم² بنسبة نقصان (25.00− %) مقارنة بالشاهد أما صنف Waha فكان أكثر الأصناف مقاومة بالتقليص من مساحته الورقية بـــ (4.22 ± 0.07) سم² بنسبة نقصان تقدر بـــ 72.19− % مقارنة بالشاهد.

هذا التغيير المرفولوجي أي اختزال المساحة الورقية بالتفاف الأوراق يهدف إلى تطوير الجهاز الجذري والرفع من امتصاص الماء والتخفيف من طرحه (Slama, 2005) .

ومن ناحية أخرى أن تقليص المساحة الورقية يعد آلية فعالة للتقليل من الاحتياجات المائية للنبات بالحد من عملية النتح مطابقة لأعمال (عبد الله، 2006) .

2. البرولين :

تبين من خلال نتائج دراستنا أن الأصناف المدروسة استجابت وبقيم جد معنوية للإجهاد المائي، حيث سجلنا زيادة معتبرة في محتوى البرولين وبكميات مختلفة باختلاف الأصناف المدروسة مقارنة بالشواهد.

العديد من الدراسات بينت أن الزيادة في محتوى البرولين ترتبط ارتباط ايجابيا مع الإجهاد المائي (Cechin, 2006 و آخرون) و (Zerrad et al., 2008)

في تجربتنا هذه الأصناف التسعة لم تركب نفس المحتوى من البرولين لتحمل الإجهـــاد، كـــل هنـــاك اخـــتلاف فـــي النـــسب مـــن صـــنف إلـــى آخـــر حيـــث ســـجلت أعلـــى قيمـــة عنـــد الـــصنف

بـــــ (19.59 ± 60.54) ميكرو مول / ميلي غرام (مادة جافة) بنسبة زيادة 11.108% مقارنـــة بالشاهد و هو صنف محلي و منه الأصناف المحلية تبدي مقاومة أكثر للجفاف .

وحسب (Wilferd, 2005) فإن القدرة على تراكم البرولين لدى النباتات، يعتبر مؤشر التسامح مع الإجهاد المائي بالمحافظة على إنتاج خلايا الأوراق وبالتالي استمرار تكاملها الوظيفي (Bensaalem, 1993)، وكذلك تساهم بشكل أساسي في ظاهرة التعديل الأسموزي التي لوحظت عند الكثير من النباتات ومنها القمح (Flanangan et al., 1992) و (Adgab, 2002) .

3. السكريات :

من خلال النتائج السابقة تبين أن الأصناف المجهدة تبدي زيادة في تراكم كمية السكريات المذابة (سكروز، غلوكوز، فركتوز) مقارنة بالشواهد، هذا التراكم يختلف باختلاف الأصناف استجابة لنقص المائي (Benlaribi et Mouneveux, 1988).

إن تراكم السكريات الذائبة يعتبر وسيلة اعتمدت من قبل الإجهاد لمقاومة الضغوط البيئية (Mouellef, 2010) في تجربتنا هذه لاحظنا أن صنف Waha (0,753±22,035) ميكرومول / 100 ميلي غرام (مادة جافة) كان أكثر تأقلما من غيره بنسبة زيادة 19.86 % مقارنة بالشاهد. و حسب (Zerrad et al, 2006) فإن نقص المياه تسبب في تراكم السكريات الذائبة في الأوراق، هذا التراكم يمكن أن ينجم عن الزيادة في التحلل من النشاء بحيث سجل في نفس الوقت انخفاض في النشاء و قابلة للتراكم في السكريات الذائبة في الأنسجة (Bouchelaghem, 2012) .

أثناء العجز المائي يخزن القمح الصلب كمية معتبر من السكريات المذابة والأحماض الآمينية التي تسمح بالتعديل الأسموزي (Nelson et *al* , 1998).

4 . النتريت :

من خلال النتائج السابقة تبين لنا أن الأصناف المجهدة تبدي زيادة في نسبة النتريت المركب مقارنة بالشواهد، هذه النسب تختلف باختلاف الأصناف المدروسة.

ارتفاع نسبة النتريت في أنسجة النبات يرجع إلى اختزال النترات إلى النتريت بواسطة إنزيم Nitrate réductase حيث من خلال النتائج سجلت أعلى نسبة للنتريت عند صنف GTA dur بـــــ (0.754) بنسبة زيادة 11.98% مقارنة بالشاهد .

إن اختزال النترات يتولد عنه تكوين سموم سيتوبلازمية Cytotoxin وهو ناتج مطفر يسمى "النتريت"، لضبط النتريت في أنسجة النبات يجب التحكم في هذا الإنزيم وإنتاج النتريت وتحوله فيما بعد إلى أمونيا يكون مرتبط مع قدرة النبات على تمثيل النترات. وهذا يتفق مع عمل العالم (Billard et Langlois, 1986) حيث يهدف لفحص النتريت الموجود في الأوراق (منحنى معايرة المصنوع من تراكيز معروفة من النتريت.)

نشاط Nitrate Réductase يرتبط بمحتوى النترات الداخلي في الأوراق (Stohr, 1999).

الخاتمـــــــــــــة

الخاتمة

يعتبر القمح الصلب زراعة إستراتيجية في الجزائر، و يعتبر الجفاف هو العائق البيئي المهم الذي يحدد من إنتاجيته ويؤثر على نوعية وكمية المحصول وهذا لارتباطه بالعديد من العوامل البيئية، على رأسها درجة الحرارة العالية .

اهتم هذا البحث بدراسة آليات وميكانيزمات التأقلم عند القمح الصلب استخدام الخصائص المرفولوجية والبيوكيميائية كمؤشرات لانتقاء الأصناف الجيدة والملائمة للزراعة. من بين هذه المؤشرات المرفولوجية مساحة الورقة التي سمحت لنا بمعرفة العلاقة بينها وبين الإجهاد المائي وتأثيرها في استمرارية دورة حياة النبات، حيث كان صنف Waha هو أكثر الأصناف حساسية بالتقليص من مساحة الورقية. أما أحسن الأصناف فكان عند صنف MBB، كما مكنتنا المؤشرات البيوكيميائية مثل تراكم البرولين، السكريات الذائبة ونسبة النتريت من ترتيب الأصناف المدروسة ومعرفة الأصناف الأكثر مقاومة بين المحلية المحسنة والمستوردة حيث سجلت أعلى قيمة للبرولين والذي يعتبر من أهم الآليات البيوكيميائية في مقاومة الجفاف عند الصنف B Mestina، و هو صنف محسن، يليه MBB مع العلم أنهما صنفان محليان اللذان أبديا مقاومة مقبولة مقارنة بالمستورة، وهذا راجع إلى أن الأصناف المحلية مقاومة أكثر من الأصناف المستورة. أما السكريات الذائبة والتي تعتبر أهم المكونات التي تدخل في التعديل الأسموزي لمقاومة الجفاف فقد سجلت أعلى قيمة عند الصنف Waha المستوردة، بنسبة لنسبة النتريت الذي يعتبر من المؤشرات التي تساهم في مقاومة الجفاف فقد فسجل صنف GTA dur المستوردة أعلى قيمة .

تعتبر دراسة الخصائص البيوكيميائية والمرفولوجية للأصناف المحلية المحسنة ومقارنتها مع الأصناف الجيدة نسبيا مهمة جدا في الميدان الزراعي وضمن منطقتنا ، وذلك من أجل انتخاب أصناف متحملة للإجهادات البيئية السائدة وعلى رأسها الإجهاد المائي. من خلال هذه الدراسة التي أوضحت أن هناك تغيرات معتبرة في تراكم كمية البرولين، السكريات وكذالك النتريت من صنف إلى أخر، إنّ الصنفان B Mestina، GTA dur يراكمان كمية كبيرة من البرولين في حين كمية منخفضة من النتريت وكمية متوسطة من السكريات الذائبة، لهذا أوجب دراسة جميع التفاعلات البيوكيميائية المهمة لنبات القمح من أجل تحديد تجاوب هذه الأصناف مع الجفاف والتأكيد على إدراج هذه الأصناف (GTA dur وB Mestina) في برامج التحسين من أجل تحسين المردود وخلق أصناف مقاومة وملائمة لمناطق الجافة وشبه جافة كمنطقتنا .

الملخص

تشكل دراستنا جزءا من البحوث متعدّدة التخصصات التي تستهدف سلوك تسعة أصناف وراثية من القمح الصلب تحت تأثير الإجهاد المائي.

الأصناف التسعة: Waha، Wahbi، Boussellam، Sémito، Bidi17، GTA dur، Omruff، Beni Mestina، MBB.

تمت زراعتهم في البيت الزجاجي بشعبة الرصاص لجامعة الإخوة منتوري قسنطينة، طبقنا عليهم الإجهاد المائي، بعد ظهور الورقة الرابعة قمنا بأداء مجموعة من القياسات المرفولوجية والبيوكيميائية: مساحة الورقة، البرولين، السكريات، Nitrate Réductase.

يهدف هذا البحث إلى دراسة ميكانيزمات التأقلم مع الجفاف عند القمح الصلب، معايير المرفولوجية (مساحة الورقة) ومعايير بيوكيميائية (البرولين، السكريات الذائبة، Nitrate Réductase).

تبين من النتائج المتحصل عليها أن الإجهاد المائي أدى إلى انخفاض في مساحة الأوراق كما سجل تراكم كل من البر ولين والسكريات الذائبة، وارتفاع في نسبت النتريت، وأظهرت النتائج الأصناف استجابت للإجهاد المائي بآليات مختلفة وبنسب متفاوتة بين المستوردة والمحلية للحفاظ على وظائف القمح الصلب الحيوية.

<u>الكلمات المفتاحية</u> :

القمح الصلب، الإجهاد المائي، مساحة الورقة، البرولين، السكريات وNitrate Réductase.

Résumé

Notre étude fait partie d'une recherche multidisciplinaire ciblant neuf variétés de comportement génétique de blé dur sous l'influence du stress hydrique.

Les neuf variétés: Wahbi, Bousselem, GTA Dur, Bidi17, Sémito, Beni Mestina, Omruff, MBB, Waha.

A l'agriculture dans Division serre principal de l'Université Des Frères Mentouri Constantine, nous appliquons le stress accusés de l'eau, après l'émergence du quatrième feuille ont effectué une série de mesures morphologiques et biochimiques: la surface foliaire, proline, sucres, Nitrate réductase.

Celle-ci vise uniquement à étudier le mécanisme de faire face à la sécheresse lorsque le blé dur, des critères morphologiques (LAI) et des critères biochimiques (proline, sucres perpétuels, Nitrate réductase).

Les Résultats obtenu ont montré au stress hydrique conduit à une diminution de la surface foliaire et l'accumulation d'enregistrement de la partie continentale et de Lynn et de sucres perpétuelle, nitrite élevé attribué, et les résultats ont montré des variétés ont répondu à l'eau de stress différents mécanismes et dans des proportions variables entre le blé dur importé et domestique pour maintenir les fonctions vitales.

Mots clés: blé dur, le stress hydrique, la surface foliaire, la proline, les sucres et Nitrate réductase.

Conclusion

Our study is part from multi-disciplinary researchs which is concerned with the behaviour of nine types of genitic hard wheat under the unfleunce of water stress .

The nine types: Beni mestina, Sémito, Bidi17 GTA dur, Boussellam ,Wahbi, Waha, MBB, Omruff.

They were agricultured in green houses in Chaabat al rassas at the University of " Des Frére Mentouri" Constantine ,we applied on them defendants water stress ,after the appearance of the fourth leaf, we made a serie of morphological and biochemical measurements such as the leave area , proline, sugar and nitrate réducase.

This research work attempts to study the mechanisms of coping of hard wheat with drought, morphological criteria (lAI),(the leave area),biochemical criteria (Proline, Sugar, Nitrate réducase).

The obtained results show that the water stress condition reduses the leaf area and marked the accumulation of proline and sugar, and increase in the percentage of netrite, also the results show that the types responded to water stress with a diffrent mechanisms and different percentage between the imported and local types to maintain the vital functions of hard wheat.

Key Words: Hard wheat , Water sress, Leaf area, proline, Sugars and Nitrate Réductase.

المراجع باللّغة العربية

- **أنور الخطيب 1991.** الفصائل النباتية. ديوان المطبوعات الجامعية. الجزائر 263 ص .
- **بو زيتون هاجر، عمروش سميحة، (2013).** معاكسة أثر الجفاف باستخدام العناصر الصغرى نقعا على المحتوى الكيميائي لصنف من القمح الصلب Triticum durum حتى الورقة الرابعة، مذكرة لنيل شهادة الماستر ــ جامعة منتوري قسنطينة .
- **حامد محمد كيال. 1979.** نباتات و زراعة المحاصيل الحقلية : محاصيل الحبوب والبقول دمشق مدرية الكتب الجامعية 230 ص .
- **حساني وداد و كعوش أحلام، (2008)**، السلوكيات الحيوية لمجموعة من موارد القمح الصلب (Triticum durum Desf)، بحث قدم لنيل شهادة الدراسات العليا (DES) في بيولوجيا وفيزيولوجيا النبات .
- **رقية. ن، (1980)**، إنتاج المحاصيل المقلية جزء محاصيل الحبوب و البقول.
- **شايب غنية، (2012)**، شروط تراكم البرولين في الأنسجة النباتية تحت نقص الماء : انتقال صفة التراكم إلى الأجيال، أطروحة دكتوراه، كلية علوم الطبيعة والحياة، جامعة منتوري قسنطينة .
- **شكري ابراهيم، (1994) :** النباتات الزهرية "نشأتها – تطورها – تصنيفها" دار الفكر العربي. ص 230 – 233.
- **عبد الله،(2006).** قسم الانتاج النباتي جامعة الملك سعود كلية علوم التغذية و الزراعة.
- **فرشة ع، (2001)**، دراسة تأثير الملوحة على نمو و إنتاج القمح الصلب و إمكانية معاكسة ذلك بواسطة الهرمونات النباتية، رسالة ماجستير قسنطينة، 53 ص.
- **قندوزي رقية، فوغالي فطيمة الزهراء (2013)**، دراسة مقارنة لمحتوى البرولين والكلوروفيل عند النجيليات تحت تأثير النقص المائي عند القمح الصلب Triticum durum Desf .مذكرة لنيل شهادة الماستر.

- **محب طه صقر (2011)**، تأثير الإجهاد المائي على العمليات الفيزيولوجية للنبات ــ جامعة المنصورة القاهرة .
- **محمد محمد كذلك (2000)**. زراعة القمح، منشأة المعارف بالإسكندرية.جلال حزي وشركائه. ص 15 ــ 61 .

المراجع باللّغة الأجنبية

- **Abbassene (1997).** Etude de quelques paramétres physiologiquues et biochimiques chez quatre variétés de blé dur(*Triticum durum* Desf.) sous stress hydrique. In Belila Fatima et Fridi Ahlem pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en amélioration des plantes 2008.
    - Accumulation during. Stress plant cell and environment. 21 : 535 – 553 p.
    - accumulation, atrait of use to breeding for tress tolerance. Colloque physiology.
- **Ackerson, R. C. (1981).** Osmoregulation in cotton in response to water stress. 2 leaf carbohydrate status in relation to osmotic a djustement. Plant physiol, 67 : 489-493 .
- **Adjab M. (2002)**. Recherche destraits morphologique , physiologique etbiochimique d'adaptation au dificit hydrique chez différents génotypes de blédur (*Triticum durum*). Thése de magistére. Faculté des sciences. Univer.Annaba : 84 P.
- **Adjiab M., (2002) .** Recharche des traits morphologiques , physiologiques et biochimiques d'adaptation ou déficit hydrique chez différents génotypes de blé dur (*Triticum Durum*). Théce de magistére – Faculté des sciences, Uinirer.Annaba : 84p.
- **Al – Dakheel R.J.(1991).** Osmotic adjustment: Aselection criterion for drought tolerance. In : E. Acevedo, A.P. conesa, P. Monneveux and J. P. A. Srivastava,(eds), physiology – Breeding winter cereals for strss Mediterranean Environments. Montpellier. France. pp . 337 – 368.
- **Ali Dib T., Monnereux p, and Araus J. L., (1990).** Breeding durum water from drought toleronce analyticat, synthetically approaches and their connedion. In : water breeding – prospects and futur aproacher. Panayotou L and parlou S (ends), Alpena, Bulgaria, 224-240 .
- **Amokrane, A.,Bouzerzoue, H.,Benmalammed,A.,Djekoum,A.(2002).** Caractérisation des variétés locales, syriemnes et européénnes de blé dur

éraluéés en zone semi-aride d'altitude.Sciences et technologie, Unvrsité Mentouri, constantine, numéro Spécial D,33-38.

- **Bajji. M. (1999).** E'tude des mécanismes de résistance au stress hydrique chez le blé due :caractérisation de cultivrs différant par leurs niveaux de risistonce à la sécheresse et de variant somoclonaux sélectionnés In vitro. Thése de doctorat. Univ. Lowvain .

- **Bamoun A., (1997).** Contribution à l'etude de quelques caractéres morphophysiologiques, biochimiques et moléculaire chez des vaiétés de blé dur (*Triticum tirgidum* esp *durum*), pour l' étude de la tolérance a la sécheresse dans la région des hautes plateaux ele l'ouest algérien. Thése de magister, P :1-33

- **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.

- **Belhassen E., This, D.,Monneveux p.(1995).**Ladaptation génétique face aux contraintes de sécheresse. Cahier dAgriculture, 1 :251 – 261.

- **Bellassen,E.,this,D.,Monneneux P.(1995).** L'adlaptation génetique face aux contraintesde sécheresse. Cahier d'Ajriculture ,1 :251-261

- **Ben laribi M et Mouneveux P,(1988).** Etude comparée du comoortement en situation de déficit hydrique de deux variétés algériennes de blé dur (*Triticum durum* desf.) adaptateés a la séchèsse. C.R. Acad. Agri. France, 74 : 73 – 83.

- **Benlaribi M.,(1990).** Adaptation au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.), études des caracteres morphologique et physiologiques, Thése etet. Univ. Ment.Cne ; 164 p .

- **Blum ,A.(1996b)**. crop responses to drought and the interpretion of adaptation.growth ron egulati ,20 :135-148

- **Blum A et EBercon A, (1967).**Genotypic responeses in Sorghum to drought stress. Free proline accumulation and drought resistance. Crop science, 16, pp. 428 – 431 .

- **Blum A.(1988).**Plant breeding for stress environnemets. Boca Raton 4 : CRC press Florida, USA, 233 pp.
- **Blum A., (1989) .** Osmotic adjutement and growth of barley genotype under drought stress.Grop Sci -29,230-233.
- **Bouchelaghem., (2012).**Bouchelaghem S., 2012.cntribution à l'étude de l'impact d'un engrais couramment utilisé en algerie (NPK) sur la croissance le métabolisme et le développement racinaire d'un modèle végétale blé dur . Thèse de doctorat. Univ. Constantine.
- **Boufenar – Zaghouane F. et Zaghouane. O., (2006).** Guide des principles varieties de cereals a paille en Algérie (blé dur, blé Tendre, orge et avoine). ITGC d'Alger, lére Ed, 152 p .
- **Bougges, S.F. and sterwart R.C. (1976)**. Stress metabolism : the si significance of endproduct inhibition of prolin synthesis and of compartementation in relation. To stress imduced proline accumulation. Aust . J . physiol., 3,513-525 .
- **Bouzerzour, H., Benmahammed, A., Makhlouf, D., Harzallah, D. (1998b).** Evaluation dequelques techniques de selection pour la tolerance aux stress chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) en zone semi-aride d'altitude. Céréaliculture, 33: 27-33.
- **Bouzerzour, H., Djekoune, A., Benmahammed, A., Hassous, L. (1998a).**Contribution de la biomasse aérienne, de l'indice de récolte et de la précocité au rendement en grain de l'orge (H. vulgareL.) en zone semi-aride d'altitude. Chaiers d'Agriculture,8: 133-137.
- **Cechin et al., 2006.Cechin I., Rossi S.C., Oliveira V.C. & Fumis T.F. 2006.**Photosynthetic responses and proline content of mature and young leaves of sunflower plants under water deficit. PHOTOSYNTHETICA .44 (1): 143-146p.
- **Cheftel J.C. & Cheftel H , (1992).** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. V1. Tec & Doc. Paris. Lavoisier : 381 p .
- **Clement Grancourt et Rrats, (1971).** Les céréales. ED.J.B. Bailliers et fils, 360 p.

- **Croston, RP. And JT, williams, (1981).** Aworld surveg of water genetic ressources IBRGR, Bulletin, 37 p.
- **Croston, RP. and JT, Williams, (1981).**Aworld survry of wheat genetic ressources IBRGR. Bulletin, 37 p .
- **Davies, W.J.,Zhang J.(1991).** Root signals and the regulation of growth and development of plant in drying soil. Annual Review of plant physiology and Molecular Biology,42:7 – 55.
- **Deraissac M.,(1992).**Mécanisme dadiptation a la sécheresse et maitrise de la productivité des plantes cultivées. Agro. Trop. 46(1) : 23 – 39 .
- **Drfiling, K. et Askman, A,(1989).** Relationship between frost tolerance and formation of proline, abscisic acid and specific proteins in cold hardned winter wheat (*Triticum aestivum*) varieties 6 Eucarpia congress.
- **El jaalari S.,le poivre ,Ph.,semal, J.(1995)**. Implication de l'acide a bscissique dans la résistance du blé a' la sécheresse.ED.Aupff-uref. Jolin libbeg Eurotesd.Paris 141-148.
- **Feillet P., 2000.** Le grain de blé. Composition – et utilisation – Mieux comprendre. INRA-ISSN : 1144 – 7605. ISBN : 2- 73806 0896 -8- p 308
- **Feillet. P,(2000).** Le grain de blé : composition et utilisation. INRA. Paris.
- **Feldman, M., (1976).** Wherts, Evolution of crops plants, dans N.W. simmonds, dir, pud, longman, londres et New york , pp :120-128 .
- **Fisher, R.A.(1985).**Number of kemels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. Jagri sci, 105:447 – 461 .
- **Geslin / 1965 :** Contribution a l'étude de (*Triticum durum*). Référence 41 – 43 .
- **Grime J.P.,(1979).** Plant strategies and vegetation processes. Chichester : wiley.
- **Harlan, JR, (1975).** Crops and man, eds John wiley and sons. NY. 350 P.

- **Havaux, (1992).** Stress tolerance to photostem ill in vivo antagonisitic effect of water, heat and photo inhibition stressed plants. Plant. physiol. 100 : 424 – 432.

- **Hayek, T., Ben Salam M., ZidE.(2000).**Mécanisme ou stratégie de résistance à la sécheresse : cas du blé, de l'orge et du triticale. CIHEAMIAMZ, options Méditerranéennes : série A. Séminairzs Méditerranéennes, 40 : 287 – 290 .

- **Hsiao, T.C.(1973).**Plant responses to water stress. Annu. Rev. plant physiol, 24 : 519 – 570.

- **Huang, A-H-C et cavalier, A-J,(1997).** Proline oxidase and water stress – induced proline accumulation in sinach leaves. Plant, physiol., 63, pp. 531 – 535.

- **Hubac, C et Vieira Da Silva. J,(1980).** Indicateus métabolique de contraintes mésologique physiol. Vég.,18, pp. 45 – 53.

- **Johnson, R.C., Nguyen, H.T., croy, L.I.(1984).**Osmotic adjustment and solute accumulation in two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Sci., 24 : 957 – 962.

- **Jones H.G, et Jones M.B.,(1989).**Introduction : some treminology and common mechanisms. In : Jones T.J;Flowers M.B. Jones(Eds), plants under stress. Cambridge Univ. Press, pp : 1 – 10 .

- **Lee – stadelmann, O., stadelmann , E. J. (1976)** . sucar composition and freezing tolerance in barely croons eat wearying car bohydrate lerels, crop sci, 29 : 1266-1270 .

- **Levitt, J. (1982).**Water stress.In:(Responses of plant to environmental stress, water radiation, sait and other stress). New York Acadenic press: 25 – 282.

- **Ludlow M.M, et Muchow R.C., (1990).** A criticat evluation of traits for imporing crop yield in water limited environement –Advance in agronomy -43 :107-143.

- **Ludlow, M.M., Muchow, R.C. (1990).** Acritioh evoluation of traites for inproving crop yields in water – limited environments .Adv- Agron , 43 : 107-153 .

- **Ludlow, M.M., Muchow, R.C.(1990).** Acritical evaluation of traits for improving crop yields in water – limited environmenets. Adv. Agron, 43 : 1.7 – 153.

- **Machey J., (1966).** Species relationship in Triticum. B proc. 2 Int. Water Genet. Symp., land 1965. Hereditas, suppl ; 2 : 237-276 .

- **Masle Meynard J.(1981)**. Relation entre croisement et développement pendant la montaion d'un peuplement de blé d'hiver, influence des conditions de nutrition. Agronomie. 1(5), pp : 365 – 374.

- **Monneveux, P., Nemmar, M.(1986).** Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre (Taestivum L.) et chez le blé dur (*T.durum* Desf.) : étude de l'accumulation de proline au cours du cycle de développement. Agron, 6 : 90 – 583.

- **Morris L . C. ,Thompson J. F. et johonson C.M. 1969-** Metabolism of glutamic. P : 215-222 .

- **Mosaad, MG.,Ortiz Ferrara, G, Mahalakhmi,V.,Fisher, RA.(1995).**Phyllochron response to Vernalizations and photoperiod in spring wheat. Crop science,35: 168 – 171.

- **Mouellef., (2010).** Caractères physiologiques et biochimiques de tolérance du blé dur (*Triticum durum* Desf.) au stress hydrique. Thèse de Magistère Université Mentouri Constantine.

- **O 'Toole, S.Gruz,P.(1980).** Reponse of lef water potential.stomatal resistance and leaf rolling to water stress, plant physiol, 65 :428-437.

- **Ober, E.S. et Sharp. R.E.(1994).** Prpline accumulation in maize(Zea mays L.) primaryroots at low water potentiels. Physiol., 105. pp. 981 – 987.

- **Palfi, G., Bito, M., Palfi,Z.(1973).**Water deficit and free proline in plant tissues, Fiziol. Rast. 20 : 23 – 233.

- **Pourrat, Y.(1974).** Propriétés écophysiologiques associées à l'adaptation d'Artémision herbaalba, plante d'intérêt pastoral, au milieu désertique. Thèse. 3e cycle, Univ., paris VI, 129 p.

- **Sanchez, E., Avila – Quezada, G., Gardea, A.A., Ruiz, J.M., Romero, L.(2007).** Biosynthesis of proline in fruits of greenbean plants : deficiency versus toxicity of nitrogen. Intemational Journal of EXPERIMENTAL Botany, 56 th Anniversary, 76 : 143 – 152.

- **Sánchez, E., Ávila-Quezada, G., Gardea, A.A., Ruiz, J.M., Romero, L. (2007).**Biosynthesis of proline in fruits of green bean plants: deficiency versus toxicity of nitrogen. International Journal of EXPERIMENTALBotany, 56th Anniversary, 76: 143-152.

- **Sauter, A.,Daviers, W.J.,Hartung W.(2001).** The long – distance abscisic acid signal in the droughted the fate of the hormone on its way from root to shoot. Journal of Experiment al Botany.52 : 1991 – 1997.

- **Slama A., Ben Salem M., Ben Naceur M. & Zid E.D. (2005)**.Les céréales en Tunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. Sécheresse ; 16(3) : 225 – 229.

- **Soltner D., (1980).** Les grondes productions végétale. 11Ed **Masson p20-30 .**

- **Stewart c.R., Bouggess S. F., Aspinall D. and paleg L. G., 1977 –** Inhibitition of proline oxidation py water stress – plant physiol., 59, 930-932 .

- **Stohr,(1999).**Le Grade de Docteur D'etat ès SciencesDiscipline :PhysiologieVegetale Par Mohammed BendrissAmraoui Sujet : Contribution à l'étude du métabolisme dunitrate chez quelques variétés marocaines de blé tendre P :60 .

- **Tardieu, F., Davies, W.J.(1993).**Integration of hydraulic and chemical signalling in the control of stomatal conductance and water status of droughted plants. Plant, cell and Environment, 16 : 341 – 349 .

- **Turk, K. J., Hall, A.E., Asbell, C.W.(1980).** Drought a daptation of cowpea . I.Influence of droughton yield. Agron. J., 72 : 413-420.

- **Turner N.C, et Kramer P.J., (1980).**Adaptation of plants to water and high temperature stress. New york : Wiley .
- **Turner, N.C. (1979).**Drought resistance and adaptation to water deficits in crops plants.Dans : Stress Physiology in Crop Plants, Mussell, H. et Staples, R.C. (éds). Wiley Intersciences, New York, pp. 303- 372.
- **Turnes, N.C.(1979).**Drought resistance and adaptation to water deficits in crop plants.Dans : Stress physiology deficits in corp plants, Mussell, H.et Staples, R.C.(éds). Wiley Intersciences, New York, pp . 303 – 372.
- **Vavilov NI., (1936).**Studies on the origion of cultivated plants app – Botany and plant breeding. 3 – 248 pp.
- **Voetberg, G.,Stewart, C.R.(1984).** Steady state proline levels in salt – shocked Barley Leaves. Plant physiol, 76: 567 – 570.
- **Zerrad W., Hillali S., Mataoui B., El Antri S. & Hmyene A., 2006.** Etude comparative des mécanismes biochimiques et moléculaires de résistance au stress hydrique de deux variétés de blé.
- **Zhang J.,Ngugen, H.T.,Blum A.(1999).**Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plants. Journal of Experiment al Botany, 50 : 291 – 302.

الملحقات

الملحق (1) : تحديد المجموعات المتجانسة لمساحة الورقة

Modalité	Moy estimée	Regroupement
MBB	12.02	A
B Mestina	11.19	A
GTA Dur	11.11	A
Omuruff	11.00	A
Bidi 17	10.32	A
Boussellam	9.71	A
Waha	9.69	A
Wahbi	8.64	A
Sémito	8.31	A

Modalités	Moy estimée	Regroupement
Témoin	13.56	A

الملحق (2) : متوسط المساحة الورقية و معدل الانحراف و نسبة التناقص لتسعة أصناف من القمح الصلب في ظل الإجهاد المائي

Variétés	Surface foliaire (Cm^2)		Ecartype		Taux d'augmentation %
	SDH	ADH	SDH	ADH	
Waha	15.16	4.22	2.29	0.08	- 72.20
Wahbi	11.25	6.03	1.33	0.85	- 46.40
Boussellam	13.86	5.56	3.30	0.64	- 59.87
Sémito	10.34	6.28	1.26	4.08	- 39.31
Bidi 17	12.56	8,09	1.22	0.27	- 35.56
GTA Dur	13.81	8.42	1.75	1.77	- 39.07
Omuruff	14.96	7.05	1.58	0.64	- 52.89
B Mestina	16.42	5.96	1.56	0.27	- 63.70
MBB	13.74	10.30	0.42	0.62	- 25.01

الملحق (3) : تحديد المجموعات المتجانسة للبرولين

Modalité	Moy estimée	Regroupements
B Mestina	32.77	A
MBB	30.05	A
GTA dur	26.59	A
Wahbi	21.54	A
Boussellam	19.53	A
Sémito	16.35	A
Bidi 17	15.42	A
Waha	15.09	A
Omruff	9.12	A

Modalités	Moy estimée	Regroupement
Stress	36.28	A
Témoin	5.16	B

الملحق (4) : متوسط كمية البرولين و معدل الإنحراف و نسبة التزايد لتسعة أصناف من القمح الصلب في ظل الإجهاد المائي

Variétés	Proline (µmol/mg)(MS)		Ecartype		Taux d'augmentation %
	SDH	ADH	SDH	ADH	
Waha	3.91	26.27	0.02	10.67	57.12
Wahbi	6.57	36.51	4.01	6.99	45.61
Boussellam	7.43	31.63	3.94	4.93	32.56
Sémito	4.23	28.46	0.26	9.10	57.31
Bidi 17	3.19	27.66	0.03	2.95	76.75
GTA dur	10.39	42.79	7.55	28.13	31.16
Omruff	2.52	15.73	0.64	1.44	52.50
B Mestina	5.00	60.54	3.19	19.60	11.11
MBB	3.16	56.93	2.51	33.90	17.03

الملحق (5) : تحديد المجموعات المتجانسة للسكريات

Modalité	Moy estimée	Regroupement				
Waha	14.71	A				
Omuruff	10.72		B			
Wahbi	10.27		B			
Boussellam	9.26		B	C		
B Mestina	8.29			C	D	
GTA Dur	8.01			C	D	E
Sémito	7.82			C	D	E
MBB	6.70				D	E
Bidi 17	6.26					E

Modalités	Moy estimée	Regroupement
Stress	12.79	B
Témoin	5.45	A

الملحق (6) : متوسط كمية السكريات و معدل الإنحراف و نسبة التزايد لتسعة أصناف من القمح الصلب في ظل الإجهاد المائي

Variétés	Sucres (µmol/100mg)		Ecartype		Taux d'augmentation %
	SDH	ADH	SDH	ADH	
Waha	7.39	22.04	0.77	0.75	19.82
Wahbi	5.39	15.15	0.12	0.14	18.12
Boussellam	4.92	13.60	0.75	2.08	17.62
Sémito	5.41	10.24	0.39	0.74	8.93
Bidi 17	4.33	8.19	0.64	1.21	8.93
GTAdur	5.54	10.48	0.21	0.39	8.93
Omruff	5.99	15.46	0.34	0.88	15.81
B Mestina	5.41	11.19	1.07	2.22	10.69
MBB	4.63	8.77	0.07	0.13	8.93

الملحق (7) : متوسط النتريت (NO_2^-) لتسعة أصناف من القمح الصلب في ظل الإجهاد المائي

Variétés	Nitrite(NO_2^-)	
	SDH	ADH
Waha	0.23	0.30
Wahbi	0.31	0.49
Boussellam	-0.07	0.03
Sémito	0.38	0.66
Bidi 17	0.30	0.38
GTA Dur	0.34	0.75
Omuruff	0.33	0.42
B Mestina	0.35	0.08
MBB	0.30	0.43

من إعداد : خياري مريم
مقلاتي خولة

السنة الجامعية : 2015-2016

ميكانيزمات التأقلم مع الجفاف عن القمح الصلب (Triticum durum Desf.) : دراسة معايير مرفولوجية وبيوكيميائية

مذكرة التخرج للحصول على شهادة الماستير2 في التنوع الحيوي والإنتاج النباتي

الملخص

تشكل دراستنا جزءا من البحوث متعدّدة التخصصات التي تستهدف سلوك تسعة أصناف وراثية من القمح الصلب تحت تأثير الإجهاد المائي.

الأصناف التسعة: Waha، Wahbi، Boussellam، Sémito، Bidi17، GTA dur، Omruff، Beni Mestina، MBB.

تمت زراعتهم في البيت الزجاجي بشعبة الرصاص لجامعة الإخوة منتوري قسنطينة، طبقنا عليهم الإجهاد المائي، بعد ظهور الورقة الرابعة قمنا بأداء مجموعة من القياسات المورفولوجية والبيوكيميائية: مساحة الورقة، البرولين، السكريات،Nitrate Réductase.

يهدف هذا البحث إلى دراسة ميكانيزمات التأقلم مع الجفاف عند القمح الصلب، معايير المورفولوجية (مساحة الورقة) ومعايير بيوكيميائية (البرولين، السكريات الذائبة، Nitrate Réductase).

تبين من النتائج المتحصل عليها أن الإجهاد المائي أدى إلى انخفاض في مساحة الأوراق كما سجل تراكم كل من البر ولين والسكريات الذائبة، وارتفاع في نسبت النتريت، وأظهرت النتائج الأصناف استجابت للإجهاد المائي بآليات مختلفة وبنسب متفاوتة بين المستوردة والمحلية للحفاظ على وظائف القمح الصلب الحيوية.

الكلمات المفتاحية :

القمح الصلب، الإجهاد المائي، مساحة الورقة، البرولين، السكريات وNitrate Réductase.

مخبر الأبحاث : مخبر بيولوجيا وتحسين النبات ومخبر فيزيولوجيا النبات

لجنة المناقشة :

رئيس اللجنة	باقة مبارك	أستاذ التعليم العالي	بجامعة الإخوة منتوري
المشرف	زغمار مريم	أستاذة مساعدة	بجامعة الإخوة منتوري
الممتحنون	سلوى نباش	أستاذة مساعدة	بجامعة الإخوة منتوري

تاريخ المناقشة : 12 جوان 2016