ا لجمهورية 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 علوم الطبيعة و الحياة

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

قسم: بيولوجيا و ايكولوجيا النبات

Département : biologie et écologie végétale

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

عنوان البحث

استجابة أصناف القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.) المعرضة للإجهاد المائي (دراسة معايير مورفولوجية، فيزيولوجيا و بيوكيميائية)

من إعداد:
مشيرح بسمة
بوغرارة سهام

بتاريخ: 24 جوان 2018

لجنة المناقشة:

رئيسة اللجنة : عوايجية نوال	أستاذة مساعدة	جامعة الإخوة منتوري- قسنطينة
المشرف: زغمار مريم	أستاذة مساعدة	جامعة الإخوة منتوري- قسنطينة
الممتحنة: عمري سهام	أستاذة مساعدة	جامعة الإخوة منتوري- قسنطينة
الممتحن : قارة يوسف	أستاذ التعليم العالي	جامعة الاخوة منتوري قسنطينة

السنة الجامعية

2018 - 2017

شكر و عرفان

الحمد لله الذي وفقنا لهذا و لم نكن لنصل إليه لو لا فضل الله علينا

ففي مثل هذه اللحظات يتوقف اليراع ليفكر قبل أن يخط الحروف ليجمعها في كلمات ... تتبعثر الأحرف يحاول تجميعها في سطور.

سطور كثيرة تمر في الخيال و لا يبقى في نهاية المطاف إلا قليل من الذكريات و صور تجمعنا برفاق كان والى جانبنا

فواجب علينا شكرهم و وداعهم نحن نخط خطواتنا الأولى في غمار الحياة و نخص بجزيل الشكر و العرفان الأستاذة زغمار مريم في تقديم يد العون ، و لما أسدته من نصائح و توجيهات كما نتوجه بالشكر إلى الأساتذة أعضاء لجنة المناقشة الذين تفضلوا و قبلو مناقشة المذكرة الأستاذة عوايجية نوال و الأستاذة عمري سهام

إهداء

أتممت مشواري الدراسي والحمد لله بعملي وتعبي أنا و زميلتي وجوار أهلي وأحبتي، فمن يستحق الإهداء إلا القلب الذي نبض لأجلي إلا الروح التي أنارت دربي وحلمت بنجاحي قبلي وتمنت تفوقي منذ صغري فمن أحق بالإهداء غير تلك التي حملت وتحملت، تعبت وربت، سهرت وعلمت، غنية هي عن التعريف كلمات الكون بأكملها لا تكفي ولا تفي بما قدمته هي أمي حبيبة روحي رفيقة دربي في الدنيا وما بعد الدنيا تمنيت وجودك بقربي في مثل هذا اليوم و أنت جالسة في المقاعد الأولى التي في القاعة فحضورك راحة و أمان و نسيان لكل تعب كان و لكن لا اعتراض على مشيئة الله سبحانه و تعالى فانا أهديك ثمرة جهدي، رحمك الله يا روحي وأسكنك فسيح جناته.

إلى الأب الذي كلله الله بالهيبة والوقار والذي زرع بي بذرة الخير وشاطرني حزني قبل فرحي، والذي احمل اسمه بكل فخر واعتزاز أطال الله عمرك وأدام عليك الصحة والعافية دمت تاجا نعتز به على رؤوسنا.

إلى زوجة أبي التي قدمت لي يد العون و الأمل في لحظات ضعفي حفظها الله و أدامها نعمة علينا.

إلى سندي في دنياي أخواي العزيزين اسامة وايمن شكرا لوجودكما بقربي كذلك أختاي اميمة وحسنة نبع الحنان بعد أمي الغالية شكرا لله الذي رزقني بكما.

إلى كل من جدي وجدتي أدام الله عليهما الصحة والهناء

إلى رفيقي في درب الحياة زوجي فريد وكل عائلته وخاصة ماما يقوتة والتي اعتبرها كحبة السكر التي حلت أيامي و لم تبخل علي بحنانها و عطفها و أدخلت الفرح و السرور و البسمة و الأمل بعدما فقدت راحتي و نبع حناني أمي غاليتي.

إلى صديقاتي الوفيات مريم سمية أميرة شيماء سهام إيمان خولة ملاك كذلك زميلاتي في العمل أسماء خديجة نهاد.

إلى أخي الكريم الدكتور عقون عادل الذي لطالما كان مشجعا لي من اجل إتمام دراستي حفظه الله و أعانه على فعل الخير .

كما وجب إلى زميلتي بسمة في المذكرة و عائلتها.

إلى خالتي و ابنتها رانية إلى ابنة عمتي شبيلة إلى عمتي حبيبتي صليحة.

إلى خالتي عقيلة التي لطالما أحسست أنني جزء منها.

فبفضله تعالى وبفضلهم أتممنا هذا العمل

سهام

إهداء

بسم الله الرحمان الرحيم

اهدي ثمرة جهدي وعملي المتواضع

إلى ينبوع العطاء الذي زرع في نفسي الطموح وأنار لي طريق العلم.....
إلى القلب الكبير الذي لاتكفيه الكلمات.....أبي العزيز جمال .

إلى من ملأت حياتي حنانا وعطفا .....وكانت لي سندا في الحياة رعاها الله وأطال بعمرها وافية .

إلى من تقاسمنا معهم تفاصيل الحياة سندنا في الدنيا .....إخوتنا وأخواتنا حفظهم الله ورعاهم ونور دربهم إلى كل من ساعدنا ومد يد العون لنا سواء من قريب كان أو بعيد .

بسمة.

شكروتقدير.

بسم الله الرحمان الرحيم

الحمد لله الذي أغنانا بالعقل و زينانا بالعلم وأكرمنا بالتقوى وجملنا بالعافية. و بعد أن من الله علينا بانجاز هذا البحث البسيط فإننا نتوجه إلى الله سبحان وتعالى أولا واخرا بالشكر على فضله و كرمه الذي غمرنا به فوفقنا إلى ما نحن فيه اليوم

وانطلاقا من قوله صلى الله عليه وسلم "من لا يشكر الناس لا يشكر" وفي مثل هذه اللحظات يتوقف اليراع ليفكر قبل أن يخط الحروف ليجمعها في كلممالات

تتبعثر الاحرف وعبثا ان يحاول تجميعها في سطور كثيرة تمر في الخيال

ولا يبقى لنا في نهاية المطاف إلا قليلا من الذكريات و صور تجمعنا برفاق كانو الى جانبنا

فواجب علينا شكرهم ووداعهم ونحن نخطو خطوتنا الأولى في غمار الحياة

ونخص بجزيل الشكر و العرفان إلى كل من أشعل شمعة في دروب علمنا والى من وقف على المنابر و أعطى من حصيلة فكره لينير دربنا

إلي الأساتذة الكرام ونتوجه بالشكر الأستاذ المشرف علينا

إلى كل من ساعدنا من قريب أو من بعيد خاصة عمال المكتبة

شكرا جزيلا لكم جميعا

وشكري الذي من النوع الخاص إلى كل من لم يقف معي و زرع الشوك في طريقي وكان عائقا في وصولي أقول لهم شكرا جزيلا فلولاكم لما وصلت بكل إصرار.

الفهرس

المقدمة.....01

❖ الفصل الأول : استعراض المراجع

I. بيولوجيا القمح الصلب.....04

1. الوصف النباتي.....04

2. الأصل الجغرافي.....04

3. الأصل الوراثي.....05

4. الدراسة التصنيفية.....07

1.4. التصنيف النباتي.....07

2.4. التصنيف الجيني.....08

5. مراحل نمو القمح الصلب.....08

1.5. الطور الخضري.....08

1.1.5. مرحلة الإنبات.....08

2.1.5. مرحلة الاشطاء.....09

2.5. الطور التكاثري.....09

3.5. طور النضج.....09

1.3.5. مرحلة الحبة الحليبية.....09

2.3.5. مرحلة الحبة العجينية.....09

3.3.5. مرحلة الحبة الناضجة.....09

6. الاحتياجات البيئية المناسبة لنمو القمح.....11

1.6. التربة.....11

2.6. الرطوبة 12

3.6. الحرارة.....12

4.6. الإضاءة.....12

II. الإجهاد المائي.....12

1. تأثير الإجهاد المائي على النبات.....13

2. إسترتجيات التأقلم عند النبات.....13

1.2. تجنب الإجهاد المائي.....14

2.2. الهروب من الإجهاد المائي.....14

3.2. تحمل الإجهاد المائي.....14

3. دراسة الميكانيزمات المتعلقة بتحمل الإجهاد.....16

1.3. ميكانيزمات مورفولوجية.....16

. 1.1.3. مساحة الورقة.....16

2.1.3. طول السفا.....17

3.1.3. طول النبات.....17

4.1.3. النظام الجذري.....17

2.3. ميكانيزمات فزيولوجية.....17

1.2.3. المحتوى النسبي للماء والفقد المائي الورقي.....18

2.2.3. التعديل الأسموزي..... 18

3.2.3. التعديل الثغري.....18

4.2.3. استمرار الامتصاص 19

3.3. مكانيزمات بيوكمايئية.....20

1.3.3 البر ولين.....20

2.3.3. السكريات.....20

3.3.3. البتايين.....21

❖ الفصل الثاني : وسائل وطرق العمل

1. الموقع التجريبي 23
2. المادة النباتية 23
3. سير التجربة.....23

1.3. إنبات البذور في أطباق بتري.....23

2.3. الزراعة في الأصص.....24

4. القياسات.....26

1.4. المعايير الفيزيولوجية.....26

1.1.4. تقدير المحتوى النسبي للماء.....26

2.4. المعايير المرفولوجية.....27

1.2.4. المساحة الورقية.....27

2.2.4. طول النبات 27

3.2.4. أقصى عمق للجذور.....27

3.4. المعايير البيوكميائية.....27

1.3.4. تقدير البرولين.....27

2.3.4. استخلاص البيتايين.....29

3.3.4. تقدير السكريات الذائبة.....30

5. الدراسة الإحصائية.....31

❖ الفصل الثالث: تحليل النتائج

1. المعايير الفيزيولوجية.....33

1.1. المحتوى النسبي للماء.....33

2. المعايير المرفولوجية.....34

1.2. المساحة الورقية.....34

2.2. طول النبات 35

3.2. أقصى عمق للجذور.....36

3. المعايير البيوكميائية.....38

1.3. تقدير البرولين.....38

2.3. تقدير السكريات الذائبة.....39

3.3. البيتايين.....40

4. دراسة المكونات الأساسية ACP.....41

1.4. دراسة الارتباط بين المتغيرات.....41

2.4. دراسة المتغيرات و الأصناف.....43

❖ الفصل الرابع: المناقشة

1. المحتوى النسبي للماء TRE%

2. المساحة الورقية .....

3. طول النبات .....

4. أقصى عمق للجذور.....

5. محتوى السكريات الذائبة البرولين و البيتايين.....

الخاتمة 50

الملخص

المراجع

الملحقات

Béta : بيتايين

Do : الكثافة الضوئية

HP : طول النبات

ITGC : المعهد التقني للزراعات الكبرى بالخروب

Pf : الوزن الطازج

Ph : وزن النتح.

PMR : أقصى عمق للجذور

Prol : برولين

Ps : الوزن الجاف

SDH : عدم وجود نقص مائي

ADH : وجود نقص مائي

Sf : المساحة الورقية

Sucr : سكريات

T : العينات المشاهد

S : العينات المجهدة

TRE : المحتوى النسبي للماء

% : النسبة المؤوية

°م : الدرجة المئوية

قائمة الجداول

الجدول (1): بعض آليات التأقلم مع الجفاف.

الجدول (2): المعايير المورفوفيزيولوجية للتأقلم مع الجفاف.

الجدول (3): أصل أصناف القمح الصلب المدروسة.

الجدول (4): توزيع الوحدات التجريبية.

الجدول (5): نسبة المحتوى النسبي المائي لأصناف القمح الصلب .

الجدول (6): تغيرات مساحة الورقة لأصناف القمح الصلب.

الجدول (7): طول النبات لأصناف القمح الصلب.

الجدول (8): قيم أقصي عمق للجذور عند أصناف القمح.

الجدول (9): كمية محتوى البرولين ونسبة التزايد عند أصناف القمح.

الجدول (10): كمية محتوى السكريات و نسبة التزايد عند أصناف القمح الصلب.

الجدول (11): كمية محتوى البيتايين و نسبة التزايد عند أصناف القمح الصلب.

الجدول (12): مصفوفة الترابط للمعايير المورفوفيزيولوجية والبيوكيميائية.

قائمة الأشكال

الشكل (1): خريطة انتشار الأقماح الرباعية.

الشكل (2): الأصل الوراثي للقمح الصلب.

الشكل (3): الشكل المورفولوجي لنبات القمح.

الشكل (4): مراحل نمو نبات القمح.

الشكل (5): تأثير الإجهاد المائي على بعض الظواهر الفيزيولوجية.

الشكل (6): أعمدة بيانية تمثل تأثير الإجهاد المائي على المحتوى النسبي للماء عند أصناف القمح الصلب.

الشكل (7): أعمدة بيانية تمثل تأثير الإجهاد المائي على المساحة الورقية لأصناف القمح الصلب.

الشكل (8): أعمدة بيانية تمثل تأثير الإجهاد المائي علي طول النبات لأصناف القمح الصلب.

الشكل (9): أعمدة بيانية تمثل تأثير الإجهاد المائي على أقصى عمق الجذور لأصناف القمح الصلب.

الشكل (10): أعمدة بيانية تمثل تأثير الإجهاد المائي على محتوى البرولين لأصناف القمح الصلب.

الشكل (11): أعمدة بيانية تمثل تأثير الإجهاد المائي على محتوى السكريات لأصناف القمح الصلب.

الشكل (12): أعمدة بيانية تمثل تأثير الإجهاد المائي على محتوى البيتايين لأصناف القمح الصلب.

الشكل (13): دراسة المتغيرات للمعايير المورفوفيزيولوجية و البيوكيميائية .

الشكل (14): دراسة الأصناف المدروسة.

قائمة الصور

الصورة (1): تعقيم و إنبات البذور

الصورة (2): الزراعة في الأصص.

الصورة (3): الأصص المجهدة و الغير مجهدة.

الصورة (4): نتائج معايرة البرولين عند أصناف القمح الصلب النامية في ظل الإجهاد المائي.

الصورة (5): نتائج معايرة السكريات عند أصناف القمح الصلب النامية في ظل الإجهاد المائي.

الصورة (6): نتائج معايرة البيتايين عند أصناف القمح الصلب النامية في ظل الإجهاد المائي.

قائمة الملحقات

الملحق (1): تحليل التباين ANOVAللمعايير المورفوفيزيولوجية و البيوكيميائية

الملحق (2): تصنيف المجموعات حسب إختبار Newman-Keuls عند الحد 5% للمحتوى النسبي المائي (%TRE)

الملحق (3): تصنيف المجموعات حسب إختبار Newman-Keuls عند الحد 5% للمساحة الورقية

الملحق (4): تصنيف المجموعات حسب إختبار Newman-Keuls عند الحد 5% أقصى عمق للجذور

الملحق (5): تصنيف المجموعات حسب إختبار Newman-Keuls عند الحد 5 % للبرولين

الملحق (6): تصنيف المجموعات حسب إختبار Newman-Keuls عند الحد 5% لسكريات الذائبة

الملحق (7): تصنيف المجموعات حسب إختبار Newman-Keulsعند الحد5 % للبيتايين

تعتبر زراعة النجيليات من أقدم نشاطات الإنسان، حيث يمثل القمح الأهمية الكبرى من مجموع محاصيل الحبوب الغذائية في العالم، و يشغل أكبر مساحة مزروعة بالنسبة للمحاصيل الأخرى نظرا لقدرته العالية على التأقلم في البيئات المعتدلة، و تتجلى أهمية هذا المحصول في كونه المادة الأولية لإنتاج تغذية أكثر من مليار نسمة، أو ما يعادل 35% من سكان العالم، ارتفع استهلاك مشتقات الحبوب من 62كغ للفرد في السنة عام 1980م إلى 175كغ في السنة في السنوات الأخيرة و خاصة القمح حيث ازدادت أهمية إنتاجه مع ازدياد عدد السكان في العالم و تنامي احتياجاتهم الغذائية.
(Nazco *et al*.,2012; Morancho.,2000; Redjal et Benbelkacem.,2002).

ونظرا لتدني مردود وحدة المساحة فقد أصبحت هناك ضرورة للوصول إلى استنباط أصناف جديدة ذات إمكانيات وراثية عالية من جهة، و من جهة أخرى التعرف على البناء الوراثي للنوع وسلوك المورثات المتحكمة باستجابة النبات للبيئات المختلفة (Chipilsky et Georgiev, 2014)
. (kashif and khaliq, 2004)

يعتبر القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.) من بين الزراعات الواسعة الأكثر أهمية في العالم، تتمركز زراعته في مناطق البحر الأبيض المتوسط التي تمثل أكبر سوق استيراد لهذا المنتوج، و هذا راجع إلى كونه أساس الغذاء من طرف شعوب هذه المنطقة (Nazco *et al*., 2012).

تعد الجزائر واحدة من الدول المستوردة لمحصول القمح، حيث انحصرت زراعة هذه المحاصيل الإستراتيجية في المناطق الداخلية الجافة و شبه الجافة التي تتميز بشتاء بارد، تذبذب التساقط، الصقيع الربيعي، و الرياح الحارة الجافة صيف (Makhlouf *et al*.,2001)، فجميع هذه العوامل تؤثر سلبا على الإنتاج السنوي للقمح (Hannachi, 2013; Mekhlouf, 2008) مما يؤدي إلى عدم إكتفاء المردود حسب حاجيات الإستهلاك مع الزيادة الديموغرافية (Chellali, 2007).

إن تفاقم مشكلة الجفاف جعل الباحثين يهتمون بها سعيا منهم لفهم الآليات التي تسمح للنبات بالتأقلم مع هذه الظاهرة أو إنتخاب أفراد تتميز بالكفاءة الوراثية في مختلف العوائق للإنتاج، لذا فإن إهتمام الباحثين منصب على إيجاد و دراسة العوامل البيوكميائية والمورفولوجية المرتبطة بالإنتاج تحت ظروف العجز المائي (Monneveux, 1994).

الهدف من هذه الدراسة التجريبية هو محاولة فهم آليات و ميكانيزمات استجابة القمح الصلب المعرضة للإجهاد المائي الذي يؤثر و بشكل كبير على النبات و استقراره. اختير ثلاث أصناف من القمح الصلب منها المستوردة والمحلية تم تعريضها للإجهاد المائي لمدة 21 يوم لملاحظة استجابتها خضريا وكيميائيا وذلك بدراسة بعض المعايير المورفوفيزيولوجية والبيوكميائية (المحتوى النسبي المائي، البرولين والمساحة الورقية)، التي تعتبر كمؤشرات للتأقلم في ظل الإجهاد المائي .

I. بيولوجيا القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.)

1. الوصف النباتي

يعتبر القمح من المحاصيل الحولية الشتوية التي عرفها الإنسان منذ أمد بعيد، حيث وجدت أثار زراعة القمح في حضارات مصر، الصين و بابل (Zohary et Hopf., 1994) . فالقمح من النباتات أحادية الفلقة (Monocotylédone) وهو من عائلة النجيليات (Graminées) التي تضم العديد من الأجناس (الشعير، الخرطال، الأرز و الذرة ...)، ينتمي القمح لجنس التريتيكوم (*Triticum*)، و الذي بدوره يضم عدة أنواع أشهرها: القمح الصلب (T.*durum*) و القمح اللين (T.*aestivum*) .

يتكون نبات القمح من مجموع جذري جد متفرع و بسيقان أسطوانية مرنة ناعمة جوفاء باستثناء العقد التي تفصل النبات إلى أجزاء تسمى بالسلميات (Entre-noeuds)، وهذه العقد و السلميات تتميز عندما يبدأ النبات بالتطاول، أما أوراقه فهي متبادلة بسيطة ليس لها أعناق، تتصل مباشرة بالساق حيث توجد ورقة واحدة عند كل عقدة (nœud) مع تعرقات متوازية تتجمع على الساق في صفين، وهي تتكون من قسمين:

- **القسم السفلي:** هو الذي يحيط بالساق ويسمى الغمد (Gaine).
- **القسم العلوي:** ويسمى بالنصل الذي ينحني بعيدا عن الساق (Djed, 1975).

كما له جهاز تكاثري في صورة أزهار غير ملونة، تتكون كل زهرة من عصيفتين كبيرتين(Glumelles) و عصيفتين صغيرتين (Glumellules) و ثلاث أسدية تبرز و تصبح متدلية عن النضج (Anthèse) بالإضافة الى المدقة المكونة من كربلة واحدة ، تتحول الأزهار بعد التلقيح البويضات إلى سنابل مشكلة من سنيبلات تحتوي على البذور أو البرات (جمع برة) أو (Caryopse).

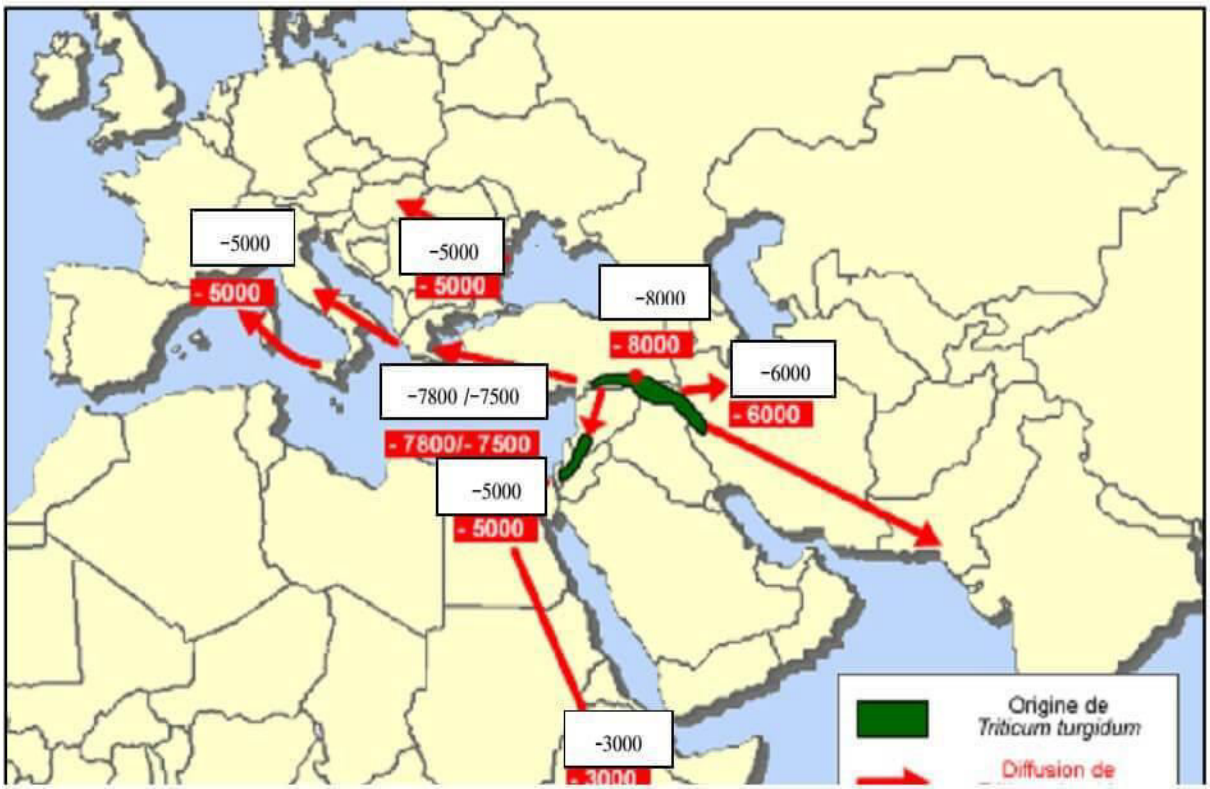
فالقمح نبتة ذاتية التلقيح، تساعد على حفظ نقاوة الأصناف من جيل إلى اخر حيث تمنع حدوث التلقيح الخلطي، يتراوح طول نبات القمح من 1مترإلى 1,60 مترا و تزن حبة القمح الواحدة ما بين 45 إلى 60 ملغ، تأخذ شكلا متطاولا و هي ثمرة التصق بها الغلاف الثمري مما يجعلها لا تنفتح عند نضجها (soltner, 1980).

2. الأصل الجغرافي للقمح

يعتقد أن الأصل الجغرافي للقمح يتمركز ضمن المناطق الغربية لإيران، شرق العراق، و جنوب شرق تركيا. و يعد القمح أحد أوائل المحاصيل التي زرعت و حصدت من قبل الإنسان منذ حوالي 7000 إلى 10000سنة في منطقة الهلال الخصيب بالشرق الأوسط (Croston *et al*., 1981).

تم تقسيم الموطن الأصلي لمجموعات القمح حسب (Vavilov, 1934) إلى ثلاث مناطق:

- **منطقة سوريا و شمال فلسطين**: تمثل المركز الأصلي لمجموعة الأقماح الثنائية.
- **المنطقة الأثيوبية**: تعتبر المركز الأصلي لمجموعة الأقماح الرباعية .
- **المنطقة الأفغانية- الهندية**: حيث تعد المركز الأصلي لمجموعة الأقماح السداسية.



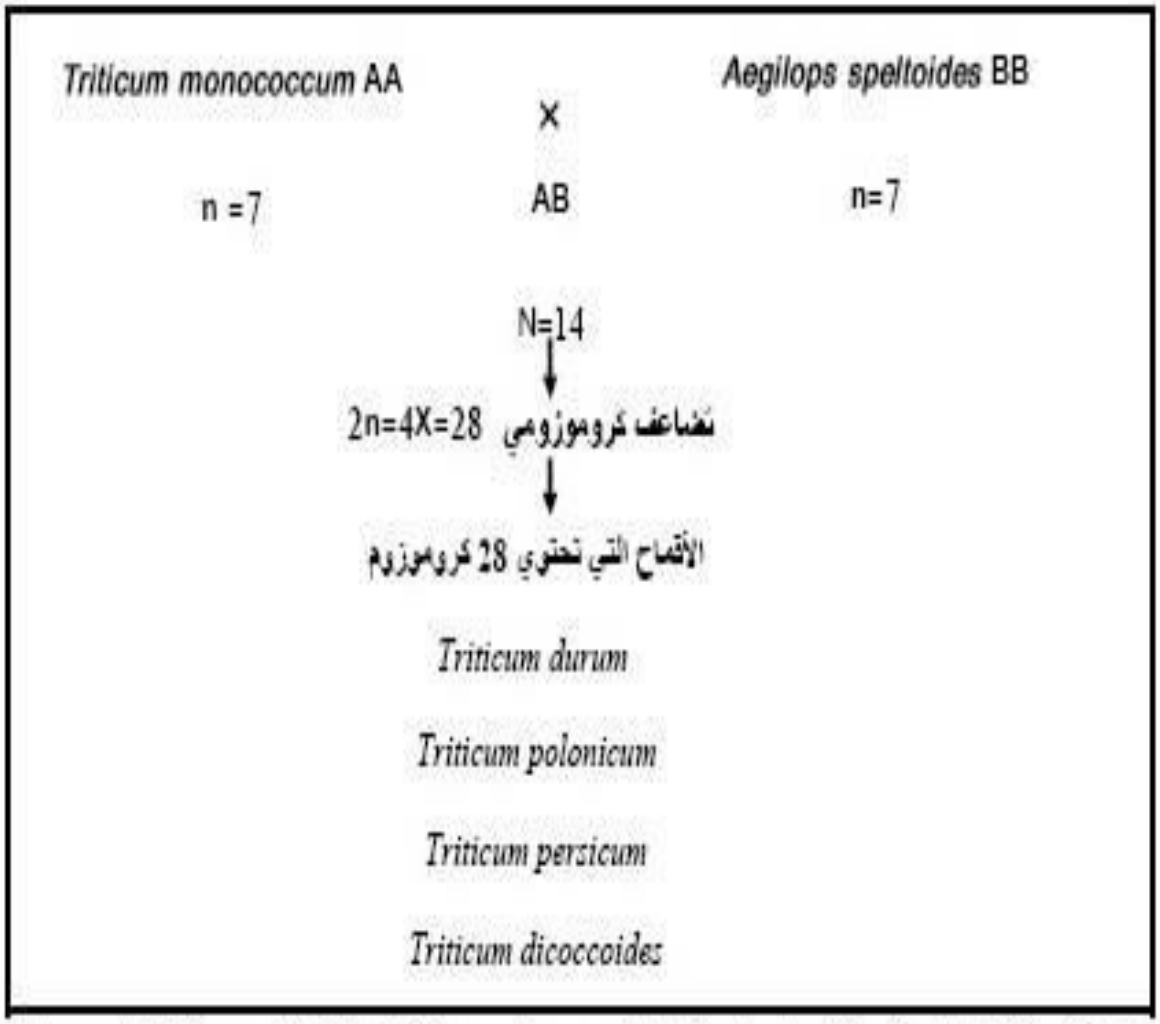
الشكل 01: خريطة إنتشار الأقماح الرباعية (Bonjean, 2001)

3. الأصل الوراثي للقمح الصلب

نتج القمح الصلب عن التهجين الذي حدث عن طريق التصالب بين أجناس برية تعرف باسم (*Aegilops speltoides*) (AA) و جنس (*Tritucum monococcum*) (BB) و الذي أعطى بعد التضاعف الكروموزومي (*Triticum turgidum ssp.) Dicoccoides* (AA BB)(Chapma 2009) و هذا الأخير يعتبر سلف للقمح الصلب (Croston et williams, 1981) . شكل (2)

يعتبر الجنس.(*Triticum Durum* Desf.) أكثر انتشارا مقارنة بالأجناس رباعية الصبغية، فالأقماح 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 (Fedlman, 1976).

فالأقماح سداسية العدد الصبغي تنتج من دمج صبغيات نوع ثنائي العدد الصبغي يملك الجينوم (DD) مع نوع آخر رباعي العدد الصبغي ويملك الجينوم (AABB) لينتج عن ذلك هجين سداسي العدد الصبغي يملك الجينوم (AABBDD). (Guendouzali, 2014).



الشكل 02: الأصل الوراثي للقمح الصلب *Triticum durum Desf.* (Croston et Williams, 1981)

4. الدراسة التصنيفية

1.4. التصنيف النباتي

ويصنف القمح الصلب حسب (Feillet, 2000; Burnie *et al*., 2006) إلى:

Règne: Plantea

S/Règne: Tracheobionta

Embranchement: Phanérogamiae

S/Embranchement: 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.

ويصنف القمح الصلب حديثا حسب **APG III (2009)** كمايلي**:**

Embrenchement :	Phanérogamie
Sous Embrenchement :	Angiospermes
Classe :	Monocotylédones
Ordre:	Poales
Famille :	Poacées
S/ famille :	Poideae
Genre :	*Triticum*
Espèce :	*Triticum durum* Desf.

2.4. التصنيف الجيني

تصنف أنواع القمح حسب عدد الكروموزومات إلى 3 مجموعات :

المجموعة الثنائية: Diploide(2n =14) وتضم :

Triticum Monococum

Triticum Aegiloploide

Triticum Sponteneum

المجموعة الرباعية: Tetraploides (2n= 28) ومن هذه المجموعة :

Triticum Turgidum	Triticum Decocord koen
Triticum Pilamidale	Triticum Dicocoid Dsf
Triticum Abyssincum	Triticum Timophurk

المجموعة السداسية: Hexaploides (2n = 42) وتضم :

Triticum Spelta	Triticum Vulgare
Triticum Sfaerccoccum	Triticum Compactum Mosf
Triticum Actstivim	Triticum Macha Dcu

5. مراحل نمو القمح الصلب

1.5. الطور الخضري

1.1.5. مرحلة الإنبات

تحتاج حبة القمح للإنبات إلى عنصرين رئيسيين هما الرطوبة والحوارة (Chakrabar *et al.*, 2011). تمتص حبة القمح الماء من التربة ليصل إلى 35 – 45 % من وزنها (Erans and Rawson; 1975). فيخرج الجنين الموجود في أعلى قمة الحبة من سباته بمفعول تحفيز إنزيمات النمو المؤدية إلى تكاثر الخلايا فتظهر أولا الجذور الأولية البذرية في جانب من البرعم ويظهر فوقها الغمد (coléoptile) الذي يحمي انبثاق الورقة الأولى ويشرع في النمو نحو الأعلى .

2.1.5. مرحلة الإشطاء

عند وصول النبات إلى مرحلة الأربعة أوراق ، تبدأ البرعم الجانبية (الأشطاء) في النمو ويبرز أولها في إبط الورقة الأولى للفرع الرئيسي (Benlaribi, 1990) ويتواصل ظهور الأوراق والبراعم الجانبية مع سيقانها في النبات (Soltner, 1980) في نفس الوقت تبدأ الجذور الرئيسية في البروز مباشرة تحت مستوى سطح الأرض، ينتهي ظهور الأشطاء وتمايزها عادة مع بداية واستطالة الساق (الصعود) (Baker and Gebehe you., 1982) . إن عملية الأشطاء لا تتوقف عند مرحلة نمو معينة لكن وإلى حد ما تتحكم فيها العديد من العوامل الوراثية (Bousbaa, 2012) ، (Oulmi, 2015) .

2.5. الطور التكاثري

يبدأ هذا الطور بظهور ما بين 4 إلى 8 أوراق على الفرع الرئيسي، عندها يتمايز البرعم الخضري (Apex) إلى برعم زهري يتميز هذا الطور بنمو و تكوين السنبلة حيث تتراكم خلاله المادة الجافة لتكوين المخزون (Bouchareb, 2016).

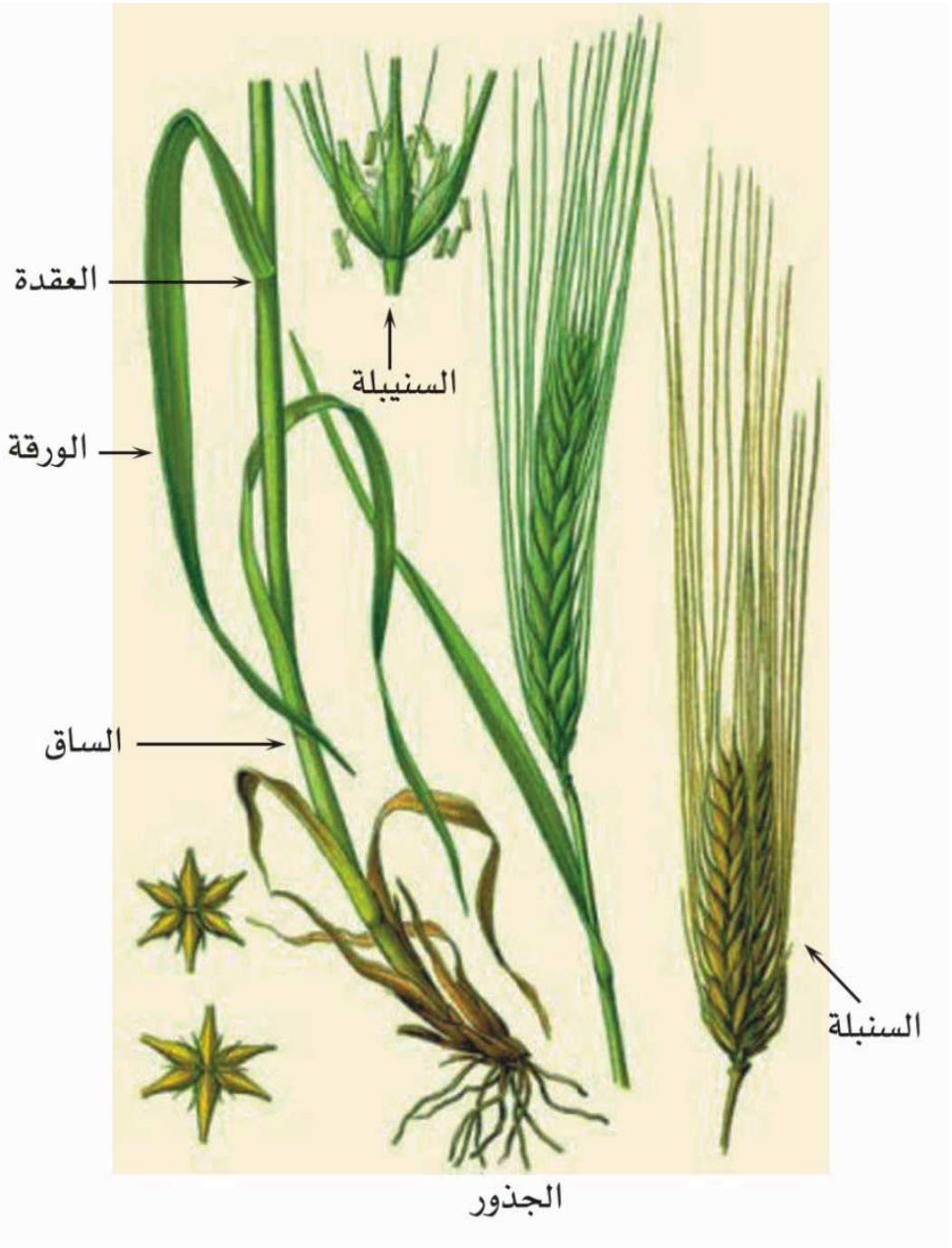
3.5. طور النضج

يتم النضج بعد إتمام عملية التلقيح بإمتلاء الحبوب (Bahlouli, 2005) ويشمل أطوار تكوين و امتلاء الحبوب من بداية تكوينها داخل السنبلة إلى غاية جفافها وتصلبها (Geslin et Rivals., 1965):

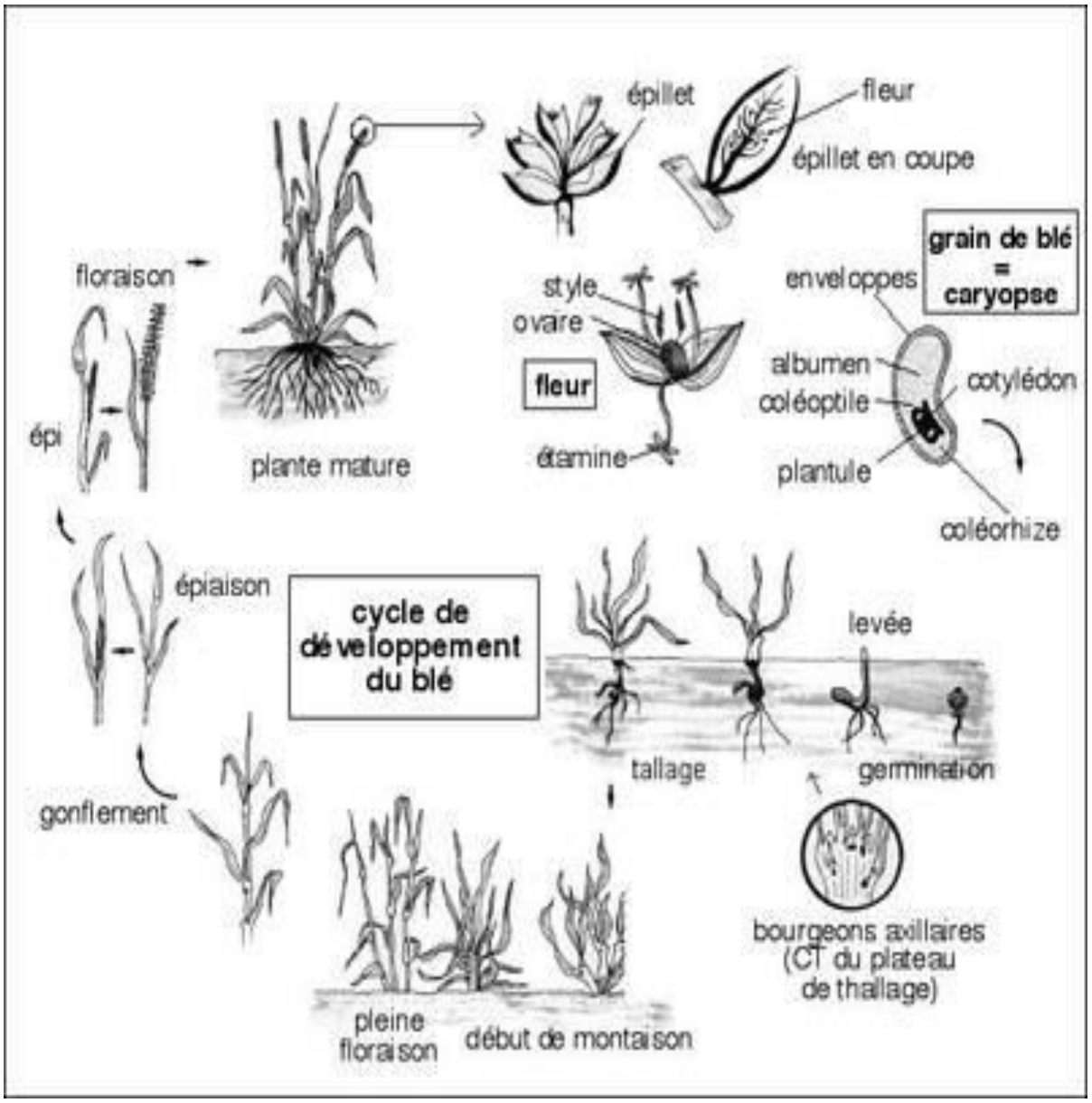
1.3.1. مرحلة الحبة الحليبية : تواصل نمو المبيض بعد الإخصاب يؤدي إلى تشكل الحبة التي تأخذ بذورها في النمو داخل جوف الزهرة لتبلغ ذلك الطور الحليبي حيث تمتلئ الحبة (السويداء) بسائل ابيض " مادة نشوية " ويبقى في هذه المرحلة لون الحبة اخضر في حين تميل الأوراق السفلى للنبات إلى الاصفرار . يتشكل الجنين في نفس الوقت الذي تنمو فيه السويداء (Jones et al., 1989) .

2.3.5. مرحلة الحبة العجينية : يزداد تركيز النشاء والبروتينات داخل سويداء الحبة بفعل عملية التمثيل الضوئي ويتواصل إعادة توزيع المواد المخزونة في الأوراق والسيقان فيرتفع بذلك وزن المادة الجافة في الحبة وتزداد كثافة محتواها تدريجيا وبذلك تبلغ الحبة أقصى وزنها .

3.3.5. مرحلة الحبة الناضجة : في هذه المرحلة من النمو تفقد الأوراق والسيقان والسنابل لونها الأخضر وتدخل الحبة في طور النضج الفيزيولوجي الذي تأخذ فيه لونها الذهبي المعروف وحجمها النهائي . ويصبح القمح قابلا للحصاد عند تصلب الحب (Oulmi, 2015).



الشكل(3): الشكل المرفولوجي لنبات القمح



شكل(4) : مراحل نمو نبات القمح

6. الاحتياجات البيئية المناسبة لنمو القمح

1.6. التربة

يزرع القمح في كل أنواع الأراضي غير أنه يعطي محصولا جيدا في الأراضي الخصبة العميقة الجيدة الصرف المعتدلة كيمياويا ولا ينجح في الأراضي المالحة أو القلوية، و الأراضي السوداء الدبالية الجيدة التهوية مناسبة جدا للقمح (Abed elmounim, 1977) أما الأراضي الطينية الثقيلة السيئة الصرف فتعتبر من أسوء الأراضي و يتأخر فيها المحصول.

2.6. الرطوبة

يعتبر الماء من العوامل المجدية لإنتاج نبات القمح ، كما أن أكبر كمية من الهدروجين والأكسجين التي تدخل في تركيب المادة الجافة مصدرها الماء .

يشير (Neffar, 2013), (Bousba, 2012) أن توفر الماء في فترة النمو تسمح برفع الإنتاج من 15 إلى 20 قنطار / الهكتار . فالبذور لاتنبت إلا بعد أن تمتص ما يعادل % 25 من وزنها ماء.

3.6. الحرارة

تلعب الحرارة دورا أساسيا في الحياة النباتية وهي إما أن تشجع أو تأخره و تعتبر العامل الرئيسي المحدد للنمو وهي ضرورية للإنبات و تعتبر الدرجة 20-22 درجة مئوية من أفضل الدرجات علما أن القمح ينبت على درجات حرارة منخفضة ولكن ببطء، أما في المراحل المتقدمة فيصبح لدرجة الحرارة دور أكثر فعالية، فهي تحدد كمية المادة الجافة المتكونة خلال الفترة الإنتاجية والتي هي في علاقة مباشرة موجبة مع كمية
الحرارة.
تؤثر درجات الحرارة المرتفعة في حلقات التطور والإنتاج عند النبات بطريقة مباشرة على عملية إمتلاء الحبوب حيث تسارع هذه الأخيرة يؤثر سلبا على محتواها.

4.6. الإضاءة

القمح من نباتات النهار الطويل فهو لا يعطي سنابل إلا إذا جاوز طول النهار 10 ساعات علما أن أفضل فترة إضاءة يومية لعملية الإسبال بين 12-14 ساعة.

II. الإجهاد المائي

عرف (Jones, 1989) الإجهاد على أنه كل قوة أو كل تأثير ضار يعطل النشاط المعتاد لأي جهاز نباتي، ومنه متى أصبح الماء عاملا محددا للإنتاج فإننا نتكلم عن الإجهاد والعجز المائي (Deraissac, 1992) .

يقترن الإجهاد المائي بمصطلح بيئي وهو الجفاف الذي يدل على ظاهرة مناخية طبيعية وهي قلة الأمطار. يؤدي الإجهاد المائي إلى تقليل في قدرة إنتاج زراعة الحبوب خاصة مناطق شبه الجافة التي تميزها

تغيرات مناخية من أهمها تذبذب كميات الأمطار وتوزيعها الغير منتظم (Baldy,1974)، (Bouzerzour *et al,* 1994) .

1. تأثير الإجهاد المائي على النبات

تنتج التأثيرات السلبية الإجهاد المائي عن جفاف بروتوبلازم الخلايا، ففقدان الماء يؤدي إلى إنكماش البروتويلازم ومنه إرتفاع تركيز المحاليل، الشيء الذي يسبب أضرارا كبيرة على المستويين البنيوي والإستقلابي، الإجهاد المائي الشديد يمكن أن يحدث إنخفاضا في الكمون المائي الإجمالي، الكمون الحلولي وكمون الإنتاج إلى مستويات دنيا ومنه توقيف أو إبطاء بعض الوظائف الحوية كالتركيب الضوئي ، التنظيم الثغري والإستقلاب بصفة عامة (Turner, 1979) .

الشكل(5): يلخص مختلف التغيرات الفزيولوجية في خلايا النباتات المجهدة .

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

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

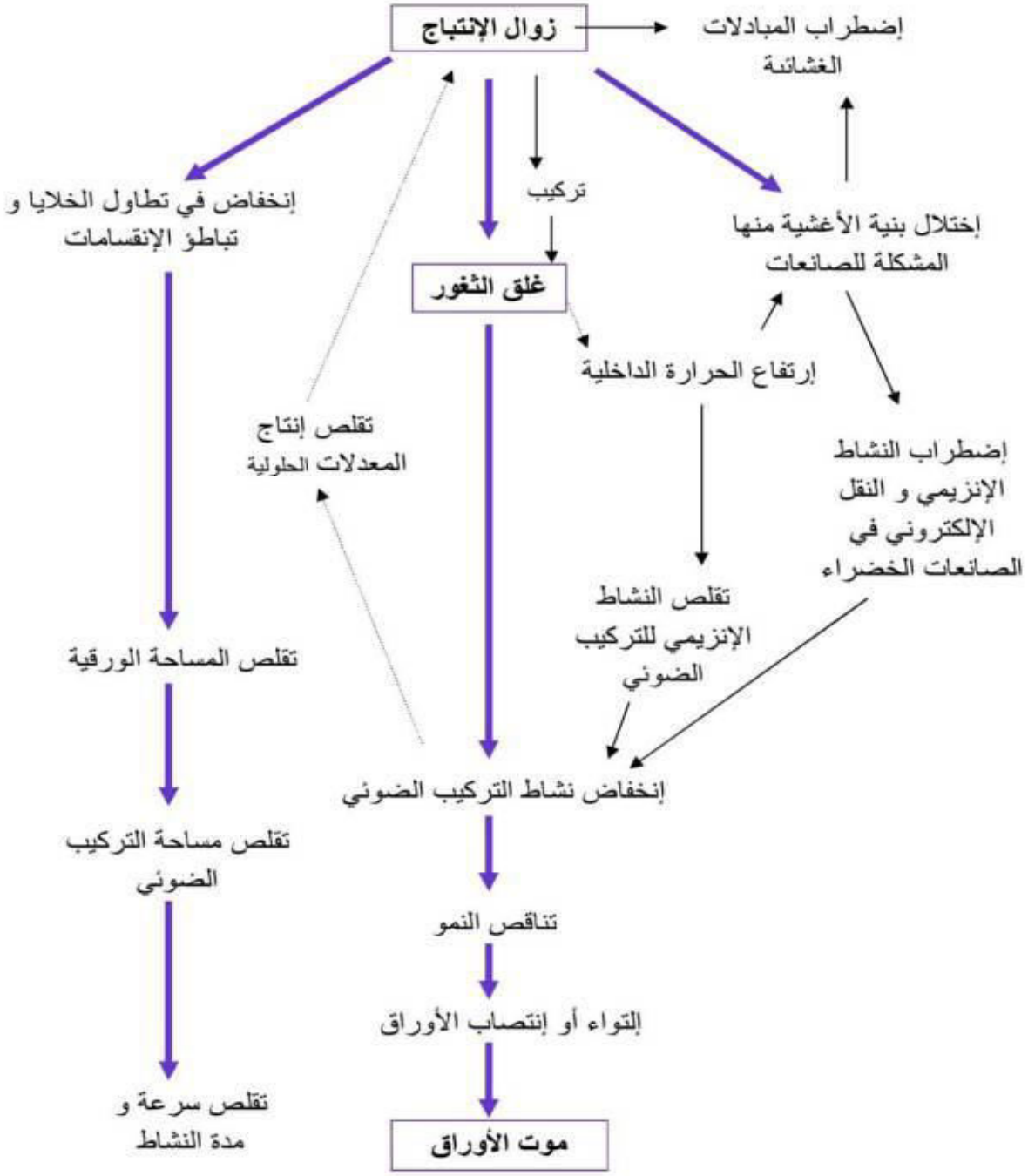
- يؤثر على الأنسجة النباتية بحيث تتعرض للعديد من التغيرات منها التغيرات الإنزيمية والتغيرات في محتواها من الكربوهيدرات والبروتينات(Bouzitoune et Amarouche, 2013; Naker,2011) .

- يؤدي الإجهاد المائي إلى نقص واضح وكبير في التمثيل co_2 في عملية التركيب الضوئي بسبب انغلاق الثغور نتيجة نقص الماء بالخلايا الحارسة (Mouhib, 2011).

2. إستراتيجيات التأقلم عند النبات

هناك إستراتيجيات يستعملها النبات للتأقلم مع الإجهاد المائي وتتميز بالتعقيد ، وهذه الفترة على التأقلم تعد صفة وراثية تتطلب مدى من الآليات الفسيولوجية ، تبدأ بالظهور عبر مراحل مختلفة ابتداء من المستوى الخلوي حتى التشكل النهائي للنبات .

وقد وصفت هذه المراحل من قبل (Turner, 1979) و (Le Vitt, 1982) ولخصت إلى ثلاث أنواع وهي: التجنب، الهروب و التحمل للإجهاد المائي.



الشكل (5): تأثير الإجهاد المائي على بعض الظواهر الفيزيولوجية حسب (Gate, 1995)

1.2. تجنب الإجهاد المائي

يعد تجنب الجفاف من الخصائص التشريحية التي تمكن النبات من التأقلم للإجهاد ولا سيما في المراحل الحرجة من دورة حياته، يرتبط قصر دورة حياة النبات بشكل عام بإنخفاض عدد الأوراق المحمولة وطول الساق والإزهار المبكر الذي يقلل مخاطر النقص المائي الناتج عن التبخر والنتح وقت التكوين و نمو المبيض وحبوب اللقاح، كما يستعمل أكثر من آلية فيزيولوجية لتمكنه من التأقلم مع ظروف الجفاف، مثل تراكم البرولين عند النباتات المعرضة للإجهاد المائي الذي يؤدي إلى جفاف الأوراق المسنة و تخفيض القدرة على إمتصاص الماء من طرف النبات مما يؤدي في النهاية إلى تقليص الإنتاج. (Chanfi *et al*., 2004).

2.2. الهروب من الإجهاد المائي

يمكن تعريف الهروب بأنها قدرة النبات على الإحتفاظ بكمية عالية من الماء تمكنه من القيام بعملياته الأيضية المختلفة وبمستوى مقبول، والتمسك بحالة مائية جيدة في إستمرارية إمتصاص الماء ومراقبة شديدة لفقده، إن من الآليات المهمة في مقاومة النبات للإجهاد المائي تطوير النظام الجذري لقلة تأثره بالجفاف مقارنة بالجزء الخضري للنبات، نتيجة اختراق الجذور للتربة بشدة في حالة العجز المائي مقارنة بالتربة المروية بإنتظام (Laveys,2007 ; Soar , 2006).

3.2. التحمل للإجهاد المائي

يعرف النبات المتحمل للجفاف بقدرته للحفاظ على النشاط الأيضي بالرغم من إنخفاض الجهد المائي، علما أن آليات التحمل تتغير من نوع إلى آخر وفي النوع نفسه من مرحلة نمو إلى أخرى . تستطيع بعض النباتات المعرضة للإجهاد المائي الإحتفاظ بضغط الإمتلاء الكلي أو الجزيء عن طريق تخفيض جهدها الأسموزي عن طريق تراكم المواد الذائبة (Zhang *et al*., 1999) ، تنقسم المواد الغذائية إلى مواد عضوية غير ضارة حتى وإن وجدت بتركيز عالي مثلا الأحماض الآمنية (البرولين) والأحماض العضوية مثل (الكربوهدرات الذائبة) ومواد معدنية توصف بأنها ضارة بأيض الخلية إذا وجدت بتركيز عالي مثل البوتاسيوم والصوديوم والكلور (Ababe *et al*., 2003 ; Garg *et al*., 2002) .

الجدول(1): بعض آليات التأقلم مع الجفاف.

الآليات	المعايير	المصادر
تفادي (تجنب)الجفاف	- التبكير(précocité)	Grignac, 1986 Ali Dib *et al*., 1992
تحسين إمتصاص الماء	- النسبة: القسم الترابي/القسم الهوائي	Benlaribi *et al*., 1990
تخفيض فقدان الماء	- إلتفاف الأوراق - تقليص المساحة الورقية	Morgan, 1984
القدرة على تحريك المواد الأيضية المخزنة	- طول النبات - طول معلاق السنبلة	Mc William..1989 Nachilet Kelala., 1991
القدرة على التعديل الأسموزي الورقي	- تراكم المواد المعدلة الحلولية osmoticum - المحتوى النسبي للماء	Monneveux et Nemmar, 1986 Schonfeld *et al*., 1988
المحافظة على النشاط التركيبي الضوئي	- محتوى الأوراق من اليخضور	Gummuluru *et al*., 1989

3. دراسة الميكانيزمات المتعلقة بتحمل الإجهاد

1.3. مكانيزمات مورفولوجية

1.1.3. مساحة الأوراق

إن تقليص مساحة الأوراق في ظروف الإجهاد المائي الحاد هي آلية للتقليل من الإحتياجات المائية (Turk, 1980; Ludlow and Muchow, 1990; Blum, 1996) .

حسب (Brinis, 1995) فإن إلتواء الأوراق هي ظاهرة تحدث خلال الإجهاد المائي عند مواجهة النباتات درجات حرارة مرتفعة، إذ تسمح هذه الظاهرة بإنقاص فقدان الماء المنتوج وضمان استعمال المواد المخزنة المشاركة في امتلاء الحبة لإعطاء مردود جيد.

كما أشار (Amokrane *et al*, 2002) أن ظاهرة إلتواء أوراق القمح في عدة أنواع من القمح المقاومة، هو مؤشر لخسارة ضغط الإمتلاء في الخلايا، كما أنها تعتبر صفة مهمة لتجنب خطر فقدان الماء.

2.1.3. طول السفا

يعتبر طول السفا من بين المؤشرات المرفولوجية التي له علاقة مباشرة بمقاومة الإجهاد المائي (Hadjichristodoulou, 1985). يرفع السفا المـردود من خلال مساهمته في رفع سعة التركيب الضوئي للسنبلة (slama *et al*., 2005)، *كما أكدت* العديد من الأبحاث التي أجريت على الكثير من الأصناف تحت ظروف اللإجهاد المائي أن السفا تساهم في إمتلاء الحبوب (Ali dib *et al*., 1990) .

3.1.3. طول النبات

إن طول النبات مرتبط بمقاومة الجفاف، حيث كلما كان النبات مرتفعا كانت جذوره أكثر عمقا وبالتالي إمتصاص كمية أكبر من الماء (Subbiah *et al* .,1968) ومنه يكون مردوده أحسن.

الأصناف ذات السيقان القصيرة ليست قادرة على تخزين المواد بكميات كافية مما يجعلها ضعيفة المقاومة أمام إجهادات الوسط (Pheloung et Aiddique, 1991).

4.1.3. النظام الجذري

تحت ظروف الجفاف و النقص المائي يطور النبات النظام الجذري أكثر من الكتلة الهوائية (Hsiao and Acevedo ,1974 ; Monnereux and Belhassen, 1996)

يلعب النظام الجذري المتطور دورا هاما في التغذية المائية و المعدنية للنبات، فقد تبين أن إمتصاص الماء من التربة لمحاصيل المناطق الجافة و الشبه جافة مرتبط بشدة مع ديناميكية نمو الجذور (Hurd, 1974 ; Richards and Passioura., 1981) .

وقد وجد علاقة وطيدة بين كثافة و عمق النظام الجذري و الكمية الممتصة من الماء (Ahmadi, 1983) و الذي يساعد على إستغلال أمثل للماء الموجود في التربة و كذا الزيادة من القدرة التخزينية له.

2.3. ميكانيزمات فيزيولوجية

وهي آليات تتلخص في قدرة النبات على تفادي جفاف الأنسجة بواسطة امتصاصه للماء من الوسط وبالتالي المحافظة على المحتوى المائي للخلايا (Lewicki, 1993).

1.2.3. المحتوى المائي النسبي والفقد المائي الورقي

تعتبر متابعة صفتا المحتوى المائي النسبي والفقد التدريجي للماء مترادفتان ويمكن إعتبارهما كمعيار هام لتقييم تحمل الإجهاد، وتظهر الأصناف المتحملة للإجهاد محتوى نسبي مائي مرتفع و يحدد هذا المحتوى بالنسبة المئوية للماء الموجود في نسيج النبات.

يعرف الفقد التدريجي للماء أو النتح الآدمي بنسبة النتح في الحالة التي يكون فيها فتح قليل للثغور، يرتبط الفقد المائي بالمساحة الورقية بمعامل ارتباط عالي، مشيرا إلى انه كلما زادت المساحة الورقية، كلما زادت كمية الماء المفقودة و بالتالي إنخفاض المساحة الورقية أثناء الإجهاد المائي مهم جدا ويعتبر ميكانيزم فعال في خفض احتياجات النبات للماء. (Oulmi , 2015).

2.2.3. التعديل الأسموزي

من بين الصفات المستعملة من طرف النباتات هي مقاومة الإجهادات عن طريق التعديل الأسموزي والذي يعرف على أنه تراكم المواد الذائبة (Osmoticum) في النسيج النباتي استجابة مختلف أنواع الإجهاد(Al- Dakheel, 1990; Turner, 1979) حيث أن التعديل الأسموزي يحافظ على التوازن المائي في الخلية، و فقدان الماء من الخلية نتيجة ارتفاع التركيز خارج خلوي النتائج عن الإجهاد المائي، كما انه يحافظ على ضغط الإمتلاء والعمليات المعتمدة عليه والتي لها تأثير كبير على نمو النبات ومردود. (Johnson *et al*., 1984)، ويتجلى في تراكم البرولين والسكريات (Ludlow and Muchow, 1990).

3.2.3. التعديل الثغري

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

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

4.2.3. إستمرار الإمتصاص

القدرة على إمتصاص الماء في ظل العجز المائي عند النجيليات مرتبطة حسب عدد من الباحثين بتطور الجهاز الجذري (Ali dib *et al*., 1990) و (Djabrani, 2000) . فالجذور هي العضو الوحيد التي تزود النبات بالماء، لذا فالقدرة على النقل الأفقي للنسغ الناقص في مستوى الجذور يمثل أعلى درجات مقاومة الجفاف .(Peterson *et al*., 1993) .

الجدول(3): المعايير المورفوفيزيولوجية للتأقلم مع الجفاف حسب (Monneveux, 1989).

معايير التأقلم	أمثلة
معايير مرتبطة بالدورة البيولوجية	– التبكير
معايير مورفولوجية	– تفرع الجهاز الجذري. – وضع ومساحة الأوراق. – حجم السيقان (القصبات) – طول السفاه – إلتواء الأوراق – كثافة (trichome) – (glaucescence) ولون الأوراق. – وجود المواد الشمعية. – كثافة وحجم الثغور ، انضغاط الميزوفيل. – سمك الكيوتيكل ،عدد وقطر أوعية الخشب الجذرية .
معايير مورفيزيولوجية	– الآثار الثغرية وغيرها للإجهاد المائي على التركيب الضوئي. – تقليص النتح بغلق الثغور . – المحافظة على كمون مائي مرتفع . التعديل الحلولي (تراكم الشوارد المعدنية ،البرولين والسكريات الذائبة)

3.3. مكانيزمات بيوكميائية

1.3.3. برولين

هو أحد الأحماض الامنية الهامة في النباتات ناتج عن الإجهاد المائي، و يتركز البرولين في جميع أجزاء النبات وبكمية مرتفعة في الأوراق (Palfi *et al.,* 1973).

كما يعتبر مؤشرا على التأقلم مع إجهاد معين (برودة ، ملوحة) أو إجهاد مائي (Cheeseman,1988) ذلك لأن البرولين يحافظ على ضغط حلولي خلوي مرتفع.

ولهذا يكشف عنه في النبات المعرض للإجهاد المائي كدليل على مقاومة الجفاف، فإن هناك علاقة طردية بين كمية البرولين المفرزة من النبات و المتراكمة فيه وبين مقاومة الجفاف ، حيث كلما زادت هذه الكمية المتراكمة كانت النباتات أكثر مقاومة ، فإرتفاع محتوى البرولين هو إستجابة وقائية للنباتات تجاه كل العوامل التي تخفض نسبة الماء في الخلايا.

2.3.3. السكريات

تلعب العناصر المغذية كالسكريات والأحماض الأمنية دورا محدد في نمو النباتات فلها دور ايجابي في تخفيض الإجهاد الحراري و المائي في طريقة التعديل الأسموزي وذلك بواسطة منح مقاومة للجفاف و البرد لبعض خلايا النبات (Lee-stadelmann and stadelmann .,1976) .

لاحظ (Bensari *et al* .,1990) أن تحمل الجفاف قد يكون راجع للإستعمال التدريجي للمدخرات النشوية، و أشار الكثير من الباحثين إلى الدور الوقائي الذي تلعبه السكريات الذائبة على مستوي الأنظمة الغشائية بصفة عامة و الأغشية الميتوكوندرية بصفة خاصة، كما بينت بعض الأبحاث أن هناك إستنفاذ عام للسكر والنشاء في الأوراق المعرضة للإجهاد المائي (Ackerson,1981) بالإضافة إلي ذلك فان السكريات الذائبة تساهم في حماية التفاعلات المؤدية إلى تركيب الأنزيمات الشيء الذي يسمح للنبات بتحمل أفضل لِمؤثرات الجفاف (Bamoun, 1997).

لاحظ (Ali dib et *al*,1996) أن تغيرات محتوى القمح من السكريات الذائبة 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 في الورقة الخامسةً عند خمسة أصناف من القمح الصلب بينت أن هذه الأخيرة تبدي تراكم ضعيف لها (أي السكريات الذائبة) .(Oulmi, 2015)

3.3.3. البيتايين

هو جزئ صغير مكون من N-N-N trimenthyled amino acide ، ذو PH قاعدي، و أصله من N-N-N-trimethylglycine ،تغيرت تسميته بعد ذلك إلى سكر البيتايين (Sugar beet) هذه الجزيئة معروفة الآن باسم glycine bétain (Alexnicon et Emest,1987)، فالبيتايين يعمل كذرع حماية لبروتينات الإماهة المتواجدة في التربة (Incharoenstadi *et al*.,1986) وكذلك يحفز نشاط الإنزيمات (Bomert et Jensen,1996).

يتواجد البيتايين في بعض النباتات بكمية كبيرة مثل الشمندر السكري على عكس الشعير و القمح في العالم النباتي تختلف الجزيئات النباتية التي يتمركز فيها البيتايين من أجل حماية النبات من البرود، الملوحة ، الحرارة و الإجهاد المائي.

هذه القدرة تعدل التوازن الداخلي في النباتات المعرضة للإجهاد (Szabados et savouré, 2010) يكون البيتايين أكثر فعالية في دور الحماية و ذلك من خلال رفع الضغط الأسموزي خلال تعرض النبات للإجهاد المائي ،وذلك برفع التوتر بالتوازن الأسموزي مع الظروف الخارجية عن طريق البروتينات و الإنزيمات الخارجة .

.

1. الموقع التجريبي

تمت التجربة خلال الموسم 2017- 2018 بهدف دراسة تأقلم بعض أصناف القمح الصلب المعرضة للإجهاد المائي ، حيث تمت في البيت الزجاجي بشعبة الرصاص و بمخبر بيولوجيا وفيزيولوجيا النبات بجامعة منتوري قسنطينة.

2. المادة النباتية

أجريت الدراسة على أربعة أصناف من القمح الصلب(*Triticum durum* Desf.) مختلفة الأصل، منها الأصناف المستوردة والمحلية ذات خصائص زراعية و وراثية مختلفة مأخوذة من المعهد التقني للزراعات الواسعة ITGC الخروب قسنطينة والجدول الأتي يبين ذلك:

الجدول(3): أصل أصناف القمح الصلب المدروسة

	أصناف القمح الصلب	أصلها
V1	Vitron	إسبانيا
V2	Core	إيطالي
V3	Waha	سوريا
V4	Beliouni	محلي جزائري

تم حذف الصنف المحلي Beliouni و هذا لعدم إنباته نظرا للظروف البيئية باعتباره صنف متأخر الإسبال Génotype tardif.

3. سير التجربة

1.3.إنبات البذور في أطباق بتري

- تعقيم البذور بماء جافيل تركيزه 0,5 لمدة 15 د.
- تغسل البذور بالماء ثم تنقع في الماء المقطر لمدة ثلاث ساعات لتسهيل عملية الإنبات و بعد ذلك تنقل إلى أطباق بتري بها أوراق ترشيح مبللة بالماء.
- تترك البذور حتى تنتش.

الصورة (1): تعقيم و إنبات البذور

2.3.الزراعة في الأصص

تمت الزراعة في يوم 5 فيفري 2018 في أصص بتربة زراعة متجانسة (تربة، رمل، ذبال، حصي) حيث استعمل في التجربة 18 أصيص بقطر 16سم وارتفاع 14سم، موزعة على 3 أصناف من القمح الصلب بمعدل 6 تكرارات (6 أصص) 3 شاهدة و 3 مجهدة لكل صنف كالأتي:

3 أصناف من القمح الصلب x 6 تكرارات = 18 وحدة تجريبية موزعة حسب الجدول (4).

الجدول (4): توزيع الوحدات التجريبية

	أصناف القمح الصلب المدروس		
	VITRON : V1	COR :V2	WAHA :V3
التكررات الشاهدة T	$V1\ T_1$ $V1\ T_2$ $V1\ T_3$	$V2\ T_1$ $V2\ T_2$ $V2\ T_3$	$V3\ T_1$ $V3\ T_2$ $V3\ T_3$
التكررات المجهدة S	$V1\ S_1$ $V1\ S_2$ $V1\ S_3$	$V2\ S_1$ $V2\ S_2$ $V2\ S_3$	$V3\ S_1$ $V3\ S_2$ $V3\ S_3$
المجموع	18 وحدة تجريبية		

بعد إنبات البذور ملئت الأصص بتربة زراعية جافة، ثم نقلت البذور إلى الأصص بمعدل 8 بذور لكل إصيص، ثم بعد ذلك تم سقي النباتات بالماء العادي بانتظام كل ثلاث أيام حتى بداية ظهور الورقة الخامسة، استخدمنا 3 أصص كشاهدة و3 أصص طبق عليها الإجهاد وذلك بوقف السقي لمدة 21يوم,

الصورة (2): الزراعة في الأصيص

الصورة (3): الأصص المجهدة و الغير مجهدة

4. القياسات

1.4. المعايير الفيزيولوجية

1.1.4 تقدير المحتوي النسبي للماء(%) TRE

تم تحديد المحتوي النسبي للماء TRE أثناء مرحلة الإشطاء و ذلك بإتباع الخطوات التالية :

- تقطع الورقة ما قبل الأخيرة على مستوى قاعدتها ثم توزن بالميزان الحساس من أجل الحصول على الوزن الطازج (PF).
- توضع في أنبوب اختبار يحتوي على ماء مقطر لمدة 24ساعة في الظلام.
- تجفف الأوراق بورق التجفيف و يعاد وزنها للحصول على وزن التشبع(PH).
- يحدد الوزن الجاف (PS) بعد وضع العينات في الحاضنة لمدة 24 ساعة تحت درجة حرارة تقدر بـ 80م°.

أخيرا يتم حساب المحتوي النسبي للماء TRE(%) للعينة حسب (Cedola et *al*,, 1994) كما يلي:

TRE(%)= (Poids Frais – Poids Sèche)/ (poids Sèche -Poids Hydrate) * 100

2.4 المعايير المورفولوجية

تم أخذ ثلاث تكرارات لكل الأصناف المدروسة.

- **المساحة الورقية SF (cm^2)** : تم قياس مساحة الورقة ما قبل الأخيرة مباشرة بعد قطعها بواسطة جهاز قياس المساحة الورقية ب Digital planimètre.

- **طول النبات HP (cm)** : تم قياس أطوال النباتات بواسطة مسطرة مدرجة (طولها 1,5م) من بداية الساق (سطح التربة) حتى قمة السفاه.

- **أقصى عمق للجذور PMR (cm):** تم قياس أقصى عمق الجذور بواسطة مسطرة مدرجة (طولها 20سم)

3.4. المعايير البيوكميائية

1.3.4. تقدير البرولين

تم تقدير البرولين باستعمال النينهدرين حسب (Troll et Lindsly,, 1955) والتي عدلت من طرف (Dreir et Coringing, 1974) ثم من طرف (Monneveux et Nemmar, 1983)

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°م، نبرد بعدها الأنابيب .

ب- تفاعل التلوين:

نأخذ 1ملل من المستخلص ونضيف إليه 2ملل من حمض الخل المركز، 25 ملغ من النينهدرين و1 ملل من الخليط المتكون من: (120ملل من الماء المقطر، 300 ملل من حمض الأسيتيك، 80ملل من حمض الأرثوفوسفوريك).

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

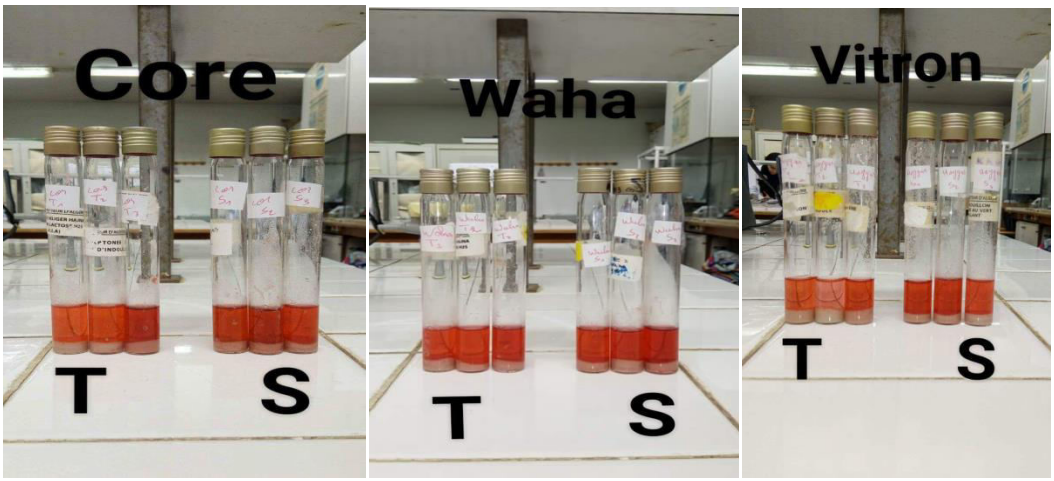
ج- عملية الفصل :

بعد عملية التبريد نضيف 5 ملل من التوليين Toluène ثم نـرج جيدا بواسطة vortex فنحـصل علـى طبقتـين , نتخلص من الطبقة السفلى و نحتفظ بالطبقة العليا، نضيف ملعقة صغيرة من كبريتات الصوديوم اللامائيةNa_2So_4.

نقرأ الكثافة الضوئية للعينات على طول موجة 528نانو متر وذلك بواسطة جهاز قياس طيف الامتصاص (Spectrophotomètre)

تقدر كمية البرولين بعد تحويل النتائج المتحصل عليها إلى تراكيز البرولين بالميكرومول / ملغ مادة جافة و ذلك باستعمال المعادلة :

محتوى البرولين (ميكرومول/ ملغ) = الكثافة الضوئية * 0,062 / المادة الجافة



الصورة(4):صور نتائج معايرة البرولين عند أصناف القمح الصلب النامية في ظل الإجهاد المائي.

2.3.4. إستخلاص البيتايين

حسب طريقة (Greive et Grattan,1983)

- نأخذ 0,5 مغ من العينة النباتية و نضعها في 20ملل من الماء المقطر مدة 48 سا عة في درجة حرارة 25°م.
- نأخذ المستخلص و نحتفظ به في الثلاجة إلى غاية الاختبار.
- نضيف للمستخلص 0,5 ملل من حمض الكبريت و نضع أنابيب الإختبار على ماء مثلج لمدة ساعة.
- نضيف 0,2 من cold potassium iodide ونضعه في vortex لنجانسه.
- ثم يحفظ في الثلاجة لمدة 16 ساعة تحت درجة 0-4°م, ثم نضع الأنابيب في جهاز الطرد المركزي centrifugeuseلمدة 15 د في 0°م.
- بعدها نحتفظ بالسائل في أنابيب اختبار، و نضيف لكل أنبوب 9ملل من dichorée-éthane.
- نضع الأنابيب في vortex حتى يتجانس جيدا.

نترك الأنابيب من 2ساعة -2,30ساعة , بعدها نقرأ الكثافة الضوئية للعينات على طول موجة 365 نانومتر وذلك بواسطة جهاز قياس طيف الامتصاص (Spectrophotomètre)

T : Temoin S : Stressé

الصورة(5): صور نتائج معايرة البيتايين عند أصناف القمح الصلب النامية في ظل الإجهاد المائي

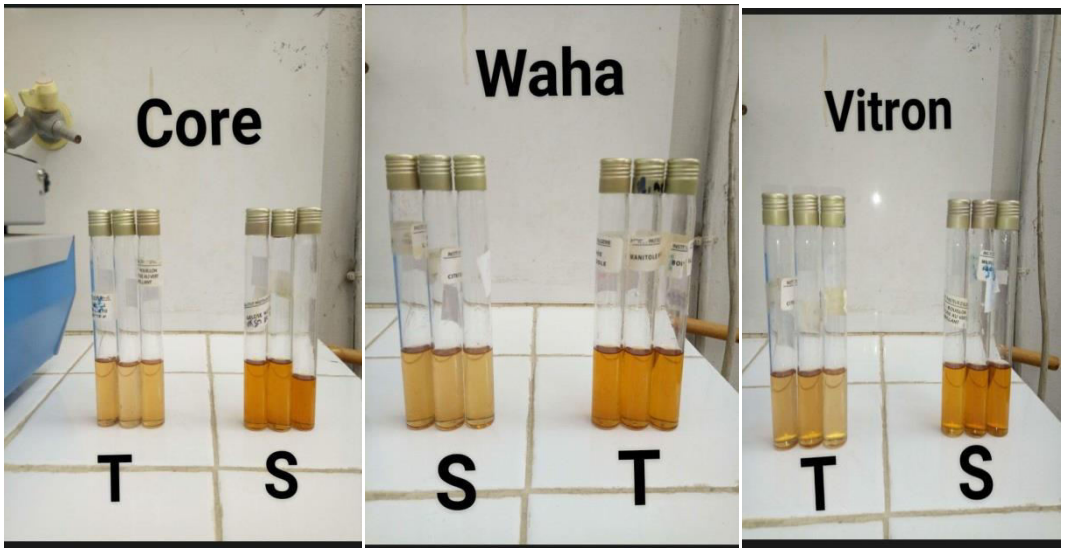
3.3.4. تقدير السكريات الذائبة

تم تقدير السكريات الذائبة بطريقة الفينول و حمض الكبريت حسب(Dubois *et al*., 1965) حيث غمرت 100 ملغ من الأوراق الغضة المقطعة إلى قطع صغيرة في 3ملل من الميثانول 80% لمدة 48 ساعة.

- يجفف المستخلص الكحولي على درجة حرارة تقدر ب 80°م لمدة 10دقائق، ثم يمدد الناتج ب 20ملل من الماء المقطر
- نأخذ 2ملل من الناتج و أضيف له 2ملل من الفينول السائل 5% ، و 5ملل من حمض الكبريت المركز
- بعدها يتم تسخين المزيج لمدة 15 إلى 20دقيقة تحت درجة حرارة 25°م – 30°م, وتتم قراءة الكثافة الضوئية للمحلول الناتج علي طول الموجة 490نانومتر، وقدرت السكريات الذائبة الكلية بالعلاقة التالية :

السكريات (ميكرومول/ملغ) = (1,56 *DO) وزن العينة الجافة

DO: هي الكثافة الضوئية



الصورة (6):صور نتائج معايرة السكريات عند أصناف القمح الصلب النامية في ظل الإجهاد المائي

5. الدراسة الإحصائية

- الذي يعمل على Microsoft ل Excel تمت معالجة النتائج المتحصل عليها بإستعمال برنامج وضع و ترتيب النتائج في جداول و كذا حساب المعدلات و وضع المخططات والأعمدة، واستخدام Logic-iel Statistique في تحليل التباين ANOVA وإختبار New man –Keuls .
- التحليل الأساسي التركيبي (ACP) لمعرفة مدى الإرتباط والتنوع بين الأصناف والمعايير المدروسة.

1. المعايير الفيزيولوجية

1.1. المحتوى النسبي المائي (% TRE)

جدول (5): نسبة (% TRE)لأصناف القمح الصلب

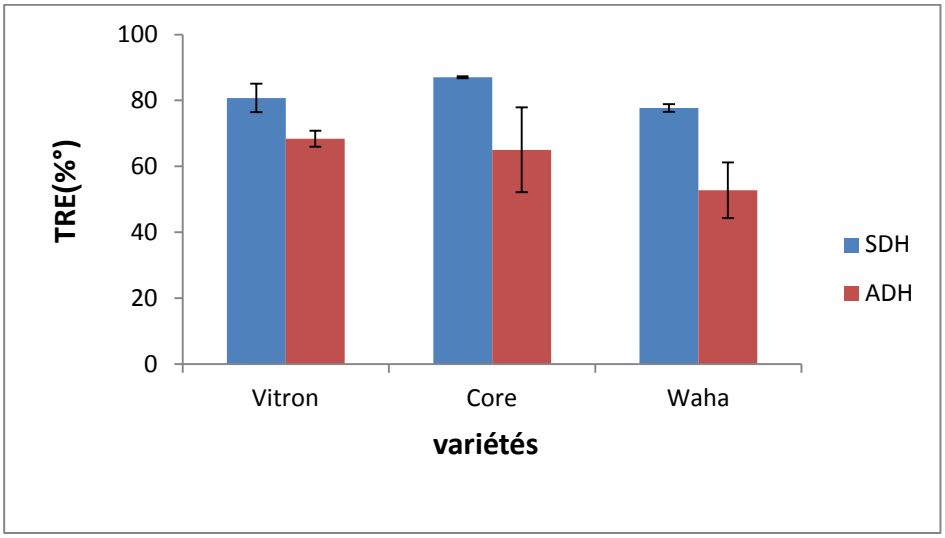
	TRE% (Moyenne + Ecartype)		Taux de diminution(%)
	SDH	ADH	
Vitron	80,75±4,34	68,4±12,42	15,28
Core	87,01± 0,28	65,02± 12,83	25,26
Waha	77,70± 11,16	52,70± 8,44	32,15

أظهرت النتائج أن هناك انخفاض في نسبة TRE% لجميع الأصناف المجهدة مقارنة مع الأصناف الشاهدة الشكل (6).

نلاحظ من خلال النتائج المتحصل عليها أن هناك فرق جد متباين و معتبر، حيث سجلنا أكبر قيمة للمحتوى النسبي المائي عند صنف Vitron (2,41 ±68,41 %) بنسبة نقصان قدرت ب 15,28% مقارنة مع الشاهد، كما سجلنا أدنى قيمة عند الصنف Waha (8,44 ±52,70 %) بنسبة نقصان قدرت ب 32,15 %، أما بالنسبة لصنف Core فسجل قيمة (12,83 ±65,02 %) حيث قدرت نسبة النقصان لديه 25,26% جدول (5).

تبين من التحليل الإحصائي ANOVA أن الأصناف المدروسة ذات قيمة معنوية و أظهر اختبار New man -keuls عند الحد 5 % مجموعتين. الملحق (1و2):

- المجموعة(A): تضم كل من Vitron و Core بمعدل 58,74 و 76,01على التوالي.
- المجموعة (B): تضم Waha بمعدل 65,21.



شكل(6): أعمدة بيانية تمثل تأثير الإجهاد المائي على المحتوى النسبي للماء عند أصناف القمح الصلب.

2. المعايير المرفولوجية

1.2. المساحة الورقية(SF)

جدول(6): تغيرات مساحة الورقة لأصناف القمح الصلب

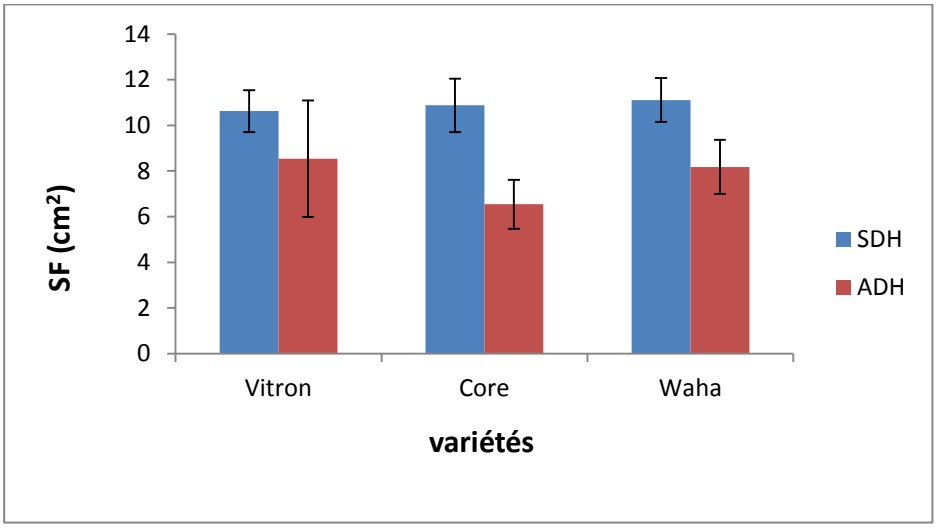
	SF(cm^2) (Moyenne + Ecartype)		Taux de diminution(%)
	SDH	ADH	
Vitron	10,62±0,92	8,54±2,55	19,57
Core	10,87± 1,17	6,54± 1,07	39,82
Waha	11,10± 0,95	8,18± 1,18	26,35

من خلال النتائج المتحصل عليها نلاحظ تناقص في المساحة الورقية لجميع الأصناف المجهدة مقارنة مع الأصناف الشاهدة الشكل (7).

حيث سجلت أعلى قيمة عند صنف Vitron بقيمة (8,54 cm^2± 2.55)، وأدنى قيمة عند صنف Core بقيمة (6,54cm^2 ±1,07)، أما بالنسبة لصنف Waha فسجل بقيمة (8,18 cm^2 ±1,18), كانت نسبة النقصان عند كل من Core, Waha, Vitron ب 19,57% ، 35,26%، 39,82 %على التوالي الجدول (6).

تبين من تحليل الإحصائي ANOVAأن الأصناف المدروسة ذات قيمة غير معنوية ، وأظهر اختبار المقارنة New man -keuls عند الحد 5 % أن الأصناف الثلاثة تكون مجموعة واحدة الملحق (1و3):

- المجموعة(A): تضم كل من الأصناف الثلاث Core, Waha, Vitron بمعدل 9,64،9,58 و8,70.



شكل(7): أعمدة بيانية تمثل تأثير الإجهاد المائي على المساحة الورقية لأصناف القمح الصلب.

2.2. طول النبات (HP)

جدول(7): طول النبات لأصناف القمح الصلب

	HP(cm) (Moyenne + Ecartype)		Taux de diminution(%)
Génotype	SDH	ADH	
Vitron	55,36±0,35	39,00±5,29	29,56
Core	58,63± 1,61	26,66± 4,36	54,51
Waha	51,16± 1,04	33,20± 1,74	35,11

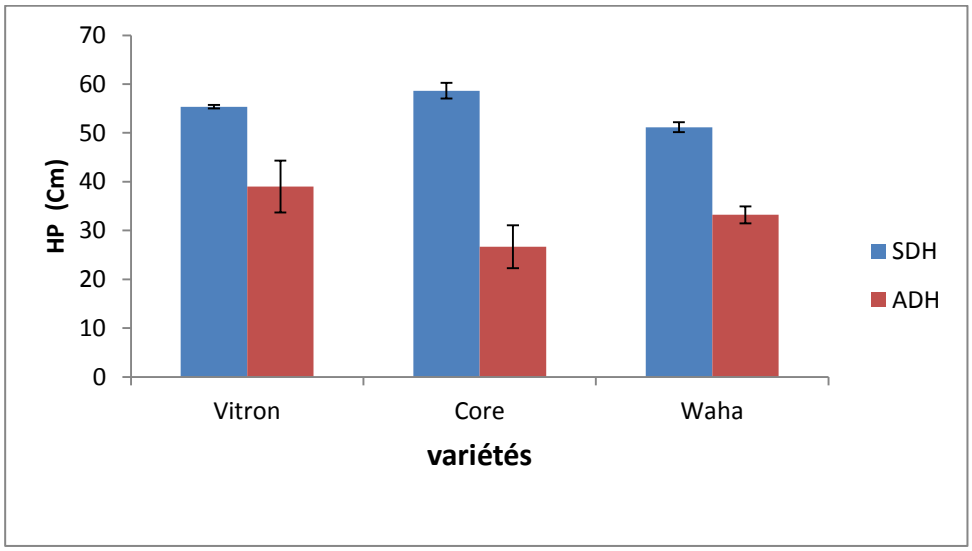
أظهرت نتائج الجدول (7) أن هناك نقصان في طول الساق بالنسبة للأصناف المجهدة مقارنة بالأصناف الغير معاملة بالإجهاد المائي (الشاهدة) الشكل (8).

حيث سجلنا أعلى قيمة عند الصنف Vitron(39cm±5, 29) وأدنى قيمة سجلت عند صنف Core بقيمة (26cm ± 4, 36) أما بالنسبة لصنف Waha فكانت قيمته (33, 20cm±1,34)

تتمثل نسبة النقصان في طول النبات ب 29,56 % عند الصنف Vitron و35,11 %عند الصنف Waha، و54,51 %عند الصنف Core.

تبين من تحليل التباين ANOVA أن الأصناف المدروسة ذات قيمة معنوية بالنسبة لطول النبات ، و اظهر اختبار المقارنة New man -keuls عند الحد 5 % أن الأصناف المدروسة تكون مجموعتين الملحق(1و4):

- المجموعة(A): وتضم كل من الصنفين Core و Waha بمعدل 42,65 ، 42,65 على التوالي.
- المجموعة(B): تضم الصنفVitron بمعدل 47,18.



الشكل(8): أعمدة بيانية تمثل تأثير الإجهاد المائي على طول النبات لأصناف القمح الصلب.

2.3. أقصى عمق الجذور (PMR)

جدول(8): قيم أقصى عمق للجذور عند أصناف القمح

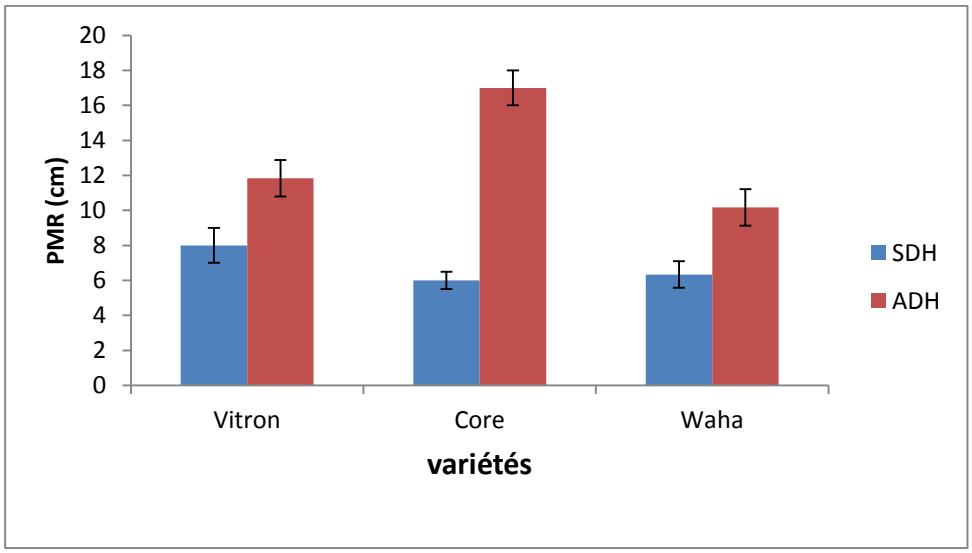
	PMR(cm) (Moyenne + Ecartype)		Taux d'augmentations
Genotype	SDH	ADH	
Vitron	8±1	11,83±1,04	32,39
Core	6± 0,5	17± 1	64,70
Waha	6,33± 0,75	10,16± 1,04	37,70

من خلال النتائج نلاحظ زيادة في طول الجدر بالنسبة للأصناف المعرضة للإجهاد المائي مقارنة مع الأصناف الشاهدة الشكل (9).

سجلت أعلى قيمة عند صنف Core ب($17\pm 1cm^2$) و ادنى قيمة عند Waha ($10,1\pm1,04cm$)،أما بالنسبة ل Vitron قد كانت قيمته ($11,83\pm 1,04\ cm^2$). حيث تتمثل نسبة الزيادة عند الصنف Core ب 64,70% و 37,70% ، 32,39%عند كل من Waha و Core على التوالي جدول (8).

تبين من تحليل النتائج إحصائيا حسب تباين ANOVA أن الأصناف الثلاثة ذات قيمة معنوية ، و اظهر اختبار المقارنة New man -keuls عند الحد 5 % أن الأصناف الثلاثة حسب قدرتها في تحمل الإجهاد تنتمي إلي ثلاث مجموعات الملحق(1و5):

- **المجموعة (A):** Waha بمعدل 2,25.
- **المجموعة(B):** Vitron بمعدل 9,91.
- **المجموعة(C):** Core بمعدل 11,50.



الشكل(9): أعمدة بيانية تمثل تأثير الإجهاد المائي على أقصى عمق الجذور لأصناف القمح الصلب.

3. المعايير البيوكيمائية

1.3. البرولين

جدول (9): كمية محتوى البرولين ونسبة التزايد عند أصناف القمح.

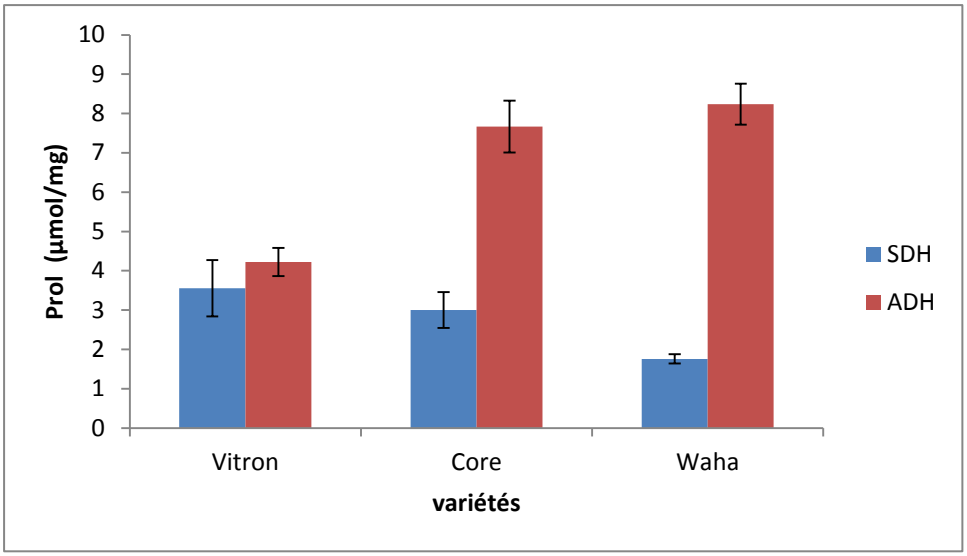
	Prol (µmol/mg) (Moyenne +Ecartype)		Taux d'augmentation
Génotype	SDH	ADH	
Vitron	3,55 ±0,71	4,22±0,36	15,86
Core	3,0± 0,45	7,67± 0,66	60,84
Waha	1,76± 0,12	8,24± 0,52	78,64

أظهرت النتائج أنه يوجد ارتفاع في محتوى البرولين مع زيادة شدة الجفاف لجميع الأصناف المجهدة مقارنة مع الأصناف الشاهدة الشكل(10).

سجلت أعلى كمية للبرولين في صنفWaha و المقدرة ب (8,24± 0,52 µmol/mg) بنسبة زيادة 78,64%وأدنى قيمة عند الصنف Vitron قدرت ب (4,22 ±0,36, µmol/mg) بنسبة زيادة 15,86% أما بالنسبة ل Core فقد قدرت ب (7,67± 0,66 µmol/mg) بنسبة زيادة 60.84%، جدول (9).

بينت الدراسة الإحصائية ANOVA وجود فرق جد معنوي بين كل الأصناف ، وقد اظهر اختبار New man -keuls عند الحد 5 % أن الأصناف المدروسة شكلت مجموعتين الملحق (1و6).

- **المجموعة A:** Wahaو Core بمعدل 5 و 5,35 على التوالي.
- **المجموعة B:** Vitron بمعدل 3,88 .



الشكل(10): أعمدة بيانية تمثل تأثير الإجهاد المائي على محتوى البرولين لأصناف القمح الصلب

2.3. السكريات الذائبة

جدول(10): كمية محتوى السكريات و نسبة التزايد عند أصناف القمح الصلب.

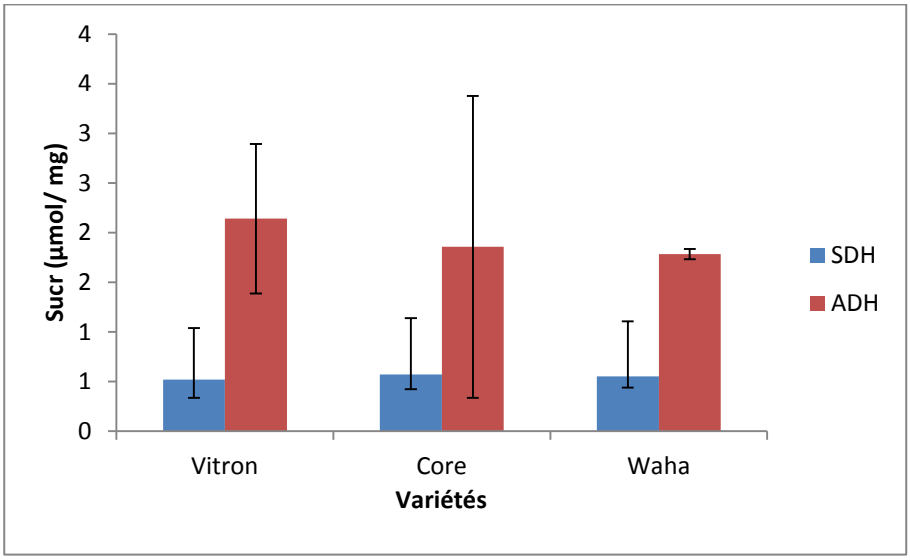
	Sucr(µmol/mg)(Moyenne+Ecartype)		Taux d'augmentations
Génotype	SDH	ADH	
Vitron	0,52 ±0,18	2,14±0,75	75,70
Core	0,57 ± 0,14	1,85± 1,5	69,29
Waha	0,55± 0,11	1,78± 0,05	68,97

أظهرت النتائج أنه يوجد ارتفاع في محتوى السكريات بالنسبة للأصناف المجهدة مقارنة مع الأصناف الشاهدة الشكل (11).

يتضح من خلال النتائج المتحصل عليها أن اكبر كمية للسكريات الذائبة لدى صنف Vitron قدرت ب (2,14±0,75µmol/ mg) أما بالنسبة للصنفين المتبقيين فكانت النسب متقاربة Waha بقيمة (1,78± 0,05) و Core بقيمة (1,5 ±1,85) و بنسب زيادة على التوالي : 75,70 % , 68,97 % , 69,29 %.

بينت الدراسة الإحصائية ANOVA وجود فرق جد معنوي بين كل الأصناف ، و قد أظهر إختبار New man -keuls عند الحد 5 % أن الأصناف المدروسة شكلت مجموعة واحدة الملحق (1و7):

- المجموعة A: وتضم Core ، Vitron و Waha بمعدل 1,16، 1,21و 1,33 على التوالي.



الشكل(11): أعمدة بيانية تمثل تأثير الإجهاد المائي على محتوى السكريات لأصناف القمح الصلب.

3.3. البيتايين

جدول (11): كمية محتوى البيتايين و نسبة التزايد عند أصناف القمح الصلب.

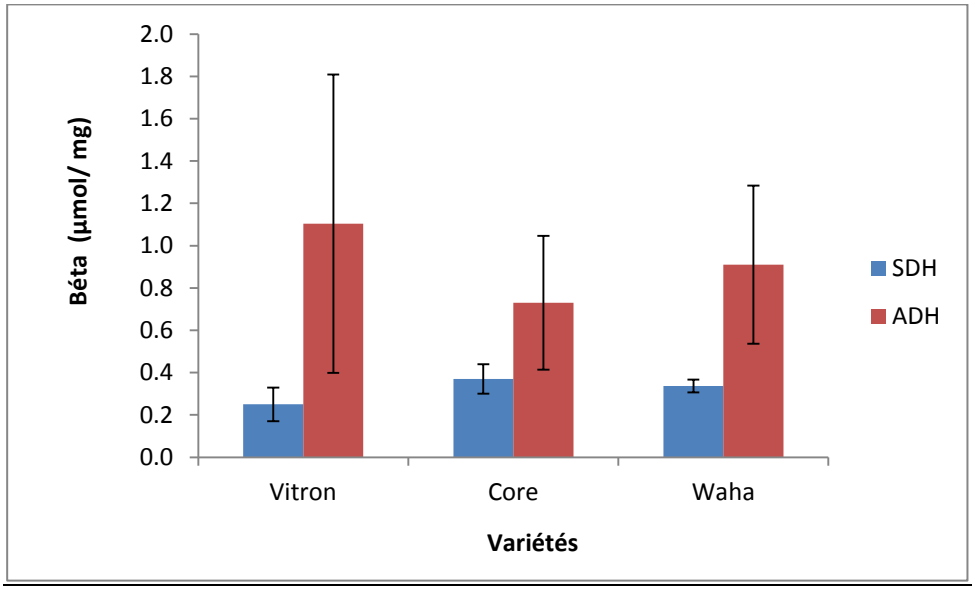
	Béta (µmol/mg)(Moyenne+Ecartype)		Taux d'augmentation
Genotype	SDH	ADH	
Vitron	0,25 ±0,07	1,10±0,70	77,34
Core	0,37 ± 0,07	1,73± 0,31	49,31
Waha	0,33± 0,03	0,91± 0,37	63

أظهرت النتائج أنه يوجد ارتفاع في محتوى البيتايين بالنسبة للأصناف المجهدة مقارنة مع الأصناف الشاهدة الشكل (12).

يتضح من خلال النتائج المتحصل عليها أن اكبر كمية للبيتايين برزت في صنف Cor حيث قدرت بـ (1,73± 0,31%) واقل كمية قدرت بـ (0,91± 0,37 %) للصنف Waha ، أما بالنسبة للصنف Vitronفسجل كمية مقدرة ب (1,10±0,70 %) .

بينت الدراسة الإحصائية ANOVA وجود فرق جد معنوي بين كل الأصناف، و قد أظهر إختبار New mans-keuls أن الأصناف المدروسة شكلت مجموعة واحدة الملحق (1و8):

المجموعة (A): وتضم Core ، Vitron و Waha بمعدل 1,16، 1,21و 1,33 على التوالي.



الشكل(12): أعمدة بيانية تمثل تأثير الإجهاد المائي على محتوى البيتايين لأصناف القمح الصلب

4. دراسة المكونات الأساسية ACP

1.4. دراسة الارتباط بين المتغيرات (Matrice de corrélation)

بين تحليل مصفوفة الارتباط لثلاث أصناف من القمح الصلب أنه تم تسجيل ارتباط ايجابي معنوي و آخر سلبي بين مختلف المعايير الجدول(12).

- يوجد ارتباط إيجابي جد معنوي بين المتغير محتوى السكريات و كل من Béta, PMR, Prol بمعامل ارتباط قدر ب r=0.72 r=0.80 r=0.96 على التوالي.

بالمقابل يوجد ارتباط سلبي جد معنوي بين هذا المتغير (sucre)وكل من TRE, SF, HPبمعامل ارتباط قدر ب r =0.88 r =0.88 r =0.80 على التوالي.

هذا ما يفسر أنه كلما ارتفعت نسبة السكريات الذائبة في أوراق الأصناف المجهدة زادت كمية كل من Prol, Béta من جهة ، و انخفض كل من المحتوى النسبي للماء، و في نفس الوقت زاد عمق الجذور في التربة و تقلصت المساحة الورقية و كذا طول النباتات و هذه خاصية من خصائص التأقلم عند النبات .

- يوجد ارتباط جد معنوي وإيجابي بين SFو HP بمعامل ارتباط r=0.96 أي أنه كلما تقلصت المساحة الورقية نقص طول النبات.

- يوجد ارتباط جد معنوي و إيجابي بين TRE و كل من SF ,HP بمعامل ارتباط r =0.88 r =0.78 على التوالي ، مما يفسر أن الأصناف التي لها محتوى نسبي مائي مرتفع هي نفسها التي تحتوي على مساحة ورقية كبيرة و طول نبات مرتفع .

- يوجد ارتباط جد معنوي بين أقصى عمق للجذور و كل من Sucre, Prol, Béta بمعامل ارتباط r =0.61 r =0.74 r=0.80 ، أي الأصناف التي تتميز بجهاز جذري قوي هي نفسها التي تحتوي على نسبة متفاوتة من المركبات الذوابة (sucre, Prol, Béta).

الجدول(12): مصفوفة الإرتباط للمعايير المرفوفيزيولوجية

	Sucre	TRE	Bétaine	Proline	PMR	SF	HP
Sucre	1						
TRE	-0,81***	1					
Bétaine	0,97***	**-0,77****	1				
Proline	**0,73****	-0,86***	0,61**	1			
PMR	**0,80****	-0,61**	0,62**	**0,74****	1		
SF	-0,89***	**0,78****	**-0,74****	-0,88***	-0,96***	1	
HP	-0,89***	0,88***	**-0,77*****	-0,86***	-0,90***	0,96***	1

2.4. دراسة المتغيرات و الأصناف

يفسر التباين بين المعايير المدروسة و المتغيرات الكمية المقاسة بالمحورين الأول F_1 والثاني F_2 بنسبة 84,02% و 8,07% على التوالي مما يعطي تعبيرا مفسرا في المعلم (F_1, F_2) بنسبة 92,09%.و هي نسبة عالية لتفسير التباين و الاختلاف بين المعايير المدروسة، الشكل (14).

- المتغيرات Sucre, SF, HP ممثلة جيد جدا في المعلم (F_1,F_2) حيث كانت: r^2>0,8

- المتغيرات TRE و Béta و Prol و PMR ممثلة جيدا في المعلم (F_1 , F_2) حيث كانت : $0,65>r^2>0,80$

في المحور (F_2) نسبة التباين قدرت ب8,07% و بالتالي المعايير تعتبر أكثر تعريفا على المحور (F_1) مقارنة بالمحور (F_2) ،حيث هذا الأخير المعيار الأكثر تعريفا هو Béta . $r^2=0,24$

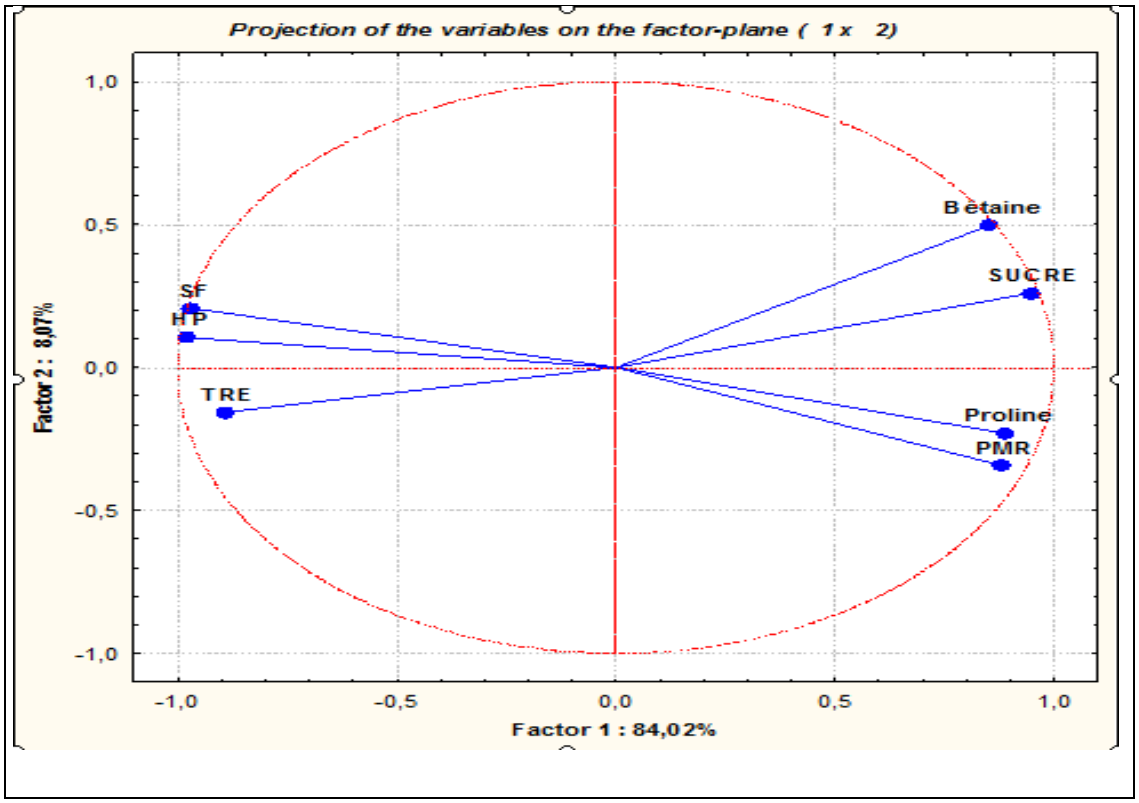
أي المتغير Béta مفسر بشكل ردئ جدا في المحور (F_2) حيث $r^2>0,13$

يمثل المحور الأول المتغيرات المدروسة البيوكيميائية و المرفولوجية مما يوحي أن الأصناف المدروسة تمتاز بتراكم كميات معتبرة من البرولين و السكريات و مساحة ورقية صغيرة و محتوى نسبي مائي أقل تميز كل من الصنفين Coreو Waha

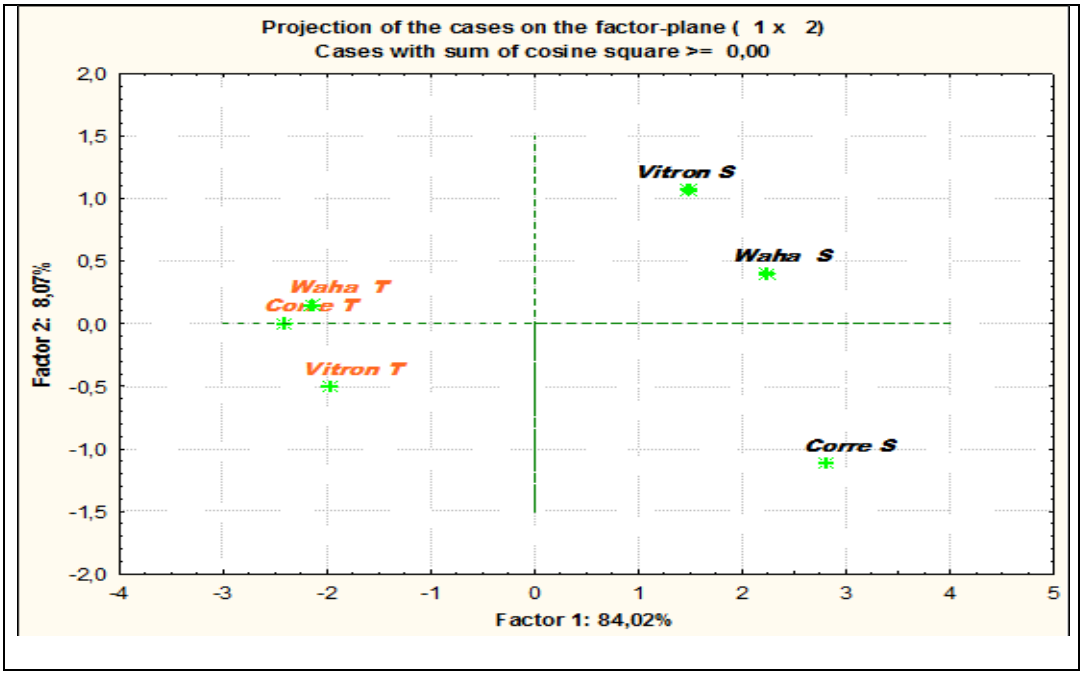
أما المحور الثاني يمثل خاصة المتغير بيتايين هذا الأخير يتميز به الصنف vitron الذي يظهر مقاومته بتراكم معتبر من البيانيين و في نفس الوقت إنخفاض في المحتوى النسبي المائي ، و هذا المركب خاصية من خصائص التأقلم للإجهاد المائي

تتوزع هذه الأصناف المدروسة المجهدة والغير مجهدة في ثلاث مجموعات أساسية، الشكل(15).

- تمثل المجموعة الأولى الصنفvitro وwaha المجهدة.
- تمثل المجموعة الثانية الصنف Core في حالة إجهاد.
- تمثل المجموعة الثالثة جميع الأصناف الغير مجهدة و المسقية جيدا.



الشكل(13): دراسة المتغيرات للمعايير المرفوفيزيولوجية والبيوكيميائية.



الشكل(14): دراسة الأصناف المدروسة

المناقشة

يمكن ترجمة التقليل من أثر الجفاف على النبات من خلال تقليص في مساحة الورقة من جهة و من جهة أخرى تطوير و تعميق في الجذور وكذا زيادة في تراكم المنظمات اللأسموزية كآليات للمقاومة عند القمح الصلب (Perrier *et al.*, 1961) (Slama *et al.*,2005).

1. المحتوى النسبي للماء TRE%

من خلال النتائج المتحصل عليها تبين أن الإجهاد المائي يخفض من المحتوى النسبي للماء عند الأصناف المدروسة و ذلك بنسب متفاوتة، حيث سجلت أعلى نسبة عند الصنف Vitron (68,4% ±12,42) الذي أبدى مقاومة كبيرة مقارنة مع باقي الأصناف، في حين سجل الصنف المستورد Waha أصغر قيمة ويعتبر في هذه الحالة الصنف الأكثر حساسية للإجهاد المائي .

ونتائجنا تتوافق مع أعمال كل من (Bayoumi *et al.*,2008; Hymene *et al.*, 2008; Ftiti,2003) حيث اثبتوا أن انخفاض المحتوى النسبي للماء راجع إلى اختلافات بين الأصناف في التعديل الأسموزي الذي يساعد على التشبع الخلوي و النشاط الفيزيولوجي، وأن نسبة TRE تتغير على أساس رطوبة التربة و درجة احتفاظ النبات بالماء في أنسجته من جهة و من جهة أخرى أشاروا إلى أن أصناف القمح الصلب التي تحتفظ بمحتوى نسبي عالي من الماء هي الأكثر تحملا للجفاف.

2. المساحة الورقية

أوضحت النتائج المتحصل عليها أن هناك تقلص و نقص في مساحة الورقة للأصناف الثلاثة المجهدة مقارنة بالشاهدة .حيث أن جميع الأصناف(Vitron, Core و Waha)المدروسة قللت من مساحتها الورقية بنسب قدرت ب19, 57% ,82% 39 ; 26,53% على التوالي. و عليه فإن :

- Vitron يعتبر صنف مقاوم
- Core يعتبر حساس
- أما الصنف Waha فيعتبر صنف متوسط المقاومة.

هذه النتيجة تتوافق مع ما توصل إليه كل من (Blum, 1984; Chaves *et al.*, 2009) حيث أوضحوا أن الأوراق ذات المساحة الصغيرة جدا تقلل من فقد الماء وأن الإنخفاض في مساحة الورقة يعتبر من استراتيجيات التكيف مع الجفاف.

هناك استراتيجيات للتكيف الورقي منها :

- تجعد و التفاف الأوراق المعرضة للإجهاد المائي، حيث أن هذه الأخيرة تخفض من فقد الماء ب 40 إلى 60 ٪ (Nabourse, 2008).
- اللون الفاتح، تكوين الزغب ووجود الكيوتيكل كآلية ناجحة للتقليل من كميـة الماء المفقود (Ludlow and Muchow, 1990 ; Blum 1988) عن عولمي 2015

تساهم الورقة النهائية خلال مرحلتي الأزهار والنضج بشكل كبيرفي تحقيق المردود عند النجيليات، ومنه فبتأخير شيخوخة الأوراق يمكن تحسين إمتلاء الحبوب (Nelson,1988).

3. طول النبات

يعتبرالساق المقر الرئيسي لتوضع المادة الجافة غير المهيكلة المشكلة أساسا من الغليكوز، الفركتوز و السكروز والتي تهاجر فيما بعد نحو الحبوب للمساهمة في امتلائها(Chevalier et Davidson, 1992).

من خلال النتائج المتحصل عليها تبين أن هناك أكبر انخفاض سجل عند الصنف Core ب 54,51% مقارنة بالصنفين الآخرين Wahaو Vitron على التوالي و بالشاهد.

و منه توافقت نتائجنا مع (Attia *et al.*,2007) الذي اثبت أن انخفاض في طول النبات، عدد الأوراق و حتى مساحة الورقة راجع لإستجابة النبات للإجهاد المائي.

وكما أشار (Gate *et al.*,1990) أن الساق يشارك في تجميع المواد المخزنة من طرف النبات و التي يستعملها في حالة النقص المائي، و تبقى هذه المواد حتى فترة ملئ الحبوب، و أوضحت هذه النتائج من ناحية أخرى أن المواد المخزنة في الساق تهاجر نحو الحبوب بكميات مختلفة حسب الصنف، (Bouchabke *et al.,* 2006). وطول النبات هو أحد الصفات الدالة على تحمل النبات للجفاف . (Jarrah et Nachit, 1986)

4. أقصى عمق للجذور

من خلال النتائج المتحصل عليها التي توضح تأثير الإجهاد المائي على طول الجذور للأصناف المدروسة نلاحظ زيادة في طول الجذور عند الأصناف المعرضة للإجهاد مقارنة بالشواهد و بنسب متفاوتة . حيث كانت اكبر قيمة لطول الجذور عند صنف Core بنسبة زيادة 60,84% الذي أبدى مقاومة كبيرة للإجهاد و ذلك بتطوير مجموعه الجذري.

الزيادة في طول الجذور راجع إلى التأقلم مع الجفاف (تمدد الجذور إلى الأعماق و توغل المجموع الجذري يسمح في هذه الحالة باستعمال المخزون المائي في طبقات التربة) (Mc Gowan ,1974) (Broun *et al.*,1987; Hazmoune, 1995).

كما أشار (Bassour, 1977) أن الجذور تستعد للتوغل في التربة و الاستفادة من المخزون المائي فيها تحت الإجهاد و هي استجابة فعالة من اجل تهيئة إنتاج البذور. و الجهاز الجذري قادر على التوغل في التربة من اجل استخراج الماء و هي ميزة مهمة من اجل تحمل الجفاف (Subbarao, 1977) ، كما يؤكد اشتغال بعض الباحثين ان طول الجذور يؤدي مقاومة الصنف للجفاف (Hazmoune ,1995).

5. محتوى السكريات الذائبة البرولين و البيتايين

تعتبر السكريات من أهم الميكانيزمات المطورة من طرف النبات لمقاومة الإجهاد المائي و هذا ما تبينه النتائج المتحصل عليها خلال دراستنا.

حيث سجلنا زيادة في محتوى السكريات الذائبة لكل الأصناف المدروسة و كانت أكبر قيمة لدى الصنف Vitron بنسبة زيادة قدرت ب 70% ,75 مقارنة مع الشاهد. أما الصنفين ؤ Core و Waha فقد سجلا قيم تقريبا متماثلة (1,85 µmol/mg ± 1,5) (1,78 µmol/mg ± 0,05) بنسبة زيادة قدرت ب 69,29% مقارنة بالشاهد.

حيث اتفقت نتائجنا مع (Mefti *et al*., 2000) التي أكدت أن العجز المائي تسبب في تراكم كبير للسكريات القابلة للذوبان في الأوراق. أثناء العجز المائي تخزن أوراق أصناف القمح الصلب كمية معتبرة من السكريات المذابة و الأحماض الأمنية التي تسمح بالتعديل الأسموزي (Hireche, 2006)

تقوم السكريات بدور الحفاظ على الامتلاء في مستوى أوراق القمح في ظروف الإجهاد المائي (Nadjm,2008).

يعتبر البرولين من الأحماض الأمنية المتراكمة بكميات كبيرة عند النبات من مؤشرات المقاومة خلال الاجهاد اللاحيوي.

من خلال النتائج المتحصل عليها تبين أن الإجهاد المائي يزيد في كمية البرولين عند الأصناف المدروسة وذلك بنسب متفاوتة، حيث سجلت أعلى نسبة عند الصنف waha 78,64% الذي أبدى مقاومة كبيرة مقارنة مع باقي الأصناف، في حين سجل الصنف Vitron أصغر قيمة ويعتبر في هذه الحالة الصنف الأكثر حساسية للإجهاد المائي .

حيث اتفقت نتائجنا مع (Palf, 1974) الذي أثبت أن نسبة البرولين تتغير حسب الأنواع. ويرتفع محتواها بالإنخفاض السريع لدرجات الحرارة بتعريضها للجفاف (Manghour *et al*., 2006) . و أشار (Wilfred, 2005) أن القدرة على تراكم البرولين لدى النبات هو مؤشر تسامح مع الإجهاد المائي بالمحافظة على إنتباج خلايا الأوراق وبالتالي استمرار تكاملها الوظيفي (Bensalem,1993) ،كما يعتبر تكديس البرولين من طرق المساهمة في التعديل الحلولي والذي يعتبر من أهم آليات مقاومة الجفاف التي لوحظت عند الكثير من النباتات و منها القمح (Adjab ,2002) و (Flanangan et al,1992).

بغض النظر عن الجزيئات الأسموزية الأخرى سكريات و برولين يعتبر البيتايين من المركبات الاسموزية التي تتراكم في الخلايا النباتية حيث يساهم هذا الأخير في التوازن الداخلي الخلوي عند تعرض النبات للإجهاد الحيوي و اللاحيوي (Neffar, 2013) .

من خلال النتائج المتحصل عليها تبين أن الإجهاد المائي يزيد في تراكم البيتايين عند الأصناف المدروسة و ذلك بنسب متفاوتة، حيث سجلت أعلى نسبة عند الصنف Vitron بنسبة زيادة 77,34% الذي أبدى مقاومة كبيرة مقارنة مع باقي الأصناف، في حين سجل الصنف Core أصغر قيمة ويعتبر في هذه الحالة الصنف الأكثر حساسية للإجهاد المائي .

توافقت نتائجنا مع أعمال (Djebnoune, 2008) و (Xiu Gao *et al*.,2004). كما أن فرضية تراكم المركب الأسموزي البيتايين يتوافق مع نتائج كل من (Monneveux et Nemmar,1986)، وذلك للحفاظ على التوازن الاسموزي.

من خلال دراسة التحليل التركيبي الأساسي(ACP) سجلنا ارتباطات ايجابية جد معنوية بين كل من محتوى السكريات ،البيتايين ، اقصى عمق للجذور و البرولين.
حيث تبين أن هناك ارتباط ايجابي وجد معنوى بين البرولين و السكريات بمعامل ارتباط (0,73**) و هذه النتائج توافق مع أعمال (Joyce et el., 1992) (Loselet Kameli, 1995) الذي بين أن تراكم السكريات الذائبة يؤدي الى تكدس البرولين، ذلك لأن تخليق الأحماض الأمينية و البروتينات مرتبط بالحلقات البيوكيميائية لإستقلاب (ميتابوليزم) السكريات، حيث أن عملية التنفس تُنتج في حلقة كريبس NADHو ATP و هما من متطلبات ذلك (Malki, 2002).
كما يوجد ارتباط سلبي وجد معنوى بين طول النبات و طول الجذر بمعامل ارتباط (**-0,90*****) و هذه النتائج عكس ماتوصل إليها (Subbiah et al., 1986) وأن طول النبات يرتبط بمقاومة الجفاف، حيث كلما كان النبات مرتفعا كانت جذوره أكثر عمقا و بالتالي إمتصاص أكبر من الماء ومنه يكون مردود أحسن.

الخاتمة

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد و إبراز دور المنظمات الأسموزية لأصناف القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.) المعرضة للإجهاد المائي (دراسة معايير مورفولوجية، فيزيولوجيا وبيوكيميائية.

من خلال دراسة المعايير المورفوفيزيولوجية لدى ثلاث أصناف من القمح الصلب منها المستوردة والمحلية، سجلنا إنخفاض في كل من المحتوى النسبي المائي، المساحة الورقية و طول النبات عند كل من الأصناف Core, Waha ماعدا الصنف Vitron فقد تميز بمحتوى نسبي مائي مرتفع، تقلص مساحته الورقية وسجل أكبر طول.

أما بالنسبة للبيتايين و لأقصى عمق للجذور سجل تزايد عند جميع الأصناف و لكن كانت اعلى قيمة عند الصنف Core فقد بدى أكثر مقاومة وذلك من خلال تراكم كمية معتبرة من البيتايين و تطوير مجموعه الجذري ولكن بقيم متوسطة.

بالنسبة للسكريات المذابة و البرولين سجل ارتفاع لكل الأصناف Vitron, Core Waha في حين أن الصنف Waha بدا أكثر حساسية للإجهاد المائي.

فالأصناف الأكثر مقاومة هي التي تراكم كميات معتبرة من السكريات، البرولين والبيتايين، كما تطور و تحافظ على مجموعها الجذري وتقوم بتقليص مساحتها الورقية.

أظهرت النتائج المتحصل أنه يوجد إختلاف في استجابة أصناف القمح الصلب لمعايير مختلفة مع تطبيق الإجهاد المائي، وجدنا أن الصنفين Core و Vitron هو الأكثر مقاومة، وعلى هذا كإنصاف بحث أن نقوم بالتهجين بين الأصناف لتخليق أصناف تتأقلم أكثر مع الجفاف (مثلا: Vitron مع Core. أو Vitron مع Waha).

المراجع باللغة العربية

- **بلحيس ايمان (2014) .** دراسة مورفوفيزيولوجية و بيوكيميائية لنبات القمح المزروع في الجزائر (*Triticum durum* Desf.) صنف (melanopus) . مذكرة ماجستير في بيولوجيا و فيزيولوجيا . تخصص الاسس البيولوجية للانتاج النباتي جامعة قسنطينة -1- ص 1-2-3-4.

- **بوشارب راضية(2016).** تحسين القمح الصلب(*Triticum durum* Desf.) : دراسة الميكانيزمات المولرفوفيزيولوجية و البيوكيميائية لتحمل الإجهاد المائي. أطروحة دكتوراه في العلوم الطبيعية تخصص بيولوجيا وفزيولوجيا النبات. جامعة الإخوة منتوري قسنطينة ص 5-15-16.

- **شايب غنية(2012).** شروط تراكم البرولين في الأنسجة النباتية تحت نقص الماء: انتقال صفة التراكم إلى الأجيال. رسالة دكتوراه في العلوم تخصص وراثة وتحسين النبات. جامعة الإخوة منتوري قسنطينة ص9.

- **عبد الله بن جامع (2009).** المحتوى الكيميائي لأوراق و بذور أصناف من القمح الصلب *Triticum durum* Desf. النامية تحت ظروف الإجهاد المائي و المعاملة بالأوكسين (AIA) نقعا ورشا . ص8.

- **عولمي عبد المالك(2010).** المساهمة لدراسة تباين المحتوى المائي النسبي ،درجة حرارة الغطاء النباتي، والبنية الورقية للجيل الثالث F_3 عند القمح الصلب *Triticum durum* Desf. .رسالة ماجستر في بيولوجيا وفزيولوجيا النبات. تخصص تثمين الموارد النباتية جامعة فرحات عباس سطيف ص 27.

- **عولمي عبد المالك (2015).** تحليل مقاومة القمح الصلب (*Triticum trgidum vardurum* L.) للاجهادات اللاحيوية في اخر طور النمو. اطروحة دكتوراه علوم . فرع : بيولوجيا . تخصص : بيولوجيا النبات جامعة فرحات عباس سطيف ص 1-15-21.

- **قندوزعلي (2014).** تقييم علاقة بعض المؤشرات الضوئية و سلوك القمح الصلب تحت تأثير أنظمة سقي مختلفة. أطروحة دكتوراه علوم تخصص بيولوجيا النبات جامعة فرحات عباس سطيف ص 8- 13- 15.

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.

Albouchi A. Sebei H. Mezni M.Y et El Aouni M.H.,(2000). Influence de la durée d'une alimentation hydrique déficiente sur la production de biomasse , la surface transpirant et la densité stomatique d'*Acacia cyanophylla*.. Annales de L'inrgref.**4** : 138-61p.

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.,Bouzerzour, 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.

-Amrouche,I.,Mesbah,E,(2017). Efet du stress aboutique*sur l'accumulation ds protéines totales chez deux variétés de blé dur (*Triticum durum* desf.).

APG III. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society, 161: 105-121.

Attia F., Garcia F ., Dedieu F ., Ben Mariem ., Kasraoui M.F., Lamaze T. et Garcia., (2007). Effet du stress hydrique sur la photosynthèse et la maturité phénolique du cépage Fer Servadou. 8ème Symposium International d'œnologie, Bordeaux, France ., 25-27.

Bahlouli F., Bouzerzour H., Benmahammed A., Hassous K.L.(2005). Selection of high yielding of durum wheat(*Triticum durum* Desf.) under semi arid conditions. Journal of Agronomy 4, pp: 360-365.

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

-Beltrano, J and Marta, G.R.(2008).Improved tolerance of water plants (Triticum aestivum L.) to drought stress and rewatering by the arbuscular mycorrhizal fangus Glomus claroideum : effect on growth and cell membrane stability. Braz.J.Plant Physiol., 20 :29-37.

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 .

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

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

- Boufenar-Zaghouane F., Zaghouane O. (2006). Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie(blé dur, blé tendre, orge et avoine). ITGC d'Alger,1ère Ed, 152p.

Bousbaa R.,(2012).Caractérisation de la tolérance à la sècheresse chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.).Analyse de la physiologie et de la capacité en production. Thèse. Université. Mentouri.Constantine :4-13-14-17-36-38.

Bruckner, P.L. , (1987). Stress tolerance and adaptation in spring wheat.Crop Science , 27 : 31-36.

Clarck et Mac-Caig ., (1982) Exiced leaf water relation capability as an indicator of drought resistance of Triticum genotype. Can.J. Plant Sci.62 : 571-576p.

Croston R. P., Williams J.T. (1981). A world survey of wheat genetic resources.IBRGR. Bulletin / 80/59, 37 p.

Feldman, M., (1976). Wherts, Evolution of crops plants, dans N.W. simmonds, dir, pud, longman, londres et New york , pp :120-128 .

-Feillet P., 2000. Le grain de blé. Composition – et utilisation – Mieux **c**omprendre. INRA-ISSN : 1144 – 7605. ISBN : 2- 73806 0896 -8- p 308

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.

Gate P. (1995). Ecophysiologie du blé; Technique et documentation: Lavoisier, Paris. 429 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.

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

Kramer P-G ., (1983). Water relation of plants .NEW YORK. London Academic press . p337.

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.

Neffar F.,(2013). Analyse de l'expression des gènes impliqués dans la réponse au stress abiotique dans différents génotypes de blé dur (*Triticum durum*) et d'orge (*Hordeum vulgare*) soumis à la sécheresse. Thèse. Université Ferhat Abbas.Sétif.p :42-62-63.

Nemmar M.,(1993).contribution à l'étude de la résistance à la sechresse chez les variétés de blé dur (*Triticum durum Desf*)et de blé tendre (*triticum aesterum L*).Thése de doctorat .Montpellier.p :108

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

Slama A. (2005). Les céréales enTunisie: production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance.Sécheresse, 16(3), pp: 225-229.

-Schoufled M.P. , Richard J.C., Carver B.F, and Mornhi W., (1988). Water relation in winter as drought resistance indicators. Crop.Sci.28:526 531.

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

-Turner,N.E(1979). Drought resistance and adaptation to water deficit in crops plants.Dans :Stress physiologie in crop plants,Mussell ,H.et staples, R .C.(éds).wiley Intesciences , N EW york ,pp.303-372

Vavilov n. L. (1934). Studies on the origin of cultivated plants. Bull. Appl. Bot and plant breed XVI, pp:1-25.

Brinis L. , (1995) . Effet du stress hydric sur quelques mécanismes morphophysiologiques et biochimiques de trais d'adaptation et détermination génétique chez le blé dur (Triticum durum Desf.) Doctorat d'état en physiologie végétale et amélioration génétique des plantes . Université d'annaba (Algérie), 156p.

الملحق(1):تحليل التباين ANOVAللمعايير المورفوفيزيولوجية و البيوكيميائية

	Variété(F1)				Traitement(F2)				variété*traitement (F1*F2)			
	DDL	**CM**	**F**	**Pro**	**DDL**	**CM**	**F**	**Pro**	**DDL**	**CM**	**F**	**Pro**
TRE	2	206,59	4,726	0,03063	1	1759,04	40,243	0,00003	2	65,51	1,499	0,262394
SF	2	1,643	0,8063	0,46930	1	43,587	21,3832	0,00056	2	1,937	0,9504	0,413871
HP	2	45,77	5,090	0,02508	1	2197,85	244,416	0,00001	2	110,48	12,286	0,001248
PMR	2	15,847	19,055	0,00018	1	174,222	209,486	0,00001	2	25,681	30,878	0,000019
Proline	2	3,4468	13,144	0,00094	1	69,8168	266,239	0,00001	2	13,2544	50,544	0,000001
Sucres	2	0,04177	0,0851	0,91895	1	8,55601	17,4351	0,00128	2	0,06661	0,1357	0,874403
Bétaïne	2	0,024267	0,1945	0,82574	1	1,59608	12,7965	0,00380	2	0,09182	0,7361	0,499373

الملحق(2): تصنيف المجموعات حسب إختبار Newman-Keuls عند الحد 5% للمحتوى النسبي المائي (TRE%)

variété	TRE	1	2
Waha	65,21		**B**
Vitron	74,58	**A**	
Core	76,01	**A**	

الملحق(3): تصنيف المجموعات حسب إختبار Newman-Keuls عند الحد 5% للمساحة الورقية

Variété	SF	1
Core	8,70	**A**
Vitron	9,58	**A**
Waha	9,64	**A**

الملحق(3): تصنيف المجموعات حسب إختبار Newman-Keuls عند الحد 5% لطول النبات

	Variété	HP	1	2
3	Waha	42,18	**A**	
2	Core	42,65	**A**	
1	Vitron	47,18		**B**

الملحق(4): تصنيف المجموعات حسب إختبار Newman-Keuls عند الحد 5% أقصى عمق للجذور

	variété	PMR	1	2	3
3	Waha	8,25	**A**		
1	Vitron	9,91		**B**	
2	Core	11,50			**C**

الملحق(5): تصنيف المجموعات حسب إختبار Newman-Keuls عند الحد 5 % للبرولين

	Variété	Prol	1	2
1	Vitron	3,88		**B**
3	Waha	5,00	**A**	
2	Core	5,33	**A**	

الملحق(6): تصنيف المجموعات حسب إختبار Newman-Keuls عند الحد 5% لسكريات الذائبة

fet génotyp	variété	2Sucr	1
3	Waha	1,16	**A**
2	Core	1,21	**A**
1	Vitron	1,30	**A**

الملحق(7): تصنيف المجموعات حسب إختبار Newman-Keulsعند الحد5 % للبيتايين

	variété	Bétaine	1
2	Core	0,55	**A**
3	Waha	0,62	**A**
1	Vitron	0,67	**A**

الملخص

يعتبر القمح الصلب زراعة إستراتجية في الجزائر مع ذلك فإن نموها و تحسين مردودها يبقى محدود بسبب نقص الماء ودرجات الحرارة الغير منتظمة.

يهدف هذا العمل إلى دراسة استجابة أصناف القمح الصلب (*Triticum durum*Desf.)،المعرضة للإجهاد المائي.

قمنا بدراسة معايير فيزيولوجية(المحتوى النسبي للماء) و معايير مرفولوجيا (المساحة الورقية، طول الساق، أقصى عمق للجذور) كما تم قياس محتوى المؤشرات البيوكماية (البر ولين، السكريات، البيتايين) في أوراق نبات القمح الصلب (Cor, Vitron , Waha) تحت ظروف الإجهاد المائي.

النتائج المتحصل عليها أظهرت أن استجابة القمح الصلب للإجهاد المائي مرتبط بالصنف و شدة الإجهاد ومدته. وأن طول النبات يرتبط بمقاومة الجفاف، حيث كلما كان النبات مرتفعا كانت جذوره أكثر عمقا و بالتالي إمتصاص أكبر من الماء ومنه يكون مردود أحسن.

وأنه يوجدعلاقة ايجابية بين الإجهاد المائي وتراكم المنظمات الاسموزية (السكريات والبر ولين) في حين التغيرات في محتوى السكريات الذائبة منخفض بالنسبة للبرولين أي أنالأصناف التي تراكم اكبر كمية من البرولين تخفض من تراكم السكريات.

و يوجد علاقة سلبية بين مختلف درجات الإجهاد المائي و المساحةالورقية أي أنالأصناف التي تقلل من مساحتها الورقية هي الأصناف التي تراكم اكبر المنظمات الأسموزية

أظهرت أصناف القمح الصلب المدروسة استجابة للإجهاد المائي باليات مختلفة و بنسب متفاوتة بين المستوردة و المحلية حيث نعتبر أن صنف Vitron اكتر تحملا للنقص المائي.

الكلمات المفتاحية: القمح الصلب (*Triticum durum*Desf.)،الإجهاد المائي، المحتوى المائي، المورفولوجية، الفيزيولوجية، البيوكيميائية

Le résumé

Le blé dur est une culture stratégique en Algérie, mais sa croissance et son rendement amélioré sont limités par le manque d'eau et les températures irrégulières.

L'objectif de ce travail est d'étudier la réponse des variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.), Sensibles au stress hydrique.

Nous avons mesuré les paramètres physiologiques (teneur en eau relative) et morphologiques (surface foliaire, longueur de la plantes, profondeur des racines) et la teneur en paramètres biochimiques (proline, sucre, bétaïne) des feuilles de blé complet (Core, Vitron, Waha) Conditions de stress hydrique.

Les résultats obtenus ont montré que la réponse du blé dure au stress hydrique était liée à la variété, à la sévérité et à la durée du stress. La longueur de la plante est associée à la résistance à la sécheresse: plus la plante est haute, plus ses racines sont profondes et plus l'absorption de l'eau est importante.

Et qu'il existe une relation positive entre le stress hydrique et l'accumulation d'organismes osmotiques (sucres et proline) alors que les changements dans la teneur en sucres solubles sont faibles pour la proline, ceux qui accumulent le plus réduisent l'accumulation de sucres.

Il y a une relation négative entre les différents degrés de stress hydrique et la surface foliaire, c'est-à-dire que les variétés qui réduisent la surface foliaire sont les variétés d'accumulation des plus grandes organisations osmotiques.

Les variétés de blé testées en réponse au stress hydrique présentaient des mécanismes différents et des taux différents entre les variétés importées, où nous considérons que la variété Waha est la plus résistante à la sécheresse.

Mots-clés: blé dur (*Triticum durum* Desf.), Stress hydrique, teneur en eau, morphologique, physiologique, biochimique.

Summary :

Solid wheat is a strategic cultivation in Algeria, but its growth and improved yield are limited by lack of water and irregular temperatures.

The aim of this work is to study the response of solid wheat varieties (Triticum durumDesf.), Which are susceptible to water stress.

We measured the physiological parameters (relative water content) and morphology criteria (paper area, leg length, root depth). The content of biochemic parameters (perennials, polysaccharides, betaine) was also measured in leaves of solid wheat plant (Cor, Vitron, Waha) Conditions of water stress.

The results obtained showed that the solid wheat response to water stress was related to strain, severity and duration. The length of the plant is associated with drought resistance. The higher the plant, the deeper its roots, and the greater the absorption of water and the better.

And that there is a positive relationship between water stress and the accumulation of osmotic organizations (sugars and perennials) while changes in the content of soluble sugars are low for proline, ie, the types that accumulate the largest amount of proline reduces the accumulation of sugars.

There is a negative relationship between the various degrees of water stress and paper area, ie, the types that reduce the paper area are the types that accumulate the largest organizations Osmozip

Wheat varieties tested in response to water stress showed different rates and different rates between imported and local. We consider that Vitron is more resistant to water shortage.

Keywords: hard wheat (Triticum durumDesf.), Water stress, water content, morphological, physiological, biochemical

مذكرة تخرج للحصول على شهادة الماستر
فرع بيولوجيا وفيويولوجيا النبات
تخصص: بيولوجيا وفيويولوجيا النبات

العـنوان

استجابة أصناف القمح الصلب (*Triticum durum* desf.) المعرضة للإجهاد المائي

(دراسة معايير مورفولوجية، فيزيولوجيا و بيوكيميائية)

من إعداد:
- **مشيرح بسمة**
- **بوغرارة سيهام**

الملخص

يعتبر القمح الصلب زراعة إستراتجية في الجزائر مع ذلك فإن نموها و تحسين مردودها يبقى محدود بسبب نقص الماء ودرجات الحرارة الغير منتظمة.

يهدف هذا العمل إلى دراسة استجابة أصناف القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.)، المعرضة للإجهاد المائي.

قمنا بدراسة معايير فيزيولوجية (المحتوى النسبي للماء) و معايير مرفولوجيا (المساحة الورقية، طول الساق، أقصى عمق للجذور) كما تم قياس محتوى المؤشرات البيوكماية (البر ولين، السكريات، البيتايين) في أوراق نبات القمح الصلب (Cor, Vitron , Waha) تحت ظروف الإجهاد المائي.

النتائج المتحصل عليها أظهرت أن استجابة القمح الصلب للإجهاد المائي مرتبط بالصنف و شدة الإجهاد ومدته. وأن طول النبات يرتبط بمقاومة الجفاف، حيث كلما كان النبات مرتفعا كانت جذوره أكثر عمقا وبالتالي إمتصاص أكبر من الماء ومنه يكون مردود أحسن.

وأنه يوجدعلاقة ايجابية بين الإجهاد المائي وتراكم المنظمات الاسموزية (السكريات والبر ولين) في حين التغيرات في محتوى السكريات الذائبة منخفض بالنسبة للبر ولين أي أن الأصناف التي تراكم اكبر كمية من البرولين تخفض من تراكم السكريات.

ويوجد علاقة سلبية بين مختلف درجات الإجهاد المائي و المساحة الورقية أي أن الأصناف التي تقلل من مساحتها الورقية هي الأصناف التي تراكم اكبر المنظمات الأسموزية

أظهرت أصناف القمح الصلب المدروسة استجابة للإجهاد المائي باليات مختلفة و بنسب متفاوتة بين المستوردة و المحلية حيث نعتبر أن صنف Vitron اكتر تحملا للنقص المائي.

الكلمات المفتاحية: القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.)، الإجهاد المائي، المحتوى المائي، المورفولوجية، الفيزيولوجية، البيوكيميائية

لجنة المناقشة:

رئيس اللجنة: عوايجية ن	أستاذة مساعدة	جامعة الإخوة منتوري- قسنطينة
المشرف: زغمار م	أستاذة مساعدة	جامعة الإخوة منتوري- قسنطينة
الممتحنة: عمري س	أستاذة مساعدة	جامعة الإخوة منتوري- قسنطينة