**الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية**
**وزارة التعليم العالي و البحث العلمي**
**جامعة منتوري – قسنطينة –**

**كلية: العلوم**
**قسم: علوم الطبيعة و الحياة**
**الرقم: 31 /Mag/2006**
**السلسلة: 003/SN/2006**

**مذكرة**
**قدمت لنيل شهادة الماجستير**
**في بيولوجيا و فيزيولوجيا النبات**
**تخصص: تنوع حيوي و إنتاج نباتي**

**عنوان المذكرة:**

# تراكم البرولين باعتباره مؤشرا جزيئيا للتنوع الحيوي و التأقلم مع الجفاف عند الحبوب: القمح الصلب (Triticum durum Desf.)

**تقديم: رجايمية ليليا**

**أمام اللجنة:**

| | |
|---|---|
| **الرئيس : يخلف نادية** | **أستاذة محاضرة –جامعة منتوري – قسنطينة** |
| **المقرر : بن لعريبي مصطفى** | **أستاذ – جامعة منتوري – قسنطينة** |
| **الممتحنون : يحيا عبد الوهاب** | **أستاذ محاضر – المركز الجامعي- أم البواقي** |
| **غروشة حسين** | **أستاذ محاضر- جامعة منتوري – قسنطينة** |

**السنة الجامعية: 2005/ 2006**

# التشكرات

***أجريت هذه الدراسة في مخبر تطوير و تثمين موارد الوراثة النباتية، مجموعة القواعد الحيوية للإنتاج النباتي.***

***أتقدم بأسمى عبارات التقدير و الاحترام لأستاذي الفاضل بن لعريبي مصطفى على توجيهاته القيمة و متابعته الدائمة التي يسرت لنا الكثير من الصعاب و المتاعب، صقلت صبرنا و علمتنا طول النفس و التحمل.***

***و أتقدم بخالص شكري للأستاذة التي زاد ني شرف أن تتلمذت على يدها شرف قبولها ترأس لجنة المناقشة الأستاذة: نادية يخلف أستاذة محاضرة بجامعة منتوري – قسنطينة -.***

***تشكراتي و احتراماتي للأستاذ الفاضل يحيا عبد الوهاب أستاذ محاضر بالمركز الجامعي العربي بن مهيدي – أم البواقي – على موافقته لمناقشة هذه المذكرة.***

***كذلك أقدم شكري للأستاذ غروشة حسين أستاذ محاضر بجامعة منتوري – قسنطينة – على الموافقة لإثراء و مناقشة هذا العمل.***

***كما لا يفوتني أن اشكر الأستاذة شايب غنية على المجهود الذي بذلته معي شخصيا أتمنى لها التوفيق.***

***أخيرا شكري للمخلصين الذين أمدوني بالمساعدات ولم يبخلوا و لو بالكلمة الطيبة***

***أقول شكرا جزيلا.***

# ***الفهرس***


**الصفحة**

**المقدمة** **1**

**الباب الأول: استعراض المراجع**

**I . اعتبارات عامة** **2**

**1. أهمية الماء في حياة النبات.** **2**

**2 . اثر الجهد المائي على مختلف مراحل النمو عند النبات** **2**
**2.1- الطور الخضري** **2**
**2.2- الطور التكاثري** **2**
**2.3- طور النضج** **3**

**3 . ميكانيزمات(آليات ) التأقلم مع الجفاف** **4**
**3 . 1 - تعريف الجفاف** **4**
**3. 2 - تعريف التأقلم.** **4**

**4 . معايير التأقلم مع الجفاف** **6**

**I I. التعديل الاسموزي** **8**

**1. العوامل التي تسمح بالتنظيم** **9**
**1 .1- السكريات الذائبة** **9**
**1. 2- البرولين** **9**

**III .عوامل تراكم البرولين** **10**
**1. تعريف التراكم** **10**
**2. عوامل التراكم** **10**
**3 . تأثير عوامل أخرى** **13**
**4 . معدل و مستوى تراكم البرولين** **17**

**I V . تخليق و هدم(تحويل البرولين)** **18**

**1 . تعريف البرولين** **18**
**2 . تخليق البرولين** **19**
**3 . هدم ( تحويل ) البرولين** **25**
**4 . التفسير الإنزيمي لتراكم البرولين** **27**

V . التنوع الحيوي 29

1 . تعريف التنوع الحيوي 29
2 . اشكال التنوع البيولوجي 29

الباب الثاني : طرق ووسائل العمل

I . التجربة الاولى: 34
1. المادة النباتية 34
2. سير التجربة 35
3. تحديد السعة الحقلية 35
4. الزرع 36
5. السقي 36
6. تحديد درجات نقص الماء 36

II . التجربة الثانية : 40
1. المادة النباتية 40
2. تحديد السعة الحقلية 40
3. تحديد درجات نقص الماء
40

III - طريقة معايرة البرولين: 46
1. عملية الاستخلاص 46
2. عملية التلوين
46
3. عملية الفصل
46

الباب الثالث : تقديم ومناقشة النتائج

الخلاصة 69
مراجع البحث
70
الملحق

## ***المقدمة:***

إن المردود عند القمح الصلب (**Triticum durum Desf.**) في المناطق الجافة و الشبه الجافة متعلق بالاجهادات اللاحيوية المتعرض لها هذا المنتوج سواء كانت مائية أو حرارية. فاالاجهاد المائي ذو طبيعة متناوبة، فهو يظهر خلال الدورة الحيوية محدثا تداخل مع درجات الحرارة المرتفعة في نهاية هذه الدورة.
***(Benlaribi et al., 1990)***

إن تبني استراتيجية التهرب عن طريق انتخاب أنماط وراثية مبكرة هو الشائع في مثل هذه الظروف فاختصار طور النمو يؤدي بالضرورة إلى تجنب الإجهاد و لكن هذا لا يمنع من التعرض للجليد الربيعي اين تكون درجة الحرارة المنخفضة ذات تأثير مباشر على مرحلة الإزهار
***(Bouzarzour et al.,2001 )***
لهذا يعتبر الإجهاد المائي العامل المحدد للإنتاج الزراعي خاصة القمح الذي يشكل الغذاء الرئيسي للجزائريين و اغلب سكان العالم.

استجابة لهذا العائق الفيزيولوجي وجب انتخاب أنماط وراثية تتأقلم مع هذا النوع من العوامل البيئية اللاحيوية، فهذه القدرة على التأقلم و الاستجابة للإجهاد تكون مصحوبة بظاهرة التنظيم الاسموزي ***(Morgan,1991)*** و التي تعتمد على تراكم المركبات العضوية و المعدنية على المستوى الخلوي و التي تسمح بالتوازن المائي للنبات لتحمل الاجهادات المرتقبة التي يتعرض لهاهذا الأخير داخل أوساط النمو.

فهل بمعرفة و إظهار مدى تنوع استجابة النبات لتراكم احد هذه المركبات العضوية و المتمثل في الحامض الاميني البرولين كرد فعل لتحمل الجفاف كاف لاستخدامه كوسيلة فيزيولوجية لانتخاب مبكر لأصناف ذات تنوع و مقاومة كافية قبل إتمام الدورة الحيوية ؟

في هذا المجال و إجابة على تساؤلنا قمنا بدراسة تراكم البرولين ومحاولة إظهار مدى إمكانية اعتبار البرولين مؤشر جزيئي للتنوع الحيوي و التأقلم مع الجفاف عند أصناف و نماذج من القمح الصلب.

# الباب الاول

# استعراض المراجع

## I - اعتبارات عامة:

### 1.I- أهمية الماء في حياة النبات :

يعتبر الماء من أهم العناصر الموجودة في الخلية النباتية، حيث أن نسبته تتراوح بين 60 إلى 95٪ من الوزن الطازج للأغشية و الأعضاء. فمثلا عند اوراق القمح الصلب يمثل 70 ٪ ؛ أما في البذور فالقيم تكون ضعيفة( الشعير:20 ٪، القمح:12 ٪ ) حسب ما ذكره

.(***Monneveux et Bellhassen,1996)***

### 2. I- اثر الجهد المائي على مختلف مراحل النمو عند النبات :

حسب (***Andriani et al.(1991***) فان الجهد المائي يمس جميع الأطوار، كما هو الحال عند القمح .إن الإجهاد المائي يؤثر على جميع مراحل النمو من الإنبات إلى الإثمار (من الطور الخضري إلى طور الإنتاج) ***(Hsissou et al.,1994).***

فنوع الاستجابة يتعلق بحدة وكذا مدة الإجهاد طوال الأطوار الثلاثة المحددة خلال الدورة الحيوية عند الحبوب:

- الطور الخضري
- الطور التكاثري
- وطور النضج

### 2. I .1- الطور الخضري :

يبدأ من الإنبات إلى نهاية الاشطاء خلال هذا الطور يؤثر الإجهاد المائي على العديد من الآليات:

- اختزال في عدد الاشطاءات، فحسب (***Gaudilere et al. (1990***) فان الإجهاد المائي يلعب دورا محددا في إيقاف النمو و نقص في عدد الاشطاءات، هذا ما يؤدي إلى نقص في المردود;
- توجيه نمو الساق الرئيسية و الاشطاءات الأولية (***Hadj youcef, 1991***) ,
- اختزال مرتبط بنمو الجذور العرضية نتيجته ارتفاع في حساسية القمح لنقص الماء أثناء مرحلة الملا (***Debaeke et al.,1996***).

### 2.2.I- الطور التكاثري :

يتميز هذا الطور باستطالة سريعة للساق و إنتاج كثيف للمادة الطازجة، هذا النمو يتطلب تغذية مائية عالية،

فتأثير نقص الماء في هذه المرحلة يترتب عنه النتائج التالية:

Ø اختزال المساحة الو رقية ( ***Van Damme, 1991;Tardieu, 1996***) :

نمو الأوراق يكون حساسا جدا ما يؤدي إلى نقص في المساحة الو رقية الذي يكون حسب ما ذكره الباحثان راجع إلى نقص الانقسامات الخلوية ،كما لاحظا:

- نقص في المادة الجافة الكلية.
- اختزال في حجم النبات.
- تأخر في نمو الساق.
- اختزال في عدد السنابل و كذلك عدد الحبات في السنبلة.

يؤدي حدوث عجز مائي في مرحلة الإزهار، اختزال في دورة حياة حبوب الطلع و بذلك نقص عدد الحبات في السنبلة ***(Sullvian ,1972 ;Debaeke et al.,1996)***

هذا ما اكدته نتائج (***Andriani et al. (1991***) على نبات الصويا الذي ذكر أن عدد القرون في الهكتار كذلك عدد الحبات في القرن قد اختزل بسبب نقص الماء.

### ***I. 2. 3- طور النضج :***

نقص الماء بعد الازهار هو الشائع، فبالإضافة له فان ارتفاع درجة الحرارة يؤديان إلى نقص في حجم الحبة، وهذا يرتبط بسرعة و مدة الامتلاء ***( Debaekeet al.,1996).***

حسب ***Sullvian,(1972)*** فان نقص الماء في هذا الطور من حياة نبات القمح يترجم بنقص في وزن 1000حبة. و كذلك الصويا ***(Andriani et al.,1991).***

و لقد لخص ***Austin (1987)***، استجابة الحبوب لنقص الماء في مختلف مراحل النموكما يلي ( ***الجدول I – 1***)

***الجدول I-1 : استجابة الحبوب لنقص الماء في مختلف مراحل النمو .***
***(Austin,1987)***

| ***طور النمو*** | ***تأثير نقص الماء*** | ***النتيجة على المردود*** |
|---|---|---|
| ***الإنبات:*** | ***-اختزال و تأخر الإنبات.*** | ***- اختزال في عدد النباتات في م²*.** |
| ***النبتة:*** | ***- موت الاشطاءات.*** | ***-اختزال الاشطاءات و السنبلات في م²*.** |
| ***اشطاء- بداية الصعود:*** | ***- موت البدائيات الزهرية.***<br>***- اختزال طول الساق.*** | ***- اختزال عدد الحبوب في السنابل.*** |
| ***النضج:*** | ***- شيخوخة الأوراق.*** | ***-اختزال في حجم الحبة و كنتيجة لذلك في وزن 1000 حبة.*** |

## I .3- ميكانيزمات(اليات) التأقلم مع الجفاف :

### I.3. 1- تعريف الجفاف :

يمثل الجفاف مجموعة من الضغوطات الجوية، حيث يكون احد اهم العوامل المحددة للمردود . فهو يؤثر بشكل كبير على إنتاج المناطق الجافة و الشبه الجافة أو ذات الأمطار الغير منتظمة أو ذات درجات حرارية مرتفعة.
فالكثير من الظواهر كالحرارة المرتفعة، نقص الماء، انخفاض الرطوبة في الجو، الملوحة و التداخل فيما بينها يؤدي حتما إلى أنواع من الجفاف، فالتنوع في الجفاف يؤدي إلى العديد من أنواع التأقلم على مستويات مختلفة ( جزيئ، خلوي، عضوي و نباتي) ***(Monneveux et Belhassen, 1996).***

### I.3. 2- تعريف التأقلم :

***Turner (1979)*** عرف التأقلم على انه قدرة النبات على النمو و إعطاء مردود في المناطق التي تعاني من نقص في الماء ..بينما ***Monneveux et Depigny(1995)*** اخذوا في تعريفهم بعين الاعتبار درجة التأقلم و الارتباط بين الإنتاج و كذلك خصائص الجفاف .

إن ميكانيزمات أو آليات التأقلم تضمن للنبات العديد من الاستجابات. فالمقاومة للإجهاد المائي تضمن المحافظة على الوظائف الفيزيولوجية للنبات.

وقد لخص ***Monneveux (1991)*** آليات تأقلم القمح مع الجفاف في:***الجدول I -2*** التالي:

**الجدول I-2 : آليات التأقلم مع الجفاف للقمح (Monneveux,1991 )**

| الآلية | المعايير |
|---|---|
| 1- الهروب من الجفاف | - التبكير |
| 2- تجنب الجفاف: | - طول و كثافة الجذور |
| ا- تحسين امتصاص الماء | - عمق التجذ ر<br>- العلاقة بين الجزء الهوائي و الجزء الأرضي |
| ب- حفظ الفقد المائي | - الالتفاف الورقي<br>- الاستقامة و توجيه الأوراق<br>- اللون الأخضر المزرق للأوراق<br>- المساحة الو رقية |
| ج- المحافظة على الامتلاء | - مقدار فقد الماء<br>- الانغلاق السريع للثغور أثناء الإجهاد |
| 3- تحمل الجفاف: | |
| ا- القدرة على إعادة تحريك و توزيع المدخرات | - طول النبات<br>- طول السفاة<br>- مؤشر المحصول مرتفع |
| ب- القدرة على التعديل الاسموزي الورقي | - تراكم الذائبات<br>- التوازن الغشائي<br>- المقدار النسبي للماء مرتفع<br>- معامل مائي منخفض (ضغط مائي ) |
| ج- المحافظة على نشاط التركيب الضوئي | - محتوى الكلوروفيل ا و ب<br>- مقاومة الأنظمة الضوئية(PSI-PSII) |
| د- فعالية استعمال الماء | - وزن 1000 حبة |

## 1- المعايير الظاهرية للتأقلم:

يطلق عليها اسم مقاييس التبكير، وتعتبر من الخصائص التي تنظم دورة الحياة عند النبات،حيث بواسطتها تتجنب النباتات صدمة الفترات الحرجة خلال تطورها ،وهذا ما عرفه (***Levit t(1972*** بوضع استراتيجية للتهرب في حالة الإجهاد المائي ؛ مستجيبة في مرحلة يكون فيها الضغط الابتدائي (تربة) و النهائي (جو) و المجموعة تربة-نبات-جو مرتفع ويسمح بتجنب انخفاض في الضغط المائي . هذه الاستراتيجية يمكن تحقيقها سواء عن طريق تقنيات الزراعة(اختيار موعد و عمق الزرع) أو عن طريق دراسة وراثية (انتخاب أصناف مبكرة ).

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

إن هذه الاستراتيجية محدودة، إذ أنها قد تعرض النبات إلى الجليد الربيعي، في بداية الصعود و الازهار و أثناء الملء مما يؤدي الى إجهاض الأزهار. كذلك يعرضه إلى إشعاع ضعيف نظرا لقصر فترة النمو ***(Kara, 2001).***

يرى ***Turner (1979)***، ان تحسين المردود في ظروف الجفاف يرجع بالدرجة الأولى إلى التبكير، وهذا الأخير مسؤول عن 40 إلى 60 **%** من التنوع في المردود في ظروف مناخية مثل مناخ البحر الأبيض المتوسط.

أما ***Maurer et Fisher(1978)*** ، اثبتا في دراسة على 53صنف من القمح، شعير و triticale انه في كل يوم تبكير إضافي موجود في نفس الظروف هناك ربح في المردود في ظروف الإجهاد يقدر ب:3قنطار/الهكتار

## 2- المعايير المرفو- فزيولوجية:

تتمثل هذه المعايير في التجنب وهو قدرة النبات على منع تجفيف خلاياه، باستمرار امتصاص الماء الموجود في التربة ***(Kahali, 1992)***

### 2 . 1- الامتصاص الكبير للماء:

يكون بامتصاص الماء طولا و كثافة (***Hasiao, 1974 )***.فالتغذية المائية و المعدنية لا تضمن إلا بالتطور الجيد للنظام الجذري ***(Yekhlef, 2001).***

### 2 . 2 - خفض الفقد المائي:

أشارت عدة أعمال إلى أن التغيرات المورفو فيزيولوجية للأوراق هي السبب في خفض الفقد المائي للنبات واهم هذه التغيرات:

- غلق الثغور.
- خفض الإشعاعات المستقبلة بتكوين لون ازرق مخضر للأوراق.
- الالتفاف الورقي لتجنب فقد الماء حيث أكد ***Bougdnova et Polimbitava (1996 )*** أن الالتفاف الورقي يخفض الفقد المائي ب:34 إلى 63 %.

## 3- المعايير الفيزيولوجية:

إن حياة النباتات في معظم المناطق تتطلب وجود قدرة على تحمل الإجهاد سواء كان مائي، ملحي أو حراري. ويعرف التحمل على انه الفارق في المردود بين شروط ملائمة و ظروف الإجهاد حسب ***Nachite et Ketata, (1991).*** وهو القدرة على خلق النشاط الايضي الملائم رغم انخفاض المعامل المائي، ويكون ذلك بتدخل آليات فيزيولوجية خاصة ***((Turner, 1991;Yekhlef, 2001).***

### 3. 1- الأثر على انتباج الخلايا:

إن دور الانتباج في معظم الإجراءات الفيزيولوجية معروف، فضغط الانتباج يمكن أن يكون احد العوامل للتكيف مع الجفاف. حسب ***DeRaissac (1992)*** الذي يرى أن الانغلاق الثغري الكلي يسبب انتباج الخلايا الحارسة، التي تكون مرتبطة بقدر كبير بانتباج خلايا الأنسجة المحيطة، فالنشاط الضوئي و الكيميائي للكلوروبلاست يكون تقريبا مهملا في هذا المستوى .

يرى ***Hssiao (1973)*** أن تمدد الخلايا مرتبط بالانتباج. حسب العديد من الباحثين فان الانتباج يراقب أيضا امتصاص المركبات الضرورية للنمو و ذلك بتعديل التبادل الغشائي للبوتاسيوم.

أما ***Termaat et al. (1985)*** رأوا بأنه لا توجد علاقة بين الانتباج و النمو أي أن انتباج كلي شرط ضروري و لكنه غير كاف للنمو، لكن عند حدوث نقص مائي فان التغذية المائية للنبات تبقى أول عامل محدد لفقد الانتباج و السبب الرئيسي في تثبيط النمو.

### 3. 2- اثر على التركيب الضوئي:

إن الانغلاق الكلي للثغور يحرض على انقطاع التبادل للغازات بين النبات و الجو و هو العامل المثبط الأساسي في عملية التركيب الضوئي أثناء التعرض للإجهاد المائي.

حسب ***Wosnica (1989)*** فان سرعة التركيب الضوئي تنخفض بسرعة عند القمح أثناء فترات الجفاف. بينما باحثون اخرون بينوا أن انخفاض التركيب الضوئي و التنفس المرتبطين بنقص الضغط المائي للأوراق يرجع بالأساس لانغلاق الثغور. كذلك نقص التركيب الضوئي في ظروف الإجهاد المائي ينتج عنه تحديد في نمو المساحة الو رقية و كذلك الإسراع في شيخوخة الأوراق.

### 3. 3- اثر على التنظيم الثغري:

يمثل النبات الوسيط بين التربة و الجو، أثناء تحويل الماء من الأرض إلى الجو هناك ميكانيزمات لتنظيم تدفق الماء و التقليل من النتح ***(Aussenac et ai.,1979)*** تقوم الثغور بهذا التنظيم الشيء الذي يجعلها تلعب دورا مهما في ظاهرة النتح ***(Maurnat-Avice et al.,1994)***.

و يمثل النتح الثغري 90% من مجموع الماء المفقود إذن فان التنظيم الثغري يعتبر ظاهرة مهمة في التقليل من فقدانه ***(Monneveux, 1991)*** , حيث انه عند بعض النباتات كالسورقوو القطن فالثغور لها القدرة على الانغلاق بسرعة عند بداية الجفاف.

أن العلاقة بين الكثافة الثغرية و المقاومة للجفاف كبيرة ، فعدد الثغور في وحدة مساحة يقدر ب: 100/سم$^2$

عند Sclérophyte و 10 /سم² عند Quercus أما عند النجيليات فالكثافة تصل إلى في 1000/سم² مقسمة على وجهي الورقة ***((Monneveux et Belhassen, 1996)).***

إن تأثير غلق الثغور خلال الإجهاد يعتبر مهما لأنه يشكل حاجزا في سير عملية التركيب الضوئي و لهذا يرى ***Shimishi et al ,.(1982)*** إن الانغلاق يشكل مقاومة في انتقال $CO_2$ هذا ما يخفض النشاط الكيميائي للكلوروبلاست كنقل الالكترونات و الفسفرة الضوئية.

إن التنظيم الثغري خلال الإجهاد يتأثر بعدة عوامل. لاحظ ***Henson et al .،(1989)*** وجود علاقة كبيرة بين انغلاق الثغور و مستوى حمض الابسسيك(ABA) داخل الأوراق . كما ذكر
***Blackman et Davies (1985)*** إن فتح و غلق الثغور مرتبط بالحالة المائية للجهاز الجذري.

## 4- المعايير الو راثية:

يوجد داخل الجنس Triticum و كذلك داخل النوع Triticum durum تنوع مهم.بينت بعض النتائج المتحصل عليها من دراسة القمح بنوعيه الصلب و اللين أن بعض الأنماط الو راثية تتأقلم أكثر من أخرى تحت تأثير العوامل البيئية المحددة مثل الإجهاد المائي المطول. فتنوع الاستجابات الو راثية تجاه التنوع البيئي يستوجب دراسة التداخل (جنس* نوع)، هذا التداخل يعتمد على المادة الو راثية المستعملة و الظروف البيئية للتجربة.***(Ceccarelli, 1989)***. و قسم ***Reitz(1974)*** الأصناف المزروعة إلى 3 مجموعات :

***1-*** الأصناف التي تعطي مردودا عاليا في مختلف الظروف البيئية –**أصناف ذات تأقلم عالي --.**
***2-*** الأصناف التي تضمن إنتاجا عاليا في وجود ظروف بيئية مجهدة –**varietes rustiques-.**
***3-*** الأصناف التي لا تعطي إنتاجا جيدا إلا بتوفر ظروف ملائمة –**أصناف ذات إنتاجية عالية--**

## II- التعديل الاسموزي:

لقد اجمع العديد من الباحثين أن أهم اليات التاقلم هي التعديل الاسموزي، إذ انه يسمح بالحفاظ على امتلاء خلايا النباتات المجهدة ***((Yekhlef et Djekoun, 1997)***، و يكون ذلك بتراكم عدد من المواد المنحلة كالنترات، السكريات، الأحماض الامينية، الأحماض العضوية، أملاح البوتاسيوم

***(Madleine et Turner, 1980; Monneveux et Benlaribi, 1988; Djekoun1994)***

هذه المواد المتراكمة يحث على تركيبها سريعا تحت تأثير الإجهاد ***( (Ledoig et Coudret, 199)***
فمن خلال معرفة العوامل الايضية و المعايير الفيزيولوجية الناتجة عن تأثير الإجهاد المائي نتمكن من استنباط أصناف قمح قادرة على التأقلم أكثر مع المناطق التي تعاني من العجز المائي.

## 1- العوامل التي تسمح بالتنظيم الاسموزي:

إن للتنظيم الاسموزي علاقة كبيرة في الإنتاج الزراعي لان الماء يعتبر عامل محدد للإنتاج خاصة عند الحبوب ***( Akbar et al.,1991)***. ولهذا فان تأقلم الخلايا مع وضع ما مرتبط بظاهرة التنظيم الاسموزي لأنه يعتبر إجراء بيولوجي يحمي العضو من تأثير نقص الماء.

إن استجابة الأنماط الو راثية لنقص الماء مختلفة حسب الأصناف فالتنظيم الاسموزي يعتبر معيار مهم في مقاومة الجفاف. هذا المعيار يسمح بإعطاء أهمية لبعض مظاهر المقاومة و ذلك بتخفيض الضغط المائي و لكن الإبقاء على الضغط الانتباجي و ذلك بتراكم مختلف المواد ذات الدور منظم- اسموزي osmo-regulateur ***(Turner, 1986; Khan, 1993)***

هذه المواد المتراكمة عموما عبارة عن أحماض عضوية (الماليك)، اينوزيتول، ايونات معدنية (+Na، +K، -Cl)، سكريات ذائبة، أحماض امينية ( غليسين بتا بين، برولين ).

### 1. 1- السكريات الذائبة:

يرى ***Ali Dib et al . ،(1992)*** أن تراكم السكريات الذائبة في الأوراق يختلف من نوع إلى آخر و من صنف إلى آخر وذلك حسب درجة التحمل و كذلك حدة الإجهاد.

أما ***Ledoigt et al . , (1992)*** فوجد انه بعد 20 ساعة من الجفاف عند نبات الصويا تزيد كمية السكريات الذائبة إلى 70 % .

حسب ***DeRaissac (1992)*** تراكم السكريات عند القمح لا يأتي الامن التحلل المائي للمدخرات .لهذا فان انخفاض M.Pa/0.1 من الضغط الاسموزي يوافق التحلل المائي ل4 % من المادة الجافة و الاختزال في استعمال السكريات راجع إلى نقص في النمو.

### 1. 2- البرولين:

يعتبرتراكم البر ولين داخل النبات عادة كرد فعل لتأقلمه مع إجهاد معين (الدرجات الحرارية المنخفضة، الملوحة او نقص الماء ) الذي يمكننا معرفته مبكرا خلال دورة النبات ***( Bates et al. ,1973)***

فتواجد هذا الحمض الاميني ذا أهمية كبيرة عند العديد من النباتات خاصة القمح و الشعير،يدل على ان تراكمه مستقل عن طور النمو عند النبات و لكنه مرتبط بالتغذية المائية له. يلعب البرولين دورا ذا أهمية كبيرة على المستوى الخلوي و ذلك في المحافظة على ضغط اسموزي داخلي مرتفع.

## III- عوامل تراكم البرولين:

### 1- تعريف التراكم:

نتكلم عن تراكم مركب ما في الاعضاء النباتية، عندما يرتفع محتوى هذا المركب عن محتواه العادي، أي أن حاصل قيمة المركب في حالة المعاملة على مستواه في حالة الشاهد اكبر من الواحد (قيمة المعامل/ قيمة الشاهد > 1)، وهذا تحت تأثير عدة عوامل.

كمثال:ناخذ تراكم البرولين عند صنف من أصناف القمح الصلب (هذبة 3 ) تحت ظروف السقي المختلفة خلال لسقي العادي، بلغ محتوى البرولين في العينات الشاهدة 2 ميكرو مول / مع من المادة الجافة و بعد 18 يوم من تعريض النبات للجفاف بدا تراكم البرولين الذي بلغ 15 ميكرو مول/مع من المادة الجافة أي ما يعادل 7 أضعاف القيمة الأولية. وبعد 21 يوم من الجفاف الحاد ارتفع محتوى البرولين إلى 40 ميكرو مول / مع من المادة الجافة أي ما يعادل 20 مرة القيمة المسجلة عند الشاهد. وبإعادة السقي ينخفض محتوى البرولين ليستقر عند القيمة الابتدائية المماثلة للحالة لابتدائية .***(Benlaribi et Monneveux, 1988)***

### 2- عوامل التراكم :

### 2. 1- تأثير الحرارة:

#### 2. 1. 1- تاثير درجة الحرارة المرتفعة:

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

#### 2. 1. 2- تاثير البرودة :

يتراكم البرولين الحر في الأوراق و في منطقة الاتصال بين الساق و الجذر بكميات معتبرة و لكن بكميات اقل في جذور البرسيم المعرضة لدرجات الحرارة المنخفضة ( 1.5 ˚م)
***(Paquin, 1977; Paquin et Lechasseur, 1982; Liberte et Paquin ,1984; Paquin, 1986)***

إن درجات الحرارة المنخفضة لا تؤثر على ميتابوليزم البرولين فحسب بل لها تأثير على نقل البرولين إلى الأوعية و السيقان، حيث يخلق البرولين في الأوراق، ثم يوزع إلى بقية أجزاء النبات، فيصل إلى مناطق اتصال الساق بالجذر و إلى الجذور***(Paquin, 1977; Vezina et Paquin, 1982)***
أكد ذلك (***1980***). ***Paquin et Pelletier*** حيث بينا انه أثناء التأقلم الجليدي في الحقل، يتناقص محتوى البرولين الحر في منطقة اتصال الساق بالجذر و في الجذور نتيجة سقوط الأوراق تحت اثر الجليد

### 2. 2 - تأثير الملوحة

أظهرت الأبحاث أن النباتات المحبة للملوحة (halophytes) تستطيع تكوين كميات كبيرة من الحامض الاميني البرولين الذي يتجمع في فجوات و سيتوبلازم الخلايا كما بينه:
**عبد العظيم كاظم (1975).**
في دراسة أخرى لتأثير Na Cl على نشاط (PEPC) الورقي ودوره في تركيب المالات و البرولين عند صنفين من القمح الصلب (***Driouich.; Ouhoussin.; Oussou.et Benguedour, 2001***)

استجابة للإجهاد الملحي يطور النبات ميكانيزمات تأقلمه تسمح له بتعديل ضغطه الاسموزي الداخلي بواسطة الالكتروليتات و المركبات العضوية.فيركب المالات عن طريق PEPC الذي يعتبر احد هذه المركبات العضوية القادرة على تخفيض الضغط الاسموزي للأغشية
( ***Osmond et Popp,1983*** ) .
من المعروف أن تراكم المالات داخل السيتوبلازم يؤدي إلى توازن في دخول و خروج الكاتيونات اللاعضوية خاصة ايونات $K^+$ و $Na^+$. ***(Whithingten et Smith ,1992)***

هناك مركبات أخرى لها دور اسموزي داخل السيتوبلازم في ظروف الإجهاد الملحي حيث لوحظت عند أنواع نباتية أخرى مثل السكريات الذائبة
.***(Ashraf et al.,1991; Elhadad et O´leary, 1994)***

في حين المركبات المرتبطة دائما بمقاومة النبات للملوحة هي جزيئات آزوتية مثل glycine- betaine (***Gerard et al., 1991***) ، الأمينات المتعددة ***(Le Dily et al.,1991)***، والأحماض الامينية ***(Hasson et Poljakoff-Mayber, 1983).***

مثل البرولين ***(El Makkaoui et al.,1994)*** في حين وجدت علاقة كبيرة بين كمية PEPC و تركيب البرولين في وجود الملح ***(Guerrier ,1988)*** من جهة ومن جهة أخرى بين تراكم البرولين الورقي و مقاومة الملوحة ***(Dreier, 1987).***
من نتائج هذه الدراسة نجد أن هناك ارتباط كبير بين نشاط PEPC و تركيب البرولين و المالات الورقي.
نستطيع القول أن PEPCيلعب دورا مهما في تركيب البرولين و المالات وتراكمهما في الأوراق،نستطيع اعتباران هذين المركبين الكيميائيين مؤشرين كيميائيين لدرجة مقاومة الإجهاد وكذلك عوامل للانتخاب المبكر لمقاومة Na Cl عند القمح الصلب.
فحسب ***(Petrusa and Winicov, 1997)*** فقد وجد أن محتوى البرولين ارتفع إلى 10 أضعافه عند تعريض نبات Alfalfa لملح الطعام بتركيز 171 ملي مول لمدة 3 إلى 5 أيام. وكان محتوى التراكم عند المجموع الخضري اكثرسرعة منه عند الجذور.

### 2. 3- تأثير محتوى الماء :

يترجم اثر النقص المائي على مستوى النباتات و بصفة خاصة داخل الأوراق بالزيادة الصافية لتراكيز بعض المواد الازوتية,***(Goas, 1965)*** سكريات ***(Collek, 1973)*** و أحماض عضوية
***(Vieira Da Silva, 1968 )***

كما يتراكم البرولين تحت نقص الماء على الرغم من تناقص محتوى السكريات عند نبات البرسيم ***(Paquin, 1986)***

لاحظ ***Patils et al.,(1984)*** أن جذور الشعير تراكم البرولين بكميات عالية خلال المراحل الأولى من الجفاف ، يكون التراكم في كل من غمد و نصل الورقة . نفس الملاحظة توصل إليها ***Singh et al.,(1973)*** حيث وجدوا أن البرولين يتراكم بصفة خاصة في نصل الورقة و بدرجة اقل عند الجذور و قمة المرستيم .

يرى ***Nakashima et al.,(1998)*** أن البرولين هو المركب الاسموزي الأكثر توزعا أثناء الإجهاد المائي في النباتات . ذكر ***Henchi et al.,(1982);Martinez et al.,(1996*** أن التراكم يكون مرتبط بالتغيرات في المحتوى الضروري المائي ، أي في هذا الأخير يحث على تخليق البرولين عند النباتات التي لها القدرة على تحمل الجفاف
***Ramson et al.,(1988).*** فيبدأ تراكم البرولين في مرحلة معينة و في شدة معينة من الإجهاد المائي عند مختلف النباتات كما لخصه ***Kamli (1990)*** في الجدول التالي

***الجدول I - 3: شدة الجهد المائي اللازمة لتراكم البرولين عند بعض النباتات.***

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

تمكنت ***شايب (1998)*** خلال معايرة كمية البرولين ل: 14 صنف من القمح الصلب في مختلف الأعضاء: حبوب جافة، حبوب أثناء الانتاش، الجذور و الأوراق تحت درجات مختلفة من الإجهاد المائي تمكنت من فرز أولي للأصناف المدروسة إلى ثلاث مجموعات:

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

***3 - تأثير عوامل أخرى:***

### *3. 1- اثر الضغط الاسموزي على تراكم البرولين، اليخضورو ARNm المشفر لإنزيم Glutamine Synthétase (GS)*

حسب ***الطاهري، بلعابد و صادقي (1998)*** أن ارتفاع الضغط الاسموزي بإضافة مادة PEG 6000 إلى محلول السقي أدى عند 3 أصناف من القمح الصلب إلى ارتفاع كمية البرولين في أوراقها بموازاة مع انخفاض في كميتها من اليخضور و نشاط إنزيم GS و ARNm poly(A+) المشفر له. هذه النتائج تظهر أن شبكة الاورنتين هي المفضلة لتكوين البرولين أثناء فترة الضغط الاسموزي.
نظرا لارتفاع قوى الشد (الجذب) المائي داخل التربة خلال الجفاف تؤدي إلى ظهور ضغط اسموزي لكن بدرجات مختلفة عند اغلب النباتات. و المركبات الايضية الداخلة في هذا الضغط مختلفة فهناك تراكم كبير للبوتاسيوم و النترات عند القمح ***(Munns et al.,1979)*** كذلك عند عباد الشمس ***(Jones et al., 1980)***

بين ***Hubac et al.,(1986)*** وجود ارتباط ايجابي بين قدرة القطن على تحمل الجفاف و كمية المالات . المحتوى الورقي من السكروز يساهم في التحكم في الضغط الاسموزي المرتفع و ذلك بالحد من فقد الماء عن طريق النتح عند الصويا ***(Ben sari et al.,1990)***

دراسات حول التعديل الاسموزي بينت أن الأحماض الامينية الحرة تستطيع أن تقوم بهذا الإجراء .
***Jones et al .,(1980 )*** رأوا أن محتوى هذه الأحماض يرتفع عند السورقو ، عباد الشمس في حالة الإجهاد المائي ، من بين هذه الأحماض الامينية المتراكمة البرولين الذي يعتبر من أهمها و أكثرها تراكما خلال الإجهاد المائي و الاسموزي ، فدوره كمنظم اسموزي اثبت من طرف الكثيرمن الباحثين نذكر من بينهم: ***(Stewart et Lee ,1974;Kauss ,1977)***
منذ 1973 ***Singh و*** آخرون استعملوا البرولين كمؤشر تحمل للجفاف عند الشعير . العديد من الناخبين و الفزيولوجيين استخدموا قدرته على التراكم في انتقاء الأصناف المتحملة للإجهاد المائي عند القمح الصلب ***(Benlaribi et Monneveux, 1988)***

***(Bellinger et al., 1989)*** عند الذرى. في الإجهاد الحراري (البرودة)
***(Dorfling et Askman, 1989)***
عند القمح اللين في الإجهاد الحراري ***(Haubac et VieiraDa Silva,1980)***

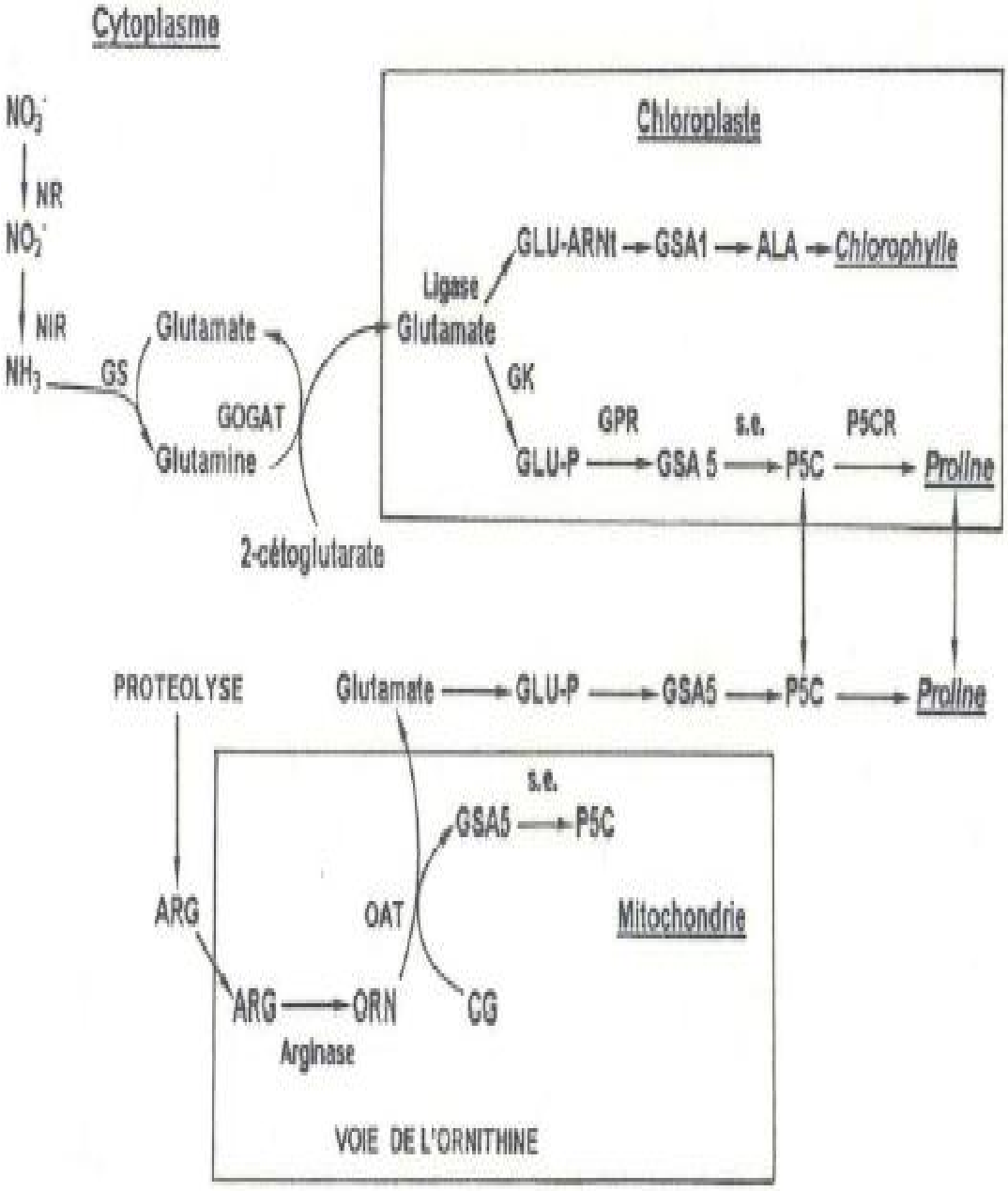
إن تراكم البرولين المحث بواسطة الإجهاد يمكن آن يكون نتيجة ثلاث إجراءات :

- ***تنشيط تركيبه (Morris et al.,1969; Boggess et al., 1976).***
- ***تثبيط أكسدته (Stewart et al .,1977; Rayapati et Stewart, 1991).***
- ***هدم التركيب الحيوي للبروتينات (Stewart et al.,1977)***

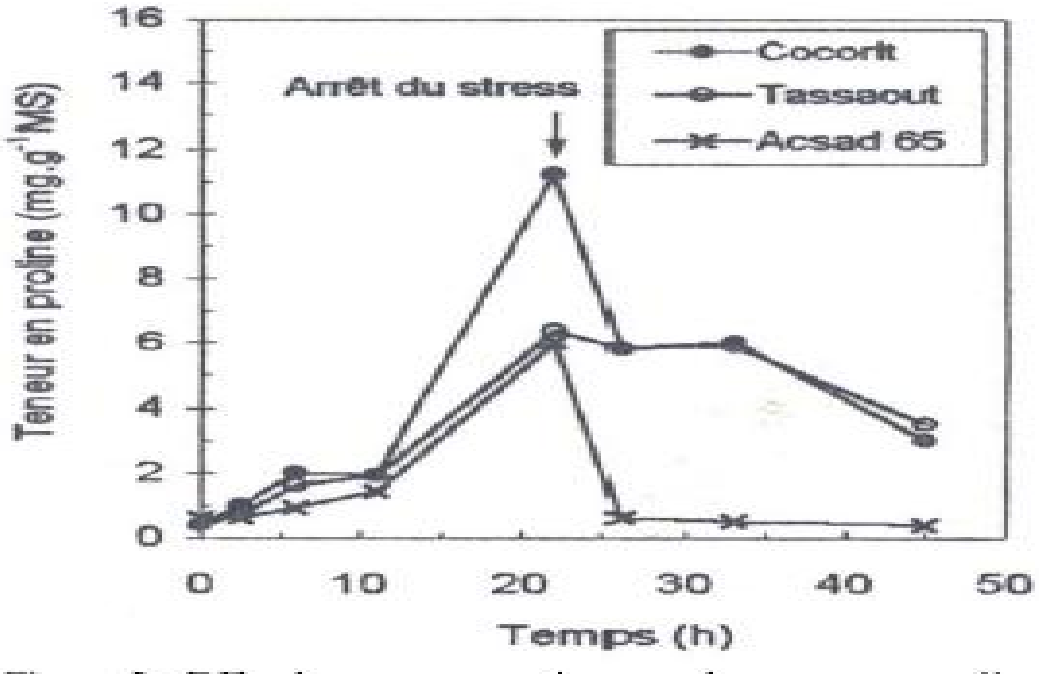
في الدراسة التي قام بها ***الطاهري، بلعابد و صادقي (1998)*** علىثلاث أصناف من القمح الصلب معرضة للإجهاد وجدوا انه بتراكم البرولين يتناقص محتوى كل من الكلوروفيل الكلي ( ا و ب) و كذلك نشاط إنزيم GS حسب الأشكال التالية: الشكل***1-1 زيادة محتوى البرولين مع زيادة عدد ساعات الجفاف .***

الشكل ***1 -2 تناقص محتوى الكلوروفيل بزيادة عدد ساعات الجفاف.***

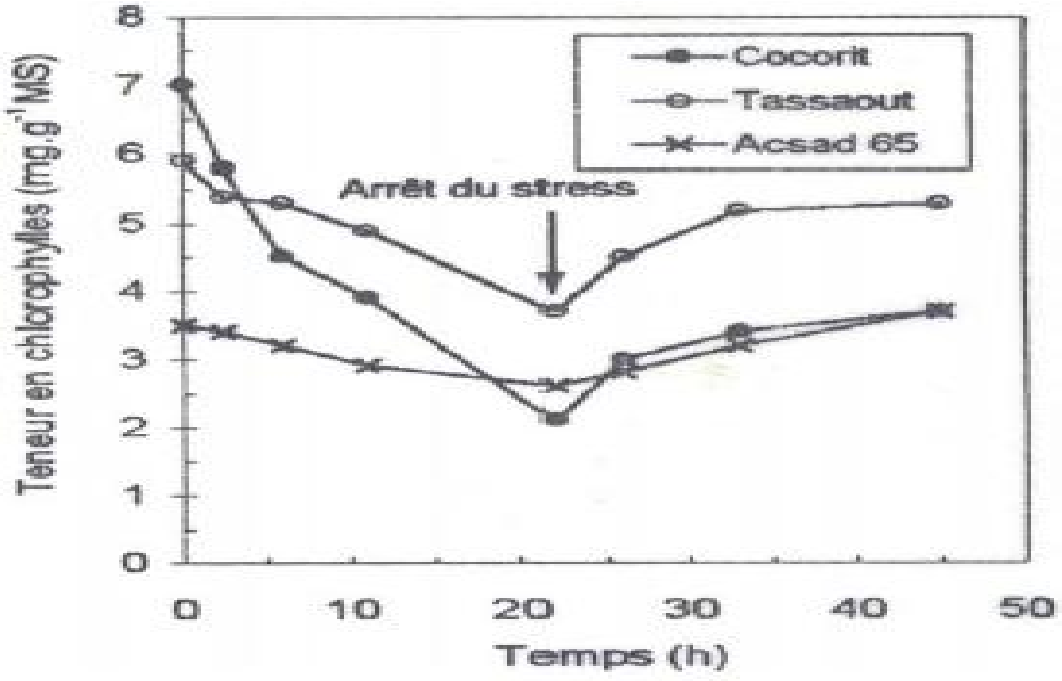
الشكل ***1 -3 تناقص نشاط الانزيم GS مع زيادة عدد ساعات الجفاف.***



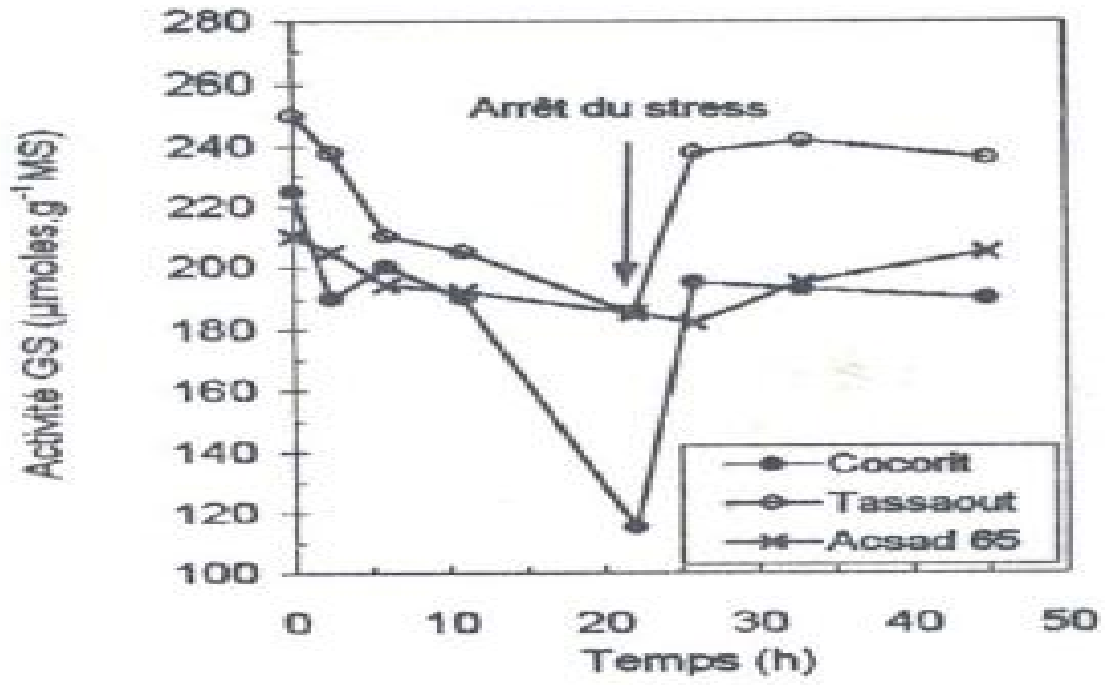

***الشكل( 1) : تخليق البرولين عن طريق شبكة الاورنثين***




**الشكل (1-1) زيادة محتوى البرولين مع زيادة عدد ساعات الجفاف .**




**الشكل (1-2) تناقص محتوى الكلوروفيل بزيادة عدد ساعات الجفاف**




**الشكل (1-3) تناقص نشاط الانزيم (GS) بزيادة عدد ساعات الجفاف**

### *3.2 – العلاقة بين التغذية المعدنية و تراكم البرولين :*

بين ***Salsac et al .,(1991)*** في عذة تجارب اجريت ان امتصاص و تراكم الايونات المعدنية (-No3 و +K ...) و كذلك تركيب الاحماض العضوية تلعب دورا مهما في التعديل الاسموزي الفجوي اما التعديل الاسموزي السيتوبلازمي فهو مرتبط بتراكم البرولين و الذي يمكننا من انتقاء انماط وراثية لها قدرة عالية في التنظيم الاسموزي و ذلك من خلال تركيب الاحماض العضوية و
(PEP carboxylase , PEP carboxykinase) على مستوى الجذور.

### *4 - معدل و مستوى تراكم البرولين:*

وفقا لمختلف التجارب التي أجريت على العديد من النباتات تم تقدير معدل و مستوى تراكم البرولين عند هذه النباتات.

***الجدول I - 4 : معدل تراكم البرولين عند النجيليات و بعض النباتات تحت الظروف الغير ملائمة***

| نوع النبات | الشاهد | المعامل | الوحدة | المرجع |
|---|---|---|---|---|
| القمح اللين صنفين | 0.57 | 143 | µ M.dw-1 | Tyankova, 1967 |
| القمح اللين | 0.40 | 25.70 | Mg.gdw-1 | Palfi et al., 1973 |
| الشعير 12 صنف | 251.00 | 3904 | Mg.gdw-1 | Singh et al., 1973 |
| الشعير | 0.40 | 18.60 | Mg.gdw-1 | Palfi et al., 1974 |
| Secale céréale | 0.40 | 17.90 | Mg.gdw-1 | Palfi et al., 1974 |
| الشوفان | 0.40 | 21.30 | Mg.gdw-1 | Palfi et al., 1974 |
| القطن | - | 86.6 | µmol.g.dw-1 | Michael and Elmore, 1977 |
| الشعير 10 أصناف | 0.32-0.22 | 9.00-24.10 | Mg.gdw-1 | Chu et al., 1978 |
| الطماطم | - | 4.10 -4.50 | µmol.mg.fw-1 | Aloni and Rosenschtein,1984 |
| القمح اللين 20 صنف | - | 150.280 | µg.100g.fw-1 | Monneveux et Nemmar ,1986 |
| القمح الصلب 16 صنف | - | 210.370 | µg.100g.fw-1 | Monneveux et Nemmar ,1986 |
| القمح الصلب صنفين | 2.00 | 45 | µM.g.dw-1 | Benlaribi et Monneveux,1988 |
| القمح الصلب | - | 160 -150 | µmol.mg.dw-1 | Kamli, 1990 |
| الذرى | 1.20 | 1.20 | µmol.g.dw-1 | Navari et al., 1990 |
| عباد الشمس | 2.10 | 3 | µmol.g.dw-1 | Navari et al., 1990 |
| القمح | 0.90 | 47.60 | µmol.g.dw-1 | Naidi et al., 1991 |
| عباد الشمس | 1.30 | 48.90 | µmol.g.dw-1 | Navari et al., 1992 |
| القمح الصلب 4 أصناف | - | 225 | µg.100mg.dw-1 | Ait kaki, 1993 |
| القمح الصلب3 أصناف | 144.3-60 | 225.23 -162.23 | µg.100g.fw-1 | Brinis, 1995 |

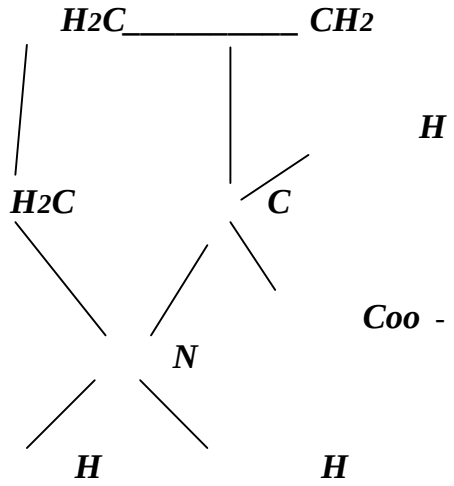
## *IV – تخليق و هدم (تحويل) البرولين :*

### *4. 1- تعريف البرولين :*

البرولين ( ***Acide Pyrroline -2- Carboxylique $C_5H_9O_2N$***) هو احد الأحماض الامينية الأساسية الطبيعية التي تدخل في تكوين البروتينات ( كازيين 11٪ ، الكولاجين 14٪ ) ***(Polonovski ,1987).***
يعتبر من الأحماض الامينية غير القطبية، يحتوي على سلسلة جانبية الفاتية تختلف عن نظيرها في بقية الأحماض الامينية الأخرى. من بين 20 حمض أميني، ينفرد البرولين بصيغة تركيبية فريدة تكون فيها مجموعة $NH_2$ غير حرة أي أن له وظيفة ثانوية وليست أولية و لذلك سمي بالحمض الايميني ; له نواة بيرولية يعطي عند تفاعله مع النينهدرين لون اصفر يتحول عند تسخينه إلىالاحمرالبنفسجي حيث أن هذا التفاعل يستعمل في الكشف عن الأحماض الامينية.

اكتشف البرولين سنة 1900 من طرف ***Wilstetter*** خلال معايرة ornithine وعزل لأول مرة من التحاليل الحمضية للكازيين من طرف ***Fischer*** سنة 1901. البرولين عبارة عن جسم ابيض، كثير الذوبان في الماء و الايثانول حيث تبلغ درجة انحلاله في الماء: 162.3غ/100ملل و هذا تحت درجة: 25 مْ. يؤكسد بسهولة مع النينهدرين. يوجد ابيض البرولين اليساري L-proline
و الهيدروكسي برولين L-hydroxyproline مع الأحماض الامينية الحقيقية الأخرى في العديد من البروتينات.

***الشكل I : الشكل العام للبرولين:***




***الشكل 2 : الشكل العام للبرولين***

### *4. 2- تخليق البرولين :*

أظهرت العديد من التجارب و الدراسات أن البرولين يخلق عن طريق حمض الجلوتاميك و حمض الارنتين

- ***عن طريق حمض الجلوتاميك:***

ينطلق من glutamate -l–Phosphoryle إلى L – glutamyl g – phosphate بواسطة Kinase de glutamyl و بعدها تتحول إلى Glutamate g- semi aldéhyde عن طريق

Déshydrogénase de GSA وأخيرا GSA تتحول إلى D1- Pyrroline -5- carboxylase

- ***عن طريق حمض الاورنتين:***

الاورنتين يتحول إلى GSA عن طريق Ornithine d- aminotransferase و بعدها يواصل نفس الطريق السابق حسب الشكل التالي : ***الشكل 3 : طرق تخليق البرولين حسب (Le prince et al., )***

عند البكتيريا ذكر (***Yoshiba et al.,1995; Lgrashi et al., 1997***) أن مسلك التخليق الحيوي للبرولين وضع بداية عند البكتيريا مثل ( Echerichia coli) من قبل ***Leisinger (1987 )***

***الشكل 4 : مسلك لتخليق البرولين عند البكتيريا حسب ( Leisinger (1987***

البرولين عند البكتيريا يخلق ابتدءا من الجلوتامات و يحفز بواسطة 3 إنزيمات هي:

1- glutamyl kinase
2- Glutamyl phosphate reductase
3- Pyrroline -5-carboxylate reductase

المشفرة بواسطة المورثات: **proline B، proline A، proline C** على الترتيب.
حسب ***Zhang et al. ،(1995 ); Fujita et al.،(1998 ) ; Roosens et al . ,(1999 )*** أشاروا إلى أن إنزيم Glutamyl kinase عند بكتيريا E. coli يثبط عكسيا بواسطة البرولين.
أما عند النباتات الراقية يرى ***Martinez et al . ،(1996)*** إن التخليق الحيوي للبرولين مشابه لمثيله عند البكتيريا حيث مسلك ال GLUTAMATE يستعمل إنزيمين :

1- D-1-Pyrroline Carboxylate Synthétase
2- D-1- Pyrroline -5- Carboxylate Réductase

يؤكد ***Delauney et al . ،(1993)*** أن البرولين عند النباتات الراقية يخلق ابتدءا من glutamate و هو الطريق الأول لتخليقه أثناء الإجهاد : ***الشكل 5***

أما ***Yoshiba et al.، (1995); LagaratchiI et al.،(1997)*** رأوا أن تحفيز المورثة المشفرة لإنزيم P5CS يسبق تراكم البرولين عند نبات Arabidopsis مما يشير إلى الدور المفتاحي لهذه المورثة في التخليق الحيوي للبرولين أثناء الإجهاد المائي ، في حين أن إنزيم P5CR ليس هو الإنزيم المفتاحي في مسلك تخليق البرولين .

لكن بعض الدراسات تشير إلى أن إنزيم P5CR يزيد نسخة استجابة لإجهاد مائي حيث أن المورثة المشفرة لإنزيم P5CRهي تحت مراقبة للإجهاد حسب ما ذكره:

***Delauney et Verma (1990); Nillamson et Slocum (1992); Verbrucggen et al.,(1993)***

حيث يرى ***Fujita et al.,(1998)*** أن تحفيز استنساخ المورثة المشفرة ***لإنزيم P5CS*** ليس مهم لتنظيم التخليق الحيوي للبرولين بواسطة الإجهاد عند نبات الطماطم أما تعبير المورثة المشفرة لإنزيم P5CR تكون منخفضة كثيرا تحت الشروط العادية عند نبات الأرز . أما نبات القمح يشير لنشاط إنزيمي مهم ل P5CR تحت شروط الإجهاد .

أشار ***Fujita(1998)*** أن الإنتاج الزائد لإنزيم P5CR ب 50 مرة عند نباتات التبغ المختلفة بالهندسة الو راثية لا تؤدي لزيادة تراكم البرولين .

دراسات***Stines et al.,(1999 );Roosens et al.,(1999);Verlues et Sharp(1999).*** ركزت على تعبير المورثات المشفرة للإنزيمات المختلفة للبرولين حيث أن نسخ الحمض الاميني الرسول ARNm المشفر للإنزيمين : P5CS, P5CR اللذان يحفزان مسلك التخليق الحيوي للبرولين من glutamate أثناء الإجهاد المائي و الملحي.

بالإضافة إلى مسلك الجلوتامات هناك إمكانية أخرى لتخليقه من N- acétyle- ornithineيشتق من مسلك الجلوتامات الشكل رقم 6 و هذا ما يمكن حدوثه بواسطة طريقتين بنقل احد مجموعتي الأمين :

NH2 - أو NH2 للاورنتين

***(Mesticelli et al., 1977; Adams et Frank ,1980; Thompson, 1980; Csonka et Baich, 1983)***

أما عن أهمية مسلك ال ornithineفي تراكم البرولين أثناء الإجهاد فمازالت موضوع نقاش العديد من الباحثين ***(Kandplal et Rao, 1982; Delauney et al., 1993; Herrieur et al., 1995)***

فحسب ***Verslus et Sharp (1999)*** عدة دراسات أشارت أن مسلك ال ornithine لتخليق البرولين له دور ضئيل أثناء الإجهاد الملحي عند النباتات ***(Delauney et al.,1993). الشكل 6***

نفس الملاحظة عند النباتات البذرية حيث ornithine يمكن أن يكون دليل لقلة تخليق البرولين في بعض الأنسجة ***(Hervieret al.,1995).*** لكن الأبحاث الحالية على نبات Arabidopsis ***(Roosens et ai., 1998; Nakashima et al., 1998)*** أثبتت انه في حالة النباتات الفتية مسلك ornithine بالاشتراك مع glutamate يمكن أن يلعب دور مهم في تراكم البرولين أثناء الإجهاد الاسموزي.

***الشكل رقم 3 : طرق تخليق البرولين حسب***
***(Le prince et al., )***

***الشكل 4 : مسلك التخليق البرولين عند البكتيريا***
***حسب Leisinger (1987 )***

*الشكل*5 : المسلك الرئيسي لتخليق البرولين عند النباتات الراقية

حسب Delauney et Verma(1993)

: ***الشكل 6*** : ***مسالك اخرى لتخليق البرولين عند النباتات الراقية حسب***
***Varma et Delauney (1993 )***

***4. 3- تحويل(هدم) البرلين :***

تبدأ أول خطوة في عملية هدم البرولين بمركب P5C في الغشاء الداخلي للميتوكندريا بواسطة إنزيم Proline oxydaseحيث يحول هذا المركب إلى glutamate عن طريق إنزيم P5C déshydrogénase

***(Kiyosue et al., 1994; Verbruggen et al., 1996)***

أكد الكثيرون أن عزل الجين proline oxydaseيساهم في فهم دور proline déshydrogénaseولكنهم وجدوا صعوبة في عزله في حالة نقية و ذلك لان نشاطه مرتبط بالغشاء الداخلي للميتوكندريا و ما يلاحظ أن هذا الإنزيم يعطي الكترونات تدخل مباشرة في السلسلة التنفسية ***(Forlani et al.,1997)***

إن هدم البرولين يثبط تحت شروط الإجهاد المائي و الملحي
***(Kiyosue et Fujita, 1996; Peng et al., 1996; Verbuggen et al., 1996; Fujita, 1998; Stines, 1999)***

حيث اقر ***Girousse et al.,(1996)*** و ***Nakashima et al.,(1998)*** انه أثناء تعرض نباتات Alfalfa لشروط الإجهاد المائي يتراكم البرولين بشدة لكن بإعادة سقي النباتات تعبير مورثة proDH في الخلايا الوعائية يحول البرولين المتراكم في شروط الإجهاد المائي الىglutamate بواسطة المورثة المشفرة لإنزيم proDH .

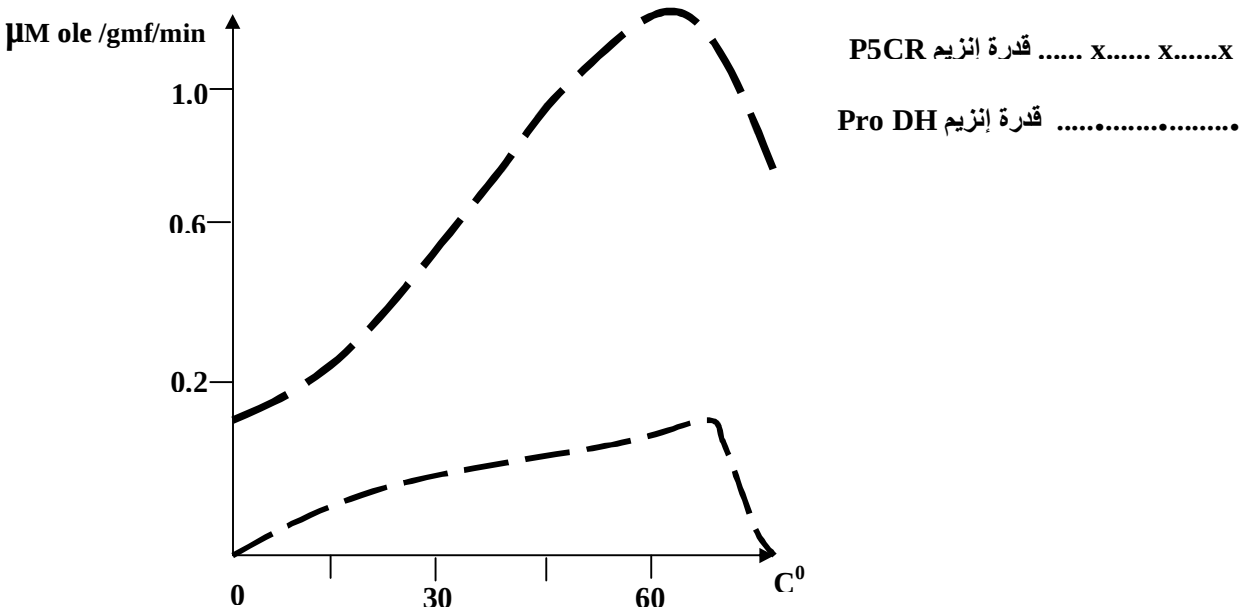
***شكل 7 :  تحول البرولين إلى حمض الجلوتاميك حسب (Lehninger,1987)***

### *1-  التفسير الإنزيمي لتراكم البرولين:*

يتحكم في ايض البرولين إنزيمان هما P5CR و Pro DH ، فالأول يسمح بتخليق البرولين و الثاني بتحويله .

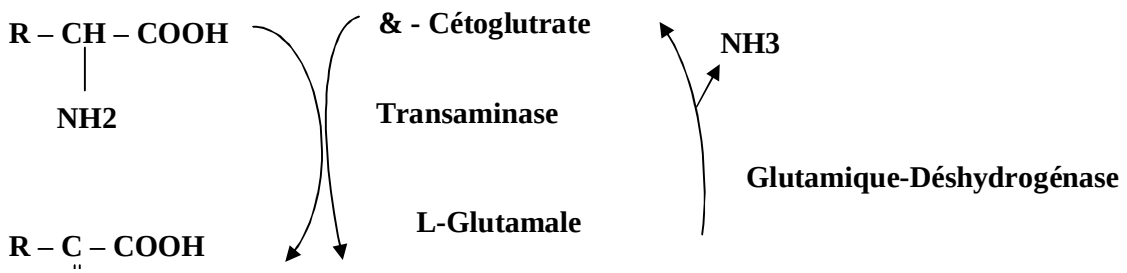
إن القدرة الإنزيمية ل P5CR تكون ضعيفة خلال المراحل المظلمة و في بداية المرحلة المضيئة ، ولكن تكون سريعة خلال المرحلة المضيئة و تزيد لتصل إلى أقصاها حوالي الساعة السادسة بعد بداية الإضاءة ، ثم تتناقص بعد ذلك للحفاظ على مستوى ثابت خلال بقية النهار . في حين أن القدرة الإنزيمية Pro DH تكون ضعيفة سواء خلال المرحلة المضيئة أو المظلمة و هي ثابتة على طول النهار . كما أن نشاط كلا الإنزيمين يعتمد بصفة كبيرة على درجة حرارة وسط التحضين ، فعند 10°م يكون نشاط Pro DH ضعيفا جدا و صعب القياس ، في حين يكون نشاط P5CR جد معتبر ، ومع رفع درجة الحرارة إلى 60°م يرتفع نشاط كلا الإنزيمين ثم بعد هذه الدرجة يتناقص

***(Vansuyt et al.,1979)***




***الشكل 8 : تأثير حرارة وسط التحضين على القدرة الإنزيمية لتخليق البرولين***
***(Vansuyt et al., 1979 )***

حسب ***Argandona et Pahlich(1991)*** يعمل الجفاف على التغيرات في نشاط إنزيم
glutamate Dehydrogénase (GDH) الذي يمون glutamate الميتوكوندريا kutoglutrate لتخليق البرولين و P5CR (يمثل أخر خطوة للتخليق الحيوي للبرولين)
و glucose 6 phosphate dehydrogénase G6PDH الذي يمون NADPH لتخليق البرولين في بشرة أنسجة و أوراق الشعير
يمكن لإنزيم GDH أن يحفز اختزال الجذر الأميني لحمض Ketoglutrate φ أو إزالة الجذر الأميني المؤكسد لحمض Glutamate حسب ما يلي:



ان تكون الزيادة في نشاط P5CR في عقد فول الصويا كاستجابة للجفاف ، لا يبدو ضروريا فينظام تراكم البرولين الا انه يكون جد مرتفع عند العقد المعرضة لنقص الماء عنه عن تلك الغير معرضة للجفاف ***(Khol et al.,1991)***. و اعتمادا على النموذج الحيواني المقدم من طرف ***Phang(1985)*** اقترح ***Khol et al.,(1988)*** . ان النشاط العالي لانزيم P5CR في العقد يمثل وظيفة زيادة الاكسدة العضوية لمسلك البنتوز لانتاج +NADP في حين يعمل نشاط انزيم Pro DH في البكتيريا على التموين الجزئي للطاقة اللازمة لتثبيت النتروجين .

كما ان المستويات العلية لانزيم P5CR لعقد فول الصويا يمكن ان تسبب تراكم البرولين بالرغم من زيادة اكسدة البرولين في العقد المعرضة للجفاف ***(Khol et al.,1991)*** و هذا يتناقض مع الاعمال السابقة ***(Kyosue et al.,1996;Royapti et al., 1991 ; Stewart et al.,1977)*** المتكلمة عن توقف الاكسدة في وجود التراكم و العكس .

## *V- التنوع الحيوي (البيولوجي):*

### *1. 5- تعريف التنوع البيولوجي :*

يعرف ***Meff and Carro*l (*1994*)** التنوع البيولوجي على أنه الاختلاف في الكائنات الحية المقدرة على كل مستويات التنظيم، من الموروثات داخل الأنواع إلى أعلى مستويات التصنيف، وتتضمن اختلاف المساكن والأنظمة البيئية كما هو الشأن بالنسبة للظواهر التي تحدث داخلهم.

أما (***Keyston(1989*** ،***Noss and Cooperviде*r*(1994)*** يقرون أن التنوع البيولوجي هو التنوع في أشكال الحياة ومظاهرها، كما تتضمن تنوع الكائنات الحية، الاختلاف الو راثي بينها، الأنظمة البيئية التي تحدث فيها، والظواهر البيئية والتطورية التي تحافظ على وظائفها، لكن مع استمرار التغيير والتأقلم.

كما يعرف النوع البيولوجي أنه مجموع التجمعات النوعية، أفراد الأنواع والتغير الو راثي داخل الأنواع والظواهر التي بواسطتها تتفاعل هذه المكونات فيها بينها، ولأهداف تصنيفية فإن التنوع البيولوجي يوجد على ثلاثة مستويات

1- تنوع المجتمع ( نظام بيئي)

2-تنوع وراثي

3- تنوعنوعي.

حيث تتغير هذه المستويات مع الزمن وعموما فالتنوع البيولوجي هو مجموع الموارد الحية( جينات، أنواع، أنظمة بيئية) التي هي حصيلة تطور دام ملايير السنين ***( Peter Raven1994 ).***

### 5. 1. 1- التنوع النظامي البيئي :

يتعلق التنوع النظامي البيئي بالاختلافات بين الأنظمة البيئية وتنوع المساكن والظواهر البيئية التي تحدث داخل كل نمط من الأنظمة البيئية ويمكن تقدير التنوع البيئي اعتمادا على وفرة الأنواع، تقسيم الفصائل حسب عمرها، تشكيل المجتمعات البيئية، تغير تركيب الجماعة وبنيتها مع الزمن ***(Noss and Coopervider،1994)***

### 5. 1 . 2- التنوع الوراثي :

يعرف بتنوع المعلومات الو راثية ضمن الأنواع، ويضم التنوع الجيني بين فصائل مختلفة لنفس النوع كالاختلافات المظهرية وقابلية العيش في ظروف صعبة كالصحراء( Moran et Hopper; 1987 ).
وبمعنى آخر يتعلّق التنوع الو راثي بالاختلاف في الصفات الو راثية لأنواع معينة، ويوجد على ثلاثة مستويات:

- اختلاف وراثي داخل فرد واحد؛
- اختلافات وراثية بين أفراد ضمن الفصيلة نفسها؛
- اختلافات وراثية بين الفصائل حسب Meff and Carrol

ويمكن تقدير التنوع الو راثي باستعمال تنوع قاعدة الـ ADN وتقنيات أخرى حيث بالإمكان تجديد التنوع الو راثي باستمرار عند الفصائل التي لها القدرة على التزاوج الجنسي أو أثناء حدوث الطفرات الكروموزمية.

### 5. 1. 3- التنوع النوعي (الأنواع) :

يتعلق بعدد الأصناف المختلفة للأنواع الموجودة ضمن منطقة معطاة
***(Noss and Coopervider 1994***) ومظاهر التنوّع النّوعي يمكن قياسها 4 طرق :

- غنى الأنواع ← يحدّد بعدد الأنواع في مساحة معينة
  ***(Mellourne, 1993; Magunan1988)***
- وفرة الإنتاج ← قياسها يتعلق بعدد الأصناف المختلفة الأنواع الموجودة ضمن منطقة معطاة.
- يحدد العدد النسبي بين الأنواع.
- تصنيف الأنواع بقدر علاقات القرابة الو راثية بين مختلف الأنواع ***( Farth ,1992 )***

ويشكل التنوع النوعي الطريقة الغالبة لحساب التنوع بين الأحياء لأنه الأساس في التطور

## 5. 2- اشكال التنوع البيولوجي :

### 5. 2. 1- التنوع المتعلق بمراحل النمو والمراحل البيئية:

يرى ***Bidault(1971)*** ان عوامل الوسط هي الأساس في التنوع المظهري مثل الشروط المناخية ( شدة الإضاءة، التأقت الضوئي، الحرارة، التأقت الحراري، المغياثية) ، الشروط الترابية (التكوين الفيزيائي والكيميائي للتربة ) وكذلك الشروط الحيوية ( التنافس، السمية.....)
كما أشار ***Luttge (1996)*** أن النباتات تملك نفس المخزون الو راثي سواء في النواة، الميتوكندريا أو البلاستيدات، لكن يمكن أن تكون هذه النباتات مختلفة مظهريا إذا تطوّرت في شروط بيئية مختلفة فيما يتعلق بالعوامل المؤثرة على ظاهرة النمو والأمثلة على التنوع المتعلق بمراحل النمو والعوامل البيئية كثيرة جدا حيث ذكر ***Bidault (1971)*** أن

نبات S.L Spergularia marginatakit يبدي تنوعا مهما في: القطع الزهرية، والنورات التي تعتمد كثيرا على الشكل العام للبذور، القشرة المعطرة، وأهمية جناح البذرة، حيث يرتبط هذا النوع مع التوزيع الجغرافي للتجمعات.

- ***تأثير المغياثية:***

اعتمادا على المغياثية أمكن تقسيم جنس القمح .Triticum sp المزروع في منطقة الحوض المتوسطي الغربي إلى أربع مناطق متميزة ذات تنوع مهم حسب تأقلمها مع زراعة القمح حسب***Baldy , (1993)*** وهي:

1. منطقة كثيرة المغياثية: أكثر من 800 ملم في السنة تميز بزراعة القمح اللين (Triticum aestivum) .
2. منطقة ممطرة: بين 500-750 ملم في السنة القمح الصلب (Triticum dumum) .
3. منطقة محدودة المغياثية: بين 350-500ملم في السنة حيث يعد الشعير (Hordeum vulgaris ) وهو الأكثر تأقلما بالإضافة إلى القمح الصلب.
4. منطقة قليلة المغياثية: أقل من 300ملم في السنة تقل فيها زراعة الحبوب.والأكثر ملاءمة الشعير الربيعي الذي يمتاز بدورة حياة قصيرة. كما أثبت ***Issolah et Abdelguerfi (1989)*** ، في دراسة لهما على 31 تجمعا لنبات Trifolium compestre أن المغياثية لها تأثير معتبر على الأزهار خاصة في بدايتها،حيث تستوطن التجمعات المبكرة في المناطق الأقل سقيا.

- ***تأثير العوامل الترابية:***

وجد ***Kheffache et al.(1992)*** أن نبات munly Hedysarum acugestrum الذي يستوطن الغرب الجزائري ، ويقع بين نطاقين مناخين: شبه جاف وتحت رطب، ويتطور عموما في الأراضي الطينية لكن العينات المأخوذة من النطاقين تختلف عن بعضها بوضوح من حيث قطر القرن، طول الزهرة. يرتبط هذا النوع بخصائص التربة ( مكوناتها) .

- ***تأثير شدة الإضاءة :***

أشار Heller (1989) أن شدة الإضاءة تساهم في إيجاد حالة مهمة تعرف بظاهرة التقزّم( Nanisme ) عند نبات (Lencathemum vulgare ) Marguerite الذي ينمو في الجبال الألبية وتكون هذه الظاهرة مصحوبة بلون غامق للقطع الزهرية في حين نفس النبات الذي ينمو في المناطق المنخفضة يكون أكثر طولا وبألوان فاتحة.
يوضّح ***Boudry (1992)*** أن نبات الشمندر السكري بنوعيه الزراعي والبريّ يبدي أشكالا متنوعة في دورة حياته ( حولية ، ذات حولين، معمرة) ويفسّر هذا بتغيرات وراثية هامة لأجل الارتياح ( Vernalisation)
وتبكير الأزهار(Précocité à la Floraison ) وكذا ليونته في مراحل الدورة النباتية
(Palsticité Phenologique ) هذه الأخيرة تتأثر كثيرا بعوامل الوسط : التواقت ( التأقت) الضوئي والحراري كلما اتجهنا إلى من شمال فرنسا إلى جنوبها.

كما وجد ***Baldy(1993)*** أن القمح الشتوي والمتناوب يكون تأقتهما الضوئي حساسا في حين القمح الربيعي ليس كذلك، حيث تحدد دورة حياة هذا الأخير بواسطة مجموع الحرارة المتراكمة منذ الإنبات ، لهذا القمح المتناوب ( التقليدي) والذي يزرع في الحوض المتوسط الغربي أزهاره متأخرة لتفادي الجليد، أما القمح الربيعي يزهر مبكرا بسبب الارتفاع العشوائي للحرارة شتاءا.

- ***تأثير الحرارة:***

***David et al .(1992)*** أقر فيما يخص ظاهرة التبكير أن تجمعات القمح اللين تبدي تنوعا كبيرا حسب موقعها الجغرافي ففي الجنوب دورة حياة النباتات قصيرة حيث تصل إلى مرحلة النضج مبكرا لتفادي الضمور الحراري (Echaudage) ، أما في الشمال المرحلة الخضرية تكون طويلة جدا ***(Ferchichi,2000)***..

### 5. 2. 2- التنوع المظهري - الوظيفي-

لعل أهم الآليات المظهرية - الوظيفية - للتأقلم مع الجفاف هي اختزال المساحة الو رقية والوظائف المرتبطة بها من هذه الناحية يشير ***Turk et Hall (1980*** أن اختزال المساحة الو رقية أثناء نقص الماء يكون معتبرا ويشكل وسيلة هامة، طوّرت بواسطة النبات بعد اختزال حاجته إلى الماء بالتالي فإن قياس نمو الأوراق
***Culter et al. ( 1980)***. والمادة الجافة الكلية للنبات حسب ***Younis et al. (1963) , Blum(1980)*** يمكن أن تعطي فكرة جيدة عن تحمل الجفاف.

ففي دراسة لـ***Guettouche (1998)*** على 5 أنماط وراثية من القمح الصلب زرعت في 3 مناطق مناخية ( واد السمار، البويرة، المدية) وجد أن الجفاف يطبع تأثيراته على مختلف الخصائص المورفوفيزيولوجية حيث أن إنتاج المادة الجافة، طول الأعضاء النباتية، عدد السيقان المتشكلة في نهاية الإشطاء، المساحة الو رقية كلما تتناقص كلما اتجهنا من واد السمار إلى البويرة فالمدية ( من الشمال إلى الجنوب).
ويعود هذا إلى الخصائص الو راثية لكل صنف وكذا مميزات كل منطقة.
ومن ناحية أخرى يرى عبد المنعم حسن (1995) أن النباتات ذات النمو الجذري الكبير (العميق) والكثير التفرع يساعدها على امتصاص الماء من أعماق التربة مما يؤخر احتمالات جفاف أنسجتها حيث لاحظ
***Monneveux (1992)*** أن بعض أصناف القمح المنتخبة حاليا مثل: Sham 1 و omrabi 5 تبدي زيادة معتبرة في نموها الجذري مقارنة مع الأصناف الأصلية:
Triticum dicoccum, Triticum carthelicum, Triticum polinicum ولقد تبيّن في القمح على وجه التأكيد وجود علاقة كبيرة بين النمو الجذري للنباتات في مراحل نموها الأولى وعند اكتمال نموها ونضجها
***Smith towley et Clark (1974)*** ونتيجة التأثير السلبي لنقص الماء على وظيفة التركيب الضوئي وما ينجم من انخفاض في الضغط الانتباجي للخلايا الثغرية يمكن دراسة تنوع الأصناف النباتية بالنسبة إليه حيث وجد Planchon(1982) أن التركيب الضوئي لصنفين من القمح الصلب المقاومة للجفاف وهي :
Haurani et Baalbeck تكون أقل حساسية لانخفاض المهد المائي الورقي، مقارنة بصنفين آخرين من القمح الصلب الحساسة .Capitole et Jakha
كما تمكن ***Mekliche et al., (1992)*** في دراسة مقارنة بين صنفين من القمح إحداهما لين ،(Therése) والأخرى من القمح الصلب (Ambral ) وذلك استجابة لإجهاد مائي فوجد أن القمح اللين يبدي إختزالا سريعا للإستهلاك المائي ربما نتيجة تنظيم ثغري (Regulation Stomatique) الذي يكون أقل فعالية عند القمح الصلب.

### *5. 2. 3- التنوع الوراثي الخلوي:*

تتعلق خصائص الوراثة الخلوية أساسا بشكل الكروزومات وعددها، هذه الأخيرة التي تعد عاملا للخصائص الوراثية، حيث أشار عدة باحثين لدورها في تحديد مظاهر التطور وبالتالي استعمالها في عدة دراسات كمقياس للتنوع البيولوجي ***Bidault, 1971) (***. كما أشار ***Ferchichi Ouarda, (1992)*** أن التجمعات الطبيعية لنبات Atriplex halimus في تونس تظهر أنماط كرموزومية متنوعة (4n, 3n, 2n) حسب موقعها الجغرافي، ففي الشمال كل الأجيال تكون تركيبتها 2n وكلما اتجهنا نحو الجنوب يزداد العدد الصبغي ليصل الى 4n .
لاحظ ***El bok et al.(2000)*** أن جنسVicia يشغل مساحة مهمة في المناخات الباردة والرطبة ويضم 140 نوع تقريبا وبينت الملاحظة المجهرية لـ20 إلى 30قمة جذرية في كل تجمع أن الكرموزومات تظهر بقوام مختلف وعددها الصبغي يتراوح بين 10n إلى 14n .

كما لاحظ ***Mortreau (2000)*** أن النوعين H.imhucrata , H. appera المنتميات إلى قسم Asperae يبديان تنوعا مهما في عدد كرموزوماتها وهي: 2n=30، 2n=36 ,على التوالي.

**5. 2. 4 - التنوع الكيميو- حيوي:**

تبدي الخلية النباتية تنوعا مهما في محتواها الكيميائي( ماء، سكريات، أحماض دهنية، أملاح أمينية، أنزيمات) أثناء الظروف الطبيعية كذلك يتغير محتواها العضوي عند تعرضها إلى ظروف غير ملائمة: كنقص الماء، ارتفاع أو انخفاض الحرارة، تركيز الأملاح المعدنية.....إلخ.

***- في الظروف الملائمة:***

تحتوي النباتات عموما في كل أجزاءها على عدة مركبات كيميائية وذلك في شروط عادية من رطوبة وضوء وحرارة. وساهم التحليل الكيميائي للأنواع النباتية حسب(***Bidault ( 1971*** في دراسة تنوعها وتصنيفها إلى عدة مجموعات متمايزة. في دراسة لـ(***Gin (1992*** أشار أن جنس Zygophyllum في الصحراء الجزائرية ( شمالها) يكون ممثل بـ7أنواع متشابهة من الناحية الظاهرية، لكن التحليل الكيميائي لمكوناتها الفلافونية كشف عن وجود تعدد في موقعها الجغرافي: مجموعة الغرب( أدرار، بلعباس) ومجموعة الشرق( بسكرة، الواد) ومجموعة شرق وسط (ورقلة) .

أما (***Svestre - Regouzzou (1992*** وجد في دراسة أحد النباتات الطبية الأستوائية وهو جنس Catharanthus الممثل ب7 أنواع والذي يمتاز بمقدرته على تخليق المركبات القلودية. وأن معايرة هذه الأخيرة في الأوراق والجذور بينت أنه لكل نوع طيف كحولي مميز.

***- في ظروف الإجهاد***

تغير الخلية النباتية الحية محتواها من المواد العضوية عند تعرض النباتات للظروف الغير ملائمة كالإجهاد المائي، الحراري والملحي. ويكون ذلك بتراكم بعض المواد العضوية الذائبة مثل : البرولين، الغليسين بيتايين، الكحولات، السكريات التي تعمل كمنظمات أسموزية حسب:

***Hanson et Hity(1982); Monneveux et Nemmar(1986) ; Benlaribi et Monneveux(1988) ; Naidu et al., (1991); Joyce et al .,(1992); Martissey et al., (1996);***
***Bray (1977); Nakashima et al.,(1998).***

ولقد أشار ***Côme (1992)*** لوجود تنوع بيوكيميائي هام جدا عند القمح حيث أن الصنف الشتوي يبدي زيادة كبيرة في الفوسفولبيدات الغير مشبعة أكثر منه في القمح الربيعي الذي يبقى قليل الحساسية للبرد.

كما وجد (***Nemmar(1986*** أن تعريض 36 نوعا من القمح بنوعيه الصلب واللين إلى نقص الماء أظهر تنوعا مهما في محتوى البرولين بين الأنواع وأيضا داخل النوع الواحد خلال دورة حياته الخضرية، وعليه أمكن تقسيم هذه الأصناف الى عدة مجاميع محتملة وأخرى حساسة للإجهاد المائي.

تمكن(***Hong et al. (2000*** من إظهار تنوع حيوي في الظروف الطبيعية وكذا الإجهاد الأسموزي عند ثلاث نباتات من التبغ المختلف ة في الهندسة الو راثية حيث في الحالة العادية نباتات P5CSF 129A تنتج البرولين مرتين أكثر من نباتاتP5CS

ومن جهة أخرى تنتج البرولين أكثر من نباتاتPB1121 بـ5إلى 6 مرات

أما في حالة الإجهاد الملحي فنباتاتP5CSF129A تراكم البرولين مرتين أكثر من نباتات P5CS وأكثر من نباتاتPB1121، وتفسر هذه النتائج بالتغذية الرجعية التي يتعرض لها إنزيمP5CS (الأنزيم المحفز للتخليق الحيوي للبرولين) هذا الأخير الذي يثبط عند زيادة محتوى البرولين بمرتين على الأقل.

جل البحوث المجراة تصب في اتجاه الاختلافات الموجودة داخل الأنواع أو خارجها، هذا ما يمثل التنوع الحيوي المعبر عنه بردود الأفعال بالنسبة للعوامل السائدة في أوساط التجارب.
يختلف هذا التنوع حسب خصائص النباتات حيث نلاحظ اختلاف في الجانب الفيزيولوجي، المورفلوجي و هذا ما يعزز بحثنا الذي حاولنا فيه إيجاد تنوع وراثي بين الأصناف المدروسة.

# الباب الثاني

# طرق و وسائل العمل

## طرق ووسائل العمل:

اخترنا في دراستنا نوعا من الحبوب وهو القمح الصلب و ذلك حسب الأبحاث التابعة للمخبر
وخلال هذه الدراسة قمنا بتجربتين من اجل تتبع رد الفعل لنسب مختلفة من رطوبة التربة و ذلك من خلال تراكم البرولين:

* ***التجربة الأولى*** : تمت تحت بيت بلاستيكي بدائرة تربية النحل (شعاب الرصاص) خلال العام الجامعي 2004/2003 في ظروف تقارب الظروف الطبيعية.

1-**المادة النباتية:**

استعملنا في هده التجربة 25 صنف من القمح الصلب(Triticum durum Desf.)' منها المستوردة ومنها المحلية كما هو مبين في الجدول التالي :

***الجدولII: اسماء الاصناف و اصلها الجغرافي***

| رقم الصنف | اسم الصنف والنموذج | الأصل الجغرافي |
|---|---|---|
| *1* | *بيدي 17* | *الجزائر* |
| *2* | *بوخالفة* | *الجزائر* |
| *3* | *بليوني* | *الجزائر* |
| *4* | *كلاردوك* | *فرنسا* |
| *5* | *جناح الخطايفة* | *تونس* |
| *6* | *قمقوم الرخام* | *الجزائر* |
| *7* | *حمرة* | *الجزائر* |
| *8* | *هذبة 3* | *الجزائر* |
| *9* | *انرات 69* | *تونس* |
| *10* | *محمد بن بشير* | *الجزائر* |
| *11* | *مونبليي* | *فرنسا* |
| *12* | *واد زناتي* | *الجزائر* |
| *13* | *فترون* | *اسبانيا* |
| *14* | *نموذج انرات 3* | *الجزائر* |
| *15* | *نموذج بيدي 4* | *الجزائر* |
| *16* | *نموذج وسط بين هذبة.واد زناتي 6* | *الجزائر* |
| *17* | *نموذج بيدي 6/001* | *الجزائر* |
| *18* | *نموذج انرات 7/001* | *تونس* |
| *19* | *نموذج هذبة 10* | *الجزائر* |
| *20* | *نموذج وسط بين هذبة.كلاردوك* | *الجزائر* |
| *21* | *نموذج محمد بن بشير 21/001* | *الجزائر* |
| *22* | *نموذج بيدي 66/001* | *الجزائر* |
| *23* | *نموذج بيدي 96/001* | *الجزائر* |
| *24* | *نموذج واد زناتي 98/001* | *الجزائر* |
| *25* | *نموذج هذبة 99/001* | *الجزائر* |

2 –**سير التجربة** :

1.2 – تهيئة النبات:

استعملنا في هذه التجربة أصص متوسطة الحجم قطر القاعدة:13 سم، قطر الفوهة:17سم، أما الارتفاع فقدرب:19سم.أوزانها تراوحت بين (199-230)غ.

ملئت هذه الأصص بتربة زراعية متجانسة ذات قوام طيني - سلتي من مشتلة الجامعة-دائرة تربية النحل وكانت كمية التربة 3600غ في كل اصيص.

3- **تحديد السعة الحقلية**:

لتحديد السعة الحقلية شبعنا أربع مكررات من هذه التربة وبعد الترشيح(24 ساعة) جففت حتى ثبوت الوزن في حاضنة تحت 110 درجة مئوية لمدة 24 ساعة و48 ساعة وكانت نتائج كما هي مدونة في الجدولين III 1 و 2:

1- بعد 24 ساعة: الجدول ***III -1***

| | **1** | **2** | **3** | **4** |
|---|---|---|---|---|
| ***وزن التراب المشبع(غ)*** | **400** | **400** | **400** | **400** |
| ***وزن التراب بعد التجفيف(غ)*** | **288.30** | **290.60** | **287.80** | **286.90** |
| ***وزن الماء بالعينة(غ)*** | **111.70** | **109.40** | **112.20** | **113.10** |
| ***السعة الحقلية*** | **38.74** | **37.64** | **38.98** | **39.42** |

تم حساب السعة الحقلية وفقا للمعادلة التالية:

$$\text{س.ح} = \frac{\text{وزن الماء}}{\text{الوزن الجاف للتراب}} \times 100$$

مثلا:288.30غ ← 117.70غ (ماء)

100غ ← س س= 38.74

بنفس الطريقة نحسب السعة الحقلية للعينات المتبقية.

2- بعد 48 ساعة: الجدول : ***III -2***

| ***رقم العينة*** | **1** | **2** | **3** | **4** |
|---|---|---|---|---|
| ***وزن التراب المشبع(غ)*** | **400** | **400** | **400** | **400** |
| ***وزن التراب بعد التجفيف(غ)*** | **284.50** | **291.00** | **288.10** | **290.00** |
| ***وزن الماء بالعينة(غ)*** | **115.50** | **109.00** | **111.90** | **110.00** |
| ***السعة الحقلية*** | **40.59** | **37.45** | **38.84** | **37.93** |

من خلال التجربة(1) و(2) حددنا السعة الحقلية ب:38.5

4- **كثافة الزرع:**

زرعت في كل اصيص 6 حبات على أساس 300حبة/م² حسب الطريقة الفلاحية المتبعة وتم حسابها كمايلي:

قطر فوهة الأصيص:17 سم

نق×3.14=8.5×3.14= 226.86سم²

1 م² ⟵ 300حبة

0.02 سم² ⟵ س س=300×0.02= 6حبات في كل اصيص

تراوح عمق الزرع بين 1.5- 2 سم

5- **السقي:**

تراوحت درجة حرارة البيت البلاستيكي من 24° إلى 40°م نهارا أما ليلا من 10° الى15° مئوية ،أما الرطوبة فتراوحت بين 75- 100%

قمنا بالسقي باستمرار مرتين كل أسبوع في بداية التجربة بمعدل 400 ملل لكل اصيص إلى غاية ظهور الورقة الثالثة من النبات حيث نقوم بالسقي الأخير، والذي قدرت فيه كمية الماء 1294.7ملل لكل اصيص، وتمثل قيمة السعة الحقلية للتربة المستعملة.

6- **تحديد درجات نقص الماء:**

تم تحديد درجات نقص الماء بمتابعة أوزان الأصص الحاملة للنباتات بميزان خاص ذو دقة كافية وذلك للوصول إلى درجات نقص الماء المقابلة ل : 50 %، 37.5 % ،25 % ،12.5 % و6.25 % انطلاقا من السعة الحقلية.

فكانت الأوزان الموافقة لهذه الدرجات مدونة في ***الجداول III 3 ، 4*** بعد الحسابات المطلوبة.

تقييم كمية الماء الموجودة فى الاصيص:

500غ(تربة) ←——— 32.93غ(ماء)

3600غ(تربة) ←——— س=3600×32.93/500= 237.096 غ

-/ وزن التراب الجاف فى الاصيص

3600-237=3363غ

*ايجاد كمية الماء عند مختلف السعات الحقلية:

1/- عند 100 من السعة الحقلية:

100غ ←——— 38.5غ

3363غ ←——— س=3363×38.5/100= 1294.7غ

2/- عند 50 من السعة الحقلية :

1294.7/2=647.35غ

3/- عند 37.5 من السعة الحقلية :

323.67 +161.83=485.5غ

4/- عند 25 من السعة الحقلية :

647.35 /2=323.67غ

5/- عند 12.5 من السعة الحقلية :

323.67/2=161.83غ

6/- عند 6.25 من السعة الحقلية :

161.83/2=80.91غ

***جدول III -3: الاوزان التي يجب الوصول اليها عند 100 ٪ من السعة الحقلية .***

| الوزن الجاف للتربة | وزن الماء | وزن الاصص فارغة | الوزن المطلوب |
|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| 3363غ | 1294.7غ | 195غ | 4852.7غ |
| 3363غ | 1294.7غ | 200غ | 4857.7غ |
| 3363غ | 1294.7غ | 205غ | 4862.7غ |
| 3363غ | 1294.7غ | 210غ | 4867.7غ |
| 3363غ | 1294.7غ | 215غ | 4872.7غ |
| 3363غ | 1294.7غ | 220غ | 4877.7غ |
| 3363غ | 1294.7غ | 225غ | 4882.7غ |
| 3363غ | 1294.7غ | 230غ | 4887.7غ |

***جدول III - 4 الاوزان التي يجب الوصول اليها عند النسب المختلفة من السعة الحقلية***

| 50 ٪ من س.ح | 37.5 ٪ من س.ح | 25 ٪ من س.ح | 12.5 ٪ من س.ح | 6.25 ٪ من س.ح |
|---|---|---|---|---|

| وزن الاصص فارغة | وزن الاصص مملوءة | وزن الاصص فارغة | وزن الاصص مملوءة | وزن الاصص فارغة | وزن الاصص مملوءة | وزن الاصص فارغة | وزن الاصص مملوءة | وزن الاصص فارغة | وزن الاصص مملوءة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 215غ | 4225.35غ | 210غ | 4058.5غ | 215غ | 3901.6غ | 225غ | 3749.8غ | 220غ | 3663.9غ |
| 210غ | 4220.35غ | 215غ | 4063.5غ | 210غ | 3896.6غ | 215غ | 3739.8غ | 220غ | 3663.9غ |
| 210غ | 4220.35غ | 215غ | 4063.5غ | 210غ | 3896.6غ | 220غ | 3744.8غ | 215غ | 3658.9غ |
| 215غ | 4225.35غ | 220غ | 4068.5غ | 215غ | 3901.6غ | 210غ | 3734.8غ | 215غ | 3658.9غ |
| 215غ | 4225.35غ | 215غ | 4063.5غ | 210غ | 3896.6غ | 210غ | 3734.8غ | 220غ | 3663.9غ |
| 225غ | 4235.35غ | 210غ | 4058.5غ | 225غ | 3911.6غ | 220غ | 3744.8غ | 220غ | 3663.9غ |
| 215غ | 4225.35غ | 210غ | 4058.5غ | 210غ | 3896.6غ | 220غ | 3744.8غ | 200غ | 3643.9غ |
| 215غ | 4225.35غ | 215غ | 4063.5غ | 205غ | 3891.6غ | 225غ | 3749.8غ | 210غ | 3653.9غ |
| 220غ | 4230.35غ | 215غ | 4063.5غ | 215غ | 3901.6غ | 215غ | 3739.8غ | 215غ | 3658.9غ |
| 225غ | 4235.35غ | 215غ | 4063.5غ | 205غ | 3891.6غ | 215غ | 3739.8غ | 205غ | 3648.9غ |
| 210غ | 4220.35غ | 215غ | 4063.5غ | 210غ | 3896.6غ | 205غ | 3729.8غ | 220غ | 3663.9غ |
| 215غ | 4225.35غ | 195غ | 4043.5غ | 205غ | 3891.6غ | 215غ | 3739.8غ | 220غ | 3663.9غ |
| 205غ | 4215.34غ | 210غ | 4058.5غ | 215غ | 3901.6غ | 220غ | 3744.8غ | 215غ | 3658.9غ |
| 215غ | 4225.35غ | 205غ | 4053.5غ | 210غ | 3896.6غ | 210غ | 3734.8غ | 215غ | 3658.9غ |
| 220غ | 4230.35غ | 205غ | 4053.5غ | 195غ | 3881.6غ | 210غ | 3734.8غ | 205غ | 3648.9غ |
| 225غ | 4235.35غ | 205غ | 4053.5غ | 210غ | 3896.6غ | 215غ | 3739.8غ | 215غ | 3658.9غ |
| 215غ | 4225.35غ | 220غ | 4068.5غ | 210غ | 3896.6غ | 215غ | 3739.8غ | 215غ | 3658.9غ |
| 220غ | 4230.35غ | 225غ | 4073.5غ | 215غ | 3901.6غ | 220غ | 3744.8غ | 215غ | 3658.9غ |
| 215غ | 4225.35غ | 220غ | 4068.5غ | 210غ | 3896.6غ | 210غ | 3734.8غ | 215غ | 3658.9غ |
| 200غ | 4210.35غ | 220غ | 4068.5غ | 225غ | 3911.6غ | 225غ | 3749.8غ | 230غ | 3673.9غ |

**** التجربة الثانية***:

قمنا بها في جانفي 2005 و تمت داخل غرفة زراعية (للتجارب) بمخابر البحث للبيولوجيا(BIO POLE) حيث تراوحت درجة الحرارة بين 10-24°م

استعملنا خلال هذه التجربة صنفين من القمح الصلب(Triticum durum Desf.): صنف فترون و صنف جناح الخطايفة

قمنا في بداية الامر بحساب السعة الحقلية للتربة المستعملة و تحديد درجات نقص الماء حسب الخطوات التالية :

*- حساب السعة الحقلية : ***الجدول III -5***

| ***المكررات*** | **1** | **2** | **3** | **4** |
|---|---|---|---|---|
| ***وزن البيشر فارغ(غ)*** | **553.75** | **512.35** | **212.20** | **224.13** |
| ***وزن البيشر مملوء بالتربة مشبعة (غ)*** | **997.05** | **992.75** | **665.48** | **674.58** |
| ***وزن البيشر والتربة جافة (غ)*** | **843.53** | **827.81** | **505.66** | **515.63** |
| ***وزن الماء*** | **153.52** | **164.94** | **159.82** | **158.95** |
| ***السعة الحقلية*** | **%52.97** | **%52.28** | **%54.46** | **54.52%** |

مثلا في المكرر 1 من الجدول رقم : 553.75-843.53= 289.78غ

كمية الماء الممتصة من طرف التربة = 153.52غ

289.78 ← %100

153.52 ← س

$$س = \frac{153.52 \times 100}{289.78} = \%52.97$$

فالسعة الحلقية هي معدل الاربع مكررات

$$\frac{54.52+54.46+52.28+52.97}{4} = \%53.55$$

لتحديد كمية الماء في التربة الموجودة في الاصص ، وضعنا 6 عينات في الحاضنة بعد وزنها ثم اعدنا وزنها بعد 48 ساعة و النتائج مدونة في الجدول التالي :

***الجدول III -6***

| ***العينات(المكررات)*** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***وزن البيشر فارغ*** | **550.57** | **579.68** | **51.10** | **49.02** | **44.99** | **45.79** |
| ***وزن البيشر مع التربة خارج الحاضنة*** | **961.76** | **962.50** | **162.84** | **155.48** | **169.91** | **154.36** |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***وزن البيشر مع التربة الجافة في الحاضنةقيمة*** | **927.32** | **935.11** | **147.89** | **153.83** | **159.74** | **145.32** |
| ***وزن الماء*** | **34.44** | **27.39** | **14.95** | **1.65** | **10.17** | **9.04** |

مثال عن الحسابات : وزن التربة الجافة خارج الحاضنة للعينات6 تحصلنا عليها من الفرق بين وزن البيشر مع التربة المجففة خارج الحاضنة و وزن البيشر فارغا على 6 عينات مثلا:

961.76 -550.57=411.19غ

و المجموع نقسمه على 6 : 6/1245.7= 207.62غ
اما وزن التربة الجافة ( خارج و داخل الحاضنة) تحصلنا عليها من الفرق بين وزن التربة الجافة مع البيشر و وزن البيشر و المجموع قسمناه على 6 : 927.32-550.57=376.75غ

و المجموع 6/1148.05=191.34غ

اذن وزن الماء يقدر ب : 207.62-191.34=16.27غ
ملانا الاصص ب 1700غ من التربة ومنه بامكاننا ايجاد كمية الماء في كل اصيص :

***1- حساب كمية الماء الموجودة في الاصص :***

207.61غ ( تربة ) ← 16.62غ (ماء )

1700غ ( تربة ) ← س

$$\text{س} = \frac{16.62 \times 1700}{207.61} = 133.14\text{غ}$$

***وزن التراب الجاف في الاصيص*** :

1700غ – 133.14= 1566.86غ

***2- كمية الماء عند مختلف النسب من السعات الحقلية:***

*** عند 100% من السعة الحقلية :**

100غ ←——— 53.55 غ

1566.86غ ←——— س س= 839.05غ

*** عند 50% من السعة الحقلية :**

419.52= 2 / 839.05غ

*** عند 37.5 % من السعة الحقلية**

314.64 =104.88+209.76غ

*** عند 25 % من السعة الحقلية**

209.76 =2 / 419.52غ

*** عند 12.5 % من السعة الحقلية**

104.88 = 2 / 209.76غ

*** عند 6.25 % من السعة الحقلية**

52.44 =2 / 104.88غ

الاوزان التي يجب الوصول اليها تحت درجات نقص الماء المحددة مدونة في الجداول التالية :**12-7 *III***

***الجدول III -7 : اوزان الاصص فارغة***

| ***المكررات*** | ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** |
|---|---|---|---|---|
| ***1*** | ***102.54*** | ***102.91*** | ***101.92*** | ***102.84*** |
| ***2*** | ***103.16*** | ***102.90*** | ***102.41*** | ***102.50*** |
| ***3*** | ***102.52*** | ***102.89*** | ***102.40*** | ***102.61*** |
| ***4*** | ***102.06*** | ***102.97*** | ***103.19*** | ***102.42*** |
| ***5*** | ***103.44*** | ***102.54*** | ***102.83*** | ***102.82*** |
| ***6*** | ***103.08*** | ***102.24*** | ***102.93*** | ***102.55*** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 7 | 103.03 | 102.85 | 102.92 | 103.00 |
| 8 | 102.33 | 103.17 | 102.91 | 102.55 |
| 9 | 103.01 | 102.63 | 102.54 | 102.46 |
| 10 | 103.03 | 102.65 | 102.57 | 102.37 |
| 11 | 103.08 | 103.09 | 103.33 | 102.95 |
| 12 | 102.91 | 103.04 | 101.81 | 102.51 |
| 13 | 102.70 | 101.98 | 102.87 | 102.82 |
| 14 | 102.71 | 103.00 | 102.76 | 102.31 |
| 15 | 102.28 | 103.02 | 103.61 | 103.37 |
| 16 | 102.69 | 102.86 | 102.02 | 102.44 |

**الجدولIII-8 : الاوزان عند 50% من السعة الحقلية + وزن الاصيص فارغ**

| المكررات | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2088.92 | 2089.29 | 2088.30 | 2089.22 |
| 2 | 2089.54 | 2089.28 | 2088.79 | 2088.88 |
| 3 | 2088.9 | 2089.27 | 2088.78 | 2088.99 |
| 4 | 2088.44 | 2089.35 | 2089.57 | 2088.80 |
| 5 | 2089.82 | 2088.92 | 2089.21 | 2089.63 |
| 6 | 2089.46 | 2089.07 | 2089.76 | 2089.38 |
| 7 | 2089.41 | 2089.23 | 2089.30 | 2089.38 |
| 8 | 2088.71 | 2089.55 | 2089.29 | .2088.93 |
| 9 | 2089.39 | 2089.01 | 2088.92 | 2088.84 |
| 10 | 2089.41 | 2089.03 | 2088.95 | 2089.25 |
| 11 | 2089.46 | 2089.47 | 2089.71 | 2089.33 |
| 12 | 2089.29 | 2089.42 | 2088.19 | 2088.89 |
| 13 | 2089.08 | 2088.36 | 2089.25 | 2089.20 |
| 14 | 2089.09 | 2089.38 | 2089.14 | 2088.69 |
| 15 | 2088.66 | 2089.40 | 2090.44 | 2089.75 |
| 16 | 2089.07 | 2089.24 | 2088.40 | 2088.82 |

**الجدولIII- 9: الاوزان عند 37.5% من السعة الحقلية + وزن الاصيص فارغ**

| المكررات | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1984.04 | 1984.41 | 1983.42 | 1984.34 |
| 2 | 1984.66 | 1984.40 | 1983.91 | 1984 |
| 3 | 1984.02 | 1984.39 | 1983.9 | 1984.11 |
| 4 | 1983.56 | 1984.47 | 1984.69 | 1983.92 |
| 5 | 1984.94 | 1984.04 | 1984.33 | 1984.30 |
| 6 | 1984.58 | 1983.74 | 1984.43 | 1984.05 |

| 1984.50 | 1984.42 | 1984.35 | 1984.53 | 7 |
|---|---|---|---|---|
| 1984.05 | 1984.41 | 1984.67 | 1983.83 | 8 |
| 1983.96 | 1984.04 | 1984.13 | 1984.51 | 9 |
| 1984.37 | 1984.07 | 1984.15 | 1984.53 | 10 |
| 1984.45 | 1984.83 | 1984.59 | 1984.58 | 11 |
| 1984.01 | 1983.31 | 1984.54 | 1984.41 | 12 |
| 1984.32 | 1984.37 | 1983.48 | 1984.20 | 13 |
| 1983.81 | 1984.26 | 1984.50 | 1984.50 | 14 |
| 1984.87 | 1985.11 | 1984.52 | 1983.78 | 15 |
| 1983.94 | 1983.52 | 1984.36 | 1984.19 | 16 |

**الجدولIII- 10 : الاوزان عند 25% من السعة الحقلية + وزن الاصيص فارغ**

| 4 | 3 | 2 | 1 | المكررات |
|---|---|---|---|---|
| 1879.46 | 1878.54 | 1879.53 | 1879.16 | 1 |
| 1879.12 | 1879.03 | 1879.52 | 1879.78 | 2 |
| 1879.23 | 0879.02 | 1879.51 | 1879.14 | 3 |
| 1879.04 | 1879.81 | 1879.59 | 1878.68 | 4 |
| 1879.42 | 1879.45 | 1879.16 | 1880.06 | 5 |
| 1879.17 | 1879.55 | 1878.86 | 1879.70 | 6 |
| 1869.62 | 1879.54 | 1879.47 | 1879.65 | 7 |
| 1879.17 | 1879.53 | 1879.79 | 1878.95 | 8 |
| 1879.08 | 1879.16 | 1879.25 | 1879.63 | 9 |
| 1879.49 | 1879.19 | 1879.27 | 1879.65 | 10 |
| 1879.57 | 1879.95 | 1879.71 | 1879.70 | 11 |
| 1879.13 | 1878.43 | 1879.66 | 1879.53 | 12 |
| 1879.44 | 1879.49 | 1878.60 | 1879.32 | 13 |
| 1878.93 | 1879.38 | 1879.62 | 1879.33 | 14 |
| 1879.99 | 1880.23 | 1879.64 | 1878.9 | 15 |
| 1879.06 | 1878.64 | 1879.48 | 1879.31 | 16 |

**الجدولIII- 11: الاوزان عند12.5% من السعة الحقلية + وزن الاصيص فارغ**

| 4 | 3 | 2 | 1 | المكررات |
|---|---|---|---|---|
| 1774.58 | 1773.66 | 1774.65 | 1774.28 | 1 |
| 1774.24 | 1774.15 | 1774.64 | 1774.90 | 2 |
| 1774.35 | 1774.14 | 1774.63 | 1774.26 | 3 |
| 1774.16 | 1774.93 | 1774.71 | 1773.80 | 4 |
| 1774.54 | 1774.57 | 1774.28 | 1775.18 | 5 |
| 1774.29 | 1774.67 | 1773.98 | 1774.82 | 6 |
| 1774.74 | 1774.66 | 1774.59 | 1774.77 | 7 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 8 | 1774.07 | 1774.91 | 1774.65 | 1774.29 |
| 9 | 1774.76 | 1774.37 | 1774.28 | 1774.20 |
| 10 | 1774.77 | 1774.39 | 1774.31 | 1774.61 |
| 11 | 1774.82 | 1774.83 | 1775.07 | 1774.69 |
| 12 | 1771.65 | 1774.78 | 1773.55 | 1774.25 |
| 13 | 1774.44 | 17732.72 | 1774.61 | 1774.56 |
| 14 | 1774.45 | 1774.74 | 1774.50 | 1774.05 |
| 15 | 1774.02 | 1774.76 | 1775.35 | 1775.11 |
| 16 | 1774.43 | 1774.60 | 1773.76 | 1774.18 |

**الجدول III - 12 : الاوزان عند 6.25% من السعة الحقلية + وزن الاصيص فارغ**

| المكررات | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1721.84 | 1722.21 | 1721.22 | 1722.14 |
| 2 | 1722.46 | 1722.20 | 1721.71 | 1721.80 |
| 3 | 1721.82 | 1722.19 | 1721.70 | 1721.91 |
| 4 | 1721.36 | 1722.27 | 1722.49 | 1721.72 |
| 5 | 1722.74 | 1721.84 | 1722.13 | 1722.12 |
| 6 | 1722.38 | 1721.54 | 1722.23 | 1721.85 |
| 7 | 1722.33 | 1722.15 | 1722.22 | 1722.3 |
| 8 | 1721.63 | 1722.47 | 1722.21 | 1721.85 |
| 9 | 1722.31 | 1721.93 | 1721.84 | 1721.76 |
| 10 | 1722.33 | 1721.95 | 1721.87 | 1721.67 |
| 11 | 1722.38 | 1722.39 | 1722.63 | 1722.25 |
| 12 | 1722.21 | 1722.34 | 1721.11 | 1721.81 |
| 13 | 1722 | 1721.28 | 1722.17 | 1722.12 |
| 14 | 1722.01 | 1722.30 | 1722.06 | 1721.61 |
| 15 | 1721.58 | 1722.32 | 1722.91 | 1722.67 |
| 16 | 1721.99 | 1722.16 | 1721.32 | 1721.74 |

7- **طريقة معايرة البرولين:**

تمت معايرة البرولين في الورقة 3و4 وفقا لطريقة(1955)Troll et Lindsley والمعدلة من طرف Dreier et Goring(1974) تبعا للخطوات التالية

7-1- **عملية الاستخلاص**:

- نأخذ 100ملغ من المادة النباتية
- نضيف 2 ملل من الميثانول بتركيز 40٪

- نسخن الكل في حمام مائي لمدة 60 دقيقة عند 85° م مع إغلاق كاف للأنابيب لمنع عملية التبخر
- نبرد الأنابيب.

7-2- **عملية التلوين**:

-نأخذ 1 ملل من المستخلص
-نضيف 2 ملل من حمض الخل
-نضيف 25 ملغ من النهدرين
- نضيف 1 ملل من الخليط المتكون من:
* 120 ملل ماء مقطر
*300 ملل حمض الخل
*80 ملل حمض الارثوفسفوريك
- نقوم بغلي الخليط لمدة 30 دقيقة نتحصل على محلول ذو لون اصف-برتقالي إلى احمر تدريجيا حسب محتوى البرولين.

7-3- **عملية الفصل**:
- نضيف 5 ملل من التلويين لكل أنبوب، ثم نقوم بعملية الرج فنتحصل على طبقتين.
- نتخلص من الطبقة السفلى و نحتفظ بالعليا.
- نضيف لكل عينة كمية من $Na_2SO_4$ لتجفيف الماء المتبقي بها.
- نقرا الكثافة الضوئية للعينات فى جهاز المطياف الضوئي على طول موجي 528 نانو متر.

8- ***تحديد النتائج***:

لتحديد النتائج قمنا بتجفيف المادة الطازجة المستعملة في التحليل في حاضنة تحت 70°م ثم قمنا بحساب كمية البرولين وفقا للمعادلة التالية و المتحصل عليها من المنحنى القياسي :

***Y=0.62×D.O/M.S.(BENLARIBI,1990)***

***Y*** : محتوى البرولين
***D.O*** : الكثافة الضوئية
***M.S*** : المادة الجافة

نعبر عن محتوى البرولين بالميكرو مول/ملغ من المادة الجافة أي أن كل كثافة ضوئية من المكررات الأربع لكل عينة نباتية حولت بدلالة الوزن الجاف المقابل لها إلى قيمة البرولين

مثال عن طريقة الحساب : المكرر الاول في الملحق ***I – ( 1 و 6 )***

0.012×0.62/0.019=0.391* $10^3$ ملي مول/مغ من المادة الجافة
1 ملي مول ~~$10^3$~~ ميكرو مول

0.391 * $10^3$ ← س س= 0.391 × $10^3$ × $10^3$ = 0.391 ميكرو مو ل / مع من المادة الجافة.

هكذا بالنسبة للمكررات الاربعة والمتوسط هو مجموع المكررات على 4
0.391+0.446+0.400+0.548/4=0.446µ مول / مغ من المادة الجافة.

* طريقة تحضير الميثانول 40٪ المستعمل في استخلاص البرولين :

يتم نحضره من الميثانول 99.7 بكثافة 0.79

99.7 ← 790غ
40 ← س
س= 790×40/99.7
س= 316.95غ

أي 316.95غ تعادل 316.95ملل من الميثانول.في 1 لتر من المحلول نصل إلى :

1000ملل- 316.95 ملل = 683.05 ملل(ماء)

أي:: 1000 ملل ← 683.05ملل(ماء)
100ملل ← ع
ع = 10×683.05/1000

ع= 68.31 ملل

100ملل-68.31ملل=31.7 ملل من الميثانول.

أي ناخذ 31.7 ملل من الميثانول و نضيف له 68.31 ملل من الماء المقطر لكي نحصل على محلول ميثانول 40 ٪

وهي نفس طريقة الحساب للتجربتين .و النتائج مبينة في الجدول : ***I V*** و تفاصيلها مدونة في الملحق و ممثلة في اعمدة تكرارية في الاشكال ***9 ( 1-5)***
بالنسبة للتجربة الاولى .

اما نتائج التجربة الثانية فهي مدونة في الجدول ***V*** والتفاصيل في الملحق ***II 1-27*** مثلت هذه النتائج في منحنيات بيانية تعبر عن حركية تراكم البرولين تحت نقص الماء.في الاشكال ***10 (1- 3 )***

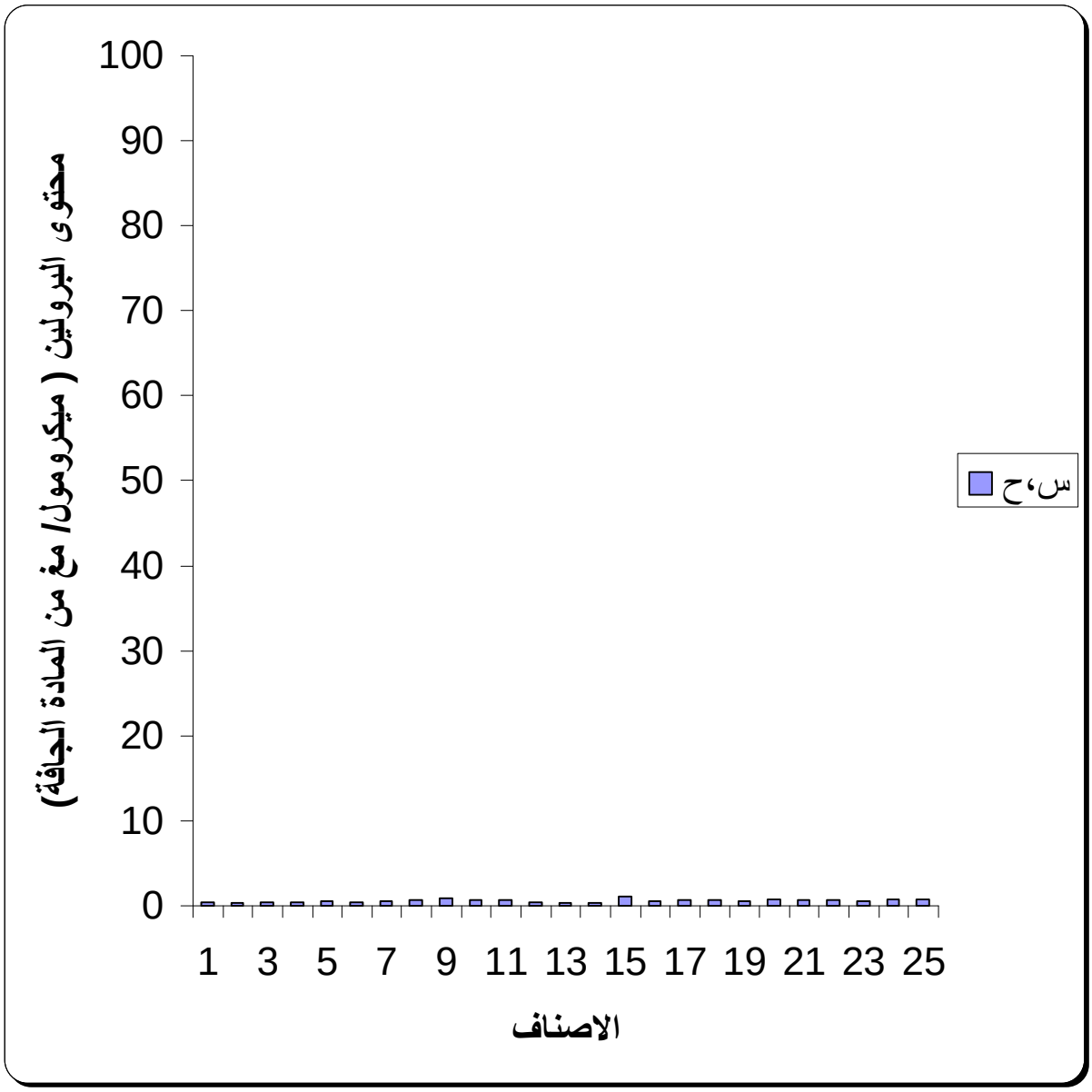
***التجربة الاولى :***
متوسط كمية البرولين المتوصل اليها في مختلف نسب السعة الحقلية المدروسة ملخصة في الجدول ***IV***
و ممثلة في الاشكال 9 (1، 5 ) اضافة الى التفاصيل المدونة في الملحقات***I ( 1-10 )***

***الدراسة الاحصائية:***
لمناقشة النتائج استعملنا الاختبارات الاحصائية التالية :
- تحليل التباين بمعامل واحد (***logiciel Statitcief***)
- مقارنة المتوسطات : اختبار اقل فرق معنوي (***Benferroni (P.P.D.S***

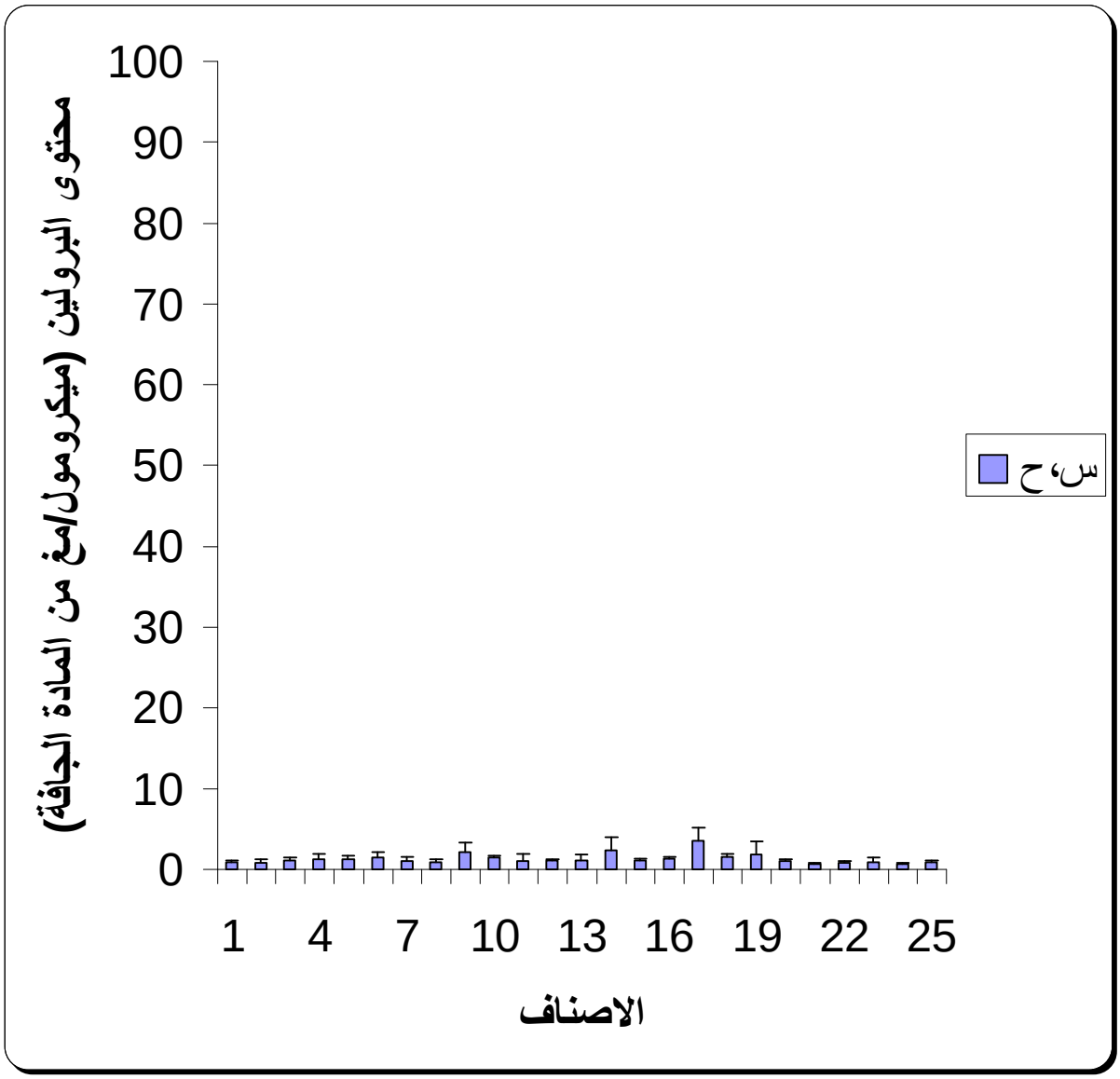
# الباب الثالث

**الجدول IV: النتائج الكلية لمحتوى البرولين (ميكرومول/ملغ من المادة الجافة) لجميع المعاملات في التجربة الاولى.**

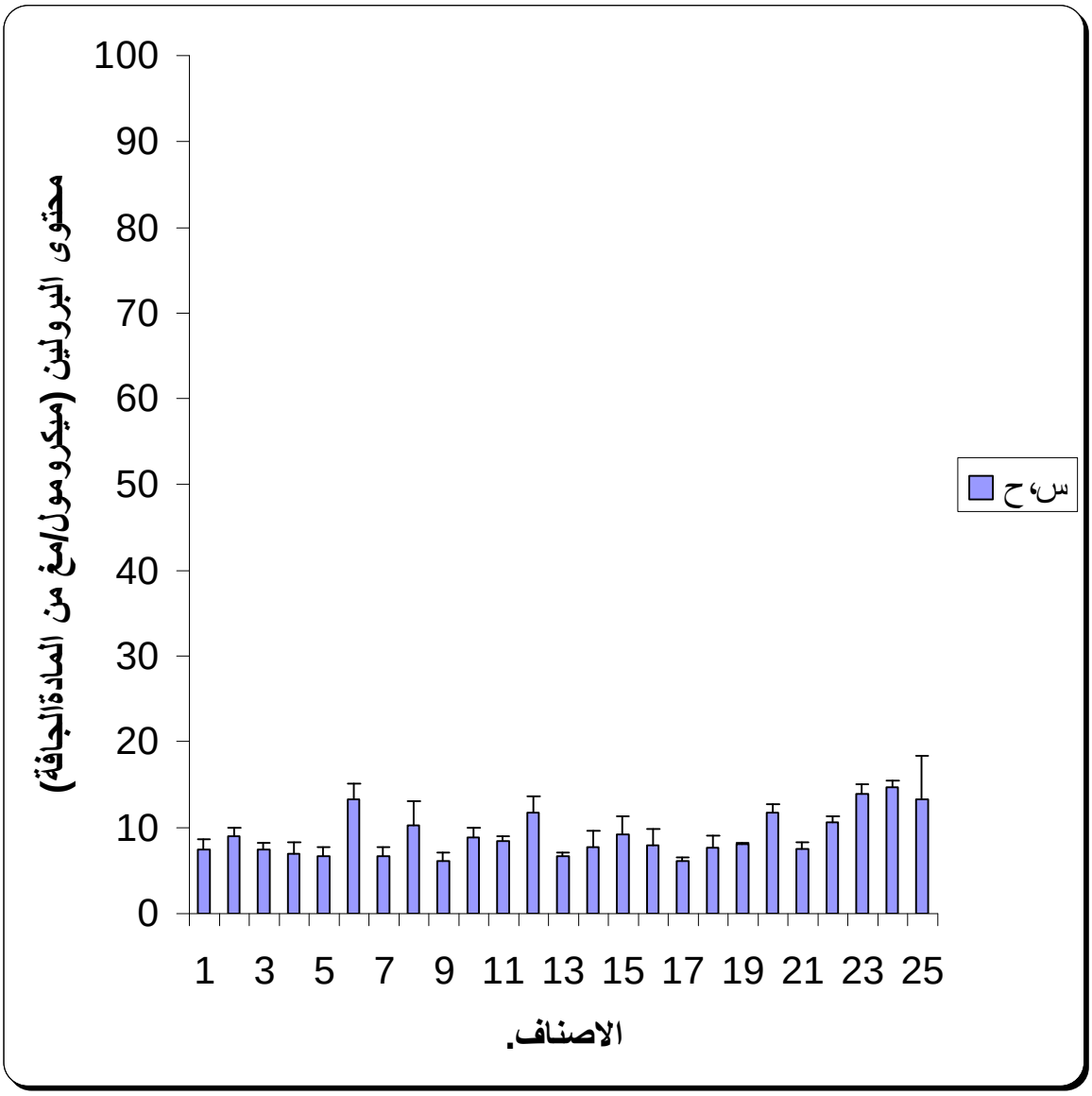
| 50 % س.ح | 37.5 % س.ح | 25 % س.ح | 12.5 % س.ح | 6.25 % س.ح |
|---|---|---|---|---|
| 0.062±0.446 | 0.23±0.936 | 1.211±7.451 | 7.44±24.54 | 4.20±35.48 |
| 0.052±0.363 | 0.52±0.804 | 0.977±8.984 | 1.97±18.50 | 0.73±18.31 |
| 0.055±0.460 | 0.42±1.108 | 0.805±7.384 | 1.19±24.24 | 4.60±29.29 |
| 0.064±0.423 | 0.64±1.272 | 1.337±6.953 | 2.29±14.42 | 1.00±27.75 |
| 0.067±0.535 | 0.52±1.259 | 1.047±6.657 | 0.75±13.64 | 3.80±28.30 |
| 0.017±0.442 | 0.75±1.479 | 1.85±13.284 | 3.68±22.35 | 13.8±57.17 |
| 0.094±0.536 | 0.60±1.039 | 1.093±6.685 | 1.05±21.09 | 1.69±14.67 |
| 0.020±0.597 | 0.27±0.975 | 2.79±10.252 | 1.42±17.33 | 3.98±17.79 |
| 0.090±0.842 | 1.12±2.183 | 1.011±6.121 | 3.10±18.64 | 3.49±19.68 |
| 0.100±0.684 | 0.23±1.478 | 1.041±8.874 | 1.07±14.69 | 0.94±15.1 |
| 0.159±0.655 | 0.90±1.035 | 0.562±8.415 | 2.45±14.98 | 3.37±24.99 |
| 0.092±0.421 | 0.06+±1.188 | 1.840±11.747 | 1.17±19.9 | 5.41±18.65 |
| 0.061±0.351 | 0.61+±1.194 | 0.434+±6.638 | 2.84±29.16 | 19.98±87.55 |
| 0.048±0.335 | 1.65±2.447 | 1.840±7.748 | 0.99±22.14 | 3.27±28.55 |
| 0.088±1.048 | 0.32±1.113 | 2.139±9.16 | 1.12±24.35 | 7.43±68.12 |
| 0.064±0.514 | 0.22±1.349 | 1.811±8.000 | 0.99±20.31 | 10.64±51.42 |
| 0.056±0.612 | 1.55±3.670 | 0.357±6.137 | 1.65±20.96 | 7.13±43.18 |
| 0.074±0.680 | 0.39±1.589 | 1.499±7.615 | 1.47±25.52 | 4.04±51.60 |
| 0.023±0.584 | 1.55±1.869 | 0.119±8.043 | 1.77±14.93 | 1.34±32.71 |
| 0.107±0.704 | 0.23±1.032 | 1.005±11.69 | 2.48±13.64 | 2.06±16.88 |
| 0.097±0.689 | 0.16±0.652 | 0.867±7.492 | 1.48±14.37 | 4.91±30.26 |
| 0.015±0.679 | 0.19±0.855 | 0.718±10.577 | 3.64±21.33 | 11.84±44.82 |
| 0.057±0.488 | 0.56±0.971 | 1.074±13.939 | 2.31±15.96 | 3.60±44.30 |
| 0.034±0.723 | 0.03±0.724 | 0.807±14.742 | 1.18±21.82 | 9.47±62.52 |
| 0.108±0.777 | 0.26±0.906 | 5.061±13.324 | 2.92±22.07 | 14.14±59.30 |



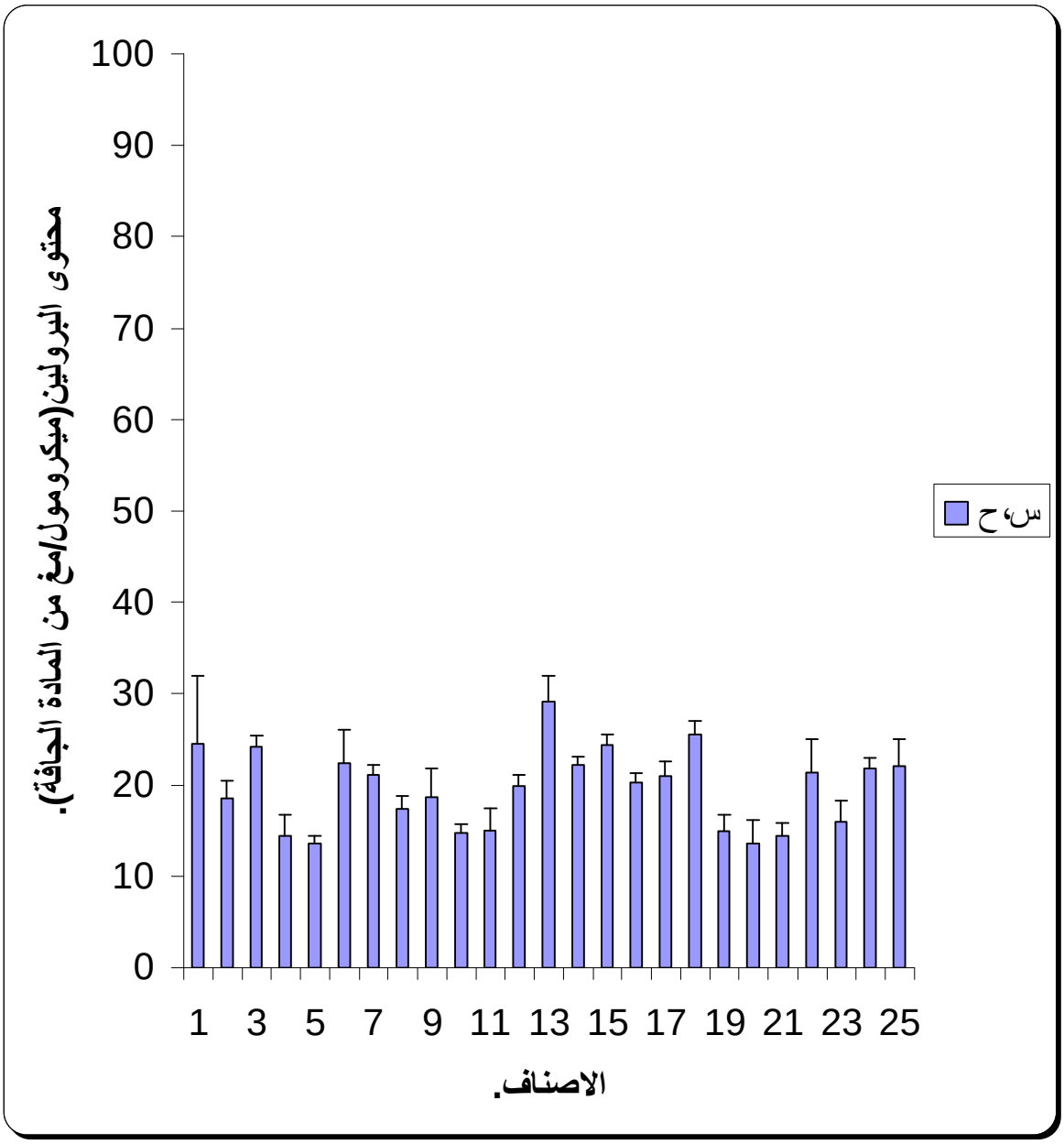

***الشكل9 -1 : محتوى البرولين عند الصف الورقي الثالث و الرابع تحت50% من السعة الحقلية.***



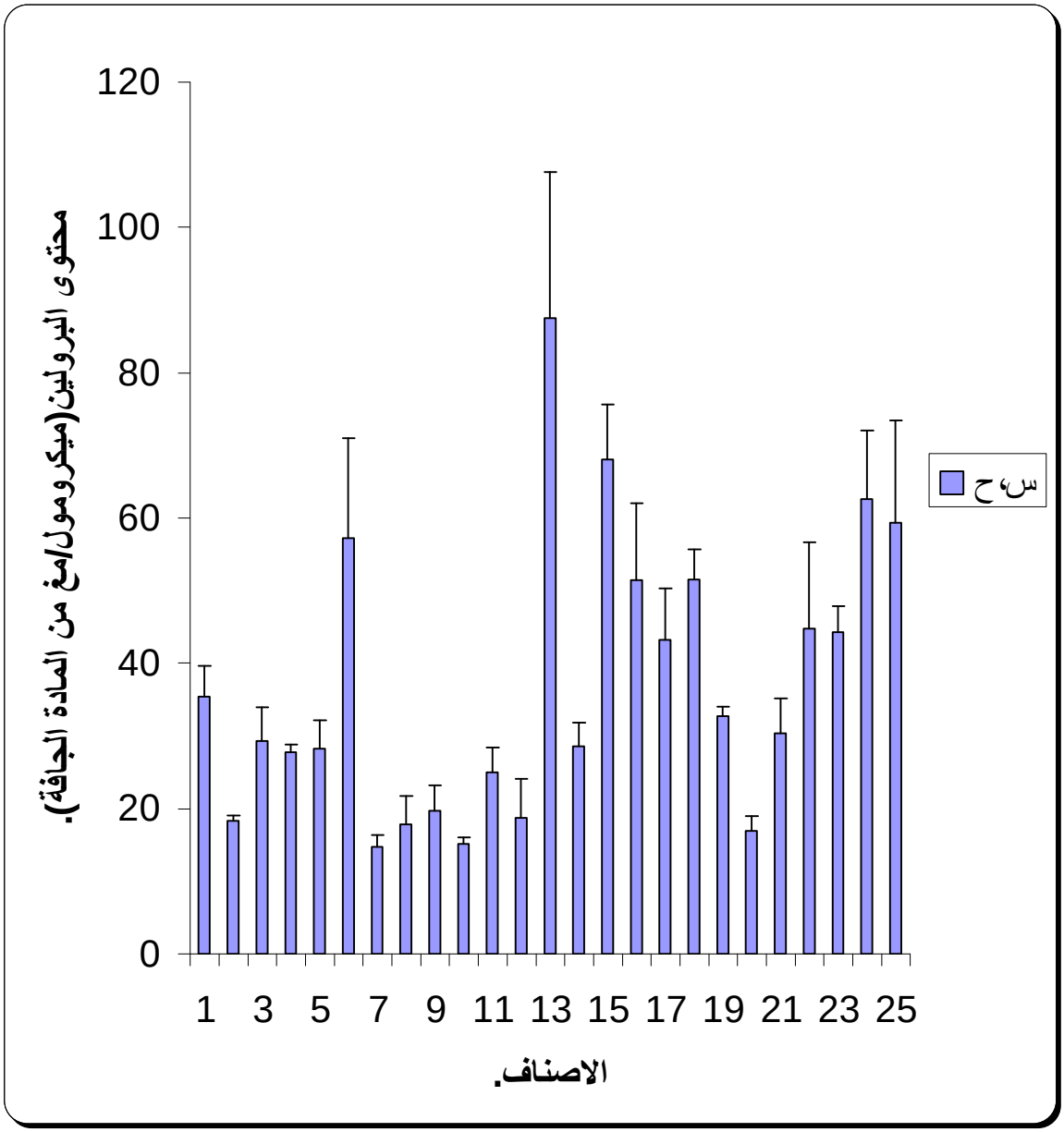

***الشكل9 - 2 : محتوى البرولين عند الصف الورقي الثالث و الرابع تحت 37.5٪ من السعة الحقلية.***




***الشكل9- 3: محتوى البرولين عند الصف الورقي الثالث و الرابع تحت 25٪ من السعة الحقلية***




***الشكل9 - 4 : محتوى البرولين عند الصف الورقي الثالث و الرابع تحت 125 ٪ من السعة الحقلية.***




***الشكل 9 - 5 : محتوى البرولين عند الصف الورقي الثالث و الرابع تحت6.25٪ من السعة الحقلية***

اظهرت نتائج تحليل البرولين في الصف الورقي الثالث و الرابع الناجم عن تعرض اصناف من القمح المدروسة الى نقص تدريجي في الماء ( 50 ٪، 37.5٪ ، 25٪، 12.5٪. 6.25٪ ) الى نتائج متباينة تزداد قيمتها مع زيادة درجة نقص الماء .

فعند نسبة 50 قيم متدنية للبرولين عند جميع الاصناف حيث تراوحت القيمة من 0.351 الى 0.842 µ مول / مغ من المادة الجافة حيث سجات ادنى قيمة عند صنف فترون اما اعلاها فكانت عند صنف انرات .
اما بالنسبة للنماذج فادنى قيمة كانت عند نموذج انرات مشابه لجناح الخطايفة وقدرت ب 0.335µ مول / مغ من المادة الجافة و القيمة العليا سجاناها عند نموذج بيدي 17 وكانت 1.048µ مول / مغ من المادة الجافة . خلال هذه النسبة النبات لم يتاثر بهذا الحد من الرطوبة و بالتالي بقي المحتوى منخفض اين هذه النسبة يمكننا اعتبارها القيمة القاعدية
. هذا ما اشار اليه ***Navari et al. (1990)*** عند نبات الذرى تحت نفس الشروط الخاضع لها نبات عباد الشمس حيث بقي محتوى البرولين منخفضا ، نفس النتيجة توصلت لها ***شايب (1998)*** في دراسة ل 14 صنف من القمح الصلب و كذلك ***مالكي (2002)*** في دراسة ل 28 صنف من القمح الصلب و اللين .

تحت 37.5 ٪ من السعة الحقلية بقي محتوى البرولين قريبا من القيمة القاعدية حيث تراوحت قيمته من 0.804 الى 2.183µ مول / مغ من المادة الجافة عند صنف بوخالفة و صنف انرات على التوالي الا انه ارتفع قليلا مقارنة بنسبته تحت 50٪ من السعة الحقلية فعند النماذج بلغ المحتوى من 0.652 الى 3.670 µ مول / مغ من المادة الجافة عند نموذجي محمد بن بشير (21/001) و نموذج بيدي 17 (6/001) ارتفعت قيمة البرولين ما يقارب 6 مرات القيمة القاعدية وهو ما لاحظه ***Boggess et al. (1976)*** عند بعض اصناف الشعير بعد تعريضها للجفاف قدر ب : 1.5 M Pa . كما وجد ***Amrani(1997)*** ان صنف Ofanta يراكم البرولين بزيادة قدرها 5 مرات مقارنة بالقيمة القاعدية .

انطلاقا من هذه النسبة بامكاننا تقسيم الاصناف المستعملة الى مجموعتين:

***المجموعة 1*** : تضم الاصناف انرات 69، نموذج انرات ، نمذج بيدي 17(6/001) ، نموذج انرات (7/001) ، نموذج هذبة 3 رقم (10)

***المجموعة 2:*** تضم بقية الاصناف .

نستطيع القول ان هناك رد فعل معتبر في تراكم البرولين تحت 25 ٪ من السعة الحقلية حيث ارتفع الى 30 مرة عن القيمة القاعدية وهي تتطابق مع ما توصل اليه
***Khodes et al.,(1986);Handa et al.,(1986)***

اين بلغ تضاعف البرولين في الطماطم الى 30 مرة عن القيمة القاعدية .في هذه النسبة نلاحظ تكون ثلاثة مجموعات :

***المجموعة 1 :*** تضم الاصناف : قمقوم الرخام ، واد زناتي ، نموذج وسط هذبة 3 و كلاردوك ، نموذج بيدي 17 (96/001) ، نموذج واد زناتي (99/001) ، نموذج هذبة 3 (99/001) .

***المجموعة 2:*** تضم الاصناف التالية: نموذج بيدي 17 (66/001) ، نموذج بيدي 17 رقم 4 ، نموذج محمد بن بشير (21/001)، بوخالفة ، هذبة 3

***المجموعة 3:*** تضم بقية الاصناف. اما احصائيا فالمجموعات كانت كماهي مدونة في الجداول ***V 1- 3***

اما احصائيا فان نتائج تحليل التباين بينت وجود فروقات معنوية جدا جدا (Fc >Ft) بين الاصناف و ابرزت مقارنة المعدلات باختبار اقل فرق معنوي PPDS تمايز المجموعات التالية عند مختلف السعات الحقلية :

| الصنف | المتوسط | المجموعات المتجانسة |
|---|---|---|
| نموذج بيدي 4 | 1.05 | A |
| انرات69 | 0.84 | B |
| نموذج هذبة 99/001 | 0.78 | B C |
| نموذج واد زناتي 98/001 | 0.72 | B C D |
| نموذج وسط بين هذبة و كلاردوك | 0.70 | B C D |
| نموذج محمد بن بشير 21/001 | 0.69 | B C D E |

**الجدول *V - 1* : ترتيب الاصناف على اساس قيمة البرولين تحت نسبة 50٪ من السعة الحقلية حسب اختبار P.P.D.S=0.24 بنسبة 5٪**

| | | |
|---|---|---|
| محمد بن بشير | 0.68 | B C D E |
| نموذج انرات 7/001 | 0.68 | B C D E |
| نموذج بيدي 66/001 | 0.68 | B C D E |
| مونبليي | 0.66 | B C D E F |
| نموذج بيدي 6/001 | 0.61 | C D E F G |
| هذبة3 | 0.60 | C D E F G |
| نموذج هذبة 10 | 0.58 | C D E F G |
| حمرة | 0.54 | D E F G H |
| جناح الخطايفة | 0.54 | D E F G H |
| نموذج وسط بين هذبة و واد زناتي | 0.51 | D E F G H |
| نموذج بيدي 96/001 | 0.49 | E F G H |
| بليوني | 0.46 | F G H |
| بيدي 17 | 0.45 | G H |
| قمقوم الرخام | 0.44 | G H |
| كلاردوك | 0.42 | G H |
| واد زناتي | 0.42 | G H |
| بوخالفة | 0.36 | H |
| نموذج انرات | 0.36 | H |
| فترون | 0.35 | H |

**الجدول *V - 2* : ترتيب الاصناف على اساس قيمة البرولين تحت نسبة 37.5٪**
**من السعة الحقلية حسب اختبار P.P.D.S=2.24 بنسبة 5٪**

| الصنف | المتوسط | المجموعات المتجانسة |
|---|---|---|
| نموذج بيدي 7/001 | 3.67 | A |
| نموذج انرات3 | 2.45 | B |
| انرات 69 | 2.18 | B |
| نموذج هذبة | 1.87 | B |
| نموذج انرات 7/001 | 1.59 | B |
| قمقوم الرخام | 1.48 | B |
| محمد بن بشير | 1.48 | B |
| نموذج وسط بين هذبة و واد زناتي | 1.35 | B |
| كلاردوك | 1.27 | B |
| جناح الخطايفة | 1.26 | B |
| فترون | 1.19 | B |
| واد زناتي | 1.19 | B |
| نموذج بيدي 4 | 1.11 | B |
| حمرة | 1.04 | B |
| مونبليي | 1.04 | B |
| بليوني | 1.03 | B |

| | | |
|---|---|---|
| نموذج وسط بين هذبة وكلاردوك | 1.03 | B |
| هذبة 3 | 0.98 | B |
| نموذج بيدي 96/001 | 0.97 | B |
| بيدي 17 | 0.94 | B |
| نموذج هذبة 99/001 | 0.91 | B |
| نموذج بيدي 66/001 | 0.86 | B |
| بوخالفة | 0.80 | B |
| نموذج واد زناتي98/001 | 0.72 | B |
| نموذج محمد بن بشير 21/001 | 0.66 | B |

**جدول *V - 3* : ترتيب الاصناف على اساس قيمة البرولين تحت نسبة 25٪ من السعة الحقلية حسب اختبار =P.P.D.S بنسبة 5 ٪**

| الصنف | النتوسط | المجموعات المتجانسة |
|---|---|---|
| نموذج واد زناتي 98/001 | 14.74 | A |
| نموذج بيدي 96/001 | 13.94 | A B |
| نموذج هذبة 99/001 | 13.32 | A B |
| قمقوم الرخام | 13.29 | A B |
| واد زناتي | 11.75 | A B C |
| نموذج وسط بين هذبة و كلاردوك | 11.69 | A B C |
| نموذج بيدي 66/001 | 10.58 | B C D |
| هذبة3 | 10.25 | B C D |
| نموذج بيدي4 | 9.16 | C D |
| بوخالفة | 8.98 | C D |
| محمد بن بشير | 8.87 | C D |
| مونبليي | 8.42 | C D |
| نموذج هذبة 10 | 8.04 | C D |
| نموذج وسط بين هذبة و واد زناتي 6 | 8.01 | C D |
| نموذج انرات3 | 7.75 | C D |
| نموذج انرات 7/001 | 7.62 | C D |
| نموذج محمد بن بشير | 7.49 | C D |

| | | |
|---|---|---|
| 21/001 | | |
| بيدي 17 | 7.45 | C D |
| بليوني | 7.38 | C D |
| كلاردوك | 6.95 | D |
| حمرة | 6.69 | D |
| جناح الخطايفة | 6.66 | D |
| فترون | 6.64 | D |
| نموذج بيدي 6/001 | 6.14 | D |
| انرات 69 | 6.13 | D |

اما تحت نسبة 12.5 ٪ من السعة الحقلية يمكن القول ان النبات قد راكم البرولين بكميات عالية اكبر من 30 مرة عن القيمة القاعدية و ذلك عند جميع الاصناف حيث زادت ب 30- 85 مرة اكبر من القيمة القاعدية مثل : جناح الخطايفة ، فترون ، بليوني ، قمقوم الرخام . هذا ما يؤكد استجابة النبات لحدة الاجهاد حيث لاحظنا اصفرار الاوراق و كذلك موت بعض النباتات وهي نتيجة متقاربة مع نتائج ***Michel et Elmore(1977)*** و كذلك نتائج ***Girousse et al.,(1996)*** عند نبات Alfalfa المجهدة مائيا .نقسمها الى :

***المجموعة 1:*** تضم الاصناف التالية : بيدي 17 ، بليوني ، فترون ، نموذج بيدي 17 رقم 4 ، نموذج انرات (7/001) ،

***المجموعة 2 :*** تضم قمقوم الرخام ، حمرة ، نموذج انرات رقم 3، نموذج بيدي 17 (001/ 66)، نموذج واد زناتي (001/ 98) ، نموذج هذبة 3 (001/ 99)

***المجموعة 3 :*** تضم كل من : بوخالفة ، هذبة 3 ، انرات 69 ، مونبليي ، نموذج بين هذبة 3 و واد زنات رقم 6 ، نموذج بيدي 17 (001/ 6)

***المجموعة 4 :*** تضم بقية الاصنا ف

لقد قدرت اعلى كمية للبرولين ب :87.55µ مول / مغ من المادة الجافة اي اقصى مستوى جفاف تحت 6.25٪ من السعة الحقلية عند صنف فترون و التي تمثل 250 مرة القيمة القاعدية ، فنتائجنا تؤكد ما توصلت اليه ***شايب (1998)*** عند نفس الصنف .كذلك ***Mannus et al.,(1979*** حيث تجاوزت القيمة 195 مرة عند اوراق و قمة نبات القمح اللين عند اجهاد بلغ
M Pa 3.9
عند هذه النسبة نجد المجموعات التالية :

***المجموعة1 :*** تضم الاصناف : بوخالفة ، حمرة ، هذبة 3 ، انرات 69 ، محمد بن بشير ، واد زناتي ، نموذج بين هذبة 3 و كلاردوك رقم 16.

***المجموعة 2:*** تضم : بليوني ، كلاردوك ، جناح الخطايفة ، مونبليي ، نموذج انرات رقم3 ، نموذج هذبة 3 رقم 10 ، نموذج محمد بن بشير (001/ 21

***المجموعة3:*** تضم: بيدي 17 ، نموذج بيدي 17 (001/ 6) ، نموذج بيدي 17 (66/001) ، نموذج بيدي 17 (6/001) .

***المجموعة4:*** تضم كلا من قمقوم الرخام، نموذج بيدي 17 رقم 4 ، نموذج بين هذبة 3 و واد زناتي رقم 6 ، نموذج انرات 69 (7/001) ، نموذج واد زناتي (98/001) ، نموذج هذبة 3 (99/001)

اما احصائيا فالمجموعات كانت مقسمة كالتالي : الجدولين ***V 4 - 5***

**جدول *V – 4 :* ترتيب الاصناف على اساس البرولين تحت نسبة 12.5 ٪ من *السعة الحقلية حسب اختبار P.P.D.S=6.67 بنسبة 5 ٪***

| الصنف | المتوسط | المجموعات المتجانسة |
|---|---|---|
| فترون | 29.17 | A |
| نموذج انرات 7/001 | 25.53 | B |
| نموذج وسط بين هذبة واد زناتي 6 | 24.35 | BC |
| بليوني | 24.24 | BC |
| قمقوم الرخام | 22.36 | BCD |
| نموذج انرات3 | 22.14 | BCD |
| نموذج هذبة 99/001 | 22.08 | BCD |
| نموذج واد زناتي 98/001 | 21.83 | BCD |
| نموذج بيدي 66/001 | 21.33 | BCDE |
| حمرة | 21.09 | BCDE |
| نموذج بيدي 6/001 | 20.96 | BCDE |
| نموذج بيدي 4 | 20.32 | BCDEF |
| واد زناتي | 19.90 | BCDEF |
| بيدي 17 | 19.54 | BCDEFG |
| انرات 69 | 18.65 | CDEFG |
| بوخالفة | 18.50 | CDEFG |
| هذبة3 | 17.33 | DEFG |
| نموذج بيدي 96/001 | 15.97 | EFG |
| جناح الخطايفة | 15.90 | EFG |

| | | |
|---|---|---|
| مونبليي | 14.98 | FG |
| نموذج هذبة10 | 14.93 | FG |
| محمد بن بشير | 14.70 | FG |
| كلاردوك | 14.43 | FG |
| نموذج محمد بن بشير 21/001 | 14.38 | FG |
| نموذج وسط هذبة كلاردوك | 13.64 | G |

***جدول V – 5: ترتيب الاصناف على اساس قيمة البرولين تحت نسبة 6.25٪ من السعة الحقلية حسب اختبار P.P.D.S=23.54 بنسبة 5 ٪***

| الصنف | المتوسط | المجموعات المتجانسة |
|---|---|---|
| فترون | 87.40 | A |
| نموذج بيدي 4 | 68.12 | B |
| نموذج واد زناتي 98/001 | 62.53 | BC |
| نموذج هذبة 99/001 | 59.31 | BCD |
| قمقوم الرخام | 57.18 | BCD |
| نموذج انرات 7/001 | 51.61 | BCDE |
| نموذج وسط هذبة واد زناتي 6 | 51.43 | BCDE |
| نموذج بيدي 66/001 | 44.83 | CDEF |
| نموذج بيدي 96/001 | 44.30 | CDEF |
| نموذج بيدي 6/001 | 43.18 | DEF |
| بيدي 17 | 35.49 | EFG |
| نموذج هذبة 10 | 32.72 | FG |
| نموذج محمد بن بشير 21/001 | 30.26 | FG |
| بليوني | 29.29 | FG |
| نموذج انرات 3 | 28.56 | FG |
| جناح الخطايفة | 28.16 | FG |
| كلاردوك | 27.75 | FG |
| مونبليي | 24.99 | FG |
| انرات69 | 19.68 | G |
| واد زناتي | 18.66 | G |
| بوخالفة | 18.31 | G |

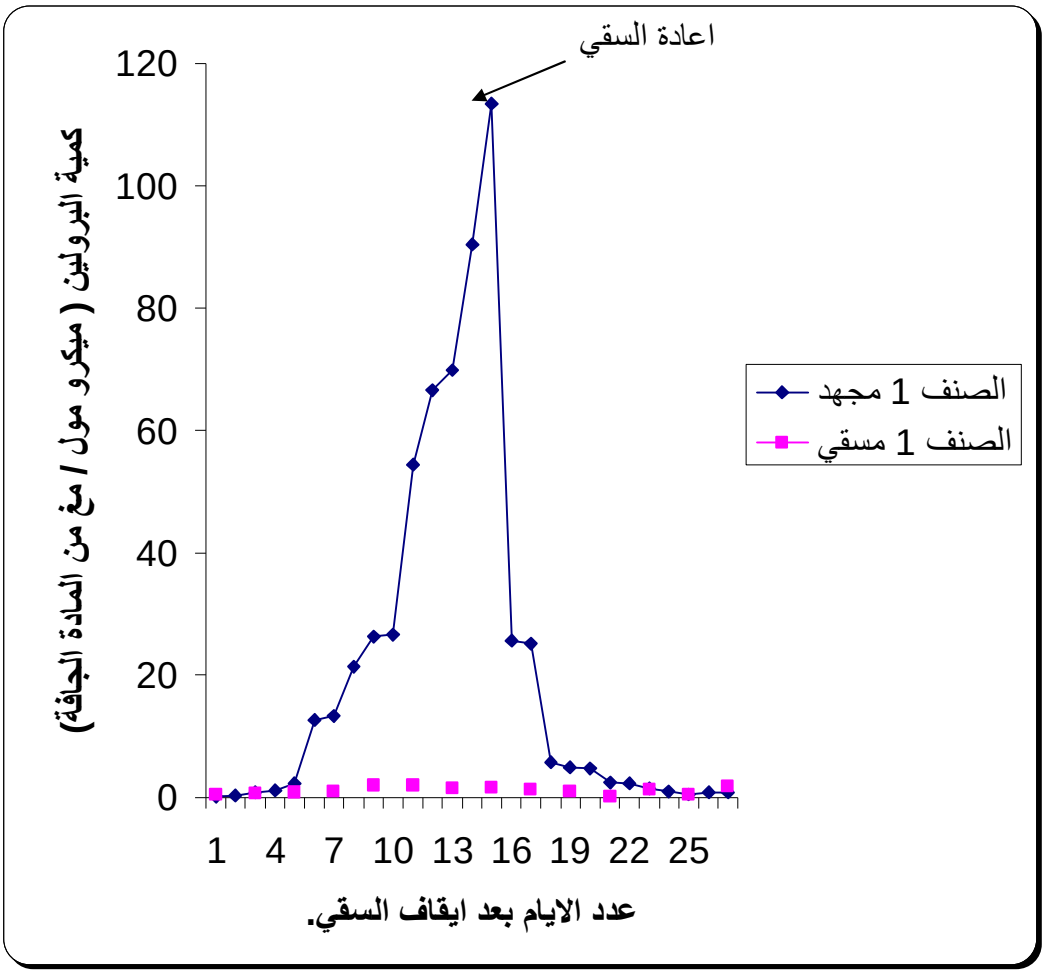
| | | |
|---|---|---|
| هذبة 3 | 17.79 | G |
| نموذج وسط هذبة كلاردوك16 | 16.88 | G |
| محمد بن بشير | 15.10 | G |
| حمرة | 14.67 | G |

***التجربة الثانية :***

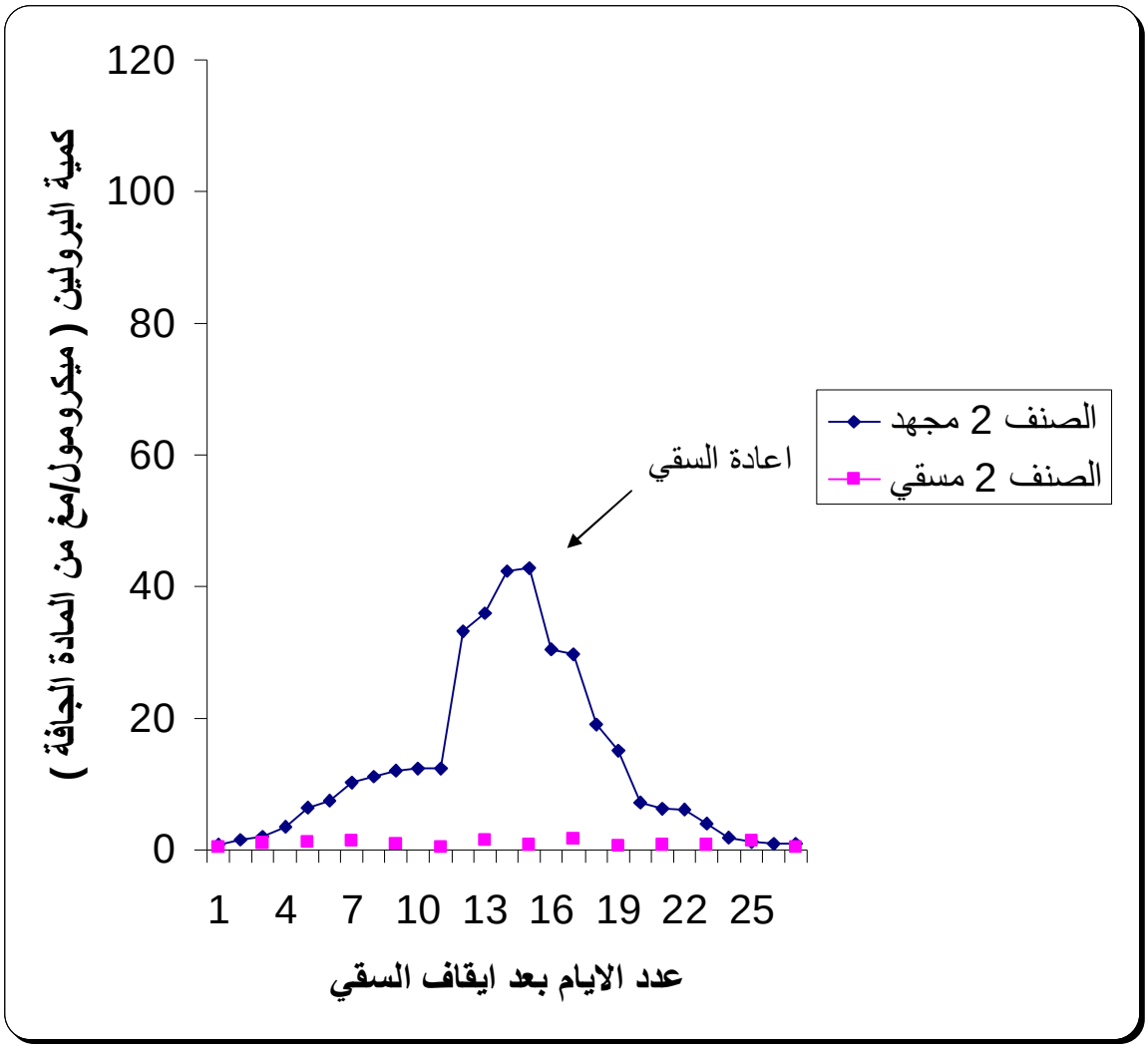
نتائج هذا الجزء من البحث المتمثل في حركية تراكم البرولين بالنسبة لشدة نقص الماء (شدة الاجهاد) و بعد اعادة السقي مقدمة في الجدول ***VI*** و ممثلة في الاشكال ***11 (1- 3 )***

**الجدولVI: النتائج الكلية لمحتوى البرولين (ميكرومول/مغ من المادة الجافة)**
**خلال التجربة الثانية**

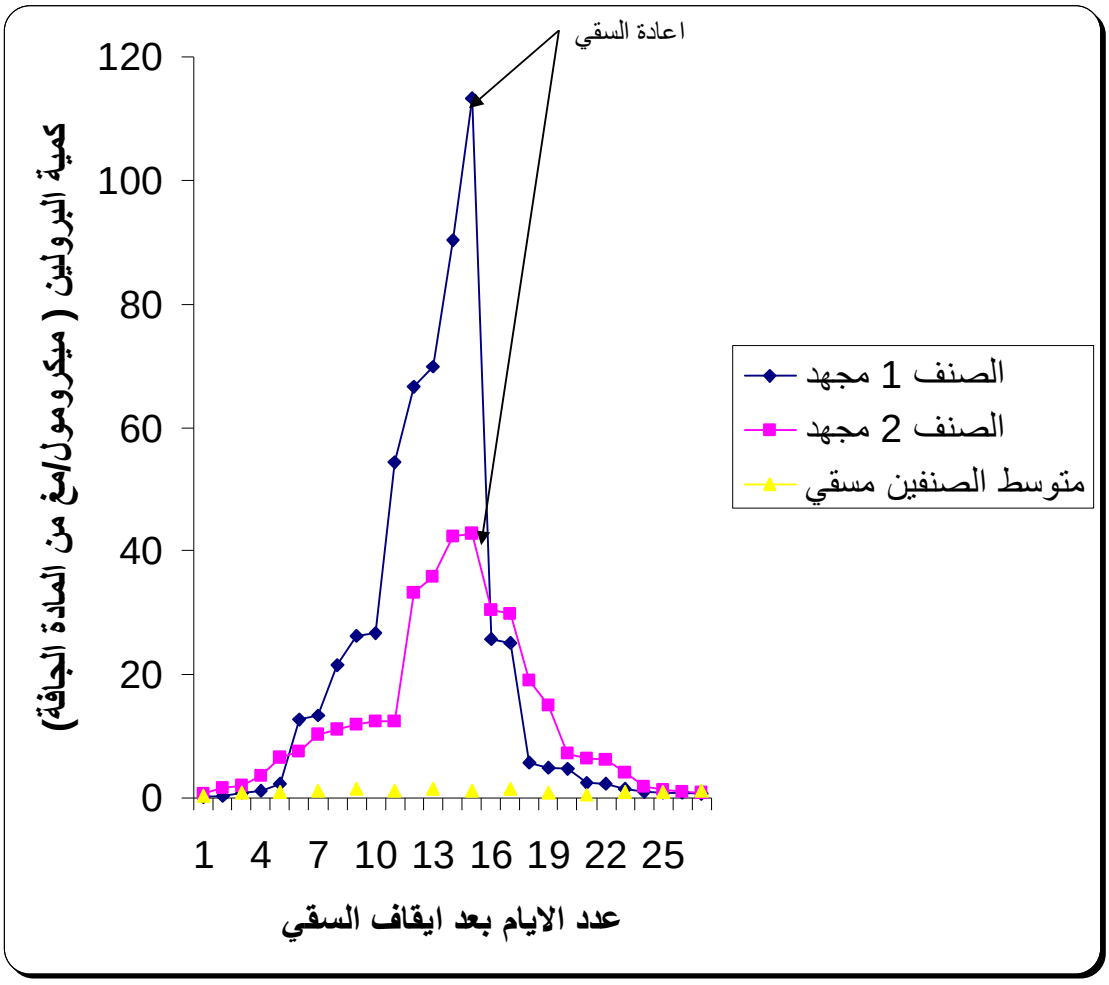
| الرقم | تاريخ المعايرة | قيمة البرولين عند الصنف 1 | | قيمة البرولين عند الصنف 2 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | مجهد | مسقي | مجهد | مسقي |
| 1 | 28مارس | 0.14 | 0.44 | 0.72 | 0.41 |
| 2 | 29مارس | 0.27 | / | 1.58 | / |
| 3 | 30مارس | 0.80 | 0.65 | 1.98 | 0.99 |
| 4 | 31مارس | 1.07 | / | 3.51 | / |
| 5 | 02افريل | 2.36 | 0.85 | 6.45 | 1.16 |
| 6 | 03افريل | 12.69 | / | 7.48 | / |
| 7 | 04افريل | 13.36 | 0.97 | 10.24 | 1.32 |
| 8 | 05افريل | 21.45 | / | 11.12 | / |
| 9 | 06افريل | 26.28 | 1.92 | 11.96 | 0.86 |
| 10 | 09افريل | 26.69 | / | 12.30 | / |
| 11 | 10افريل | 54.39 | 1.94 | 12.32 | 0.43 |
| 12 | 11افريل | 66.54 | / | 33.19 | / |
| 13 | 12افريل | 69.86 | 1.54 | 35.90 | 1.54 |
| 14 | 13افريل | 90.36 | | 42.27 | / |
| 15 | 16افريل | 113.35 | 1.57 | 42.76 | 0.73 |
| 16 | 17افريل | إعادة السقي | / | إعادة السقي | / |
| 17 | 18افريل | 25.71 | 1.30 | 30.42 | 1.63 |
| 18 | 19افريل | 25.14 | / | 29.76 | / |
| 19 | 20افريل | 5.78 | 0.97 | 19.04 | 0.66 |
| 20 | 23افريل | 4.96 | / | 15.06 | / |
| 21 | 24افريل | 4.70 | 0.20 | 7.09 | 0.78 |
| 22 | 25افريل | 2.41 | / | 6.28 | / |
| 23 | 26افريل | 2.37 | 1.30 | 6.12 | 0.8 |
| 24 | 27افريل | 1.47 | / | 4.00 | / |
| 25 | 30افريل | 1.02 | 0.57 | 1.80 | 1.30 |
| 26 | 02ماي | 0.57 | / | 1.29 | / |
| 27 | 03ماي | 0.76 | 1.74 | 0.95 | 0.49 |
| 28 | 04ماي | 0.77 | / | 0.85 | / |




***الشكل10 - 1 : حركية تراكم البرولين حسب زيادة عدد ايام الجفاف عند صنف – فترون***




***الشكل 10- 2 : حركية تراكم البرولين حسب زيادة عدد ايام الجفاف عند صنف – جناح الخطايفة -***




***الشكل 10 - 3: حركية تراكم البرولين حسب زيادة عدد أيام الجفاف عند صنفي– فترون و جناح الخطايفة -***

في التجربة الثانية تتبعنا حركية التراكم للصنفين **جناح الخطايفة و فترون** في ظروف أكثر تحكما داخل الغرفة الزراعية بالمخبر.

.من خلال نتائج هذه التجربة لاحظنا اختلافا بين الصنفين: فالصنف جناح الخطايفة وهو الصنف الذي لم يراكم البرولين بكمية كبيرة خلال التجربتين فانه ينطلق في التراكم مبكرا بالنسبة للصنف فترون خلال الأيام الأولى لنقص الماء حيث راكم البرولين ابتدءا من اليوم 8 بعد الجفاف في حين صنف فترون يراكم ببطء إلى غاية اليوم 12 من إيقاف السقي أين يكون التراكم بصورة ملحوظة.كمرحلة أولى من الحركية.
أما المرحلة الثانية يصبح التراكم اقل سرعة عند جناح الخطايفة مما هو عليه عند فترون، حيث لا تتعدى قيمة التراكم 42.76µ مول / مغ من المادة الجافة، بينما سجل الصنف فترون 113.35µ مول/ مغ من المادة الجافة .وهذه القيم مسجلة بعد 18 يوم من إيقاف السقي. ***Benlaribi et Monneveux (1988)***

نلاحظ اختلاف كبير بين الصنفين بالنسبة لتراكم البرولين تحت نقص الماء ، فبإعادة السقي خلال اليوم الأول تناقصت عند صنف فترون تناقص شديد من 113.35µ مول / مع من المادة الجافة إلى 25.71µ مول / مغ من
المادة الجافة، بينما لم تتناقص بنفس الشدة عند صنف جناح الخطايفة من 42.76 إلى 30.42 µ مول/مع من المادة الجافة.ثم يبدأ التناقص ببطء عند جناح الخطايفة مقارنة مع صنف فترون .
فهذا الاختلاف يبين طريقتين من رد الفعل بالنسبة للاجهاد المائي و يؤكد التنوع الموجود داخل الاصناف المدروسة.

في النهاية وصل مستوى البرولين عند الصنفين المجهدين بعد إعادة السقي إلى مستوى الشاهد بعد 9 أيام من إعادة السقي. يمكننا اعتبار أن تجاوب تراكم البرولين تحت تأثير الإجهاد عند الصنف فترون أسرع منه عند الصنف جناح الخطايفة و كذلك التراجع.

نستنتج أن سلوك الصنفين مختلف هذا ما يدل على الاستجابة و التنوع عند كلا الصنفبن، وما شاهدناه ما هو إلا عينة حيث من المحتمل أن يتواجد التنوع عند الأصناف الأخرى كذلك و هذا التنوع الوراثي يشكل اساس التحسين الوراثي للنبات .

في الأخير نشاهد حركية الاستجابة لتراكم البرولين عند الشكل المزدوج بدقة أثناء مراحل التجربة (تعريض النبات للجفاف الحاد و اعادة السقي ) ..

***الخلاصة:***

مكنتنا دراسة تراكم البرولين باعتباره اختبارا مبكرا لمعرفة مدى التأقلم مع الإجهاد المائي و مؤشر جزيئي للتنوع عند القمح الصلب(Triticum durum Desf.) من الوصول إلى النتائج التالية :

عند نسبة 50٪ من السعة الحقلية، تسلك النباتات سلوكا عاديا أي أنها لم تتنبه لنقص الماء، حيث أن محتوى البرولين لم يتجاوز 1 ميكرومول / مع من المادة الجافة

تنبهت الاصناف لبداية نقص الماء فكانت بداية ارتفاع البرولين في الانسجة عند نسبة 37.5 ٪ من السعة الحقلية الان كمية الحامض الاميني المتراكم لم تتجاوز 4 ميكرو مول / مع من المادة الجافة

تباينت كميات البرولين تحت نسبة 25٪ من السعة الحقلية حيث بلغت قيمتها 30 مرة القيمة المسجلة عند السقي العادي.

و بارتفاع شدة الاجهاد 12.5 ٪ من السعة الحقلية سجانا زيادة في محتوى البرولين عند كل الأصناف فكانت القيمة العليا 29.16µ مول / مع من المادة الجافة .

أما تحت نسبة 6.25 ٪ من السعة الحقلية تواصل التراكم حتى بلغت القيمة عند بعض الأصناف إلى 250 مرة مقارنة بالقيمة القاعدية. جفاف نسبة كبيرة من المساحة الورقية ، موت معظم النباتات .

من خلال هذه الدراسة بامكاننا تقسيم الأصناف المدروسة إلى 3 مجموعات:

المجموعة الأولى: الأصناف الحساسة (لا تراكم )
المجموعة الثانية: الأصناف الأكثر تحملا من أصناف المجموعة الأولى
المجموعة الثالثة: الأصناف الأكثر تحملا و تراكم البرولين بكميات معتبرة جدا .

في النهاية يمكن أن نعتمد على هذا التنوع في ميدان الإنتاج الزراعي حسب رد فعل و استجابة الأنماط الوراثية خلال ظروف الإجهاد . تبين هذه الاختلافات بين الاصناف التنوعية الموجودة داخل الاصناف المدروسة .

**الملخص:**

**أجريت هذه الدراسة بهدف معرفة مدى تأقلم 25 صنف من القمح الصلب (*Triticum durum Desf.*) مع نقص الماء من خلال تراكم البرولين و اعتباره مؤشر جزيئي لتأقلم هذه الأصناف في وسط النمو تحت مستويات التغذية المائية المختلفة التالية: 50% - 37.5 % - 25 % 12.5 % و 6.25 % من السعة الحقلية.**

**تعبر النتائج المتحصل عليها عن التنوع الحيوي الموجود بين هذه الأنماط الوراثية المدروسة. تنتج هذه التنوعية عن ردود الفعل المختلفة لهذه الأصناف و كذا عن رد الفعل الوظيفي لكل صنف بالنسبة للإجهاد المائي المطبق، حيث يمكن استغلال هذا التنوع في التحسين الوراثي عند القمح الصلب بالنسبة لخصائص التأقلم المرجوة.**

**الكلمات المفتاحية:** القمح الصلب (*Triticum durum Desf.*)، الإجهاد المائي ، تراكم البرولين ، التنوع الحيوي ، الأنماط الوراثية.

## *Résume :*

***La** présente étude a été menée dans le but de connaître la portée d'adaptation de 25 variétés de blé dur (Triticum durum Desf.) au manque d'eau a travers l'accumulation de la proline qui est considérée comme indicateur moléculaire d'adaptation au milieu de croissance sous différents niveaux d'alimentation hydrique a savoir: 50%,37.5%,25%,12.5%,6.25%.*

***Les** résultats obtenus montrent une diversité entre les génotypes étudies.*

***C**ette diversité résulte du mode de réponse physiologique de chaque variété au déficit hydrique applique.Ella peut être exploitée dans l'amélioration génétique du blé.*



***Mots clés: blé dur (Triticum durum Desf.), déficit hydrique, accumulation de la proline, biodiversité, génotypes.***

***Summary :***

***The present study was carried out with an aim of knowing the range of adaptation of 25 genotypes of durum wheat (Triticum durumDesf.)to the lack of water has through the accumulation of the proline which is considred like molecular r indicator of adaptation in the medium of growth under different levels of water alimentation like :50%, 37.5%, 25%, 12.5%, 6.25% of field capacity .***

***The results of our study give us a variability between genotypes studied , which indicate more for biological diversity.***

***This diversity is the physiological response of each variety on water stress application .It will be used in durum wheat breeding.***

***Key words : durum wheat (Triticum durumDesf.),water stress, proline accumulation, biodiversity, genotypes.***

# المراجع بالعربية

1- ***شايب غنية. (1998)*** - محتوى البرولين عند مختلف اعضاء القمح الصلب (Triticum durum Desf.) ، محاولة لتفسير شروط التراكم تحت نقص الماء. اطروحة ماجيستير.معهد علوم الطبيعة و الحياة ، جامعة قسنطينة .84 ص

2- ***كاظم .ع.ع . (1975)*** – علم فسلجة النبات . الجزء الثالث. وزارة التعليم العالي و البحث العلمي جامعة الموصل .ص 1063- 1522.

3- ***مالكي سميرة (2002)*** – مساهمة في دراسة التنوع البيولوجي للقمح ( Triticum sp) بواسطة اختبار البرولين . اطروحة ماجيستير. معهد علوم الطبيعة و الحياة ، جامعة قسنطينة. 86 ص.

# المراجع باللغة الإجنبية

## *A*

**1- Adams E .et Frank L., 1980**.- Metabolisme of proline and hydroxyproline.Annal review of Biochemistry,49,1005-1062.
**2- Akbar S.M. and Murray W.N., 1991**.-Induced in vitro variability for drought tolerance in wheat. Pakistan J.Agri.Res.Vol 12 N° 2. p 87-94.
**3-Ali D. et Monneveux**.,**1992**- Adaptation à la sécheresse et notion d'ieotype chez le blé dur . I- Caractères morphologiques d'enracinement. Agronomie 12. p 371-379.
**4-Ali D., Monneveux P.et Araus J.L**.**1992**- Adaptation à la sécheresse et notion d'ideotype chez le ble dur . II- Caractères physiologiques d'adaptation . Agronomie12. p 381-393.
**5- Andriani J.M., Andrade F.H., 1991**- Water deficit during reproductive grouwth of soybeans I .Agronomie (11). P 737-746.
**6- Araar Amrani N., 1997** –Breeding for drought stress tolerance in durum wheat using two physiological parametres.Ann.Rev.Recherche Agronomique N ,18-20.
**7- Argondona N. et Pahlich E**., **1991** - Water stressv on proline content and enzyme activities in Barley seedlings. Phytochemistry , 30 (4) , 1093- 1094.
**8- Ashraf M.Y., Khan M.A. and Maquvis S.S.M., 1991**.- effects of salinity on seedling grouwth and solutes accumulation two wheat genotypes . Rachis. 10 (1) p 30-31.
**9- Aussenac G. et Granier A., 1979**- Etude bioclimatique d'une futaie feuille de l'Est de France. Etude de l'humidite du sol et de l'évaporation réelle . Ann Sci.Forest.,1979, 36 (4) . p 265-280.
**10- Austin R., 1987**.-Some crops caracteristics of wheat and their influence on yield and water . Plant physiol., 7,161.

## *B*

**11- Baldy C.,1993**.- effets du climat sur la croissance et le stress hydrique des blés en Méditerranée occidentale .In Tolérance à la sechresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration varietale.Montpellier (France). INRA.(Les colloques N°64).p 82- 99.
**12- Bates L.S., Waldren R.P.et Teare I.D**., **1973**.- Plant ans soil.,39,205p.
**13- Bellinger Y., Bensaoud A. And Laher F., 1991**- Physiological signifiance of proline accumulation , a trait of use to breeding for stress tolerance . In :Physiology – Breeding of winter cereals for stressed Mediterranean Environnement .Montpellier,France. INRA.(Les colloques N°55).p449-458.
**14- Benlaribi M.,Monneveux Ph**.,**1988** – Etude comparée du comportement .en situation de déficit hydrique de deux variétés Algériennes de blé dur (Triticum durum DESF.) adaptées à la sechresse C.R. Acad. Ric.Fr. 74(5),73-83.
**15- Benlaribi M, 1990**.- Adaptation au déficit hydrique chez le blé dur (Triticum dudum DESF.) étude de caractères morphologiques et physiologiques .Thèse d'état es science . DSN université Mentouri, Constantine .164p.
**16- Benlaribi M., Monneveux P.et Grignac P., 1990**- Etude des caractères d'enracinement et leur rôle dans l'adaptation au déficit hydrique chez le blé dur (Triticum durum DESF.).
**17- Ben sari M., Calmes J.et Viala G., 1990**- Régulation du carbone fixe par photosynthèse entre l'amidon et le saccharose dans les feuilles de Soja:Influence d'un déficit hydrique .Plant.Physiol.Biochem.,28(1) , p 113-121.
**18- Blackman P.G et Davies W.J**., 1985- Root to shoot communication in maize plants of the effects of soil drying. Journal of experimental botany36 p 39-48.
**19- Bogdanova E., Polimbetova F.,1996**-Use of adoptif traits for drought wheat reistentont as a spring weat strategy.Procceding international wheat genetics symposium.Poster presentation:11-12.
**20- Boggess S.F. and Stewart R.C., 1976**- stress metabolism.IV : The significance of endproduct inhibition of proline synthesis and of compartementation in relation. To stress induced proline accumulation.Aust.J.plant.Physiol.,3, 513-525.
**21- Bondry P.et Van Dijk H.,1992**- Determinisme,plasticite et structuration geographique de la variabilite pour le cycle de la vie chez les bettraves sauvages (Beta vulgaris subsp.Maritima).In :Complexes d'especes,fluz de genes et ressources genetiques des plantes.Acte du colloque international.Paris,8-10 janvier 1992.
**22- Bouzarzour H., Benmhammed A., Benkherche N., Hassous K.L.,2001**- Contribution des nouvelles obtention d'orge (Hordeum vulgar L.) à l'amélioration et à la stabilité du rendement en zone semi-aride.Revue recherche agronomique de l'INRA.
**23- Bidault M**., **1971**- Variation et spéciation chez les végétaux supérieurs .Edition Doin ,Paris,p 6-31.
**24- Blum A.,1988**- Plant breeding for stress envirennement.C.R.C. Press (ed.), Boca Raton,Florida,USA. 123p.

**25- Bray E.A., 1997**–Plant response to water deficit .Trends in Plent Science, 2 (2),48-54.

## *C*

**26- Ceccareli S.,1989** – Wide adaptation:How wide ? Euphytica 40 . p 197-205.
**27- Côme D., 1992** – Les végétaux et le froid . Edit.Sci.Art.,Paris, 16-84.
**28- Culter J.K., Shanan K.W.et Steponkus P.L.,1980** –Influence of water deficits and osmotic adjustment on leaf elongation in rice.Corp.Sci.,20,314-318

## *D*

**29- David J., Sarry Y., Trottet M.et Pichon M., 1992** –Methode de gestion dynamique de la variabilite genetique.Exemple d'un reseau expérimental de population composites de ble tendre In:Complexes d'especes flux de genes et ressources genetiques des plantes.Actes du colloque international.Paris ,8-10 Janvier 1992.
**30- Debaeke P., Puech J. et Casals ML .,1996**- Elaboration du rendement du blé d'hiver en condition de déficit hydrique . I- Etude en lysimetre.Agronomie 16.p 3-23.
**31- Debaeke P., Cabelguenne M., Casals ML et Puech J., 1996**- Elaboration de rendement du blé d'hiver en condition de déficit hydrique . II-Mise au point et test d'un modèle de simulation de la culture de blé d'hiver en condition d'alimentations hydrique et azotee variées:Epicphase-ble. Agronomie 16.p 25-46.
**32- Delauney A.J.and Verma D.P., 1993**-Proline biosynthesis and osmoregulation in plants.The plant journal, 4(2), 215-223.
**33- Delauney A.J., Chien.An.A.Hu P.B.Kavi Kishor and Verma D.S., 1993**-Cloning ornithine amino transferas.cDNA from vigna aconitifolia, by trans complementation in Escherichia coli and regulationof proline biosynthesis.The jour.of Biochem.,268 (25),18673-18678.
**34- Dorfling K.,Askman A.1989**- Relationship between frost tolerence and formation of proline,abscisic acid and specific proteins in cold hardned winter wheat (Triticum aestivum.)varieties.XII Eucarpia Congress.
**35- De Raissac M., 1992**- Mécanisme d'adaptation à la sécheresse et maintien de la productivité des plantes cultivees.L'agronomie tropicale(1992) , 46-1.p 29-37.
**36- Djekoune A.1994**- Relation entre nutrition azote (NO3) et tolérance au déficit hydrique chez le ble dur (Triticum durum Desf.).Séminaire Constantine:1
**37- Dreir W et Goring M., 1974** –Der einfluss boher salzkonzentrationen auf verschiedene physiologische parameter von maiswurzelu.Wiss .Z der H.V. Berlin, Nath.Naturwiss. 23,641-644..
**38- Drier W.1987**- The effects of calcium ions on the  raline content of salt stressed plant tissues. Biol.Plant.29:307-314.
**39- Driouiche A., Rachidai A. 1996**- effet du traitement salin sur la croissance du ble dur (Triticum durum Desf.). Actes.Inst.Agr.Vet.(Maroc).16(1):33-40.

**40- Driouiche A., Ouhoussine M., Ouassou A.et Benuedour R.2001**- Effet du NaCl sur l'activite du phosphoenol pyruvate carboxylase (PEPC) foliere et son rôle sur la synthese du malate et de la proline chez le ble dur (Triticum durum Desf.).Sciece Letters,Vol 3,N°3.

## *E*

**41- El bok S.et El gazzah M., 2000**- Analyse de la variabilité caryologique chez le genre vicia. In:Des modèles biologiques à l'amélioration des plantes.VIIemes journées scientifiques. AUPELF-UREF.du 3 au 5 juillet 2000.Montpellier(France).
**42- El hadad E.H.M.and O'leary J.W**. **1994**- Effects of salinity and K+/Na+ ratio of irrigation water on growth and solute content of Atriplex aminocola and Sorghum bicolor. Irrig.Sci.14:127-133.
**43- El mekkaoui M., Agbani M.and Monneveux P**.**1994**- Rôle de la selectivite K+/Na+et de l'accumulation de la proline dans l'adaptation à la salinite de l'orge (Hordeum vulgar L.) et du ble dur (Triticum durum Desf.).Actes.Inst.Agro.Vet.(Maroc).14(2):27-36

## *F*

**44- Farth D., 1992** –Conservation evolution and phylogenetic diversity biological conservation. 61,1-10.
**45- Ferchichi –Ouarda H**., **2000**- Diversité génétique des population naturelle d'Atriplex halimus et études des systèmes de reproduction .In :Des modèles biologiques à l'amélioration des plantes.VIIemes journées scientifiques.AUPELF-UREF.3-5juillet 2000.Montpellier(France).
**46- Fisher R.A., Maurer R**.,**1978**- Drought resistance in spring resistance wheat cultivars .I-Grain yield response .Aust.J.Agri.Res.,29. p 897-912.
**47- Forlani G., Scainelli D., Nielson E**. **1997**- D1- Pyrroline-5-carboxylase deshydrogenase from cultured cells of potato.Ann.Rev.plant physiol.,113,1413.
**48- Fujita T., Maggio A., Garcia Rios M.,Bressan R.A. et Csonka L.N**.,**1998** – Comparative analysis of the regulation of expression and structures of two evolutionarily divergent genes for D1-Pyrroline-5-carboxylate synthetase from tomato.Ann.Rev.Plant physiol.,118,661-674.

## *G*

**49- Gaudillere J.P. ET Barcelo MO**., **1990**- Effets des facteurs hydriques et osmotiques sur la croissance des talles de ble.Agronomie 10.p 423-432.
**50- Gerard H., Le Saos J., Billard J.P.and Boucaud J**., **1991**- Effects of salinity and lipid composition ,glycine betaine content and photosynthetic activity in  raline s  a of Suaeda  raline  L.Plant.physiol.Biochem.29(5):421-427.

**51- Girrousse C.,Bournovill R. and Bonnermain J.L.,1996**- Water deficit induced changes in concentrations in  raline and some other amino acids in the phloem Sap of Alfalfa. Plant physiol,111,109-113.
**52- Gin F.,1992**- Chimiotaxonomie du genre zygophyllum L.(espèces d'Algérie).In:Complexes d'espèces,flux de gènes et ressources génétiques des plantes.Acte du colloque international.Paris,8-10janvier1992.
**53- Goas M**., 1965- Sur le métabolisme azote des halophytes.Etude des acides amines et amides libres.bull.Soc.Fr,physiol,veg.,11,309-314.
**54- Guerrier G., 1988**- Capacités phosphoenol-pyruvate carboxylase et malate déshydrogénase extraites de plantules germées en milieu sale:des paramètres biochimiques de l'écophysiologie de la plante.Seed.Sci.Thechn.16:571-578.
**55- Guettouche R., 1998**- Contribution à l'étude des caractères morphophysiogiques d'adaptation à la sécheresse du blé dur (Triticum durum Desf.).Thèse de magister.INA.ElHarrach,111p.

## *H*

**56- Hadj youcef H., 1991**- Contribution à l'étude du comportement de deux varietes e ble tendre en condition de stress hydrique en vue de la définition d'indicateurs morphologiques de la résistance à la secheresse.These ing.INA ElHarrach.
**57- Handa S., Handa A.K., Paul M.H. et Ray A.B., 1986**- Proline accumulation and the adaptation of cultured plants cells to water stress.Plant physiol.80,938-945.
**58- Hanson A.D.et Hitz W.D., 1982**- Metabolic responses of mesophytes to plant water deficit.Ann.Rev.Plant physiol.,33,163-303.
**59- Hasson E.and Poljakoff-Myber A.,1983**- Changes in osmolarity and solute content of pea plants exposed to salinity and abscic acid.Australian Journal of plant physiology.10:375-383.
**60- Hubac C. et Vieira Da Silva., 1980**- Indicateurs métaboliques de contraintes mesologiques Physiol veg., 18, 45-54.
**61- Hubac C., Guerrier D., Bousquet U., 1986**- Effects of far-red light on malate and potassium contents in cotton leaves: Relation to drought resistance.Physiol.Plant.,66, 37-40.
**62- Heller R.,1969**- Precis biologie vegetale:Nutrition et Metabolisme.578p
**63- Henchi B ., Boukhris J. et Vieira Da Silva., 1982**- Effet de la secheresse sur le comportement metabolique de plantago albicans. L.Acta Uecol Plant.,3, 59-660.
**64- Henson I.E., Jensen C.R.et Turner N.C.,1989** –Leaf gas exchange and water relations of Lupins and Wheat.III.Abscissics Acid and Drought induced Stomacal closure.Aust.J.Plant,16. p 429-441.
**65- Herrieur F.,Le Dily F.,Huault C et Billard J.P.,1995**- Contribution of ornithine aminotransferaseto proline accumulation in Nacl- Treated radish cotyledons.Plant cell environ.,18, 205-210.
**66- Hong Z.,Lakkineni K.,Zhang Z.et Verma D.P.S.,2000**- Removal of feedback inhibition of D1-pyrroline-5- carboxylate synthetase results in increased  raline

accumulation and protection of plants from osmotic stress.Ann.Rev.Plant Physiol.,122, 1129-1136.
**67- Hsiao T.C., 1973**- Plants responses water stress.Ann.Rev.Plant Physiol,24,519-570.
**68- Hsiao T.C., 1974**- Plants responses water stress .Ann.Rev.Plant Physiol,35,.
**69- Hsisso D.et Bouharmont J ., 1994**- In vitro selection and proine s al on of drought-tolerant plants of durum wheat (Triticum durum Desf.).Agronomie 2.65-70.

## *I*

**70- Issolah.et Abdelguerfi A., 1998**- Etude de la variabilité chez 31 populations spontanées de Trifolium campestre schreb., Relation avec les facteurs du milieu d'origine .Rech.Agro.I.N.R.A., France,2, 43-54.

## *J*

**71- Jones M.M., Osmond L.B. and Turner N.C., 1980**- Accumulation of solutes in leaves of sorghum and sunflower with respect to water deficit.Aust.J.Plant Physiol.,7, 193-205.
**72- Joyes P.A., Aspinall D. and Peleg L.G., 1992**- Photosynthesis and the accumulation of raline in response to water deficit .Aust J.Plant Physiol.,19, 249-261.

## *K*

**73- Kahali L., 1998**- Etude des paramètres de l'élaboration du rendement chez le blé dur cultive en condition de déficit hydrique .Thèse de magister. Constantine.20-35.
**74- Kameli A.K., 1990**- Metabolic response of durum wheat to water stress and their cole in drohght resistance.These de doctorat.Universite de Sheffield.
**75- Kara Y., 2001**- Etude de caractères morphologique d'adaptation a la sécheresse du blé et de quelques espèces apparentees.Interet potentiel de ces espèces pour l'amélioration de ces caracteres.These de doctorat.Constantine.5-16.
**76- Karamanos A.J., Drassopoulas J.B. and Niavis C.A. 1983**- Free raline accumulation during efficient of two wheat cultivars with water stress.J. Agri.Sci.,100, 429-439.
**77- Kandpal R.P.et Rao N.A., 1985**- Alteration in the biosynthesis of proteins and nucleic acids in linger millet (Eleucine caracana) seedlings during water stress and effects of raline on biosynthesis.Plant Sci.,4, 73-79.
**78- Kauss H., 1977**- Biochemistry of regulation .In NORTHCOTE. Ed:International Review of Biochemistry,II,119-139.

**79- Khan H.A., Ashraf M.Y. and Azmi A.R., 1993**- Osmotic  raline s in wheat a response to water stress .Pak.J.Sci.Ind.Res., vol.n°4. 151-155.
**80- Kheffache R. et Combes D., 1992**- Variabilité morphologique d' Hehysarum aculeolatum.Munby en relation avec le sol .In : Complexe d'espèces , flux de gènes et ressource génétique des plantes.Acte du Colloque International.Paris,8-10 janvier 1992.
**81- Khol D.H., Schubert K.R., Carter M.B., Hagedorn C.H. and Schebert G., 1988**- Proline metabolism in N2 fiwing root nodules: energy transfer and régulation of synthesis .Proc.Natl. Acad.Sci., U.S.A.,85, 2036-2040.
**82- Khol D.H., Kennelly E.J. Schubert K.R. and Shearer G., 1991**- Proline accumulation ,nitrogenase (C2H2 reducing) activity and activities of enzymes related to proline metabolism in drought stressed soybean nodules.J.Experimental botany,42(240),831-837.
**83- Knu C.G.,Chen H.M., 1986**- Effects of hight temperature on  raline content in tomato floral buds and leaves.Sci.Hortic.Sci.,111(5),746-750.In chemical Abstract (1986),105(17 et 18) .
**84- Kiyosue T., Yamaguchi S.K.et Shinozaki K., 1994**- Cloning of DNA for genes that are early responsive to dehydratation stress (ERDs) in Arabidopsis thaliana L.:identification of three ERDs as HSP cognate genes.Plant.Mol.Biol., 25, 791-798.
**85- Kiyosue T.,Yoshiba Y., Shinozaki K.Y.and Shinozaki K., 1996**- Anuclear gene encoding mitochondrial proline deshydrogenase , an enzyme involved in proline metabolisme, is upergulated by proline nut down regulated by deshydratation in Arabidopsis.The plant cell,8, 1323-1335.

## *L*

**86- Laliberte G., Paquin R., 1984**- Effets des basses températures , avec ou sans apport d'acide glutamique et de saccharose , sur la teneur an proline libre et la tolerance au gel du ble d'hiver .Physiol vege., 22(3),305-313.
**87- Ledily F., Billard J.P., et Huault C., 1993**- Effects of Nacl and gabaculine on chlorophyll and  raline levels during growth of radish cotyledons .Plant.Physiol Biochemi.,31(3),303-310.
**88- Ledoigt et Coudret A., 1992**- Stress hydrique : Etude de mécanismes moleculaires et des modifications de l'expressions du genome.Bulletin societe botanique de France. Bot.(2). 175-190.
**89- Lehninger A.L., 1972**- Biochemistry.The moluc ed.Warth Publicher,Incorp.New York,833p.
**90- Lehninger A.L., 1985**- Principes de biochimie.ed.Flammarion médecine science,Paris, 1006p.
**91- Leisinger T., 1987**- Biosythesis of proline .In Escherichia coli and Salmonella typhimurium.:Cellular and molecular biology.(Neidhart F.C., Ingraham J.L., Low K.B. Magasanik K.B.,Schaechter M., and Umbarger H.E eds).Washington DC.American Society for Micribiology,346-351.

**92- Levitt J., 1972**- Responses of plants to environmental stresses.Academic Press.New York.San Fransisco-London .697p.
**93- Leprince A.S., Thiery L. Et Savoure A., 1998** - Signalisation cellulaire en reponse a la contrainte hydrique chez Arabidopsis thaliana.
**94- Luttge U., Kluge. Et Bauer G., 1996**- Botanique .Edit .,Tec Doc .Paris , 179p.

## *M*

**95- Madleine M., Turner C., 1980**- Osmotic adjustment in expanding and fully expanded leaves of sunflower in reponse to water deficits.Plant Physiol.,7, 181-192.
**96- Magurran A.E., 1988**- Ecological diversity an dits measurement Croom-Helm,London.
**97- Martinez C.A., Maestri M. et Lani E.G., 1996**- In vitro salt tolerance and proline accumulation in Andcan potato (solanum spp.) difficing in forst tolerance.Plant Science,116,177-184.
**98- Mekliche A., Bouthier et Gate P., 1992** –Analyse comparative des comportement a la sécheresse du blé tendre et du blé dur .In:tolérance a la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne ,(Les colloques N64 ) 15-17 décembre 1992.Edit .I.N.R.A.Paris, 1993.
**99- Mellourne B., 1993**- Insect biodiversity an dits assessment in terrestrial and zoology,.The  raline s national university.
**100- Mestichelli L.J.J., Gupta R.N. et Spenser I.D., 1979**- The biosynthetic route from ornithine to  raline . J.Biol.Chem., 254, 640-647.
**101- Mc Michael B.H. et Elmore C.D., 1977**- Proline accumulation in water stressed cotton leaves.Crop Science,17, 905-908.
**102- Monneveux Ph . and Nemmar M., 1986**- Contribution a l'étude de la sécheresse chez le ble tendre (Triticum durum Desf.).Etude de l'accumulation de la proline au cours du cycle de developpement.Agronomie,(6)6,583-590.
**103- Monneveux Ph., 1991**- Quelles stratégies pour l'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des céréales d'hiver? In: L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux acides .Journées scientifiques de AUPELF-UREF. John libbey Eurotex Paris, 165-198.
**104- Monneveux Ph., Chaballier C., Lewickis., Lafarga A., Sombrero A., Otanon R.et Romagosa I., 1992**- Etude du comportement de lignées d'orge dans différentes conditions de secheresse en France.Estimation du rôle de la capacité d'ajustement osmotique dans l'adaptation a la variabilité environnementales.In: Tolérance a la sécheresse des céréales en zone mediterranernne.Diversite génétique et amélioration variétale Montpellier (France).INRA.( Les colloques 64) .217-237.
**105- Monneveux Ph.et Depigny-This D., 1995**- Intégration des approche physiologiques, génétique et moléculaires pour l'amélioration de la tolérance a la sécheresse chez les céréales. Dubois J ET Demarly Y.(eds.), congres AUPELF-

UREF.Quel avenir pour l'amélioration des plantes?Namur, 18-21 octobre 1995. 149-164.
**106- Monneveux Ph. Et Belhassen E., 1996**- The diversity of drought adaptation in the wide.Plant Growth Regulation 20. 85-92.
**107- Morant-Avice A., Jurvilliers P., Coudret A., 1994**- Stomatal movement and gaz exchange of triticale an dits parental species in water – stress condition.Agronomie(1994)2. 113-120.
**108- Morgan J.M., 1991**- A gene controlling differences in osmoregulation.In wheat.Aust.J.Plant Physiol,18, 249-257.
**109- Morran G.F., Hopper S.D., 1987**- Concervation of the genetic  raline s of Rare and widespread encaliptes in remuant vegetation.In:Saunders.D.A.et al(eds).nature concervation:The role of remnants of native vegetation Surrey Beatty and sons Ptyltd and others, Norton,NSW.
**110- Morris L.C., Thompson J.F. et Jhonson C.M., 1969**- Metabolism of glutamic and N-acetyl glutamic acid in leaf discs and cell-free extracts of higher plants.Plant Physiol.,44,1023-1026.
**111- Morteau E., Cerbah D., Bertrand H. et Lambert C., 2000**- Analyse de l'organisation génomique et de la variabilité génétique des espèces Hydrangea involucrata et Hydrangea aspera.In: Des modèles biologiques a l'amélioration des plantes.VII es journee scientifiques –QUPELF-UREF, du 3 au 5 juillet 2000.Montpellier (France).
**112- Munns R., Brady C.J. et Brolow E.W.R., 1979**- Solute accumulation in the apex and leaves of wheat during water stress.Aust.J. Plant Physiol,6, 379-389.

***N***

**113- Nachite M. Ketata H., 1991**- Selection of morpho-physiological traits for multiple abiotic resistance in durum wheat ( Triticum durum). Physiology-breeding of winter cereals for stressed Mediterranean.Les colloques 55.Montpellier (France).
**114- Nakashima K., Satoh R., Kiyosue T., Kazuko Y.S.et Shinozaki K., 1998**- Agence encoding proline dehydrogenase is not only induced by proline and hypo osmolarity,but is also developmentally regulated in the reproductive organs of Arabidopsis.Ann.Rev.Plant Physiol.,118,1233-1242.
**115- Naidu B.P., Aspinall D., Paleg L., Jenning A.C.et Joues G.P., 1991**- Amino acid and glycine betaine accumulation in gold stressed wheat seedling.Phytochemistry, 30(2), 407-409.
**116- Navari-Izzo F., Quartracci M.F. et Izzo R., 1990**- Water stress induced changes in protein and free amino acids in field grown maize and sunflower.Plant Biochem., 28, 531-537.
**117- Nemmar M., 1983**- Contribution a l'étude de la résistance a la sécheresse chez les variétés du blé dur ( Triticum durum Desf.) et de blé tendre (Triticum aestivum

L.):Evolution des teneurs en proline au cours du cycle de développement.,E.N.S.A.Montpellier.These doctorat.

## *O*

**118- Osmond C.B.and Popp M., 1983**- The balance of malate synthesis and metabolism in response to ion uptake in excised wheat roots.Plant Science letters,32. 115-123.

## *P*

**119- Palfi G., Kaves E. and Nehez R., 1974**- Main types of amino acid regulation in cultivars with deficient water supply and their praticalapplication in agriculture.Noventermeles,23,219-228.

**120- Paquin R., 1977**- Effets des basses températures sur la résistance au gel de la luzerne ( Medicago media Pers.) et son contenu en proline libre.Physiol veg.,15(4), 657-665.

**121- Paquin R.et Lechasseur P., 1979** –Observation sur une méthode de dosage de la proline libre dans les extraits de plantes.Cana.J.of botany, 57(8),103-117.

**122- Paquin R.et Pelletier G., 1981**- Acclimation naturelle de la luzerne.(Medicago media Pers.) au froid I- Variation de la teneur en proline libre des feuilles et des collets Physiol vege., 19(1), 103-117.

**123- Paquin R. et Vesina L., 1982**- Effets des basses températures sur la distribution de la proline libre dans les plantes de luzerne.( Medicago media Pers.) .Physiol vege.,20 (1), 101-109.

**124- Paquin R., 1986**- Effets de l'humidité du sol sur la teneur de la proline libre et des sucres totaux de la luzerne endurcie au froid et a la sécheresse .Can.J.Plant.Scien.,66, 95-101.

**125- Pahlich E., Kerres R. and Jager H.J., 1983**- Influence of water stress on the vacuole/ extra vacuole distribution of proline in protoplast of Nicotiana rustica .Plant Physiol,72, 590-591.

**126- Patlis .,19**84- effects of shart term moisture stress on free proline and relative water content in different plants of maize genotypes.Plant Physiol.;27(4), 322-327.

**127- Peng Z., Lu Q. et Verma D.P.S., 1996**- Reciprocal regulation of D1-pyrroline-5- carboxylate synthetase and proline deshydrogenase.Plant Mol.Genet., 253, 334-341.

**128- Petursa L.M. and Winicov I., 1997**- Prolie status in salt-tolerent and salt-sensitive alfalfa cell lines and plants in response to Nacl.Plant Physiol.Biochem, 35 (4), 303-310.

**129- Planchon C., Caimes J. et Blanchet R., 1986**- Ecophysiologie du Soja : Iiadaptation aux condition. In :Le soja physiologie de la plante et adaptation aux conditions francaise.Cetiour et INRA, ed., Information techniques , 79-85.

**130- Polonovski ., 1987**- Biochimie : Edit.Pub.Univ.Algerie.28

.

## *R*

**131- Rayapatie I.J.,Stewart C.R.et Hack F., 1989** – Pyrroline -5-carboxylate réductase in pea leaf chlorroplasts.Ann.Rev.Plant physiol.,91, 581-586.
**132- Reitz L.P., 1974**- Breeding for more efficient water use.Is it real or mirage? Agric.Meteol., 14, 3-7.
**133- Rhodes D., 1987** –Metabolic responses to stress .In the biochemistry of plants. 12.Physiology of metabilsm.Davies.D.D.Edition Acad.Press. 201-241.
**134- Roosens N.H.C., Thu T.T., Iskandar H.M., Jacobs M., 1998** –Isolation of ornithine- -aminotransferase DNA and effects of salt stress on its expression in Arabidopsis.Plant Physiol 117, 203-271

## *S*

**135- Salsac L. et Monneveux P., 1991-** Relation entre la nutrition minérale et la tolérance au déficit hydrique , 49- 66. In .Acevedo E .Conesa A. P. Monneveux P. Srivastava J.P. Ed Physiology – breeding of winter cereals for stressed Mediterranean environment. Montpellier ,Feance, 3- 6 July 1998. Colloque INRA N°55.
**136- Sciriban R., 1993**- Biotechnologie.Technique documentation Lavoisier.
**137- Singh T.N.,Aspinall D. And Paleg L.G**., **1973-** Stress metabolism I-Nitrogen metabolism and grouth in the barley plant during water stress.Aust.J.Biol.Sci.,26,45-56.
**138- Shimishi D., Mayoral M.L.and Atsmon D., 1982** – Responses to water stress in wheat and related wild species.Crop Science ,vol 22,January-February(1982).p 123-129.
**139- Stewart C.R.and Lee J.A., 1974**- The role of proline accumulation in halophte .Planta,120, 279-289.
**140- Stewart C.R., Boggess S.F.,Aspinall D. and Paleg L.G., 1977**- Inhibition of proline oxidation by water stress-plant physiol.,59,930-932.
**141- Stines A.P., Naylor D.J., Hoj P.B.et Heeswijeek R.V., 1999** – Proline accumulation in developing grapevine fruit occurs independently of changes in levls of D1-pyrroline-5-carboxylate synthetase in RNA or protein.Ann.Rev.Plant physiol.,120, 923-931.
**142- Sulivan C.Y., 1972** – Mecanisms of heat and drought resistance in grain sorghum and methods of mesurement . Sorghum in Seventies Oxford et IBH publishing New Delhy (1972) . p 247-263.
**143- Sevestre-Rigouzzo M., Nef-Campa C., Chesquier A., Trousolt P. Et Chrestin H**., **1992**- Etude morphologique et biochimique de deux espèces de catharanthus et de leurs hybrides: Caractérisation par analyse du contenu alcaloidique.In: Complexes d'espèces,flux de gènes et ressources génétiques des plantes.Acte du colloque international.Paris,8-10 janvier 1992.

## *T*

**144- Tardieu F.,1996**- Drought perception by plants.Do cells of draughted plants experience water ? Plant Grouwth Regulation ,20. p 93-104.
**145- Thompson J.F., 1980**- Arginine synthesis, proline synthesis and related processes.In:The biochemistry of plants,vol 5 (BJ Miflin ed).Academic Press,New York,375-403.
**146- Troll W. and Lindsley J., 1995**- A photometric method for the determination of proline.J.Biol.Chem.,215, 655-660.
**147- Turke K.J.et Hall A.E.,1980**- Drought adaptation of cow peas III.Influence of drought on plant growth and relation with seed yield.J.Agron.,72,428-433.
**148- Turner N.C., 1986**- Adaptation to water deficit.A changing perspective.Aust.J.Plant physiol.,13, 175-190.

## *V*

**149- Vandamme ,199**- Adaptatins to drought stress in plants. Part II:Morphological adaptations. Revue Rijksuniv.Gent,55(1). P 1-8.
**150- Vansuyt G., Vallee J.C.and Prevost J.,1979**- Lapyrroline -5- carboxylate reductase et la proline deshydrogenase chez Nicotina tobacum Var.Xanthin.C.en fonction de son devloppement .Physiol.Veg.,17(1),95-105.
**151- Verbrucggen N., Hua X.J., May M.et Van Montage M., 1996**- Osmoregulation of pyrroline-5- carboxylate reductase gene in Arabidopsis thaliana.Ann.Rev.Plant physiol.,103,771-781.
**152- V erbrucggen N., Hua X.J., May M. et Van montage M., 1996**- Enviromental and developpmental signals modulates proline homeostasis:evidonce for a negative transcriptional regulator.Proc.Natl.Sci.,USA.,93,8787-8791.
**153- Verslues P.E., Ober K.S. et Sharp R.E. , 1998** –Root growth and oxygen relations at low water potentials.Impact of oxygen availability in polyethylene glycol solutions.Ann.Rev.Plant Physiol.,116,1403-1412.
**154- Vieira Da Silva J., 1968**- Influence of osmotic potentiel of the nutrient solution on the soluble carbohydrate and starch content of tree species of Gossypium.C.R.Acad.Sci.Paris,267,1289-1292.

## *W*

**155- Whithingten J.and Smith F.A. 1992**- Salinity induced malate accumulation in Chara.Journal of Experimental Botany.43(251):837-842.
**156- Williamson C.L.et Slocum R.D., 1992**- Molecular cloning and eridence for osmos regulation of the D1-pyrroline-5-carboxylate reductase (Proc) gene in pea (Piseum sativumL.).Ann.Rev.Plant physiol.,100, 1464-470.
**157- Wosnica K.et Hadj manzo M., 1989**- Appreciaton de la tolérance du blé tendre d'hiver au déficit hydrique .Thèse d'ing.INA-Paris-Grignon. p 1-10.

## *Y*

**158- Yekhlef N., Djekoune A. 1997**- Comportement hydrique , régulation stomatique et photochimique chez le blé dur soumis a un déficit hydrique S.O.N.U Constantine:13-24.
**159- Yekhlef N., 2001**- Photosynthèse activité photo chimique et tolérance au déficit hydrique chez le blé dur (Triticum durum Desf.).Thèse d'état .Fac des science.DSN.Universite Constantine,146 pages.
**160- Yoshiba Y., kiyosue T., Katagiri T., Veda H., Mizoguchi T., Shinozaki K.Y., Wada K., Harda Y.and Shinozaki K., 1995**- Correlation beyween the induction of a gene for D1pyrroline-5-carboxylate synthetase and the accumulation of proline in Arabidopsis thaliana under osmotic stress .The Plant J.,7(5),751-760.
**161- Younis M.A., Strickler F.D.et Sorensen, 1963**- Reaction of seven Alfalfa varieties under stimulated moisture stress in the seedling stage.Agron.J.,55,177-181

## *Z*

**162- Zhang C.S., Lu.Q.et Verma D.P.S.,1995**- Removal of feedback inhibition of D1-pyrroline-5-carboxylate synthetase,a bifunctional enzyme catalyzing the first two steps of proline biosynthesis in plants.J.Biol.Chem.,270,20490-20496.

# الملحقات

**ملحق I -1 : الكثافة الضوئية و كمية المادة الجافة تحت 50 % من السعة الحقلية.**

| | | الكثافة الضوئية | | | | الوزن الجاف | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الأصناف | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | بيدي 17 | 0.012 | 0.011 | 0.010 | 0.016 | 19 | 15.3 | 15.5 | 18.1 |
| 2 | بوخالفة | 0.011 | 0.010 | 0.008 | 0.008 | 16.8 | 16 | 16.5 | 15.3 |
| 3 | بليوني | 0.008 | 0.010 | 0.012 | 0.010 | 13 | 14.1 | 14.1 | 21.5 |
| 4 | كلاردوك | 0.007 | 0.007 | 0.009 | 0.006 | 11.4 | 10.5 | 10.5 | 10.1 |
| 5 | جناح الخطايفة | 0.013 | 0.009 | 0.011 | 0.010 | 12.5 | 11.3 | 12.7 | 13.3 |
| 6 | قمقوم الرخام | 0.010 | 0.011 | 0.009 | 0.010 | 14.3 | 15.7 | 13 | 13.1 |
| 7 | حمرة | 0.015 | 0.011 | 0.011 | 0.013 | 13.4 | 15.5 | 13.5 | 15.9 |
| 8 | هذبة 3 | 0.012 | 0.012 | 0.011 | 0.011 | 11.9 | 12.3 | 12 | 11.5 |
| 9 | انرات 69 | 0.015 | 0.020 | 0.018 | 0.019 | 13.3 | 13.4 | 13.4 | 12.9 |
| 10 | محمد بن بشير | 0.018 | 0.015 | 0.011 | 0.015 | 14 | 12.7 | 13 | 14.5 |
| 11 | مونبليي | 0.011 | 0.021 | 0.012 | 0.012 | 13.1 | 14.2 | 12.3 | 14 |
| 12 | واد زناتي | 0.006 | 0.012 | 0.010 | 0.008 | 12.6 | 13.5 | 13.9 | 12.6 |
| 13 | فترون | 0.008 | 0.009 | 0.007 | 0.006 | 13.1 | 14.2 | 12.3 | 14 |
| 14 | نموذج انرات 3 | 0.008 | 0.007 | 0.007 | 0.009 | 14.1 | 13.7 | 13.6 | 12.8 |
| 15 | نموذج بيدي 4 | 0.021 | 0.024 | 0.024 | 0.018 | 12.5 | 13.3 | 13.2 | 12.3 |
| 16 | نموذج وسط بين هذبة.واد زناتي 6 | 0.011 | 0.012 | 0.010 | 0.014 | 14.8 | 14.5 | 13.3 | 14 |
| 17 | نموذج بيدي 6/001 | 0.012 | 0.012 | 0.013 | 0.014 | 13.7 | 12.9 | 12.5 | 12.6 |
| 18 | نموذج انرات 7/001 | 0.013 | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 12.7 | 11.6 | 15.3 | 13.7 |
| 19 | نموذج هذبة 10 | 0.013 | 0.012 | 0.013 | 0.012 | 13.00 | 12.7 | 13.9 | 13.4 |
| 20 | نموذج وسط بين هذبة. كلاردوك 16 | 0.017 | 0.016 | 0.011 | 0.016 | 12.7 | 13.6 | 12.8 | 13.6 |
| 21 | نموذج محمد بن بشير 21/001 | 0.014 | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 15 | 11.9 | 15.8 | 13.8 |
| 22 | نموذج بيدي 66/001 | 0.016 | 0.016 | 0.017 | 0.015 | 14.6 | 14.1 | 15.9 | 13.8 |
| 23 | نموذج بيدي 96/001 | 0.012 | 0.014 | 0.010 | 0.010 | 14.3 | 15.6 | 15.4 | 13 |
| 24 | نموذج واد زناتي 98/001 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 15.1 | 16.1 | 14.6 | 13.5 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 25 | نموذج هذبة 99/001 | 0.019 | 0.017 | 0.016 | 0.017 | 12.5 | 13.1 | 15.00 | 15.00 |

**ملحق I - 2 : الكثافة الضوئية و كمية المادة الجافة تحت 37.5 % من السعة الحقلية.**

| | | الكثافة الضوئية | | | | الوزن الجاف | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الأصناف | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | بيدي 17 | 0.027 | 0.018 | 0.017 | 0.023 | 13 | 14.6 | 15.4 | 14.1 |
| 2 | بوخالفة | 0.010 | 0.015 | 0.040 | 0.012 | 15.1 | 15.2 | 14.5 | 15.3 |
| 3 | بليوني | 0.026 | 0.011 | 0.031 | 0.037 | 15.3 | 15.3 | 13.3 | 15.4 |
| 4 | كلاردوك | 0.025 | 0.041 | 0.046 | 0.011 | 17.6 | 14 | 14.4 | 16.5 |
| 5 | جناح الخطايفة | 0.015 | 0.030 | 0.039 | 0.015 | 11.5 | 12.9 | 11.9 | 12.3 |
| 6 | قمقوم الرخام | 0.029 | 0.017 | 0.028 | 0.059 | 14 | 15.2 | 14.3 | 13.4 |
| 7 | حمرة | 0.054 | 0.018 | 0.017 | 0.012 | 16.2 | 12.9 | 14.8 | 14.5 |
| 8 | هذبة 3 | 0.014 | 0.017 | 0.028 | 0.030 | 14.6 | 12 | 15.9 | 13.9 |
| 9 | انرات 69 | 0.052 | 0.040 | 0.077 | 0.011 | 13.1 | 11.9 | 13 | 13.2 |
| 10 | محمد بن بشير | 0.035 | 0.031 | 0.044 | 0.027 | 14.8 | 13.4 | 14.8 | 14.3 |
| 11 | مونبليي | 0.013 | 0.010 | 0.017 | 0.069 | 14.4 | 14.9 | 18.3 | 16.5 |
| 12 | واد زناتي | 0.029 | 0.034 | 0.033 | 0.034 | 16.4 | 17.9 | 16.1 | 17.4 |
| 13 | فترون | 0.041 | 0.054 | 0.017 | 0.020 | 16.5 | 16.5 | 18.1 | 19.8 |
| 14 | نموذج انرات 3 | 0.018 | 0.094 | 0.022 | 0.119 | 21.3 | 16 | 11.8 | 16.5 |
| 15 | نموذج بيدي 4 | 0.027 | 0.037 | 0.019 | 0.018 | 13.8 | 14.5 | 12.6 | 15.4 |
| 16 | نموذج وسط بين هذبة.واد زناتي 6 | 0.030 | 0.041 | 0.031 | 0.035 | 16.8 | 15.1 | 16.4 | 15.1 |
| 17 | نموذج بيدي 6/001 | 0.032 | 0.108 | 0.0149 | 0.110 | 16.5 | 17.4 | 16.8 | 16.5 |
| 18 | نموذج انرات 7/001 | 0.033 | 0.047 | 0.063 | 0.041 | 15.9 | 18.8 | 17.4 | 19.9 |
| 19 | نموذج هذبة 10 | 0.138 | 0.027 | 0.022 | 0.030 | 18.8 | 16.4 | 16.4 | 17.3 |
| 20 | نموذج وسط بين هذبة. كلاردوك 16 | 0.033 | 0.020 | 0.028 | 0.019 | 15.8 | 14.5 | 14 | 15.9 |
| 21 | نموذج محمد بن بشير 21/001 | 0.014 | 0.022 | 0.021 | 0.014 | 18.4 | 15.9 | 16.7 | 17.2 |
| 22 | نموذج بيدي 66/001 | 0.033 | 0.025 | 0.023 | 0.015 | 18.5 | 16.3 | 17.8 | 16.4 |
| 23 | نموذج بيدي 96/001 | 0.010 | 0.047 | 0.019 | 0.020 | 15.6 | 15.3 | 15 | 15.5 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 24 | نموذج واد زناتي 98/001 | 0.017 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 15.1 | 16.1 | 14.6 | 13.5 |
| 25 | نموذج هذبة 99/001 | 0.015 | 0.022 | 0.029 | 0.017 | 13.8 | 16 | 13.3 | 14.1 | |

**ملحق I-3 : الكثافة الضوئية و كمية المادة الجافة تحت 25 % من السعة الحقلية.**

| | | الكثافة الضوئية | | | | الوزن الجاف | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الأصناف | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | بيدي 17 | 0.195 | 0.155 | 0.172 | 0.202 | 14.8 | 16.8 | 15.3 | 14.00 |
| 2 | بوخالفة | 0.180 | 0.285 | 0.242 | 0.220 | 14.9 | 17.4 | 15.9 | 15.4 |
| 3 | بليوني | 0.223 | 0.225 | 0.142 | 0.228 | 17.6 | 17.8 | 14.7 | 18.00 |
| 4 | كلاردوك | 0.173 | 0.178 | 0.118 | 0.116 | 13.6 | 12.8 | 12.4 | 13.3 |
| 5 | جناح الخطايفة | 0.168 | 0.161 | 0.103 | 0.157 | 13.00 | 14.8 | 12.6 | 14.3 |
| 6 | قمقوم الرخام | 0.560 | 0.388 | 0.431 | 0.459 | 21.3 | 21.2 | 21.7 | 21.6 |
| 7 | حمرة | 0.198 | 0.139 | 0.209 | 0.107 | 14.00 | 13.8 | 17.1 | 13.00 |
| 8 | هذبة 3 | 0.167 | 0.287 | 0.331 | 0.294 | 15.7 | 17.6 | 14.2 | 18.5 |
| 9 | انرات 69 | 0.104 | 0.201 | 0.204 | 0.105 | 12.7 | 16.6 | 18.9 | 12.4 |
| 10 | محمد بن بشير | 0.267 | 0.213 | 0.222 | 0.290 | 16.4 | 17.5 | 16.8 | 18.6 |
| 11 | مونبليي | 0.190 | 0.165 | 0.155 | 0.218 | 13.7 | 12.9 | 12.2 | 14.6 |
| 12 | واد زناتي | 0.253 | 0.358 | 0.221 | 0.364 | 15.6 | 16.00 | 14.00 | 17.00 |
| 13 | فترون | 0.147 | 0.123 | 0.165 | 0.150 | 13.4 | 12.8 | 14.3 | 14.00 |
| 14 | نموذج انرات 3 | 0.271 | 0.160 | 0.222 | 0.121 | 16.2 | 14.6 | 16.4 | 13.8 |
| 15 | نموذج بيدي 4 | 0.314 | 0.305 | 0.170 | 0.148 | 17.2 | 16.8 | 14.3 | 13.7 |
| 16 | نموذج وسط بين هذبة.واد زناتي 6 | 0.267 | 0.195 | 0.118 | 0.125 | 16.3 | 12.8 | 12.2 | 12.00 |
| 17 | نموذج بيدي 6/001 | 0.140 | 0.132 | 0.114 | 0.125 | 13.6 | 13.00 | 12.8 | 12.2 |
| 18 | نموذج انرات 7/001 | 0.176 | 0.112 | 0.184 | 0.196 | 13.7 | 13.3 | 14.6 | 13.00 |
| 19 | نموذج هذبة 10 | 0.171 | 0.169 | 0.202 | 0.211 | 13.5 | 13.00 | 15.3 | 16.2 |
| 20 | نموذج وسط بين هذبة. كلاردوك 16 | 0.314 | 0.371 | 0.286 | 0.396 | 18.3 | 17.9 | 16.5 | 19.6 |
| 21 | نموذج محمد بن بشير 21/001 | 0.140 | 0.209 | 0.145 | 0.174 | 12.8 | 14.9 | 13.7 | 13.6 |
| 22 | نموذج بيدي 66/001 | 0.341 | 0.240 | 0.274 | 0.272 | 18.2 | 15.5 | 16.3 | 15.8 |
| 23 | نموذج بيدي 96/001 | 0.495 | 0.395 | 0.392 | 0.398 | 19.5 | 18.7 | 18.5 | 17.9 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 24 | نموذج واد زناتي 98/001 | 0.330 | 0.360 | 0.410 | 0.398 | 15.00 | 15.6 | 16.5 | 15.8 |
| 25 | نموذج هذبة 99/001 | 0.098 | 0.469 | 0.371 | 0.590 | 12.00 | 18.6 | 16.5 | 19.6 |

**ملحق I - 4 : الكثافة الضوئية و كمية المادة الجافة تحت 12.5 % من السعة الحقلية.**

| | | الكثافة الضوئية | | | | الوزن الجاف | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | الأصناف | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | بيدي 17 | 0.562 | 0.540 | 0.566 | 0.520 | 19.00 | 19.4 | 16.2 | 15.4 |
| 2 | بوخالفة | 0.409 | 0.591 | 0.480 | 0.451 | 15.2 | 16.6 | 16.00 | 16.4 |
| 3 | بليوني | 0.600 | 0.601 | 0.623 | 0.608 | 16.2 | 16.00 | 14.9 | 15.2 |
| 4 | كلاردوك | 0.285 | 0.383 | 0.295 | 0.250 | 12.8 | 13.00 | 13.6 | 12.7 |
| 5 | جناح الخطايفة | 0.331 | 0.317 | 0.380 | 0.348 | 14.6 | 15.7 | 16.2 | 16.00 |
| 6 | قمقوم الرخام | 0.447 | 0.650 | 0.627 | 0.625 | 17.00 | 15.8 | 17.3 | 15.4 |
| 7 | حمرة | 0.517 | 0.597 | 0.529 | 0.547 | 15.1 | 16.6 | 16.9 | 15.8 |
| 8 | هذبة 3 | 0.428 | 0.426 | 0.536 | 0.451 | 15.9 | 15.9 | 16.8 | 17.2 |
| 9 | انرات 69 | 0.645 | 0.465 | 0.420 | 0.400 | 17.00 | 15.1 | 15.8 | 16.00 |
| 10 | محمد بن بشير | 0.412 | 0.359 | 0.350 | 0.300 | 15.5 | 15.8 | 14.9 | 13.6 |
| 11 | مونبليي | 0.456 | 0.351 | 0.368 | 0.313 | 16.00 | 12.8 | 16.8 | 16.6 |
| 12 | واد زناتي | 0.503 | 0.582 | 0.558 | 0.559 | 16.5 | 17.6 | 16.7 | 16.2 |
| 13 | فترون | 0.640 | 0.777 | 0.828 | 0.821 | 16.00 | 14.7 | 17.4 | 17.2 |
| 14 | نموذج انرات 3 | 0.568 | 0.540 | 0.556 | 0.552 | 15.6 | 16.3 | 15.2 | 15.00 |
| 15 | نموذج بيدي 4 | 0.461 | 0.451 | 0.530 | 0.543 | 13.6 | 15.00 | 16.00 | 16.00 |
| 16 | نموذج وسط بين هذبة.واد زناتي 6 | 0.611 | 0.608 | 0.658 | 0.615 | 15.7 | 15.4 | 15.7 | 16.7 |
| 17 | نموذج بيدي 6/001 | 0.523 | 0.566 | 0.433 | 0.484 | 15.4 | 15.5 | 14.7 | 13.7 |
| 18 | نموذج انرات 7/001 | 0.653 | 0.726 | 0.625 | 0.701 | 16.7 | 16.9 | 16.2 | 15.9 |
| 19 | نموذج هذبة 10 | 0.351 | 0.309 | 0.330 | 0.398 | 14.6 | 15.7 | 14.4 | 15.9 |
| 20 | نموذج وسط بين هذبة. كلاردوك 16 | 0.274 | 0.378 | 0.393 | 0.207 | 13.7 | 14.5 | 15.4 | 12.6 |
| 21 | نموذج محمد بن بشير 21/001 | 0.300 | 0.346 | 0.424 | 0.415 | 15.00 | 15.8 | 16.2 | 16.8 |
| 22 | نموذج بيدي 66/001 | 0.511 | 0.735 | 0.525 | 0.572 | 16.2 | 16.5 | 16.7 | 17.5 |
| 23 | نموذج بيدي 96/001 | 0.314 | 0.391 | 0.449 | 0.424 | 15.2 | 15.9 | 14.5 | 15.8 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 24 | نموذج واد زناتي 98/001 | 0.594 | 0.577 | 0.533 | 0.565 | 15.6 | 16.1 | 15.9 | 16.9 |
| 25 | نموذج هذبة 99/001 | 0.583 | 0.630 | 0.474 | 0.447 | 14.3 | 15.8 | 15.2 | 14.6 |

**ملحق I – 5 : الكثافة الضوئية و كمية المادة الجافة تحت 6.25 % من السعة الحقلية.**

| | | الكثافة الضوئية | | | | الوزن الجاف | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | الاصناف | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | بيدي 17 | 0.945 | 0.865 | 0.899 | 0.750 | 0.014 | 0.015 | 0.014 | 0.016 |
| 2 | بوخالفة | 0.424 | 0.430 | 0.418 | 0.407 | 0.013 | 0.014 | 0.015 | 0.014 |
| 3 | بليوني | 0.866 | 0.488 | 0.734 | 0.713 | 0.015 | 0.013 | 0.015 | 0.014 |
| 4 | كلاردوك | 0.843 | 0.629 | 0.635 | 0.646 | 0.018 | 0.014 | 0.014 | 0.013 |
| 5 | جناح الخطايفة | 0.640 | 0.429 | 0.734 | 0.921 | 0.012 | 0.012 | 0.015 | 0.018 |
| 6 | قمقوم الرخام | 0.345 | 0.304 | 0.291 | 0.900 | 0.015 | 0.014 | 0.014 | 0.016 |
| 7 | حمرة | 0.312 | 0.312 | 0.415 | 0.401 | 0.015 | 0.014 | 0.015 | 0.015 |
| 8 | هذبة 3 | 0.305 | 0.564 | 0.512 | 0.628 | 0.017 | 0.017 | 0.016 | 0.018 |
| 9 | انرات 69 | 0.543 | 0.396 | 0.570 | 0.607 | 0.016 | 0.014 | 0.015 | 0.017 |
| 10 | محمد بن بشير | 0.356 | 0.72 | 0.367 | 0.288 | 0.014 | 0.015 | 0.013 | 0.012 |
| 11 | مونبليي | 0.611 | 0.901 | 0.736 | 0.652 | 0.018 | 0.018 | 0.017 | 0.017 |
| 12 | واد زناتي | 0.325 | 0.335 | 0.460 | 0.380 | 0.013 | 0.013 | 0.014 | 0.014 |
| 13 | فترون | 0.709 | 0.300 | 0.286 | 0.517 | 0.019 | 0.013 | 0.012 | 0.016 |
| 14 | نموذج انرات 3 | 0.670 | 0.945 | 0.983 | 0.643 | 0.017 | 0.018 | 0.019 | 0.014 |
| 15 | نموذج بيدي 4 | 0.253 | 0.390 | 0.292 | 0.257 | 0.013 | 0.015 | 0.012 | 0.012 |
| 16 | نموذج وسط بين هذبة.واد زناتي 6 | 0.193 | 0.284 | 0.173 | 0.175 | 0.011 | 0.012 | 0.012 | 0.013 |
| 17 | نموذج بيدي 6/001 | 0.174 | 0.253 | 0.170 | 0.142 | 0.013 | 0.014 | 0.012 | 0.012 |
| 18 | نموذج انرات 7/001 | 0.235 | 0.255 | 0.231 | 0.214 | 0.014 | 0.014 | 0.015 | 0.013 |
| 19 | نموذج هذبة 10 | 0.734 | 0.886 | 0.781 | 0.959 | 0.013 | 0.016 | 0.015 | 0.018 |
| 20 | نموذج وسط بين هذبة. كلا ردوك 16 | 0.380 | 0.419 | 0.553 | 0.392 | 0.015 | 0.016 | 0.016 | 0.015 |
| 21 | نموذج محمد بن بشير 21/001 | 0.506 | 0.982 | 0.950 | 0.888 | 0.014 | 0.018 | 0.018 | 0.016 |
| 22 | نموذج بيدي 66/001 | 0.313 | 0.193 | 0.127 | 0.151 | 0.015 | 0.013 | 0.012 | 0.012 |
| 23 | نموذج بيدي | 0.202 | 0.251 | 0.173 | 0.172 | 0.014 | 0.014 | 0.012 | 0.013 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 96/001 | | | | | | | | |
| 24 | نموذج واد زناتي 98/001 | 0.350 | 0.275 | 0.271 | 0.365 | 0.016 | 0.015 | 0.015 | 0.014 |
| 25 | نموذج هذبة 99/001 | 0.375 | 0.256 | 0.265 | 0.214 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.015 |

**ملحق I- 6 : محتوى البرولين في الصف الورقي الثاني و الثالث عند 50 % من السعة الحقلية (ميكرو مول/مغ من المادة الجافة).**

| الأصناف | | محتوى البرولين | | | | متوسط محتوى البرولين±الانحراف المعياري |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1 | بيدي 17 | 0.391 | 0.446 | 0.400 | 0.548 | 0.062 ±0.446 |
| 2 | بوخالفة | 0.405 | 0.426 | 0.300 | 0.324 | 0.052±0.363 |
| 3 | بليوني | 0.381 | 0.439 | 0.527 | 0.496 | 0.055 ±0.460 |
| 4 | كلا ردوك | 0.380 | 0.413 | 0.531 | 0.368 | 0.064 +0.423 |
| 5 | جناح الخطايفة | 0.644 | 0.493 | 0.537 | 0.466 | 0.067 ±0.535 |
| 6 | قمقوم الرخام | 0.433 | 0.434 | 0.429 | 0.473 | 0.017 ±0.442 |
| 7 | حمرة | 0.694 | 0.440 | 0.505 | 0.506 | 0.094 ±0.536 |
| 8 | هذبة 3 | 0.625 | 0.604 | 0.568 | 0.593 | 0.020 ±0.597 |
| 9 | انرات 69 | 0.699 | 0.925 | 0.832 | 0.913 | 0.090 ±0.842 |
| 10 | محمد بن بشير | 0.797 | 0.732 | 0.524 | 0.684 | 0.100 ±0.684 |
| 11 | مونبليي | 0.520 | 0.916 | 0.655 | 0.531 | 0.159 ±0.655 |
| 12 | واد زناتي | 0.295 | 0.551 | 0.446 | 0.393 | 0.092 ±0.421 |
| 13 | فترون | 0.378 | 0.429 | 0.339 | 0.261 | 0.061±0.351 |
| 14 | نموذج انرات 3 | 0.351 | 0.316 | 0.319 | 0.435 | 0.048 ±0.335 |
| 15 | نموذج بيدي 4 | 1.041 | 1.118 | 1.127 | 0.907 | 0.088 ±1.048 |
| 16 | نموذج وسط بين هذبة.واد زناتي 6 | 0.460 | 0.513 | 0.466 | 0.620 | 0.064 ±0.514 |
| 17 | نموذج بيدي 6/001 | 0.543 | 0.576 | 0.644 | 0.688 | 0.056 ±0.612 |
| 18 | نموذج انرات 7/001 | 0.634 | 0.801 | 0.607 | 0.678 | 0.074 ±0.68 |
| 19 | نموذج هذبة 10 | 0.62 | 0.585 | 0.579 | 0.555 | 0.023 ±0.584 |
| 20 | نموذج وسط بين هذبة. كلا ردوك 16 | 0.829 | 0.729 | 0.532 | 0.729 | 0.107 ±0.704 |
| 21 | نموذج محمد بن بشير 21/001 | 0.578 | 0.833 | 0.627 | 0.718 | 0.097±0.689 |
| 22 | نموذج بيدي 66/001 | 0.679 | 0.703 | 0.662 | 0.673 | 0.015±0.679 |
| 23 | نموذج بيدي 96/001 | 0.520 | 0.556 | 0.402 | 0.476 | 0.057 ±0.488 |
| 24 | نموذج واد زناتي | 0.698 | 0.693 | 0.721 | 0.780 | 0.034 ±0.723 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 98/001 | | | | | |
| 25 | نموذج هذبة 99/001 | 0.942 | 0.804 | 0.661 | 0.702 | 0.108 ±0.777 |

**ملحق I - 7 : محتوى البرولين في الصف الورقي الثاني و الثالث عند 37.5% من السعة الحقلية (ميكرو مول/مغ من المادة الجافة).**

| | الأصناف | محتوى البرولين | | | | متوسط محتوى البرولين±الانحراف المعياري |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1 | بيدي 17 | 1.287 | 0.764 | 0.684 | 1.011 | 0.235 ±0.936 |
| 2 | بوخالفة | 0.410 | 0.611 | 1.710 | 0.486 | 0.527 ±0.804 |
| 3 | بليوني | 1.053 | 0.445 | 1.445 | 1.189 | 0.418±1.108 |
| 4 | كلا ردوك | 0.880 | 1.815 | 1.980 | 0.413 | 0.649±1.272 |
| 5 | جناح الخطايفة | 0.808 | 1.441 | 2.031 | 0.756 | 0.520±1.259 |
| 6 | قمقوم الرخام | 1.284 | 0.693 | 1.213 | 2.729 | 0.756±1.479 |
| 7 | حمرة | 2.066 | 0.865 | 0.712 | 0.513 | 0.605±1.039 |
| 8 | هذبة 3 | 0.594 | 0.878 | 1.091 | 1.338 | 0.273±0.975 |
| 9 | انرات 69 | 20461 | 2.084 | 3.672 | 0.516 | 1.127±2.183 |
| 10 | محمد بن بشير | 1.466 | 1.434 | 1.843 | 1.170 | 0.239±1.478 |
| 11 | مونبليي | 0.559 | 0.416 | 0.575 | 2.592 | 0.900±1.035 |
| 12 | واد زناتي | 1.096 | 01.177 | 1.270 | 1.211 | 0.062±1.088 |
| 13 | فترون | 1.540 | 2.029 | 0.582 | 0.626 | 0.615±1.194 |
| 14 | نموذج انرات 3 | 0.523 | 3.642 | 1.155 | 4.471 | 1.650±2.447 |
| 15 | نموذج بيدي 4 | 1.213 | 1.582 | 0.934 | 0.724 | 0.321±1.113 |
| 16 | نموذج وسط بين هذبة.واد زناتي 6 | 1.107 | 1.683 | 1.171 | 1.437 | 0.228±1.349 |
| 17 | نموذج بيدي 6/001 | 1.202 | 3.848 | 5.498 | 4.133 | 1.555±3.670 |
| 18 | نموذج انرات 7/001 | 1.286 | 1.55 | 2.244 | 1.277 | 0.393±1.589 |
| 19 | نموذج هذبة 10 | 4.551 | 1.020 | 0.831 | 1.075 | 1.550±1.869 |
| 20 | نموذج وسط بين هذبة. كلا ردوك 16 | 1.294 | 0.855 | 1.24 | 0.740 | 0.239±1.032 |
| 21 | نموذج محمد بن بشير 21/001 | 0.470 | 0.857 | 0.779 | 0.504 | 0.167±0.652 |
| 22 | نموذج بيدي 66/001 | 1.105 | 0.950 | 0.801 | 0.567 | 0.198±0.855 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 | نموذج بيدي 96/001 | 0.397 | 1.904 | 0.785 | 0.800 | 0.562±0.971 |
| 24 | نموذج واد زناتي 98/001 | 0.698 | 0.693 | 0.727 | 0.780 | 0.034±0.724 |
| 25 | نموذج هذبة 99/001 | 0.673 | 0.852 | 1.352 | 0.747 | 0.265±0.906 |

**ملحق I - 8 : محتوى البرولين في الصف الورقي الثاني و الثالث عند 25 % من السعة الحقلية (ميكرو مول/مغ من المادة الجافة).**

| الأصناف | | محتوى البرولين | | | | متوسط محتوى البرولين±الانحراف المعياري |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1 | بيدي 17 | 8.169 | 5.720 | 6.970 | 8.946 | 1.222±7.451 |
| 2 | بوخالفة | 7.490 | 10.155 | 9.436 | 8.857 | 0.977±8.984 |
| 3 | بليوني | 7.856 | 7.837 | 5.989 | 7.853 | 0.805±7.384 |
| 4 | كلا ردوك | 7.886 | 8.621 | 5.9 | 5.407 | 1.337±6.953 |
| 5 | جناح الخطايفة | 8.012 | 6.744 | 5.068 | 6.806 | 1.047±6.657 |
| 6 | قمقوم الرخام | 16.300 | 11.374 | 12.314 | 13.175 | 4.414±13.284 |
| 7 | حمرة | 7.819 | 6.244 | 7.577 | 5.103 | 1.093±6.685 |
| 8 | هذبة 3 | 6.594 | 10.110 | 14.452 | 9.852 | 2.792±10.252 |
| 9 | انرات 69 | 5.077 | 7.507 | 6.692 | 5.25 | 1.011±6.131 |
| 10 | محمد بن بشير | 10.093 | 7.546 | 8.192 | 9.666 | 1.041±8.874 |
| 11 | مونبليي | 8.598 | 7.930 | 7.877 | 9.257 | 0.562±8.415 |
| 12 | واد زناتي | 10.055 | 13.872 | 9.787 | 13.275 | 1.840±11.747 |
| 13 | فترون | 6.801 | 5.957 | 7.153 | 6.642 | 0.434±6.638 |
| 14 | نموذج انرات 3 | 10.371 | 6.794 | 8.392 | 5.436 | 1.840±7.748 |
| 15 | نموذج بيدي 4 | 11.318 | 11.255 | 7.370 | 6.697 | 2.139±9.16 |
| 16 | نموذج وسط بين هذبة.واد زناتي 6 | 10.155 | 9.445 | 5.996 | 6.458 | 1.811±8.013 |
| 17 | نموذج بيدي 6/001 | 6.382 | 6.295 | 5.521 | 6.352 | 0.357±6.137 |
| 18 | نموذج انرات 7/001 | 8.082 | 5.221 | 7.813 | 9.347 | 1.499±7.615 |
| 19 | نموذج هذبة 10 | 7.853 | 8.06 | 8.185 | 8.075 | 0.119±8.043 |
| 20 | نموذج وسط بين هذبة. كلا ردوك 16 | 10.638 | 12.850 | 10.746 | 12.526 | 1.005±11.69 |
| 21 | نموذج محمد بن | 6.781 | 8.696 | 6.562 | 7.932 | 0.867±7.492 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | بشير 21/001 | | | | | |
| 22 | نموذج بيدي 66/001 | 11.616 | 9.6 | 10.422 | 10.673 | 0.718±10.577 |
| 23 | نموذج بيدي 96/001 | 15.738 | 13.096 | 13.137 | 13.785 | 1.074±13.939 |
| 24 | نموذج واد زناتي 98/001 | 13.64 | 14.307 | 15.406 | 15.617 | 0.807±14.742 |
| 25 | نموذج هذبة 99/001 | 5.063 | 15.633 | 13.940 | 18.663 | 5.061±13.324 |

**ملحق I - 9 : محتوى البر ولين في الصف الورقي الثاني و الثالث عند12.5 % من السعة الحقلية (ميكرو مول/مغ من المادة الجافة).**

| الأصناف | | محتوى البرولين | | | | متوسط محتوى البرولين±الانحراف المعياري |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1 | بيدي 17 | 18.33 | 17.25 | 21.66 | 20.93 | 1.81±19.54 |
| 2 | بوخالفة | 16.68 | 21.68 | 18.6 | 17.05 | 1.97±18.50 |
| 3 | بليوني | 22.96 | 23.28 | 25.92 | 24.8 | 1.19±24.24 |
| 4 | كلا ردوك | 13.80 | 18.26 | 13.44 | 12.20 | 2.29±14.42 |
| 5 | جناح الخطايفة | 14.05 | 21.51 | 14.54 | 13.48 | 0.75±13.64 |
| 6 | قمقوم الرخام | 16.30 | 25.50 | 22.47 | 25.16 | 3.68±22.35 |
| 7 | حمرة | 21.22 | 22.29 | 19.40 | 21.46 | 1.05±21.09 |
| 8 | هذبة 3 | 16.68 | 16.61 | 19.78 | 16.25 | 1.42±17.33 |
| 9 | انرات 69 | 23.52 | 19.09 | 16.48 | 15.5 | 3.10±18.64 |
| 10 | محمد بن بشير | 16.48 | 14.08 | 14.56 | 13.67 | 1.07±14.69 |
| 11 | مونبليي | 17.67 | 17.00 | 13.58 | 11.69 | 2.45±14.98 |
| 12 | واد زناتي | 18.90 | 18.6 | 20.71 | 21.39 | 1.17±19.9 |
| 13 | فترون | 24.8 | 32.77 | 29.50 | 29.59 | 2.84±29.16 |
| 14 | نموذج انرات 3 | 22.57 | 20.53 | 22.67 | 22.81 | 0.93±22.14 |
| 15 | نموذج بيدي 4 | 21.06 | 18.64 | 20.53 | 21.04 | 0.99±20.31 |
| 16 | نموذج وسط بين هذبة.واد زناتي 6 | 24.12 | 24.47 | 25.98 | 22.83 | 1.12±24.35 |
| 17 | نموذج بيدي 6/001 | 21.05 | 22.64 | 18.26 | 21.90 | 1.65±20.96 |
| 18 | نموذج انرات 7/001 | 24.24 | 26.63 | 23.91 | 27.33 | 1.47±25.52 |
| 19 | نموذج هذبة 10 | 14.90 | 12.20 | 17.13 | 15.51 | 1.77±14.93 |
| 20 | نموذج وسط بين هذبة. كلا ردوك 16 | 12.4 | 16.16 | 15.82 | 10.18 | 2.48±13.64 |
| 21 | نموذج محمد بن بشير 21/001 | 12.4 | 13.57 | 16.22 | 15.31 | 1.48±14.37 |
| 22 | نموذج بيدي 66/001 | 19.55 | 27.61 | 19.49 | 18.67 | 3.64±21.33 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 | نموذج بيدي 96/001 | 12.80 | 15.24 | 19.19 | 16.63 | 2.31±15.96 |
| 24 | نموذج واد زناتي 98/001 | 23.60 | 22.21 | 20.78 | 20.72 | 1.18±21.82 |
| 25 | نموذج هذبة 99/001 | 25.27 | 24.72 | 19.33 | 18.98 | 2.92±22.07 |

**ملحق I - 10: محتوى البرولين في الصف الورقي الثاني و الثالث عند 6.25 % من السعة الحقلية (ميكرو مول/مغ من المادة الجافة).**

| | الأصناف | محتوى البرولين | | | | متوسط محتوى البرولين±الانحراف المعياري |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1 | بيدي 17 | 40.40 | 34.82 | 37.66 | 29.06 | 4.20±35.48 |
| 2 | بوخالفة | 19.18 | 18.77 | 17.27 | 18.02 | 0.93±18.31 |
| 3 | بليوني | 34.64 | 21.92 | 30.33 | 30.27 | 4.60±29.29 |
| 4 | كلا ردوك | 28.71 | 26.71 | 26.78 | 28.81 | 1.00±27.75 |
| 5 | جناح الخطايفة | 31.46 | 21.80 | 29.17 | 30.21 | 3.76±28.16 |
| 6 | قمقوم الرخام | 68.55 | 63.67 | 63.08 | 33.41 | 13.88±57.17 |
| 7 | حمرة | 12.89 | 13.07 | 16.49 | 16.24 | 1.69±14.67 |
| 8 | هذبة 3 | 11.12 | 19.64 | 18.78 | 21.63 | 3.98±17.79 |
| 9 | انرات 69 | 20.40 | 13.79 | 22.65 | 21.88 | 3.49±19.68 |
| 10 | محمد بن بشير | 14.81 | 15.27 | 16.48 | 13.84 | 0.94±15.1 |
| 11 | مونبليي | 20.81 | 30.03 | 25.63 | 23.50 | 3.37±24.99 |
| 12 | واد زناتي | 14.81 | 15.05 | 27.94 | 16.82 | 5.41±18.65 |
| 13 | فترون | 113.88 | 66.90 | 69.26 | 99.54 | 19.98±87.55 |
| 14 | نموذج انرات 3 | 23.87 | 31.5 | 31.74 | 27.11 | 3.27±28.55 |
| 15 | نموذج بيدي 4 | 57.24 | 77.00 | 72.41 | 65.84 | 7.43±68.12 |
| 16 | نموذج وسط بين هذبة.واد زناتي 6 | 51.15 | 68.78 | 44.69 | 41.09 | 10.64±51.42 |
| 17 | نموذج بيدي 6/001 | 39.66 | 55.23 | 41.17 | 36.68 | 7.13±43.18 |
| 18 | نموذج انرات 7/001 | 56.02 | 55.27 | 47.42 | 47.72 | 4.04±51.60 |
| 19 | نموذج هذبة 10 | 34.47 | 33.70 | 31.24 | 31.45 | 1.34±32.71 |
| 20 | نموذج وسط بين هذبة. كلا ردوك 16 | 15.10 | 15.93 | 20.40 | 16.09 | 2.06±16.88 |
| 21 | نموذج محمد بن بشير 21/001 | 21.93 | 33.45 | 31.49 | 34.19 | 4.91±30.26 |
| 22 | نموذج بيدي 66/001 | 61.80 | 49.32 | 30.75 | 37.44 | 11.58±43.82 |
| 23 | نموذج بيدي 96/001 | 42.89 | 50.41 | 42.90 | 41.01 | 3.60±44.30 |
| 24 | نموذج واد زناتي 98/001 | 64.97 | 55.00 | 53.17 | 76.97 | 9.47±62.52 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 25 | نموذج هذبة 99/001 | 81.86 | 56.68 | 55.88 | 42.8 | 59.30±14.14 |

**الملحق II – 1 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة : 28 مارس ، 8 ايام من ايقاف السقي .**
**درجة الحرارة في المخبر : 10° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | محتوى البر المادة الجاف |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | 0.001 | 0.124 | 0.232 | 0.124 | 0.008 | 0.010 | 0.008 | 0.010 | |
| الصنف 1 مسقي | 0.005 | 0.008 | 0.008 | / | 0.009 | 0.009 | 0.011 | / | 0.344 |
| الصنف 2 مجهد | 0.010 | / | 0.008 | / | 0.007 | 0.009 | / | / | 0.885 |
| الصنف 2 مسقي | 0.008 | 0.006 | 0.008 | 0.005 | 0.011 | 0.011 | 0.009 | 0.010 | 0.450 |

**الملحق II – 2 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة : 29 مارس ، 9 ايام من ايقاف السقي .**
**درجة الحرارة في المخبر : 10°م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | محتوى البرولين (µ مول المادة الجافة) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | 0.005 | 0.006 | 0.007 | 0.005 | 0.011 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.281 | 0.286 | .333 |
| الصنف 1 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| الصنف 2 مجهد | 0.021 | 0.025 | 0.021 | 0.021 | 0.010 | 0.008 | 0.008 | 0.009 | 1.302 | 1.937 | .627 |
| الصنف 2 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |

**الملحق II – 3 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة : 30 مارس ، 10 ايام من ايقاف السقي .**
**درجة الحرارة في المخبر :11 ° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | محتوى البرولين (µ مول/ مغ من المادة الجافة) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | 0.012 | 0.015 | 0.017 | / | 0.014 | 0.011 | 0.010 | / | 0.530 | 0.845 | 1.054 | / |
| الصنف 1 مسقي | 0.015 | 0.015 | 0.015 | / | 0.014 | 0.014 | 0.015 | / | 0.664 | 0.664 | 0.62 | / |
| الصنف 2 مجهد | 0.034 | 0.034 | 0.033 | 0.033 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 2.108 | 2.108 | 1.86 | 1.86 |
| الصنف 2 مسقي | 0.013 | 0.009 | 0.012 | 0.012 | 0.007 | 0.006 | 0.007 | 0.007 | 1.018 | 0.76 | 1.01 | 1.00 |

**الملحق II – 4 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة : 31 مارس ، 11 يوم من ايقاف السقي .**
**درجة الحرارة في المخبر : 12° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | محتوى البرولين (µ مول/ مغ من المادة الجافة) | | | | المتوسط |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | 0.026 | 0.015 | 0.011 | / | 0.010 | 0.010 | 0.010 | / | 1.612 | 0.93 | 0.682 | / | 1.07 |
| الصنف 1 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| الصنف 2 مجهد | 0.035 | 0.047 | 0.067 | / | 0.008 | 0.009 | 0.009 | / | 2.712 | 3.237 | 4.615 | / | 3.51 |
| الصنف 2 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |

**الملحق II – 5 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة : 2 افريل. 13 يوم من ايقاف السقي .**
**درجة الحرارة في المخبر : 12° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | محتوى البرولين (µ مول/ مغ من المادة الجافة) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | 0.016 | 0.046 | / | / | 0.009 | 0.008 | / | / | 1.102 | 3.565 | / | / |
| الصنف 1 مسقي | 0.015 | 0.016 | 0.015 | 0.015 | 0.012 | 0.010 | 0.012 | 0.011 | 0.775 | 0.992 | 0.775 | 0.842 |
| الصنف 2 مجهد | 0.097 | 0.101 | 0.255 | 0.055 | 0.014 | 0.011 | 0.012 | 0.013 | 4.295 | 5.692 | 13.175 | 2.623 |
| الصنف 2 مسقي | 0.012 | 0.027 | 0.010 | 0.011 | 0.008 | 0.008 | 0.007 | 0.008 | 0.93 | 2.09 | 0.88 | 0.85 |

**الملحق II –6 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ،**
**محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة : 3 افريل ، 14 يوم من ايقاف السقي .**
**درجة الحرارة في المخبر : 11° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | محتوى البرولين (µ مول/ مع من المادة الجافة) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | 0.189 | 0.187 | 0.189 | 0.200 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.008 | 11.71 | 11.59 | 11.71 | 15.5 |
| الصنف 1 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| الصنف 2 مجهد | 0.135 | 0.135 | 0.133 | 0.139 | 0.011 | 0.011 | 0.012 | 0.011 | 7.60 | 7.66 | 6.87 | 7.83 |
| الصنف 2 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |

**الملحق II – 7 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة : 4 افريل ، 15 من ايقاف السقي .**
**درجة الحرارة في المخبر : 10° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | محتوى البرولين (µ مول/ مع من المادة الجافة) | | | | ال |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | 0.491 | 0.396 | / | / | / | / | 0.020 | 0.021 | 14.44 | 12.27 | / | / | 6 |
| الصنف 1 مسقي | 0.017 | 0.015 | 0.018 | 0.016 | 0.011 | 0.011 | 0.010 | 0.011 | 1.01 | 0.93 | 1.04 | 0.93 | 7 |
| الصنف 2 مجهد | 0.512 | / | / | / | / | / | / | 0.031 | 10.24 | / | / | / | 4 |
| الصنف 2 مسقي | 0.020 | 0.015 | 0.015 | 0.012 | 0.007 | 0.007 | 0.006 | 0.007 | 1.77 | 1.55 | 1.32 | 1.06 | 2 |

**الملحق II – 8 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة : 5 افريل ، 16 يوم من ايقاف السقي .**
**درجة الحرارة في المخبر : 14° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | محتوى البرولين (µ مول/ مغ من المادة الجافة) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | 0.326 | 0.331 | 0.329 | 0.328 | 0.009 | 0.009 | 0.010 | 0.010 | 22.44 | 22.80 | 20.39 | 20.33 |
| الصنف 1 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| الصنف 2 مجهد | 0.129 | 0.249 | 0.175 | 0.175 | 0.010 | 0.010 | 0.012 | 0.009 | 7.99 | 15.43 | 9.04 | 12.05 |
| الصنف 2 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |

**الملحق II – 9 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة : 6 افريل ، 17 يوم من ايقاف السقي .**
**درجة الحرارة في المخبر : 12° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | محتوى البرولين (µ مول/ مع من المادة الجافة) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | 0.484 | 0.555 | 0.587 | 0.450 | 0.012 | 0.013 | 0.012 | 0.012 | 25 | 26.46 | 30.32 | 23.25 |
| الصنف 1 مسقي | 0.018 | 0.045 | 0.066 | 0.018 | 0.011 | 0.011 | 0.013 | 0.011 | 1.01 | 2.53 | 3.14 | 1.01 |
| الصنف 2 مجهد | 0.290 | 0.214 | 0.078 | 0.307 | 0.015 | 0.015 | 0.014 | 0.013 | 13.83 | 8.84 | 3.45 | 12.68 |
| الصنف 2 مسقي | 0.011 | 0.017 | 0.020 | / | / | 0.011 | 0.012 | 0.011 | 0.62 | 0.95 | 1.03 | / |

**الملحق II –0 1 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة :9 افريل ، 18 يوم من ايقاف السقي .**
**درجة الحرارة في المخبر : 11° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | محتوى البرولين (µ مول/ مغ) من المادة الجافة | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | 0.451 | 0.533 | 0.491 | 0.469 | 0.011 | 0.011 | 0.010 | 0.014 | 25.42 | 30.04 | 30.44 | 20.77 |
| الصنف 1 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| الصنف 2 مجهد | 0.508 | 0.504 | / | / | 0.025 | 0.026 | / | / | 12.59 | 12.01 | / | / |
| الصنف 2 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |

**الملحق II – 11 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة 10 افريل ، 19 يوم من ايقاف السقي .**
**درجة الحرارة في المخبر : 10° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | محتوى البرولين (µ مول/ مغ من المادة الجافة) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | *0.193 | / | / | / | 0.011 | / | / | / | 54.35 | / | | / |
| الصنف 1 مسقي | 0.032 | 0.041 | 0.039 | / | 0.012 | 0.012 | 0.012 | / | 1.65 | 2.11 | 2.01 | / |
| الصنف 2 مجهد | 0.251 | 0.248 | 0.254 | 0.259 | 0.013 | 0.012 | 0.013 | 0.013 | 11.97 | 12.81 | 12.11 | 2.35. |
| الصنف 2 مسقي | 0.013 | 0.002 | / | / | 0.011 | 0.009 | / | / | 0.73 | 0.13 | / | / |

**الملحق II -12 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة : 11 افريل ، 20 من ايقاف السقي .**
**درجة الحرارة في المخبر : 12° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | محتوى البرولين (µ مول/ مغمن المادة الجافة) | | | | المتوسط |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | *0.430 | *0.450 | *0.450 | / | 0.021 | 0.021 | 0.020 | / | 63.47 | 66.42 | 69.75 | / | 66.54 |
| الصنف 1 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| الصنف 2 مجهد | *0.514 | / | / | / | 0.048 | / | / | / | 33.19 | / | / | / | 33.19 |
| الصنف 2 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |

**الملحق II – 13 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة : 12 افريل ، 21 يوم من ايقاف السقي .**
**درجة الحرارة في المخبر : 13° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | محتوى البرولين (µ مول/ مع من المادة الجافة) | | | | المتوسط |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | *0.479 | *0.434 | *0.470 | / | 0.017 | 0.021 | 0.025 | / | 87.34 | 64.06 | 58.40 | / | 69.86 |
| الصنف 1 مسقي | 0.038 | 0.035 | 0.032 | / | 0.014 | 0.014 | 0.014 | / | 1.68 | 1.55 | 1.41 | / | 1.54 |
| الصنف 2 مجهد | *0.430 | 0.630 | / | / | 0.024 | 0.024 | / | / | 55.40 | 16.27 | / | / | 35.90 |
| الصنف 2 مسقي | 0.028 | 0.032 | 0.045 | / | 0.014 | 0.014 | 0.011 | / | 1.24 | 1.41 | 2.53 | / | 1.54 |

**. الملحق II – 14 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة : 13 افريل ، 22 يوم من ايقاف السقي .**
**درجة الحرارة في المخبر :14° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | محتوى البرولين (µ مول/ مغ من المادة الجافة) | | | | المتوسط |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | *0.730 | *0.702 | 0.945 | / | 0.018 | 0.019 | 0.019 | / | 125.72 | 114.53 | 30.83 | / | 90.36 |
| الصنف 1 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| الصنف 2 مجهد | *0.450 | / | / | / | 0.033 | / | / | / | 42.27 | / | / | / | 42.27 |
| الصنف 2 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |

**الملحق II – 15 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة : 16 افريل ، 25 يوم من ايقاف السقي .**
**درجة الحرارة في المخبر : 15° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | محتوى البرولين (µ مول/ مغ من المادة الجافة) | | | | المتوسط |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | *0.570 | *0.550 | *0.560 | / | 0.015 | 0.016 | 0.015 | / | 117.8 | 106.55 | 115.7 | / | 113.35 |
| الصنف 1 مسقي | 0.035 | 0.035 | / | / | / | 0.016 | 0.012 | / | 1.80 | 1.35 | / | / | 1.57 |
| الصنف 2 مجهد | 0.430 | 0.440 | 0.482 | / | 0.022 | 0.018 | 0.019 | / | | | | | 42.76 |
| الصنف 2 مسقي | 0.010 | 0.015 | / | / | / | 0.011 | 0.011 | / | 0.56 | 0.84 | / | / | 0.73 |

****** 17 افريل اعادة السقي**

**الملحق II – 16 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة : 18 افريل ، 1 يوم بعد اعادة السقي السقي .**
**درجة الحرارة في المخبر : 18° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | محتوى البرولين (µ مول/ مغ من المادة الجافة) | | | | المتوسط |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | 0.788 | / | / | / | 0.019 | / | / | / | 25.71 | / | / | / | 25.71 |
| الصنف 1 مسقي | 0.016 | 0.046 | / | / | 0.008 | 0.009 | / | / | | | | | 1.30 |
| الصنف 2 مجهد | 0.754 | 0.766 | / | / | 0.015 | 0.016 | / | / | 31.16 | 29.68 | / | / | 30.42 |
| الصنف 2 مسقي | 0.030 | 0.028 | 0.032 | / | 0.008 | 0.012 | 0.012 | / | 2.32 | 1.44 | 1.65 | | 1.80 |

**الملحق II – 17 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة : . 19 افريل ، 1 يوم بعد اعادة السقي السقي**
**درجة الحرارة في المخبر : 18° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | محتوى البرولين (µ مول/ مغ من المادة الجافة) | | | | المتوسط |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | *0.576 | / | / | / | 0.071 | / | / | / | 25.14 | | | | 25.14 |
| الصنف 1 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| الصنف 2 مجهد | 0.576 | / | / | / | 0.012 | / | / | / | 29.76 | | | | 29.76 |
| الصنف 2 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |

**الملحق II – 18 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة :. 20 افريل ، 3 يوم بعد اعادة السقي السقي**
**درجة الحرارة في المخبر : 14° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | محتوى البرولين (µ مول/ مع من المادة الجافة) | | | | ال |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | 0.140 | 0.060 | 0.064 | / | 0.010 | 0.010 | 0.008 | / | 8.68 | 3.72 | 4.96 | / | 8 |
| الصنف 1 مسقي | 0.015 | 0.007 | 0.011 | 0.008 | 0.011 | 0.018 | 0.012 | 0.011 | 0.84 | 0.24 | 0.56 | 0.45 | 2 |
| الصنف 2 مجهد | 0.446 | 0.276 | / | / | 0.012 | 0.011 | / | / | 23.04 | 15.55 | / | / | 9 |
| الصنف 2 مسقي | 0.015 | 0.015 | 0.014 | / | 0.014 | 0.014 | 0.015 | / | 0.66 | 0.66 | 0.57 | / | 3 |

**الملحق II – 19 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة : 23 افريل ، 4 يوم بعد اعادة السقي السقي**
**درجة الحرارة في المخبر : 20° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | | محتوى البرولين (µ مول/ مغ من المادة الجافة) | | | | | المتوسط |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | 0.08 | / | / | / | / | 0.010 | / | / | / | 4.96 | / | / | / | / | 4.96 | |
| الصنف 1 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | |
| الصنف 2 مجهد | 0.350 | 0.347 | / | / | / | 0.013 | 0.016 | / | / | 16.69 | 13.44 | / | / | / | 15.06 | |
| الصنف 2 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | |

**الملحق II – 20 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة : 24 افريل ، 5 يوم بعد اعادة السقي السقي**
**درجة الحرارة في المخبر : 22° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | | محتوى البرولين (µ مول/ مغ من المادة الجافة) | | | | | المتوسط |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | 0.072 | 0.075 | 0.075 | / | / | 0.008 | 0.010 | 0.012 | / | 5.58 | 4.65 | 3.87 | / | / | 4.70 | |
| الصنف 1 مسقي | 0.002 | 0.006 | / | / | / | 0.014 | 0.011 | / | / | 0.08 | 0.33 | / | / | / | 0.20 | |
| الصنف 2 مجهد | 0.156 | 0.112 | 0.205 | / | / | 0.015 | 0.012 | 0.014 | / | 6.44 | 5.78 | 9.07 | / | / | 7.09 | |
| الصنف 2 مسقي | 0.016 | / | / | / | / | 0.013 | / | / | / | 0.76 | / | / | / | / | 0.76 | |

**الملحق II – 1 2 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة : 25 افريل ، 6 يوم بعد اعادة السقي السقي**
**درجة الحرارة في المخبر :24 ° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | محتوى البرولين (µ مول/ مغ من المادة الجافة) | | | | المتوسط |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | 0.039 | / | / | / | 0.010 | / | / | / | 2.41 | / | / | / | 2.41 |
| الصنف 1 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| الصنف 2 مجهد | 0.699 | / | / | / | 0.069 | / | / | / | 6.28 | / | / | / | 6.28 |
| الصنف 2 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |

**الملحق II – 22 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة : 26 افريل ، 7 يوم بعد اعادة السقي السقي**
**درجة الحرارة في المخبر : 20° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | محتوى البرولين (µ مول/ مغ من المادة الجافة) | | | | | | | المتوسط |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | 0.016 | 0.046 | / | / | 0.009 | 0.008 | / | / | 1.10 | 3.56 | / | | | | | 2.33 |
| الصنف 1 مسقي | 0.012 | 0.020 | 0.015 | 0.015 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.006 | | | | | | | | 1.30 |
| الصنف 2 مجهد | 0.583 | / | / | / | 0.059 | / | / | / | 6.12 | / | / | / | | | | 6.12 |
| الصنف 2 مسقي | 0.015 | / | / | / | 0.011 | / | / | / | 0.84 | / | / | / | | | | 0.84 |

**الملحق II – 23 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة : 27 افريل ، 8 يوم بعد اعادة السقي السقي**
**درجة الحرارة في المخبر : 21° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | محتوى البرولين (µ مول/ مغ من المادة الجافة) | | | | المتوسط |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | 0.023 | 0.024 | / | / | 0.013 | 0.008 | / | / | 1.09 | 1.86 | / | / | 1.47 |
| الصنف 1 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| الصنف 2 مجهد | 0.097 | / | / | / | 0.015 | / | / | / | 4.00 | / | / | / | 4.00 |
| الصنف 2 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |

**الملحق II – 24 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة : 30 افريل ، 9 يوم بعد اعادة السقي السقي**
**درجة الحرارة في المخبر : 22° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | محتوى البرولين (µ مول/ مغ من المادة الجافة) | | | | المتو |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | 0.013 | 0.015 | / | / | 0.009 | 0.008 | / | / | 0.89 | 1.16 | / | / | .02 |
| الصنف 1 مسقي | 0.012 | 0.007 | / | / | 0.011 | 0.009 | / | / | 0.67 | 0.48 | / | / | .57 |
| الصنف 2 مجهد | 0.035 | / | / | / | 0.012 | / | / | / | 1.80 | / | / | / | .80 |
| الصنف 2 مسقي | 0.020 | 0.015 | 0.015 | 0.012 | 0.007 | 0.006 | 0.007 | 0.007 | 1.77 | 1.55 | 1.32 | 1.06 | .30 |

**الملحق II – 25 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة :2 ماي ، 10 ايام بعد اعادة السقي السقي**
**درجة الحرارة في المخبر : 24° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | محتوى البرولين (µ مول/ مغ من المادة الجافة) | | | | المتوسط |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | 0.015 | / | / | / | 0.012 | / | / | / | 0.77 | / | / | / | 0.77 |
| الصنف 1 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| الصنف 2 مجهد | 0.036 | 0.038 | 0.019 | / | 0.014 | 0.015 | 0.016 | / | 1.59 | 1.57 | 0.73 | / | 1.29 |
| الصنف 2 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |

**الملحق II – 26 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة : 3 ماي ، 11 يوم بعد اعادة السقي السقي**
**درجة الحرارة في المخبر : 22° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | محتوى البرولين (µ مول/ مغ) من المادة الجافة | | | | المتوسط |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | 0.019 | 0.016 | 0.008 | / | 0.014 | 0.013 | 0.007 | / | 0.84 | 0.76 | 0.70 | / | 0.76 |
| الصنف 1 مسقي | 0.038 | 0.035 | / | / | 0.014 | 0.012 | / | / | 1.68 | 1.80 | / | / | 1.74 |
| الصنف 2 مجهد | 0.023 | / | / | / | 0.015 | / | / | / | 0.95 | / | / | / | 0.95 |
| الصنف 2 مسقي | 0.008 | / | / | / | 0.010 | / | / | / | 0.49 | / | / | / | 0.49 |

**الملحق II – 27 الكثافة الضوئية ، وزن المادة الجافة ، محتوى البرولين**

**تاريخ المعايرة :4 ماي ، 12 يوم بعد اعادة السقي السقي**
**درجة الحرارة في المخبر : 24° م**

| الاصناف | الثافة الضوئية | | | | وزن المادة الجافة( مغ ) | | | | محتوى البرولين (µ مول/ مغ من المادة الجافة) | | | | المتوسط |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الصنف 1 مجهد | 0.016 | 0.013 | / | / | / | / | 0.012 | 0.021 | 0.47 | 0.67 | / | / | 0.57 |
| الصنف 1 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| الصنف 2 مجهد | 0.018 | / | / | / | / | / | / | 0.013 | 0.85 | / | / | / | 0.85 |
| الصنف 2 مسقي | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |

**الاسم: ليليا** **اللقب: رجايمية** **تاريخ المناقشة: 2006/03/05**

**العنوان: تراكم البرولين باعتباره مؤشرا جزيئيا للتنوع الحيوي و التأقلم مع الجفاف عند الحبوب:**
**القمح الصلب (Triticum durumDesf.)**

**نوع الشهادة: ما جستير**


## الملخص

**اجريت هذه الدراسة بهدف معرفة مدى تاقلم 25 صنف من القمح الصلب (Triticum durum Desf. ) مع نقص الماء من خلال تراكم البرولين و اعتباره مؤشر جزيئي لتاقلم هذه الاصناف في وسط النمو تحت مستويات التغذية المائية المختلفة التالية : 50% - 37.5 % - 25 % - 12.5 % و 6.25 % من السعة الحقلية.**

**تعبرالنتائج المتحصل عليها عن التنوع الحيوي الموجود بين هذه الانماط الوراثية المدروسة. تنتج هذه التنوعية عن ردود الفعل المختلفة لهذه الاصناف و كذا عن رد الفعل الوظيفي لكل صنف بالنسبة للاجهاد المائي المطبق ، حيث يمكن استغلال هذا التنوع في التحسين الوراثي عند القمح الصلب بالنسبة لخصائص التاقلم المرجوة.**



**الكلمات المفتاحية: القمح الصلب (Triticum durum Desf.) ،الاجهاد المائي ، تراكم البرولين ، التنوع الحيوي ، الانماط الوراثية.**


**مخبر البحث: تطوير و تثمين موارد الوراثة النباتية .**

| | | |
|---|---|---|
| **بن لعريبي مصطفى** | **أستاذ جامعة منتوري – قسنطينة.** | **مقررا.** |
| **يخلف نادية** | **أستاذة محاضرة جامعة منتوري – قسنطينة.** | **رئيسا.** |
| **يحيا عبدالوهاب** | **استاذمحاضرالمركز الجامعي – أم البواقي.** | **ممتحنا.** |
| **غروشة حسين** | **أستاذمحاضرجامعة منتوري – قسنطينة.** | **ممتحنا.** |