| | |
|---|---|
| الاسم : سعاد<br>اللقب : عالم | تاريخ المناقشة : |

**العنـــــوان : استجابـــة بـــاذرات القمـــح الصلب ( *Triticum durum* Desf.) للإجـهاد الملحـي و معاكسـة تأثيـــره الضـــار بالأوكسيـــــــن**

الموضوع : مذكرة ماجستير


**الملخص**

**أجري هذا البحث في ظروف البيت البلاستيـــكي بهدف دراسة تأثير الإجهاد الملحي على النمو، ومحتوى بعـض المـــواد العضوية و العناصر المعدنية لدى ثلاث باذرات من القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.) أخضعت لثلاث تراكيـــز متزايدة من NaCl، في نفس الوقت عوملت نفس الأنماط الوراثيـــة بالأوكسيـن بطريقتي نقع البذور (7 ppm) و الرش الورقي (0.5 ppm) بغرض التقليل من التأثيرات السلبية للملح.**

**بينت النتائج المتحصل عليـــها أن NaCl يخفض من نمو القمح الصلب، في حين يزيـــد من تراكم الأسمـوليتات ، كما يتسبب الإجهاد الملحي في انخفاض محتوى الأوراق من البوتاسيوم و زيادة محتواها من الصوديوم.**

**يسمح مركز الطاقة (الكلوروفيل)، وكذا المســـاحة الورقية و الوزن الجاف من تقدير كفاءة الأصناف و تصرفها في ظـروف الإجهاد الملحي.**

**ساعد استعمال الهرمون النباتي على مواجهـة الإجهـاد الملحـي و ذلك برفـع محتـــوى الأوراق من البر ولـين، السكريـــات الذوابة و الكلوروفيل.**



***الكلمات المفتاحية:*** الإجهاد الملحي، القمح الصلب، الاوكسين، النمو، البر ولين، السكريـــات الذوابة و الكلوروفيل.


مخبر البحث: تطوير وتثمين الموارد النباتية والوراثية

أعضاء لجنة المناقشة

| | | | |
|---|---|---|---|
| **م. بن لعربي** | **رئيسا** | **أستاذ التعليم العالي** | **جامعة منتوري قسنطينة** |
| **م. باقـــــة** | **مشرفا** | **أستاذ التعليم العالي** | **جامعة منتوري قسنطينة** |
| **ع. يحـــيى** | **عضوا** | **أستاذ محاضـــــر** | **جامعة أم البواقـــــي** |
| **ل. بـــــدور** | **عضوا** | **أستاذة محاضـــرة** | **جامعة منتوري قسنطينة** |

# الشكرات

الشكر و الثناء لله عز و جل على نعمه العظيمة و آلائه الجسيمة إذ وفقني لأن أتم هذا العمل المتواضع.

أشكر جزيل الشكر أستاذي و مشرفي الفاضل باقة مبارك أستاذ التعليم العالي بجامعة منتوري قسنطينة الذي كان لي نعم الموجه و لم يبخل بنصح و لا بعلم، و على صبره و تشجيعه لي طيلة مرحلة إنجاز البحث.

كما أتوجه بالشكر و العرفان للأستاذ الفاضل بن لعريبى مصطفى أستاذ التعليم العالي بجامعة منتوري قسنطينة على حرصه الدائم و سعيه الدءوب لتكوين أفضل الدفعات ثم على تشريفي بقبوله ترأس لجنة المناقشة.

لا يفوتني أن أشكر الأستاذ يحيى عبد الوهاب أستاذ محاضر بجامعة أم البواقي على مساعدته في مجال البحث و على قبوله مناقشة رسالتي.

أتقدم بالشكر للأستاذة بدور ليلى أستاذة محاضرة بجامعة منتوري قسنطينة على قبولها مناقشة رسالتي.

يتوجه شكري و امتناني و عرفاني لفرقة التقنيين السامين بقسم الزراعة بجامعة العقيد الحاج لخضر – باتنة – و أخص بالذّكر الأخ حاجي نور الدين الذي لم يتوانى للحظة في تقديم كل ما توفر لديه من خبرات و إمكانيات في الميدان.

شكري الخاص لرفيقي دربي العلمي بلعطار حكيمة و بوحبيلة عزيز على مساعدتهما و دعمهما المعنوي لي.

# فهـــــــرس


**المقدمـــة**

***الدراســة النظرية***

**1- زراعة القمح..... 1**

**1.1 - المصدر الوراثي والجغرافي لنبات القمح..... 1**

**2.1 – التصنيف..... 1**

**3.1 - إنتاج القمح الصلب..... 3**

**4.1- عوائق إنتاج القمح الصلب ..... 3**

**2. الإجهاد الملحي..... 4**

**1.2 - ملوحة التربة و مياه الري..... 4**

**2.2 - اتساع ظاهرة الملوحة..... 5**

**3.2- تصنيف الأراضي المالحة..... 6**

**4.2 - استجابة النباتات للإجهاد الملحي..... 7**

**3. الهرمونات النباتية..... 11**

**1.3 - انواع الهرمونات النباتية..... 11**

**2.3 – الأوكسينات..... 12**

**3.3- تأثيرات الاوكسين على النبات..... 12**

**الطرق و الوسائل**

**1.مواد الدراسة..... 19**

**1.1- المادة النباتية..... 19**

**2.1 - وسط الزرع ..... 20**

**3.1– الملح المستعمل..... 20**

**4.1– الهرمون المستعمل..... 20**

**2. طرق الدراسة..... 21**

**1.2- الطرق المستعملة في تحليل التربة..... 21**

**1.1.2 - السعة الحقلية..... 21**

**2.2- المعاملات المدروسة..... 22**

1.2.2- الإجهاد الملحى..... 22
2.2.2- التداخل بين الملوحة و الهرمون النباتى..... 22
3.2 - التصميم الإحصائي للتجربة..... 22
4.2- تحضير محلول الهرمون..... 23
5.2 - طريقة الزراعة و المعاملة..... 23
6.2 - المعايير المقاسة..... 23
1.6.2 - المساحة الورقية..... 23
2.6.2- الوزن الجاف ..... 23
3.6.2- المحتوى النسبي للماء في الأوراق..... 23
4.6.2- البرولين..... 24
5.6.2- تقدير الكلوروفيل..... 24
6.6.2- تقدير السكريات الذائبة..... 25
7.6.2- العناصر المعدنية..... 25
تحليل و مناقشة النتائج
1- تأثير الإجهاد الملحي و منظم النمو..... 26
1.1- تأثير الإجهاد الملحي و منظم النمو على معايير النمو الخضرى..... 26
1.1.1- المساحة الورقية..... 26
1.1.1.1- تحليل النتائج..... 26
2.1.1.1- المناقشة..... 30
2.1.1- الوزن الجاف..... 31
1.2.1.1- تحليل النتائج..... 31
2.2.1.1- المناقشة..... 34
2.1- تأثير الإجهاد الملحي و منظم النمو على المعايير الفسيولوجية..... 35
1.2.1- المحتوى النسبي للماء..... 35
1.1.2.1- تحليل النتائج..... 35
2.1.2.1- المناقشة..... 39
2.2.1- محتوى الأوراق من البرولين..... 40
1.2.2.1- تحليل النتائج..... 40
2.2.2.1- المناقشة..... 44
3.2.1- محتوى الأوراق من السكريات الذائبة..... 45
1.3.2.1- تحليل النتائج..... 45
2.3.2.1- المناقشة..... 49
4.2.1- محتوى الأوراق من الكلوروفيل..... 50
1.4.2.1 - تحليل النتائج..... 50

1.1.4.2.1-تحليل نتائج الكلوروفيل (a+b)..... 50
2.1.4.2.1-تحليل نتائج الكلوروفيل (a/b) ..... 54
2.4.2.1- المناقشة..... 58
5.2.1- محتوى الأوراق من الصوديوم و البوتاسيوم و محصلة $K^+/Na^+$..... 59
1.5.2.1-تحليل محتوى الأوراق من الصوديوم والبوتاسيوم ومحصلة $K^+/Na^+$ ..... 59
1.1.5.2.1-تحليل نتائج الصوديوم..... 59
2.1.5.2.1-تحليل نتائج البوتاسيوم..... 63
3.1.5.2.1-تحليل نتائج محصلة $K^+/Na^+$..... 67
2.5.2.1- المناقشة..... 71
الخلاصة..... 72
المراجع
الملخص

# المقـــدمـــــــــة

تسعى الجزائر حاليا لتحقيق الاكتفاء الذاتي من النجيليات و ذلك عن طريق خلق مساحات مروية لزراعتها و إنتاجها في الجنوب، لكن و لسوء الحظ معظم الأراضي المخصصة للزراعة أخـــدت فـــي التراجع شيئا فشيئا بسبب عدة عوامل محددة ( عوامل مناخية قاسية، معرفـــة غيـــر كافيـــة بالوســـط الفيزيائي المحلى، عدم التحكم بتقنيات الري، غياب أنظمة الصرف، تطبيق غير ملائم للتسميد، تطـــور سريع للأعشاب الضارة و غياب التأطير و الدعم التقني للفلاحين). وتعتبر الملوحة أحـــد أهـــم هـــذه العوامل التي تحد من إنتاج النجيليات.

تؤدى إشعاعات الشمس القوية و ندرة الأمطار في المناطق الجافة و شـــبه الجافـــة إلـــى تفـــاقم الملوحة بسبب تكدس الأملاح في الآفاق السطحية للتربة، و تؤدى هذه الأمـــلاح بحســـب طبيعتهـــا و تركيزها إلى حدوث أضرار في المنطقة المحيطة بالجذور و إلى الحد من توزع النباتات فـــي منابتهـــا الطبيعية.

تعانى النباتات في مناطق كثيرة من ملوحة و ندرة مياه الري و لا تتمكن من النمو فى مثل هـــذه الظروف. و للحد من هذه المشكلة يجب إما التحكم في تطبيق الري و تأمين الصرف الجيـــد للأمـــلاح الذوابة، أو استعمال أصناف نباتية تمتلك قدرة معينة على تحمل الملوحة، وقد اتجهت الأبحـــاث حـــديثا إلى معاملة النباتات بمواد كيميائية أو معدنية تساعد على الرفع من معدل النمو و الإنتاج في مثل هـــذه الظروف، و نذكر من بين هذه المواد الهرمونات النباتية. في حين تتنوع الخصـــائص الفيزيولوجيـــة و الوراثية المرتبطة بتحمل الملوحة و التى تقوم أساسا على انتقاء امتصاص البوتاسيوم ($K^+$)، إقصـــاء أو توزيع الصوديوم ($Na^+$) و الكلور ($Cl^-$)، و تكديس الأسموليتات الملائمة التي تحافظ على الحالـــة المائية و الملحية للخلايا، و تسمح أيضا باستمرار النشاط الأيضى. و نـــذكر مـــن أهمهـــا الســـكريات الذوابة و الأحماض الآمنية كالبرولين و الجلايسين بيتايين التي نجدها عنـــد الكثيـــر مـــن ثنائيـــات و أحاديات الفلقة، و تتراكم عند كل من النباتات الملحية و النباتات السكرية لإعادة التـــوازن الاســـموزى بين السيتوبلازم و الفجوة.

قمنا في دراستنا هذه بالبحث على أصناف من القمح الصلب تستطيع أن تتحمل الملوحـــة، مـــع العلم أن سلوك أصناف القمح الصلب المزروعة بالجزائر غير معروف جيـــدا (Daoud و Halitim، 1994 ). مع الإشارة إلى أن القمح الصلب المستهلك بكثرة في بلادنا أكثر حساسية من القمـــح اللـــين لتأثير العوامل المحددة و بالتالي للملوحة (Maâs، 1990).

في هذا العمل ندرس تأثير تراكيز متزايدة من كلوريد الصوديوم ( 0، 3 و 6 غ من NaCl /ل) على ثلاث أصناف من القمح الصلب ( محمد بن بشير، واد الزناتى و بولونيكوم) في طـــور الورقـــة الرابعة و الخامسة. و كذا ندرس إمكانية تحسين نمو هذه الأصناف تحت هـــذه الظـــروف باســـتعمال هرمون الأوكسين (AIA) بطريقتي نقع البذور و الرش الورقي.

يتألف هذا المرجع من ثلاث أقسام، القسم الأول يتعلق بدراسة نظرية نحاول من خلالهـــا إلقـــاء الضوء على المعلومات الحالية حول الموضوع، و القسم الثاني ينطوي على وسائل و طرق الدراســـة المستعملة و القسم الثالث يقوم على عرض النتائج و مناقشتها.

## 1. زراعة القمح

### 1.1- المصدر الوراثي والجغرافي لنبات القمح

يعد القمح الصلب *Triticum durum* Desf. من الأصناف القديمة التي عرفها الإنسان منذ زمن بعيد، ينحدر القمح الصلب من تهجين بين أجناس برية تعرف باسم Aegilops speltoides و Triticum monococcum التي تتواجد حاليا في الشرق الأدنى، مصدرها الجغرافي، على شكل أعشاب ضارة ( Croston وWilliams، 1981) .

توصل Lev- Yadun و آخرون (2000) إلى أن أصل زراعة النجيليات ينحصر في منطقة أقل من الهلال الخصيب و قد اعتمدوا في هذا على دراسات نباتية، وراثية و أثرية. ويعتبر الشرق الأدنى المنشأ الأصلي للقمح (Vavilov، 1926).ينتشر القمح الصلب في المنطقة الواقعة بين دجلة و الفرات في العراق ومن ثمة ظهر في مناطق أخرى تعتبر أيضا مراكزا لتنوعه مثل الشام، جنوب أوربا، وشمال إفريقيا لكنه انتشر أيضا في أمريكا ( داكوتا، كندا و الأرجنتين ) وتعتبر الحبشة مركزا من مراكز تنوع القمح رباعي الصيغة الصبغية ولذلك جاءت تسميته أحيانا بالقمح الحبشي (Harlan، 1975).

### 2.1- التصنيف

ينتمي القمح الصلب إلى النباتات أحادية الفلقة من عائلة النجيليات Graminacées وجنس *Triticum durum* Desf. ذو الصيغة الصبغية 2 ن = 28 وقد لخص Croston و Williams (1981) التصنيفات التي وضعت لهذا النوع ونوجز ذلك في (الجدول 1).

جدول.1. تصنيف أنواع جنس Triticum حسب Croston وWilliams (1981).

| النوع | تحت النوع | الحالة |
|---|---|---|
| T. monococcum L. (AA) | boeoticum (Bois) MK | برى |
| | monococcum L | مزروع |
| T. turgidum L. (AA BB) | dicoccoides (Korn) Thell | برى |
| | dicoccum (schauk) Thell | مزروع |
| | paleocolchicum (Men) MK | مزروع |
| | paleocolchicum (Men) MK | مزروع |
| | conv. turanicum(Jakubz) M | مزروع |
| | conv palanicun (L). MK | مزروع |
| | araraticum (Jakubz) MK | مزروع |
| T. timopheevi (Zhuk) (AA GG) | timopheevi | برى |

يصنف القمح الصلب حسب Grignac (1964) إلى عدة أنماط بيئية (écotypes) معتمدا على شكل السنبلة، لون الحبة، السفا والأصل الجغرافي الذي ينحصر في ثلاثة مناطق مختلفة جنوب روسيا، الشرق الأدنى وغرب الحوض المتوسط وكل منطقة تختلف عن الأخرى في الصفات المورفولوجية والفيزيولوجية الشيء الذي أدى إلى تقسيم جنس Triticum إلى ثلاثة مجموعات:

***Europeum** يضم الأصناف المتقاربة التالية:

- Vavilocum أكثر انتشارا في جنوب روسيا
- Sibericum منتشرة في سيبريا
- Anatolicum معروف في تركيا
- Balkanicum منتشر في البلقان (يوغسلافيا)

***Syranicum** يضم الأصناف التالية:

- Horanicum أكثر انتشارا في المناطق المروية للشرق الأوسط
- Jordanicum ينتشر في مناطق الشرق الأوسط
- Aegypticum معروف في مصر وليبيا

* **Mediteranicum** يضم الأصناف التالية:

- Ibericum أكثر انتشارا في شبه الجزيرة الأيبيرية
- Egyptiacum منتشر في إفريقيا الشمالية
- Italicum معروف في إيطاليا واليونان
- Sardinicum معروف في سردينيا

هذا التنوع في مرفولوجيا القمح الصلب من منطقة إلى أخرى ذو فائدة في عمليات الانتخاب والبحث عن المورثات المسؤولة عن الصفات التي تهم كثيرا علماء التحسين الوراثي، مثل تلك المسؤولة عن المقاومة للحرارة المنخفضة والتي تظهر في الأصناف الأوربية، والمسؤولة على درجة

التبكير في طور الإسبال خاصة في الأصناف السورية، والمورثات التي تتحكم في حجم ولون الحبة الخاصة بأصناف حوض المتوسط (Monneveux، 1991).

### 3.1- إنتاج القمح الصلب

يحتل القمح الصلب المرتبة الخامسة عالميا بعد القمح اللين (*Triticum aestivum* L.)، الأرز (*Oryza sativa* L.)، الذرة (*Zea mays* L.) و الشعير (*Hordeum vulgare* L.) بإنتاج يفوق 300 مليون طن و يحتل هذا النوع في الجزائر المرتبة الأولى قبل الشعير من حيث مساحة الزراعة و الإنتاج (Belaid و Moussaoui، 1999). تشكل المساحة الصالحة للزراعة في الجزائر حوالي 3٪ من المساحة الإجمالية، يحتل القمح الصلب 43٪ من مساحة الإنتاج الفلاحى للوطن متبوع بالقمح اللين الذي يحتل 19٪ منها، و بالرغم من هذا تستورد الجزائر كميات كبيرة من القمح لتغطية الإنتاج الوطني، بحيث يرتب القمح في الصف الأول للواردات الموجهة للجزائر بحصة تقدر ب 58٪. شهدت الفترة 2002-2003 زيادة في إنتاج النجيليات نظرا لتساقط الأمطار بكميات كافية، كما أن محاصيل القمح و الشعير و الخرطال كانت أكثر وفرة و بالرغم من المردود الهائل تم اللجوء للاستيراد لتلبية ثلث الاحتياج الوطني من النجيليات (AAC، 2004).

### 4.1- عوائق إنتاج القمح الصلب

يفرض موقع الجزائر جنوب حوض المتوسط نظاما مائيا غير منتظما، ومجمل المساحات المخصصة لزراعة الحبوب تنحصر في المناطق الداخلية من الوطن ذات المناخ المتقلب الذي يحد في أغلب الحالات من مستوى الإنتاج (Bouzerzour وآخرون، 1998). ترتبط مساهمة التحسين الوراثي لرفع الإنتاج ارتباطا وثيقا بالتغيرات المناخية للأوساط الزراعية، فالتغيرات في المناخ تؤدي إلى صعوبة تحقيق ربح وراثي ملموس وانعدام استقراره (Ritchards وآخرون، 1997).

يعتمد التحسين الوراثي للقمح الصلب في المناطق الجافة أساسا على طريقة المقاومة للإجهادات لجعل هذا المحصول يتأقلم مع التغيرات غير المنتظمة للمناخ (Amokrane، 2001). تنقسم هذه الإجهادات إلى لا إحيائية مثل الإجهاد الحراري (الحرارة المرتفعة و الجليد)، الإجهاد الملحي (زيادة أو نقص أحد العناصر المعدنية) و الإجهاد المائي( زيادة أو نقص الماء) وإحيائية كظهور بعض الأمراض(Lechere، 1999).

يعتبر جودة و بصل (1999) أن ما يعيق أساسا زراعة القمح و الشعير في الوطن العربي هو استخدام الأصناف المحلية التقليدية مع أنها أصناف منخفضة الإنتاج بشكل عام رغم قدرتها الجيدة على التأقلم مع البيئات السائدة، و كذلك استخدام كميات محدودة من مستلزمات الإنتاج كالسماد و المبيدات، و إتباع الطرق التقليدية في عمليات الزراعة و الخدمة و عدم إتباع الطرق الحديثة للإنتاج، بالإضافة إلى ذلك ضعف مستوى التقنية المتبعة والاستخدام السيئ لمياه الري في المساحات المروية.

## 2. الإجهاد الملحي

### 1.2- ملوحة التربة و مياه الري

يكثر انتشار الأراضي المالحة طبيعيا في المناطق الجافة (Rengazamy و آخرون، 2003 ). و هي غالبا ما تظهر على شكل سبخات لكن يمكن أن تتشكل أيضا بعيدا عن الرؤية أين لا تكون لها علاقة بالمياه الجوفية أو بصعود مستوى المياه الجوفية. (Rengazamy، 2002).

ينشأ التمليح عندما تتحد الشروط التالية:

- وجود أملاح شديدة الذوبان في التربة
- مستوى عالي من المياه الجوفية
- نسبة تبخر عالية (سرعة نفاذية مياه الأمطار في التربة اقل من سرعة تبخرها).

تظهر هذه الخصائص عادة في المنخفضات و شبكات الصرف أي على قاعدة التلال و في المناطق المسطحة المنخفضة و المحاطة بالمستنقعات و مستويات الماء المنخفضة قليلا، على العموم يمكن القول أن الملوحة تكثر في المناطق التي تصلها المياه الجوفية. ينتج التمليح أو تراكم الأملاح عموما في الريزوسفير عندما تفوق كمية الماء التي تفقدها التربة عن طريق التبخر الكمية الناتجة من ترشيح الأمطار، هذا العوز المائي يظهر طبيعيا في كثير من المناطق الفلاحية. زيادة على نقص الماء يتأثر التمليح بالطبوغرافيا، المحتوى الملحي لمواد التربة الأصلية و للطبقات الجيولوجية المتراصة، العوامل الهيدرولوجية و طريقة استعمال الأراضي. حيث و بالرغم من أن تمليح التربة هو أساسا ظاهرة طبيعية يبقى للإنسان يد فيها من خلال استغلاله للأراضي ( خاصة الممارسات التي تؤثر على تسيير التربة و المياه ) و اللجوء إلى تبوير الأرض ، الشيء الذي يساهم و بكثرة في تفاقم ملوحة التربة (Eilers و آخرون، 2000).

ترتبط ظاهرة الملوحة غالبا بالسقي و بسوء تسيير المياه (Cheverry، 1995). و قد تزداد هذه المشكلة نتيجة لنقص المياه ذات النوعية الجيدة في المناطق الجافة و شبه الجافة أين يصبح

اللجوء إلى استعمال المياه الملوثة و إعادة استعمال مياه الصرف في السقي من الأمور المفروضة كممارسات زراعية عادية و التي لا يمكن تجنبها (Hamdy و آخرون، 1995 ).

### 2.2- اتساع ظاهرة الملوحة

تأثرت بالملح حوالي 800 مليون هكتار من الأراضي في العالم، و هي إما أصبحت مالحة ( 397 مليون هكتار) أو صوداوية (434 مليون هكتار) (FAO، 2005) ( جدول 2). أي ما يفوق 6 ٪ من المساحة الكلية للأرض، إن كل الصوداوية و أغلب الملوحة هي طبيعية بينما جزء معتبر من الأراضي الفلاحية المزروعة حديثا أصبحت مالحة بسبب نزع الغطاء النباتي أو السقي (Munns، 2005).

تأثرت بدرجات متفاوتة من الملوحة الثانوية 32 مليون (2 ٪ ) من أصل 1500 مليون هكتار من الأراضي القابلة للزراعة الجافة، ومن بين 230 مليون هكتار من الأراضي المسقية 45 مليون هكتار (20 ٪) مصابة بالملوحة (FAO، 2005). تمثل الأراضي المسقية 15 ٪ فقط من مجموع الأراضي المزروعة لكن و بما أن مردودية الأراضي المسقية هي على الأقل ضعف الأراضي غير المسقية فهي تنتج ثلث غداء العالم (Munns، 2005).

جدول .2. التوزيع الجهوي للأراضي المالحة ( بالمليون هكتار) (FAO، 2005)

| المنطقة | الأرض الكلية | الترب المالحة | % | الترب الصوداوية | % |
|---|---|---|---|---|---|
| إفريقيا | 1899.1 | 38.7 | 2.0 | 33.5 | 1.8 |
| أسيا و استراليا | 3107.2 | 195.1 | 6.3 | 248.6 | 8.0 |
| أوروبا | 2010.8 | 6.7 | 0.3 | 72.7 | 3.6 |
| أمريكا اللاتينية | 2038.6 | 60.5 | 3.0 | 50.9 | 2.5 |
| الشرق الأدنى | 1801.9 | 91.5 | 5.1 | 14.1 | 0.8 |
| أمريكا الشمالية | 1923.7 | 4.6 | 0.2 | 14.5 | 0.8 |
| المجموع | 12781.3 | 397.1 | 3.1 | 434.3 | 3.4 |

### 3.2- تصنيف الأراضي المالحة

تصنف الأراضي المالحة حاليا على أساس الناقلية الكهربائية ( CE )، نسبة الصوديوم المتبادلة ( ESP ) ودرجة الحموضة (pH ) ( جدول 3 ).

جدول. 3. تعريف الترب المالحة و الصوداوية حسب (USSL، 2005)

| المصطلح | التعريف | الوصف | التأثير على نمو النبات | الملاحظات أو التفسير |
|---|---|---|---|---|
| الملوحة | الأراضي المالحة هي التي تحتوي على تراكيزعالية من الأملاح الذوابة، و هي تصنف كمالحة عندما تكون: $CE \geq 4\ dS\ m^{-1}$ | يشتق تعريف الملوحة هذا من CE التي تؤدي إلى انخفاض إنتاج معظم المزروعات في حين أن الكثير من هذه الأخيرة تتأثر ب: $CE < 4\ dS\ m^{-1}$ | الأسموز و العناصر الملحية النوعية تثبط نمو الجذور و السيقان | CE هي الناقلية الكهربائية لمستخلص عجينة التربة المشبعة، و هي تعكس تركيز الأملاح في التربة المشبعة $CE = 4\ dS\ m^{-1}$ تكافئ 40 ميلي مول من NaCl |
| الصوداوية | الأراضي الصوداوية يكون تركيز الأملاح الذوابة فيها منخفض، لكن تحتوي على نسبة عالية من $Na^+$ المتبادلة (ESP ) تصنف الترب كصوداوية عندما تكون: $ESP \geq 15$ | يشتق تعريف التصدية هذا من ESP التي تسبب تدهور بنية التربة الطينية و التي يتسبب فيها الصوديوم. | تتسبب بنية التربة الفقيرة (المتدهورة) في تثبيط نمو الجذور | تتشتت جزيئات الطين عندما تكون ESP عالية و تصبح التربة غير نفوذة للماء عندما تسقى و شديدة القساوة عندما تجف. |
| القلوية | الأراضي القلوية هي نوع من الأراضي الصوداوية ذات pH مرتفع. و هي تعرف ب: $ESP \geq 15$ مع pH يتراوح من 8.5-10. | تؤدي أملاح الكربونات إلى رفع pH في المادة الأصلية . | يؤثر pH المرتفع على امتصاص النبات لغذائه. | |

**4.2- استجابة النباتات للإجهاد الملحي**

يعتبر وجود الأملاح بكميات كبيرة عامل محدد للإنتاج الزراعي، فمعظم النباتات المزروعة تنتمي إلى أنواع حساسة للملوحة و بدرجات مختلفة و يكون مردودها في هذه الظروف ضئيل جدا. يعد الإنبات أول طور فيزيولوجي يتأثر بالملوحة، حيث نجد أن بذور القطن تتراجع نسبة إنباتها ب 70 % في وجود 12 غ/ل من NaCl، كما يتأخر إنبات درنات البطاطا من 3 إلى 7 أيام وفقا لدرجة ملوحة التربة (Levigneron، و آخرون1995 ). ثبت أن بذور الكثير من نباتات المحاصيل الزراعية المختلفة لا تنبت عموما في الأوساط أو الأراضي شديدة الملوحة، و يرجع ذلك إلى سببين:

- عجز البذور على امتصاص الكمية اللازمة من الماء لإنتاشها في وجود تراكيز معتبرة من الأملاح.
- تسمم الجنين نتيجة للتركيز المرتفع لبعض الايونات كالكلور ( Ayers، 1952 ).

تحد ملوحة التربة و مياه السقي المالحة غالبا من نمو النباتات. يشيرHamdy و آخرون (1995) إلى أن طوري الإنتاش و نمو الباذرات هي من الأطوار الحرجة في حالة السقي بالمياه المالحة، فعندما يكون طور الإنبات و نمو الباذرات ضعيفا تكون الكثافة قليلة و الإنتاج منخفض، كما تؤثر الملوحة في كل من النمو و الإثمار كما و كيفا. تنتج أنواع الميديكاغو(*Médicago*) كالنفل المستديم(*Médicago sativa* L.) كتلة إحيائية مختزلة ب 40 % في وجود 12 غ/ ل من الملح. ولا يؤدي الإجهاد الملحي لدى هذه الأنواع إلى اضطراب في النمو فحسب بل أيضا إلى اضطراب في التثبيت التعايشي للازوت و ذلك بإتلاف التعايش الذي بدأ بين الريزوبيوم و النبتة (Levigneron و آخرون، 1995). تبدو درجة تحمل الإجهاد الملحي عند الفاصوليا (*Phaseolus vulgaris* L.) مرتبطة بمدى قدرة الأصناف على الحفاظ على مساحة ورقية كبيرة و على جهاز جذري و عقدي كثيف و فعال(Saadallah و آخرون، 2000). و تبدو الصويا(Soja) حساسة و مردودها ينخفض ب 50 % في وجود 0.6 غ/ل فقط من Na Cl (Levigneron و آخرون، 1995).

إن كمية الأملاح في التربة و التي يمكن للنباتات تحملها دون ضرر كبير على نموها وتطورها تختلف باختلاف العائلات و الأجناس و الأنواع و الأصناف و الطور الفزيولوجي و لهذا ليس من الممكن على الإطلاق تحديد عتبة تحمل والتي انطلاقا منها يصبح الصنف حساسا. و تنشأ نتائج الإجهاد الملحي عن ثلاث أنواع من تأثيرات الملح على النبات:

**تأثير الإجهاد المائي**: يعتبر ضمان النبتة لاحتياجاتها المائية من أول الصعوبات التي تواجهها في وسط ملحي، و من أجل ذلك يجب أن تقوم النبتة بتعديل الضغط الأسموزى لأنسجتها بالمقارنة مع الضغط الأسموزى للتربة (Calu، 2006) هذه الظاهرة تضمن من جهة تتابع و استمرار امتصاص

الماء من التربة و من جهة أخرى حجز الماء داخل الخلية و المحافظة على انتباجها، فعندما يكون التعديل الأسموزى ليس كافيا يغادر الماء الخلية مما يسبب عجزا مائيا أو انكماشا للخلايا.

**تأثير الإجهاد الأيوني**: تظهر السمية الأيونية عندما تتكدس الأملاح في الأنسجة النباتية مما يعرقل النشاط الأيضى.

**تأثير الإجهاد الغذائي**: تؤدى التراكيز العالية للأملاح في التربة إلى اضطرابات في كل من التوازن الأيوني و الإنزيمات و الأغشية و الجزيئات الكبيرة الأخرى مما يؤدى إلى إنتاج ضعيف للطاقة عن طريق الفسفرة و التنفس الضوئي، و إلى اضطراب في تثبيت الآزوت، و عدم انتظام الكثير من العمليات الأيضية و انخفاض في امتصاص العناصر الغذائية المعدنية كالبوتاسيوم و النترات و الكالسيوم، كما يضطرب نمو النباتات في التراكيز العالية للملوحة حيث تبدو عليها علامات الإجهاد من خلال إنتاج الأنتوسيان أو هدم الكلوروفيل (Calu، 2006). يشير Khan و آخرون (1997) إلى أن تعرض النباتات للملوحة لمدة طويلة يؤدى إلى نقص في المساحة الورقية نتيجة للشيخوخة المبكرة للأوراق و إلى اضطراب في التمثيل الحيوي للصبغات الخضراء. و تمنح الجذور الهرمونات بدرجة أقل إلى الأوراق، بسبب الإجهاد الملحي، مما يؤدى إلى تشويش التوازن الهرموني في الأوراق و يزيد من خشونة الجدار الخلوي (O'leary، 1969) و يتناقص اتساع الخلايا و يقل بسبب ذلك حتى ولو زودت الأوراق بقدر كاف من الماء.

يدخل الصوديوم و الكلور إلى النبتة عبر تيار النتح و ينتج عن ارتفاع شدة هذا الأخير نقل معتبر للملح باتجاه الأوراق أين يتراكم و يسبب انخفاض سريع في التمثيل الضوئي و أخيرا في النمو.

على مستوى النبات الكامل تدخل ايونات الكلور و الصوديوم من الجذور و تنقل بواسطة النسغ الناقص من خلال الأوعية الخشبية إلى السيقان و هنا إما تخزن، و يطلق على هدا النوع من النباتات بالمخزنة (Includer). و إما تؤخذ و تنقل من طرف الأوعية اللحائية إلى الجذور و يطلق على هذا النوع من النبات بالرافضة ( Excluder) ( Levigneron و آخرون 1995).

تعتبر قدرة الأعضاء الهوائية على تكديس الأيونات محدد هام لتقدير درجة تحمل الملوحة، و حسب Alem و Ameri (2005) يتحكم إقصاء الأيونات السامة عند النباتات السكرية من مناطق التمثيل الضوئي و من الأنسجة التي هي في طور النمو في الإبقاء على حياة النبات.

تقسم النباتات أيضا تبعا لاستجابتها للإجهاد الملحي إلى أربع مجموعات. **نباتات حساسة** و هي التي ينخفض إنتاجها ب:20 % بعد عتبة ملوحة تقدر ب: 2 إلى 3 غ/ ل مثل الفاصوليا (*Phaseolus vulgaris* L.)، الشمام (*Cucumis melo* L.)، البصل (*Allium cepa* L.)، الخيار ( *Cucumis sativus* L. )، الحمضيات ( *Citrus* spp )، و المشمش

(*Prunus armeniaca* L.) و العدس (*Lens culinaris* L.) و **نبـاتـات مقاومـــة نوعا ما** و هي تتحمـل تراكيـز مـن الملـــح مقـدارها 3.5 غ/ل كالنفـــل ( *Medicago* spp)، الجـزر (*Daucus carota* L.)، الخوخ(*Prunus persica* L.) و **نبـاتـات مقاومـــة** و هـي تتحمـل حتـى 10 غ/ل مـن الملـح مثـل الطمـاطـــم (*Lycopersicum esculentum* L.)، الـذرة (*Zea mays* L.)، القمـــح ( *Triticum* spp )، الشـــعير(*Hordeum vulgare* L.)،

و **نبـاتـات مقاومة جدا** و هي ذات أهمية خاصة للزراعة في الترب المالحة كالسـبانخ (*Spinacia oleracea* L .)، الشمنـدر (*Beta vulgaris* L.)، القطـن (*Gossypium hirsutum* L.)، نخيـل البلـح ( *Phoenix dactylifera* L. ) الذي يتحمل حتى 18 غ/ل من الملح (Heller و آخرون، 1998 ).

تقوم النباتات التي تعيش في الأوساط المالحة بتركيز الملح بداخلها شيئا فشيئا إلى أن يتم تعديل ضغطها الأسموزى مع ضغط المحلول، و تختلف الكميات المكدسة من الملح من كميات ضئيلة عند النباتات السكرية من المجموعة الرافضة إلى كميات كبيرة عند النباتات المحبة للملح.أشار Croughan و آخرون (1978) أن النبتة تضطر إلى غرف كميات كبيرة من أيونات $Na^+$ و$Cl^-$ كلما ارتفع تركيز التربة من NaCl و يحدث هذا عموما على حساب بعض الأيونات مثل البوتاسيوم و الكالسيوم.

درست تأثيرات الملوحة على أصناف من النباتات السكرية و الملحية و بالرغم من ذلك تبقى آليات تحمل الملوحة غير مفهومة جيدا (Hazegawa و آخرون، 2000).

على عكس النباتات السكرية تبدي النبتات الأليفة للملح قدرة عالية على الإيبكتيز(Epictése ) المدعم بامتصاص الملح و انتقاله نحو الأوراق، و تضطر هذه النباتات إلى تكديس الملح في فجواتها لتجنب أي تسمم، هذا التكديس لأيونات الصوديوم و الكلور في الفجوة يسمح بتحقيق ضغط حلولي داخلي معتبر، لكن يمكن أن يمارس هذا الأخير امتصاص على مستوى السيتوزول (Cytosol ) أين يصبح فقدان الماء مضر بالوظائف الفسيولوجية للأيض، و ذلك بإحداث اختلال في نظام البنية الثالثية للبروتينات، مسببا بهذا فقدانها لوظيفتها. تستطيع النباتات الأليفة للملح و في بعض الأحيان النباتات السكرية مواجهة هذه الظاهرة بإنتاج مركبات تعرف بالأسمواقيات (Osmoprotecteurs ) أو الذائبات الملائمة(Solutes compatibles) التي تقوم عن طريق تراكيزها بضبط الأسموز بين السيتوزول و الفجوة ( Calu، 2006)، و يشير Hamilton و Heckathorn (2001) إلى أن تمثيل و تكديس الأجسام الذوابة الملائمة هو مكانزم دائم الحضور في النباتات للتعديل الأسموزى بحيث تقوم هذه الأجسام أساسا برفع قدرة الخلايا على الاحتفاظ بالماء بدون تغيير الأيض العادي. استعمل

مصطلح الأجسام الذوابة الملائمة من طرف Wyn jones (1977) لوصف الأجسام غير السامة و التي يمكن أن تزداد في التراكيز العالية من الملح في السيتوبلازم و تكون متلائمة مع الوظيفة الأيضية. أما مصطلح التعديل الأسموزى فقد أطلق أول مرة من طرف العالم برنشطاين سنة 1961 على التغيرات التي تطرأ على الجهد الأسموزى في الأوراق بسبب تغير الجهد الاسموزى للتربة بسبب الملوحة، ثم استعمل هذا المصطلح كثيرا فيما بعد في أبحاث الإجهاد الملحي و المائي(Hsiao، 1978).

يوجد أربع أقسام للأجسام الذوابة و التي يمكن أن يكون لها دور أسموزى أو واقي، أجسام ذوابة تحتوى على الآزوت مثل البرولين(Proline) والجلايسين(Glycine)، السكريات مثل السكروز(Sucrose ) و الرافينوز (Raffinos)، الكحولات المتعددة ذات السلسلة المستقيمة ( Polyols ) مثل المانتول (Mannitol) و السوربتول (Sorbitol) ، و الكحولات المتعددة الحلقية(Munns، 2005).

حسبPiri و آخرون (1994) تحد التراكيز العالية لأيونات الصوديوم في المنطقة المحيطة بالجذور من امتصاص النبتة للعناصر الكبرى الأساسية كالبوتاسيوم، وعليه تعتبر فعالية امتصاص البوتاسيوم و استعماله في الاحتياجات الأيضية للنبتة واحدة من الدلالات على تحمل الملوحة.

يظهر في هذا الصدد اختلاف كبير بين الأنواع و الأصناف الشيء الذي يسمح بإجراء انتخاب للفعالية الغذائية في وجود أيونات الصوديوم. يوجد ارتباط عند القمح (*Triticum aestivum* L.) والشعير (*Hordeum vulgare* L.) بين النمو في وسط ملحي و سرعة امتصاص و فعالية استعمال أيون البوتاسيوم (Piri و آخرون، 1994).

قام Croughan و آخرون (1978)، بانتخاب سلالات من النفل (*Medicago sativa* L.) - في المخبر- تتحمل و تنمو طبيعيا في وسط ملوحته 85 ميلي موز من NaCl، حيث بينت نتائج التحاليل الكيميائية لكال هذه السلالات أنها كانت قادرة على امتصاص البوتاسيوم حتى في وجود تراكيز عالية من الصوديوم، وقد أرجع ذلك إلى غياب التنافس بين الأيونات الناتج عن التناسب العالي للبوتاسيوم: صوديوم $K^+/Na^+$ لدى السلالات المتحملة للملوحة.

قدر كل من Belkhodja و Chadli (1994) النسبة $K^+/Na^+$ في ساق و أوراق و جذور الفول المعرضة لثلاث مستويات من الإجهاد الملحي. وبينت نتائجهما أن الجذور و السيقان تحتفظ بالصوديوم بنسب أكبر من الأوراق بخلاف البوتاسيوم الذي ينتقل إلى الأوراق بتراكيز أعلى بالمقارنة مع تراكيزه في السيقان و الجذور.

إن انتقاء امتصاص البوتاسيوم بالمقارنة مع الصوديوم يحد من انتقال هذا الأخير إلى أماكن النشاط الفسيولوجي الكثيف أين يرتفع بها خطر التسمم و اضطراب الأيض. و تقوم بهده العملية مضخة Na/K التي تعمل بالاشتراك مع التراكيز العالية لإنزيم ATPase الذي يوفر بدوره الطاقة الضرورية لإقصاء أيون الصوديوم لحساب أيون البوتاسيوم في خلايا الأعضاء الحساسة و ذات النشاط العالي كقمم السيقان.

يعتبر الآزوت أحد العناصر الأساسية للنباتات و هو يتأثر بشدة في الظروف المالحة. حسب Beldjoudi و Daoud (2001) تثبط التراكيز العالية من NaCl و $NaSo_4$ في منطقة الجذور تثبيت الآزوت عند القمح، إذ انخفضت كمية الآزوت بارتفاع تراكيز الملوحة في المحلول المغذى فبين التركيز 0 و6 غ/ل من الملح انتقل محتوى الآزوت في المادة الجافة من 0.972 % إلى 0.554 % أي انخفض بنسبة 181.01 %، بينما انتقلت تراكيز الكلور في المادة الجافة من0.972 % إلى 0.554 % أي ارتفعت التراكيز بنسبـــة 181.01 %. تبين هذه النتائج أن التراكيز العالية ل $Na^+$ و $Cl^-$ في المجموع الهوائي هو السبب الرئيسي في انخفاض نسبة تثبيت الآزوت عند القمح.

**3. الهرمونات النباتية**

تلعب العناصر المغذية كالسكريات و المركبات الآزوتية دورا محددا في نمو النباتات حيث تشارك بكميات كبيرة لضمان هذه العملية، وتدخل الهرمونات النباتية أيضا في تنظيم نمو، وتمايز و تطور النباتات لكن بكميات قليلة جدا.

استخدمت كلمة هرمون لأول مرة في فسيولوجيا الحيوان و أصلها يوناني هورمان(horman ) و معناها ( يشغل ). يضم هذا المصطلح أنواعا مختلفة من الجزيئات التي تعمل كإشارات للعضوية و تكون تأثيراتها إيجابية أو سلبية على النشاط الأيضى.(Gaspar و آخرون، 1996)

**1.3- أنواع الهرمونات النباتية**

تم لحد الآن التعرف على التركيب الكيميائي لخمسة مجموعات رئيسية من الهرمونات النباتية هي: الأوكسينات (Auxines)، و السيتوكينينات (Cytokinines )، والجبيرلينات (Gibbérilines)، وحمض الأبسيسيك (Acide abscissique) والإيثيلين(Ethylène)، ويضيف كل من Campbell و Reece (2004) إلى هذه المجموعة البراسينوستيرويدات (Brassinostéroides) (الجدول 4 ). ومن منطلق أنه تم استعمال هرمون واحد خلال البحث فقد تم التركيز عليه.

**2.3- الأوكسينات**

تعتبرالأوكسينات أول الهرمونات التي تم اكتشافها. يتم تخليقها في قمم السيقان والمرستيمات والأوراق الفتية للبراعم النهائية (Heller، 1982) ومن ثمة تنتقل في محور النبتة.

يعد اندول حامض الخليك (L'acide indole -3-acétique (AIA))(الشكل1-1) الأوكسين الأساسي عند النباتات وقد أدى اكتشافه إلى تنشيط عمليات البحث على مركبات لها نفس النشاط، وكانت النتيجة اكتشاف مجموعة من المركبات المصنعة لديها خصائص مشابهة للأوكسينات من بينها حمض أندول البوتيريك (Acide indole butyrique)(AIB) (الشكل1-4)الذي كان يعتبر في الأصل مركب اصطناعي لكن تم عزله حديثا من بذور أوراق الذرة وأيضا من أنواع أخرى (Epstein و آخرون، 1989)، كما وجد مركب آخر شبيه لAIA و هو: حمض-4- كلوروأندول اسيتيك(Acide -4- chloroindole acétique أو4- chloro AIA)(الشكل 1-2) في بذور البقوليات (Engvild، 1986)، كما اتضح مؤخرا أن الحمض الآروماتى الطبيعي: حمض الفينيل أسيتيك (L'acide phénylacétique) (APA)(الشكل 1-3) يملك نفس النشاط الاوكسينى (Lemba وLe tourneau، 1990). وبما أن L'AIB و 4- cloro AIA و L'APA تم عزلها من النباتات و تراكيبها مشابهة لتركيب AIA و الاستجابات التي تحدثها مشابهة لاستجاباته يمكن اعتبارها هرمونات طبيعية، ومع ذلك لم يثبت حتى الآن إذا كانت هذه المركبات تتحول داخل الأنسجة إلى AIA قبل أن تصبح نشطة(Hopkins، 2003).

**3.3- تأثيرات الاوكسين على النبات**

يشيرRoussel (1974) إلى أن الاوكسينات تعمل على:

- زيادة النمو عن طريق استطالة الخلايا المكونة للسيقان، الأغصان، معاليق الأوراق والجذور ويوضح ذلك كل من Gallien ( 2005) ، Debiéve (2006) وPrat (2004) في الأشكال التالية على التوالي (الشكل2، 3، 4 ).

- زيادة انقسام الخلايا ويظهر هذا التأثير خاصة في نشاط خلايا الكامبيوم وتشكل نسيج الكال على الجروح.

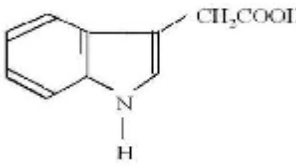
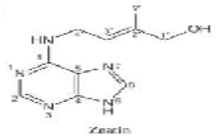
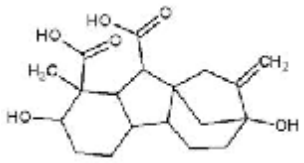
- يمكن أن يعمل الاوكسين على تحريض التوالد البكري (parthénocarpie) أي تشكل الثمار من المبيض بدون حدوث إخصاب من طرف حبوب الطلع.

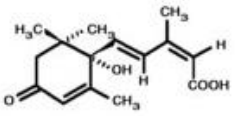
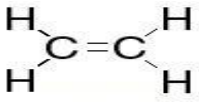
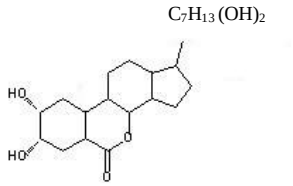
- يدخل في إعادة تشكيل الجذور والبراعم على الأعضاء المقطوعة أو المجروحة.

- يعتبر عدة باحثين أن هرمونات نباتية أخرى تم وصفها مثل الجبرلينات التي تؤثر علـــى اســـتطالة الخلايا و الكنتين التي تؤثر على انقسامها لا تكون مؤثرة بشكل جيد إلا بوجود الاوكسين.

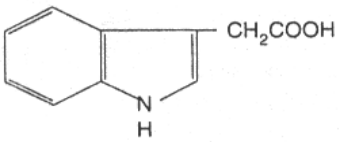
- تستعمل الاوكسينات المصنعة مثل:D 2, 4 و T 2, 4, 5 زراعيا في مكافحة الأعشاب الضارة، حيث تؤدى الجرعات الكبيرة منها إلى تشوهات عند النبات ناتجة عن عدم هدمها مـــن طـــرف الاوكســـين اوكسيداز.

**جدول.4. وظائف الهرمونات النباتية (Campbell و Reece، 2004)**

| نوع الهرمون | مكان التخليق | الوظائف الأساسية |
|---|---|---|
| **الأوكسينات (مثل أندول حامض الخليك)**<br>**Auxines (comme l'acide indoleacétique)**<br>  | **الجنين، مرستيمات البراعم القمية و الأوراق الفتية** | **يشجع استطالة الساق، نمو الجذور، تمايز الخلايا و التفرع، ينظم تطور الثمار، يزيد من السيادة القمية ويلعب دور في الانتحاء الضوئي و الانتحاء الجذري.** |
| **السيتوكينينات ( مثل الزياتين)**<br>**Cytokinines (comme Zéatine)**<br>  | **تخلق في الجذور و تنقل إلى أعضاء مختلفة** | **تؤثر على نمو الجذور و التمايز و تشجع انقسام و نمو الخلايا و أيضا الانتاش و تؤخر الشيخوخة** |
| **الجبرلينات ( مثل حمض الجبرليك)**<br>**Gibbérellines (comme acide gibbérellique)**<br>  | **مرستيمات البراعم القمية للنموات و الجذور، الأوراق الفتية و الجنين** | **يشجع الانتاش، التبرعم، استطالة الساق، نمو الأوراق،الإزهار و الإثمار، ويؤثر على نمو الجذور و على التمايز** |

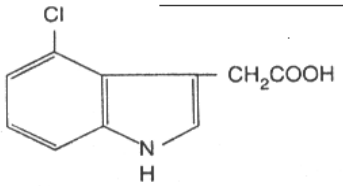
| | | |
|---|---|---|
| **حامض الأبسيسيك**<br>**Acide Abscissique**<br>  | **الأوراق، السيقان ، الجذور و الثمار الخضراء** | **يثبط النمو، يغلق الثغور في فترة الجفاف و يشجع الكمون** |
| **الأثيلين Ethylène**<br>  | **أنسجة الثمار في طور النضج، عقد السيقان ،الأوراق و الثمار في حالة الشيخوخة** | **له دور في نضج الثمار، يتضاد مع بعض نشاطات الاكسين ينشط أو يثبط حسب الأنواع نمو وتطور الجذور،الأوراق و الأزهار .** |
| **البراسينوستيروئيد**<br>**Brassinosteroide**<br>**( مثل البراسينوليد Brassinolide )**<br>  | **البذور، الثمار،الأوراق و البراعم الزهرية** | **يثبط نمو الجذور ، يؤخر تساقط الأوراق و ينشط تمايز الخشب.** |

الأوكسينات الطبيعية



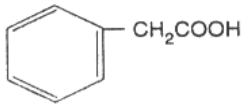
Acide Indole-3-acétique
(AIA)

الشكل 1-1



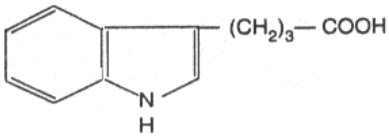
Acide 4-Chloroindole-3-acétique

الشكل 1-2



Acide phénylacétique

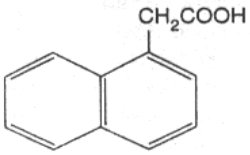
الشكل 1-3



Acide Indole-3 butyrique (AIB)

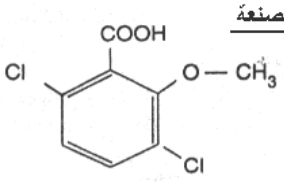
الشكل 1-4

الأوكسينات المصنعة



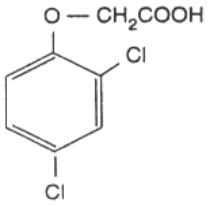
Acide naphtalène acétique

الشكل 1-5



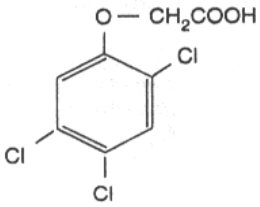
Acide 2-Méthoxy-3,6-dichloro-
benzoïque (dicamba)

الشكل 1-6



Acide 2,4-Dichlorophénoxyacétique
(2,4-D)

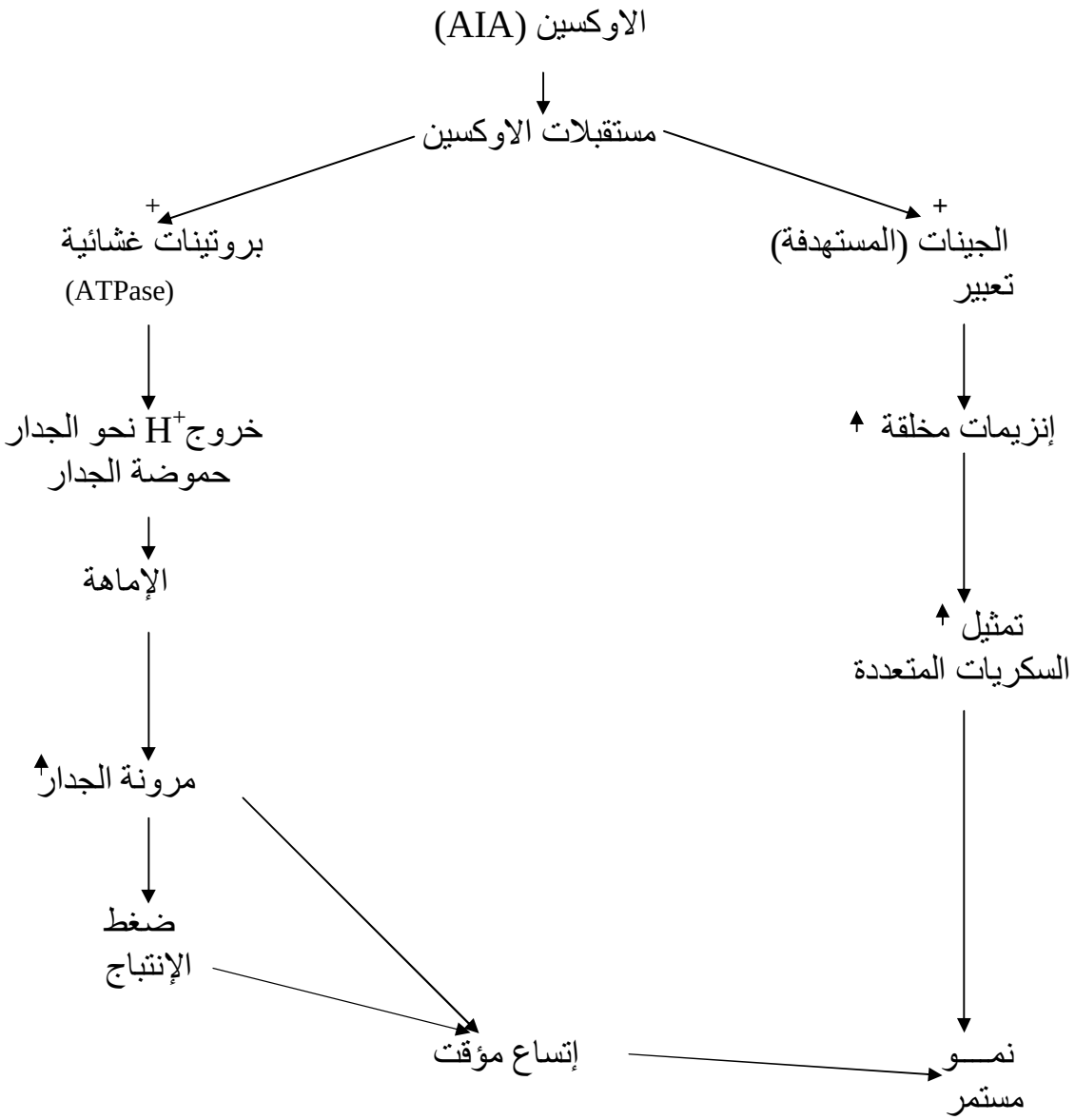
الشكل 1-7



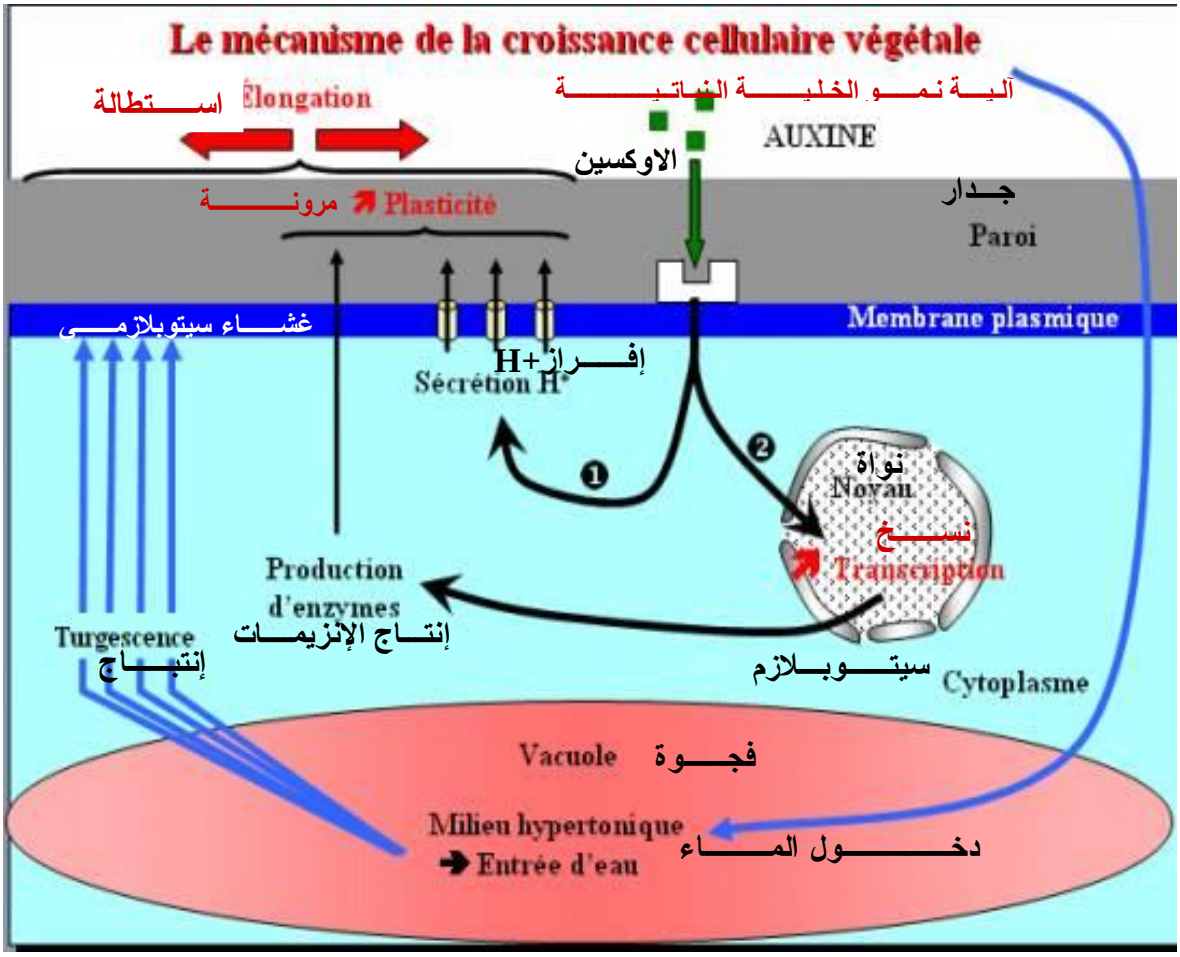
Acide 2,4,5-Trichlorophénoxy-acétique
(2,4,5-T)

الشكل 1-8

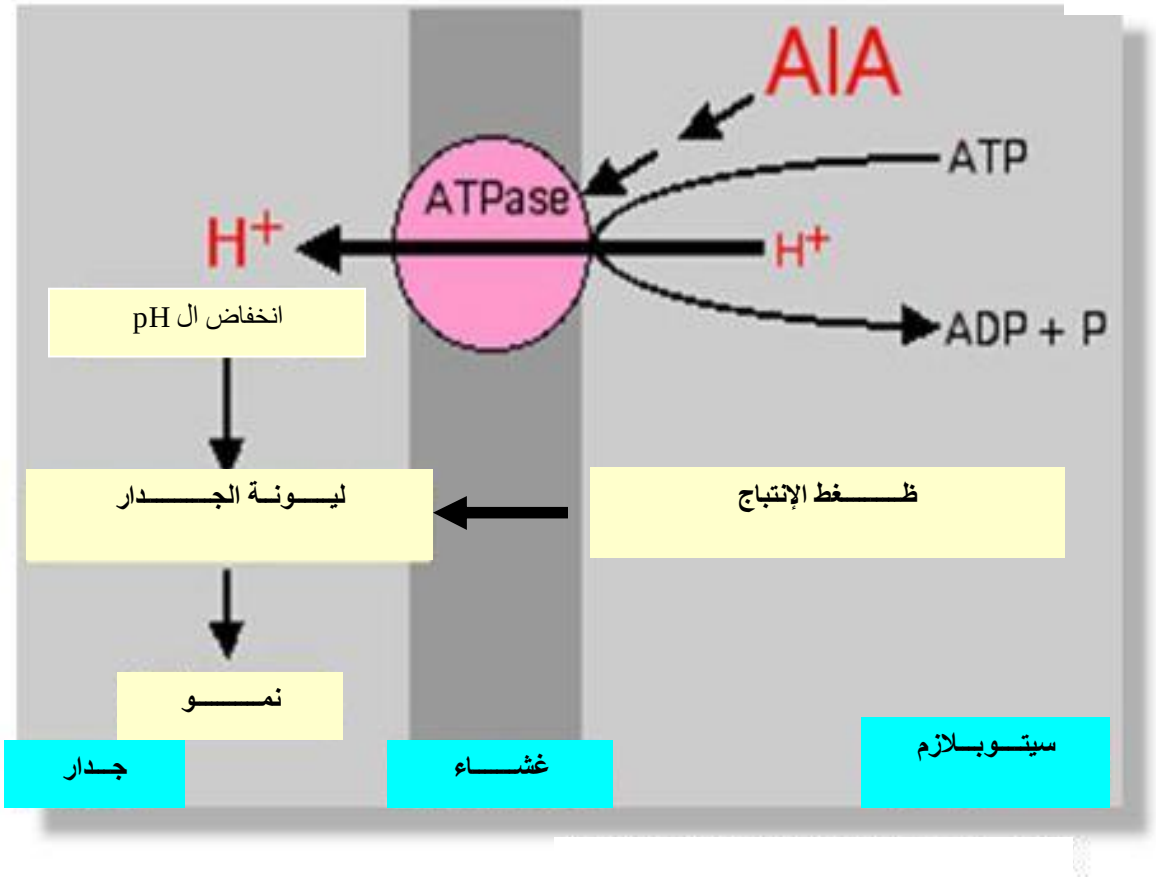
الشكل 1 الصيغ الكيميائية لبعض مكونات الاوكسينات الطبيعية و المصنعة (Hopkins، 2003)




شكل .2. تاثيـــــري الاوكسيـــن على النمـــو (Gallien، 2005)




شكل.3. آليـــة نمـــو الخليـــة النباتـــية ( Debiève، 2006 )




**شكل.4. التاثير السريع للاوكسين (prat، 2004)**

## 1. مواد الدراسة

### 1.1- المادة النباتية

استعملت في هذه الدراسة ثلاث أصناف من القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.) و هي واد الزنـــــاتى (Oued Zenati)، بولونيكـــــوم (Polonicum ) و محمـــــد بـــــن بشـــــير (Mohamed Ben Bachir).و نقوم بعرض أهم خصائصها في( الجدول 5).

جدول .5. خصائص الأصناف المدروسة (ITGC، 1993)

| الصنف | الأصل | الخصائص المورفولوجية | الخصائص الزراعية | الإنتاجية | المناطق الملائمة للزراعة |
|---|---|---|---|---|---|
| واد الزناتى | الجزائر | السنبلة: بيضاء، مكتضة، سفوات طويلة و سوداء. الساق: عالى، ممتلئ. الحبة: عنبريـــة اللـــون، كبيـــرة الحجـــم و قليلـــة الإمتداد. | الطورالخضرى: متأخر. التفريع: متوسط. | متوسطة. | السهول الداخلية. |
| محمـــد بـــن بشير | الجزائر | السنبلة: قصيرة، مكتضة، محمرة، سفوات سوداء. الساق: طويل، أجوف. الحبة: عنبريـــة فاتحـــة، حجم متوسط. | الطور الخضري: متأخر. التفريع: متوسط. | متوسطة. | الهضاب العليا. |
| شوقران (بولونيكـــوم سابقا) | الجزائر | السنبلة: بيضاء، نصـــف مرتخية إلى مكتظة، ذات سفوات سوداء. الساق: متوسط، أجوف. الحبـــة: ممتـــدة، كبيـــرة الحجم و صفراء داكنة. | الطورالخضرى: نصف متأخر. التفريع: متوســط إلى قوي. | متوسطة. | السهول الداخلية و الهضاب العليا. |

**2.1- وسط الزرع**

استعملت في هذه التجربة تربة زراعية جلبت من الحقل المجاور للبيت البلاستيكي بمعهد تربيـــة النحل سابقا (جامعة منتورى قسنطينة). تلخص أهم الخصائص التحليلية لهذه التربة في (الجدول 6).

الأصص المستعملة مصنوعة من البلاستيك و ذات شكل مخروطي.

جدول.6. الخصائص التحليلية للتربة

| خاصية التربة | النتيجة التحليلية |
|---|---|
| 1/ السعة الحقلية | %27.26 |
| 2/ الكلس الكلى | %16.92 |
| 3/ الكلس الفعال | %2.5 |
| 4/ درجة الحموضة | 8.1 |
| 5/ الكربون الكلى | %1.59 |
| 6/ المادة العضوية | %2.74 |
| 7/ الناقلية الكهربائية | 0.36 ملموز/سم |
| 8/ التحليل الحبيبي | |
| الطمي | %40.80 |
| الطمي الرقيق | %24.28 |
| الطمي الخشن | %24.24 |
| الرمل الرقيق | %8.55 |
| الرمل الخشن | %1.84 |

**3.1– الملح المستعمل**

استعمل في هذه الدراسة كلوريد الصوديوم (NaCl)، أكثر الأملاح تواجدا في مياه الري و في الترب التي تعانى من مشكلة الملوحة (Daoud و Halitim، 1994؛ Snoussi و Halitim،1998).

**4.1– الهرمون المستعمل**

تم استعمال هرمون حامض الأندول الخلى (AIA) بتركيـــزين (7 ppm) للنقـــع و(0.5 ppm) للرش (Abdel Rahman و Abdel Hadi، 1983).

حيث أن ppm تعنى جزء لكل مليون جزء.

**2. طرق الدراسة**

1.2- الطرق المستعملة في تحليل التربة

اتبعت الطرق المشار إليها في( الجدول 7) من أجل دراسة خصائص التربة.

| الجدول-7- التحليل الفيزيائي و الكيميائي للتربة. | |
|---|---|
| التحليل | الطريقة المطبقة |
| 1/ السعة الحقلية | التجفيف بعد 24 ساعة من التشبع بالماء. |
| 2/ التحليل الحبيبي | النخل الجاف. |
| 3/ الكربون الكلى | طريقة Anne |
| 4/ الناقلية الكهربائية | على مستخلص 5/1. |
| 5/ الكلس الكلى | الطريقة الحجمية بجهاز كالسمتر برنار (Calcimètre de Bernard ) |
| 6/ الكلس الفعال | الطريقة الإلكترومترية ( élèctrométrique) |
| 7/ درجة الحموضة | 2.5/1 |

**1.1.2- السعة الحقلية**

تم ملئ إصيصين بتربة زراعية جافة ثم قمنا بتشبيعهما بالماء و بعد 24 ساعة قمنا بوزن عينة قبل و بعد التجفيف على درجة حرارة 105°م ( الوزن P1 و P2) و تعطى السعة الحقلية بالعلاقة التالية:

$$\% Hcc = (P2 - P1) / P2 \times 100 = \% 27.26$$

حيث:

Hcc : الرطوبة المطابقة للسعة الحقلية(Humidité pondérale à la capacité au champ ).

P1: وزن العينة بعد تشبعها بالماء و بعد التقطير.

P2: الوزن بعد التجفيف في الحاضنة.

**2.2- المعاملات المدروسة**

**1.2.2- الإجهاد الملحي**

تعرضت أصناف القمح الصلب لثلاثة مستويات مختلفة من الملوحة:

- 0 غ/ل من NaCl ( بدون إجهاد ملحى ويعتبر شاهد ).
- 3 غ/ل من NaCl.
- 6 غ/ل من NaCl.

مستويات الملوحة المطبقة تشمل عتبة حساسية النجيليات للملوحة، بحيث تقع هذه العتبة بين 2 و 4 غ من NaCl في اللتر( Maâs، 1990 ).

**2.2.2- التداخل بين الملوحة و الهرمون النباتي**

تمت معاملة النباتات المجهدة ملحيا و غير المجهدة بالهرمون النباتي على النحو التالي:

- بدون معاملة، بحيث لم يتم استعمال الهرمون.
- بالرش.
- بالنقع.

**3.2- التصميم الإحصائي للتجربة**

أجريت التجربة تحت البيت البلاستيكي بمعهد تربية النحل- سابقا – جامعة منتـــورى قســـنطينة حيث وضعت الأصص حسب طريقة الأشرطة المتصالبة. ووزعت عشوائيا مختلف مستويات منظمات النمو كخاصية و مستويات الملوحة كخاصية أخرى. احتوت التجربة على ثلاثة تراكيـــز مـــن الملـــح (0، 3 و 6 غ/ل) و ثلاثة معاملات من الهرمون.

أجريت هذه التجربة على أصناف القمح الصلب الثلاثة كل على حدا حيث قمنا بثلاث تكـــرارات علـــى مستوى كل قطعة متصالبة (3 أصص يحتوى كل واحد على 6 باذرات )، وبالتالي يصبح عدد وحدات التجربة هو: 3×3×3×3=81 وحدة تجريبية.

### 4.2- تحضير محلول الهرمون

تم أخذ الأوزان المحددة حسب التراكيز المرغوب فيها و تمت إذابتها في قطرات من محلول الإيثانول/ هيدروكسيد الصوديوم (1 نظامى)، ثم أكمل الحجم بالماء المقطر مع التأكد من الذوبان التام للمادة. تم حفظ المحاليل في قوارير زجاجية قاتمة اللون ( لتجنب تأكسدها بالضوء).

### 5.2- طريقة الزراعة و المعاملة

تمت عملية زرع بذور القمح الصلب المنقوعة في محلول الهرمون النباتي لمدة 24 ساعة و غير المنقوعة يوم 2005/03/01 في أصص بلاستيكية يحتوى كل واحد منها على 4.5 كغ من تربة زراعية. وضعت الأصص في بيت بلاستيكي و تم سقيها بمعدل السعة الحقلية حتى نتجنب أن يكون الماء عاملا محددا، و بعد 15 يوما تم السقي بالماء الحاوي على كلوريد الصوديوم حسب التراكيز التالية: 0، 3 و 6 غ /ل. عند طور 4-5 أوراق أخذت بعض القياسات الخضرية و البيوكيميائية و هذا بعد رش القسم الهوائي بهرمون الأوكسين.

### 6.2- المعايير المقاسة

خلال هذه التجربة تم تقدير بعض المعايير التي أخذت بعين الاعتبار نظرا لحساسيتها للإجهاد الملحى.

#### 1.6.2- المساحة الورقية

تم قياس مساحة الورقة الرابعة بواسطة جهاز خاص بذلك (Scanner).

#### 2.6.2- الوزن الجاف

قمنا بتجفيف العينات المستعملة في فرن درجة حرارته 85°م ثم أخذت الأوزان الجافة بعد ثبات الوزن بواسطة جهاز حساس.

#### 3.6.2- المحتوى النسبي للماء في الأوراق

تم تقدير المحتوى النسبي للماء في الأوراق (الورقة الرابعة) بالطريقة التي وصفها Barrs (1968). بعد فصل الأوراق عن باقي الأجزاء تم وزنها مباشرة للتحصل على وزنها الغض. وضعت

هذه الأوراق بعد ذلك في الماء المقطر، لمدة 24 ساعة و في مكان مظلم ثم أخذت أوزانها من جديد و هو ما يعرف بوزن التشبع. نقلت بعد ذلك العينات إلى فرن درجة حرارته 85°م لمدة 24 ساعة و أخذت بعد ذلك أوزانها الجافة. تم تقدير المحتوى النسبي للماء من خلال العلاقة التالية:

محتوى الماء النسبي٪ = [(الوزن الغض– الوزن الجاف)/(الوزن عند التشبع– الوزن الجاف)] ×100

### 4.6.2- البرولين

اتبعت الطريقة المستعملة من طرف Trolls و Lindsley (1955). حيث تم وضع 100 مغ من الأوراق الغضة في أنابيب اختبار و أضفنا لها 2 ملل من الميثانول (40 %) ويتم التسخين في حمام مائي على درجة حرارة 85°م لمدة 60 دقيقة و لتجنب تبخر الكحول تمت تغطية الأنابيب بورق الألمنيوم طول مدة التسخين. بعد التبريد أخذنا 1 ملل من خليط يتألف من ( 120 ملل من ماء مقطر، 300 ملل من حامض الأستيك و 80 ملل من حمض الأرتوفسفوريك ) ثم أضيف له 25 ملغ من النهدرين.

يسخن بعد ذلك الخليط لمدة 30 دقيقة على درجة حرارة 100° م. بعد التبريد أضيف له 5 ملل من الطوليان و بعد الرج تحصلنا على طبقتان منفصلتان، الطبقة العلوية تحتوى على البرولين أما السفلية فهي خالية منه. تم فصل الطبقة العليا و أضيفت لها كبريتات الصوديوم Na2so4 و ذلك لإزالة الماء الموجود بها ، ثم تمت قراءة الكثافة الضوئية بواسطة جهاز المطيافية الضوئية على طول موجة 528 نانومتر. كما تم تقدير تركيز البرولين من خلال المنحنى القياسي باستعمال محلول البرولين المعروف.

### 5.6.2- تقدير الكلوروفيل

تم استخلاص اليخضور أ و ب حسب الطريقة المذكورة من طرف Laval و Mazliak (1979)، تم وزن 1غ من الأوراق و قطعت إلى قطع صغيرة و تم سحقها في هاون بوجود 1غ من الرمل و 0.1 غ من كربونات الكالسيوم ثم أضيف للخليط 25 ملل من الأسيتون بعدها رشحنا المحلول و قرأنا الكثافة الضوئية بواسطة جهاز سبكتروفتومتر على طول موجة 663 و 645 نانومتر. تمت معايرة الجهاز بمحلول الأسيتون و قدرت كمية الكلوروفيل أ و ب من العلاقة التالية:

الكلوروفيل أ= 12.7 × (ك ض 663 ) – 2.67 × ( ك ض 645 )

الكلوروفيل ب = 22.9× (ك ض 645) – 4.68 × ( ك ض 663)

### 6.6.2- تقدير السكريات الذائبة

لتقدير السكريات الذائبة استعملنا طريقة الفينول ل Dubois و آخرون ( 1956) و تم ذلك كما يلي:

وضعنا 100 ملغ من الأوراق الطازجة المقطعة إلى قطع صغيرة في أنابيب اختبار و أضفنا لها 3 ملل من الإيثانول (80%) من أجل استخلاص السكريات و تركناها لمدة 48 ساعة. بعدها قمنا بوضع الأنابيب في حاضنة على درجة حرارة 80°م حتى يتبخر الكحول. ثم خففنا الناتج ب 20 ملل من الماء المقطر.

وضعنا في أنابيب اختبار جديدة 2 ملل من الناتج و أضفنا له 1 ملل من محلول الفينول 5% ( حففنا الفينول بالماء المقطر ) و قمنا برج الأنابيب بعناية. ثم أضفنا لكل أنبوب 5 ملل من حمض الكبريت المركز ثم عرضنا الأنابيب لعملية رج سريعة بواسطة ( جهاز الرج votrex )، ثم تركناها لمدة 45 دقيقة على درجة حرارة 5° م. و بعدها تركناها لمدة 30 دقيقة في الظلام. تمت قراءة الكثافة الضوئية للمحلول الناتج على طول موجة 485 نانومتر. كما تم تقدير السكريات الذائبة من خلال المنحنى القياسي للغلوكوز.

### 7.6.2- العناصر المعدنية

نهتم في هذه الخطوة بتقدير محتوى القسم الهوائي من عنصري البوتاسيوم و الصوديوم واستنباط محصلة $K^+/Na^+$ لكل نمط وراثي ( في طور 5 أوراق ).

تم وزن 1 غ من المادة الجافة ( بعد تجفيف العينات على درجة 80°م لمدة 48 ساعة). تسحق العينات وتوضع في جفنات خزفية وتحرق في فرن على درجة حرارة 500° م لمدة 5 ساعات. ثم تبرد حيث يظهر رماد أبيض. تبلل العينات بالماء المقطر لمنع تطاير الرماد ثم يحلل في 5 ملل من 6 HCl نضامى، ثم يرشح و يغسل جيدا بالماء المغلي و يكمل الحجم إلى 100 ملل بالماء المقطر. انطلاقا من هذا المحلول تمت معايرة البوتاسيوم و الصوديوم بواسطة جهاز طيف الامتصاص ذي اللهب.

**1- تأثير الإجهاد الملحي و منظم النمو:**

**1.1- تأثير الإجهاد الملحي و منظم النمو على معايير النمو الخضري:**

**1.1.1- المساحة الورقية:**

**1.1.1.1- تحليل النتائج:**

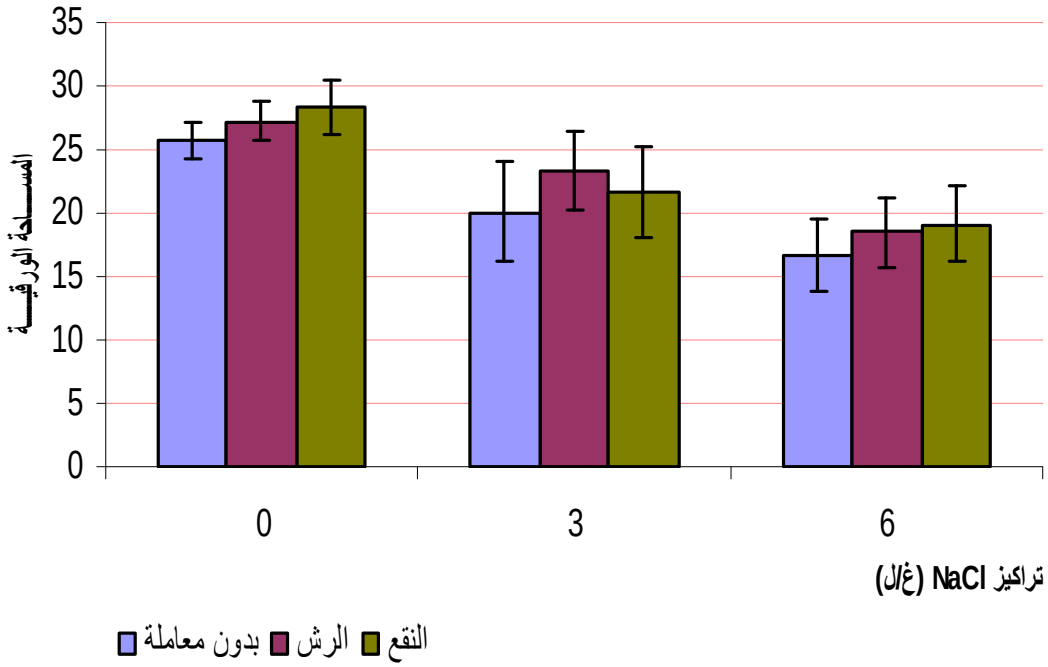
يبين الجدول (8) متوسطات المساحات الورقية لأصناف القمح الثلاثة غير المعاملة و كذا المعاملة بالأوكسين و النامية تحت تراكيز متزايدة من كلوريد الصوديوم (0،3 و6 غ/ل).

جدول(8) تأثير الأوكسين والملوحة على مساحات أوراق القمح ( ب سم$^2$)

| الملوحة | 0 غ/ل | | | 3 غ/ل | | | 6غ/ل | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الهرمون / الصنف | بدون معاملة | الرش | النقع | بدون معاملة | الرش | النقع | بدون معاملة | الرش | النقع |
| محمد بن بشير | 27.45 ±0.13 | 29.01 ±0.98 | 30.9 ±0.4 | 25 ±0.05 | 27 ±0.07 | 25.9 ±0.07 | 20.3 ±0.03 | 21.9 ±0.85 | 22.5 ±0.06 |
| واد الزناتي | 25.19 ±0.04 | 27.13 ±0.02 | 27.98 ±0.15 | 16.19 ±0.04 | 20 ±1 | 18 ±1.73 | 13.69 ±0.03 | 15.76 ±0.14 | 16 ±0.86 |
| بولونيكوم | 24.37 ±0.02 | 25.5 ±0.05 | 26.19 ±0.01 | 19.07 ±0.06 | 23 ±1 | 21 ±1 | 16.07 ±0.06 | 18 ±0.86 | 19 ±1 |

جدول (8-1) تأثير AIA و الملوحة على مساحات أوراق القمح الصلب بغض النظر عن الصنف (سم$^2$)

| الملوحة / الهرمون | 0 غ/ل | 3 غ/ل | 6غ/ل |
|---|---|---|---|
| بدون معاملة | 1.38±25.67 | 3.89±20.08 | 2.89±16.68 |
| الرش | 1.59±27.21 | 3.12±23.33 | 2.75±18.55 |
| النقع | 2.07±28.35 | 3.59±21.63 | 2.89±19.16 |



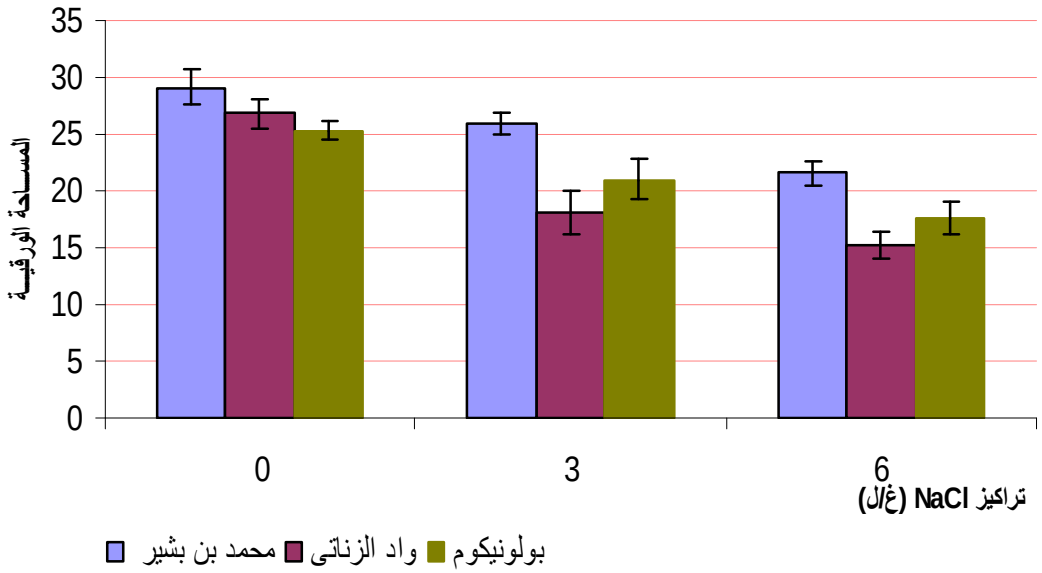

شكل .5. تأثير الاوكسين والملوحة على مساحات أوراق القمح الصلب بغض النظر عن الصنف (سم$^2$)

يلاحظ من خلال الجدول (8-1) و الشكل (5) تأثير كل من الملوحة و طريقة استعمال منظم النمو (نقعا أو رشا) على مساحات أوراق القمح الصلب بغض النظر عن الأصناف.

انخفضت مساحة أوراق النباتات بارتفاع مستويات الملوحة وكان ذلك بنسبة 21.77٪ عند التركيز 3غ/ل من الملح وب: 35.02٪ عند التركيز 6غ/ل من الملح، وهذا مقارنة بعينة الشاهد (0غ/ل من الملح و عدم استعمال الهرمون). في حين عند التركيز 0غ/ل من الملح سجلت زيادة بنسبة 5.99٪ و ب: 10.44٪ في حالتي استعمال الأوكسين رشا و نقعا على الترتيب. كما عمل هذا الهرمون على التقليل من التأثيرات الضارة لكلوريد الصوديوم على أوراق النباتات التي انخفضت مساحاتها ب: 9.11٪ و 15.73٪ عند التركيز 3غ/ل من الملح و في حالتي استعمال الأوكسين رشا و نقعا على التوالي، أما عند تطبيق إجهاد ملحي بتركيز 6غ/ل فقد انخفضت المساحات ب: 27.73٪ و 25.36٪ في حالتي الرش و النقع على التوالي. و نلاحظ من خلال هذه النتائج أن الهرمون قلص من نسب انخفاض المساحات الورقية و هذا مقارنة بحالات عدم استعماله.

جدول (8-2) تأثير الملوحة و الصنف على مساحات أوراق القمح الصلب بغض النظر عن AIA (سم$^2$)

| الملوحة / الصنف | 0 غ/ل | 3 غ/ل | 6غ/ل |
|---|---|---|---|
| محمد بن بشير | 1.58 ±29.12 | 0.86 ±25.96 | 1.07 ±21.56 |
| واد الزناتي | 1.24 ±26.79 | 1.92 ±18.06 | 1.18 ±15.15 |
| بولونيكوم | 0.79 ±25.35 | 1.84 ±21.02 | 1.44 ±17.69 |

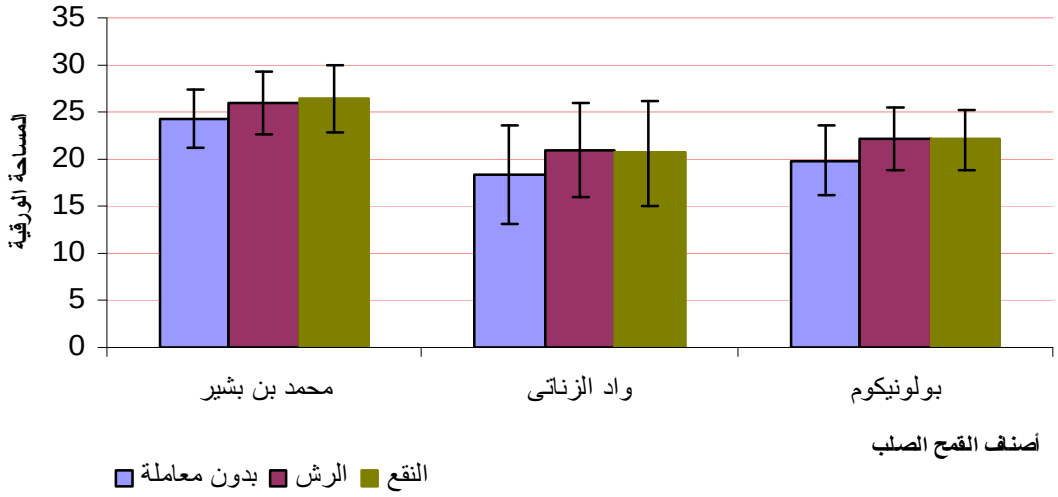



شكل .6. تأثير الملوحة و الصنف على مساحات أوراق القمح الصلب بغض النظر عن منظم النمو (سم$^2$)

يوضح الجدول (8-2) و الشكل (6) تأثير كل من الملوحة و الأصناف على مساحة الأوراق بغض النظر عن طريقة استخدام الأوكسين. تبين النتائج أن المساحة الورقية لأصناف القمح الثلاثة انخفضت مع ارتفاع تراكيز الملح و ذلك ب: 10.85٪ و 25.96٪ عند صنف محمد بن بشير في التركيز (3 و 6 غ/ل من الملح) على الترتيب، و ب: 32.58٪ و 43.44٪ عند واد الزناتي في نفس التراكيز من الملوحة، أما عند صنف بولونيكوم و في نفس تراكيز الملوحة سجلت النسب التالية: 17.08٪ و 30.21٪. يبدو من خلال هذه النسب أن المساحة الورقية لصنف واد الزناتي تأثرت بشكل كبير مقارنة بصنف بولونيكوم و محمد بن بشير الذي انخفضت مساحته الورقية بنسب أقل.

جدول (3-8) تأثير AIA و الصنف على مساحات أوراق القمح الصلب بغض النظر عن الملوحة (سم$^2$)

| الهرمون / الصنف | بدون معاملة | الرش | النقع |
|---|---|---|---|
| محمد بن بشير | 3.14 ±24.25 | 3.24 ±25.97 | 3.66 ±26.43 |
| واد الزناتي | 5.23 ±18.35 | 5 ±20.96 | 5.64 ±20.66 |
| بولونيكوم | 3.63 ±19.83 | 3.37 ±22.16 | 3.29 ±22.06 |




شكل .7. تأثير الاوكسين و الصنف على مساحات أوراق القمح الصلب بغض النظر عن الملوحة(سم$^2$)

يلاحظ من خلال الجدول (3-8) والشكل (7) زيادة في المساحات الورقية لأصناف القمح الصلب عند استعمال هرمون الأوكسين سواء بطريقة النقع أو الرش،بحيث قدرت نسب الزيادة ب: 7.09٪، 14.22٪ و11.74٪ في حالة الرش بالأوكسين عند الأصناف محمد بن بشير، واد الزناتى و بولونيكوم على الترتيب. أما في حالة النقع فقد زادت مساحة الأوراق ب: 8.98٪، 12.58 ٪ و 11.24٪ عند نفس الأصناف و بنفس الترتيب.

**الجدول (8-4)الفروق المعنوية لمختلف العوامل (الملوحة، الهرمونات، الأصناف) بالنسبة لمساحة الأوراق.**

| العوامل / المعيار | الملوحة | الهرمونات | الصنف | ملوحة*هرمون | ملوحة*صنف | هرمون*صنف | ملوحة*هرمون*صنف |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مساحة | 0.000 *** | 0.000 *** | 0.000 *** | 0.000 *** | 0.000 *** | 0.239 NS | 0.191 NS |

إذا كان p>α=0.05 لايوجد فرق معنوي (NS)

إذا كان p ≥ 0.05 (*) يوجد فرق معنوي

إذا كان p ≥ 0.01 (**) يوجد فرق معنوي عالي

إذا كان p ≥ 0.001 (***) يوجد فرق معنوي جد عالي

يوضح الجدول (8-4) الفروق المعنوية للعوامل الثلاثة (الملوحة،الهرمونات والاصناف) والتداخل بينها فيما يخص قياسات مساحات الأوراق وهنا يتضح وجود فروق معنوية جد عالية (***)فيما يخص العوامل الثلاث منفردة وكذا عند الملوحة مع الهرمونات ومع الأصناف كلا على حدا بينما عند تداخل الهرمونات والأصناف وعند تداخل العوامل الثلاث معا فتنعدم الفروق (NS).

### 2.1.1.1- المناقشة

لاحظنا من خلال النتائج المسجلة في دراستنا أن المساحة الورقية لأصناف القمح تراجعت تحت تأثير الملوحة. هذا الانخفاض يترافق غالبا مع تفادى ظروف نقص الماء (Keim و Kroustard،1981؛ Fussel و آخرون، 1991)، كما يعتبر ذلك خطا مهما لدى النباتات بهدف الحد من احتياجاتها المائية عندما تكون هذه الأخيرة غير كافية (Darera و آخرون، 1969). ويمكن أن يرجع سبب تقلص المساحة الورقية إلى تراجع الاستطالة أو الانقسام الخلوي أو كلاهما معا (Azmi وAlam، 1990؛ Rascio و آخرون، 1993). و يقترح Strack و Kozinska (1980) كتفسير لهذا التراجع: نقص في النمو القطري، اختلال التوازن الهرموني، تلف الأغشية، انخفاض أيض الكربوهيدرات و البروتينات بسبب التراكم المفرط للصوديوم.

أدى استعمال منظم النمو إلى التقليل من التأثير الضار للملح على المساحة الورقية، و يرجع ذلك إلى تنشيطه للنمو من خلال تسريع عمليات الانقسام و التطاول الخلوي، وربما لكون إضافة هذه المادة خارجيا يرجح كفة الهرمونات المنشطة للنمو على مانعات النمو خصوصا حمض الأبسيسيك الذي ثبت في أكثر من دراسة أن الملوحة تزيد من تركيزه في النباتات بشكل ملحوظ (Tanino و آخرون، 1992؛ Zeevaart و Creelman، 1988).

**2.1.1- الوزن الجاف**:

**1.2.1.1- تحليل النتائج**:

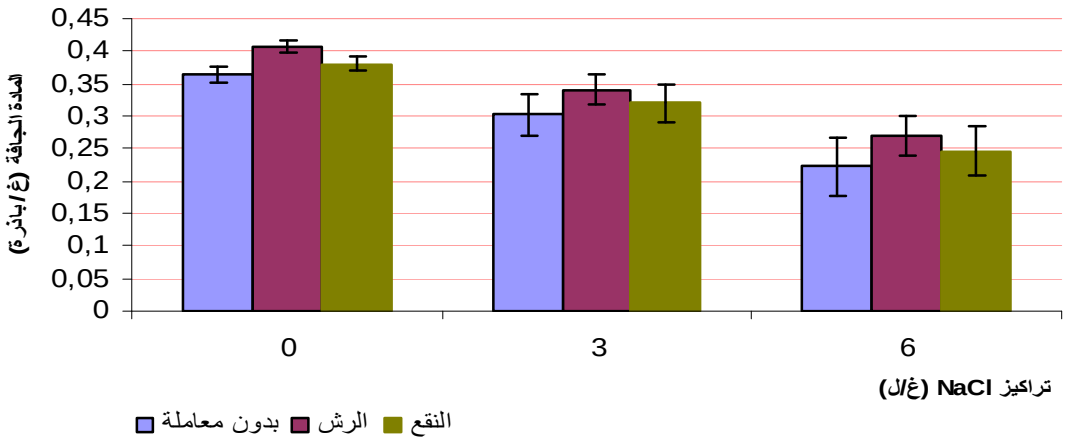
تعطى نتائج الوزن الجاف للقسم الهوائي لأصناف القمح الصلب من خلال الجداول ((9)، (9-1)، (9-2) ،(9-3)(9-4)) و الأشكال (8)، (9) و (10).

جدول(9) تأثير AIA و الملوحة على الوزن الجاف في أوراق القمح الصلب (غ/ باذرة)

| الملوحة | 0 غ/ل | | | 3 غ/ل | | | 6غ/ل | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الهرمون / الصنف | بدون معاملة | الرش | النقع | بدون معاملة | الرش | النقع | بدون معاملة | الرش | النقع |
| محمد بن بشير | 0.365 ±0.008 | 0.403 ±0.011 | 0.385 ±0.013 | ±0.34 0.013 | 0.355 ±0.013 | 0.35 ±0.009 | 0.275 ±0.01 | 0.29 ±0.013 | 0.283 ±0.01 |
| واد الزناتي | 0.37 ±0.014 | 0.41 ±0.01 | 0.388 ±0.002 | ±0.268 0.014 | 0.313 ±0.007 | 0.282 ±0.008 | 0.175 ±0.013 | 0.232 ±0.011 | 0.199 ±0.015 |
| بولونيكوم | 0.36 ±0.018 | 0.411 ±0.008 | 0.37 ±0.011 | ±0.3 0.013 | 0.353 ±0.015 | 0.328 ±0.007 | 0.22 ±0.013 | 0.288 ±0.01 | 0.257 ±0.003 |

جدول (9-1) تأثير AIA و الملوحة على الوزن الجاف بغض النظر عن الصنف (غ/باذرة)

| الملوحة / الهرمون | 0 غ/ل | 3 غ/ل | 6غ/ل |
|---|---|---|---|
| بدون معاملة | 0.013±0.365 | 0.033±0.302 | 0.044±0.223 |
| الرش | 0.009±0.408 | 0.023±0.34 | 0.03±0.27 |
| النقع | 0.012±0.381 | 0.03±0.32 | 0.038±0.246 |



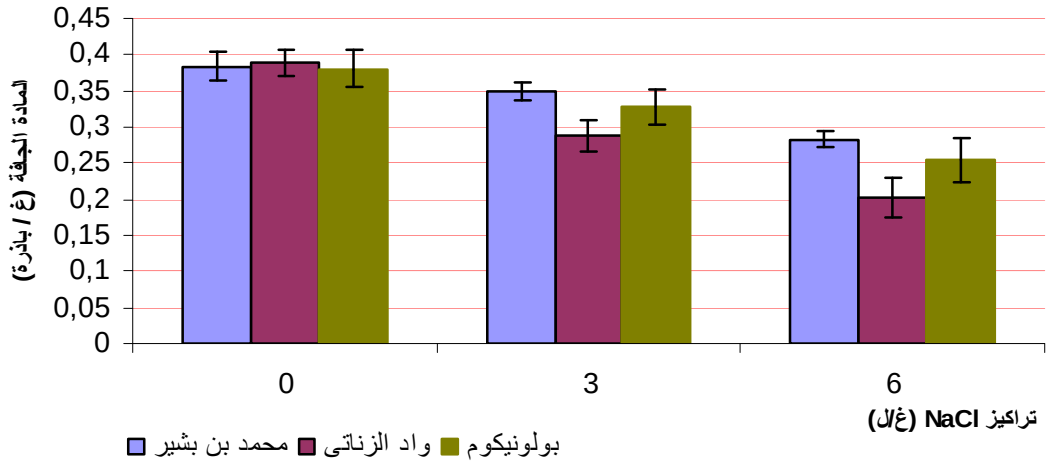

شكل .8. تأثير الملوحة والهرمون على الأوزان الجافة للنباتات بغض النظر عن الصنف

يلاحظ من خلال الجدول (9-1) و الشكل (8) تأثير كل من الملوحة و طريقة استعمال منظم النمو (نقعا أو رشا) على الأوزان الجافة لأصناف القمح بغض النظر عن الأصناف.

انخفض الوزن الجاف لأصناف القمح بارتفاع درجات الملوحة مقارنة بالشاهد (0غ/ل من الملح و عدم استعمال الهرمون) و ذلك ب:17.260٪ و 38.904٪ عند التراكيز 3 و 6 غ/ل من الملح على الترتيب. وعمل الهرمون النباتي عند المعاملة رشا و نقعا على رفع الأوزان الجافة ب: 11.780 و 4.383٪ عند التركيز 0غ/ل من الملح، كما قلل من نسب انخفاض هذا المعيار عند تطبيق الإجهاد الملحي، حيث بلغت نسبة النقصان 6.849٪ و 12.328٪ في حالة الرش و النقع بالأوكسين و عند التركيز 3غ/ل من الملح، و عند التركيز 6غ/ل سجلت النسب 26.027٪ و 32.602٪ في حالة النقع و الرش على الترتيب.

جدول (9-2) تأثير الملوحة و الصنف على الأوزان الجافة بغض النظر عن الهرمون (غ/باذرة)

| الملوحة / الصنف | 0 غ/ل | 3 غ/ل | 6غ/ل |
|---|---|---|---|
| محمد بن بشير | 0.019 ±0.384 | 0.012 ±0.348 | 0.011 ±0.282 |
| واد الزناتي | 0.019 ±0.389 | 0.021 ±0.287 | 0.027 ± 0.202 |
| بولونيكوم | 0.026 ±0.38 | 0.025 ± 0.327 | 0.03 ±0.255 |

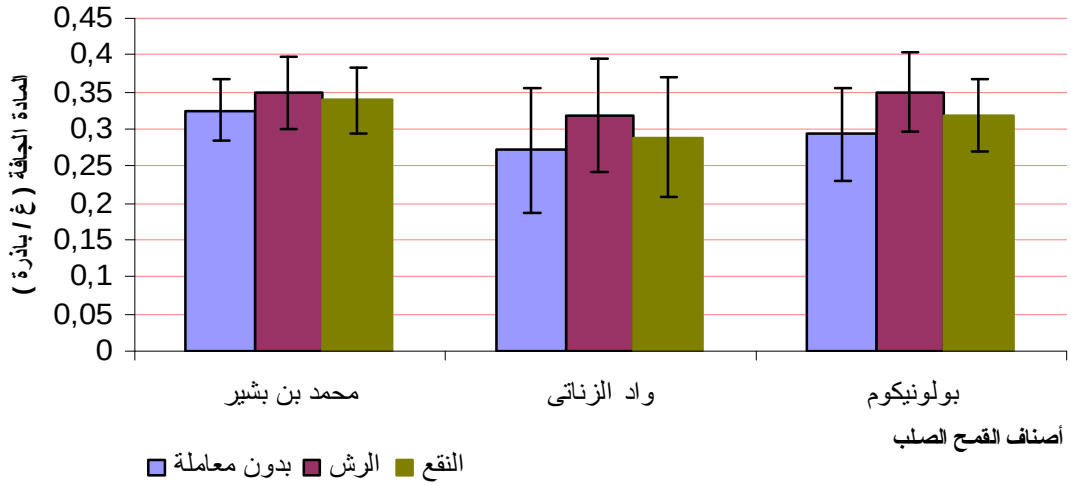



شكل .9. تأثير الملوحة والصنف على الأوزان الجافة للنباتات بغض النظر عن الهرمون

يلاحظ من خلال الجدول (9-2) و الشكل (9) تأثير كل من الملوحة و الأصناف على الأوزان الجافة بغض النظر عن الأوكسين. تبين النتائج أن هذا المعيار ينخفض عند الأصناف الثلاثة كلما زاد تركيز الملح بمعدل: 9.375٪ و 26.562٪ عند التراكيز (0 و 3 غ/ل من NaCl) عند صنف محمد بن بشير، 26.221٪ و 48.071٪ عند واد الزناتى عند نفس التراكيز من الملح و 13.947٪ و 32.894٪ عند بولونيكوم وعند تراكيز الملح نفسها. وقد قدرت نسب تراجع الأوزان الجافة عند الأصناف الثلاثة مقارنة بشواهدها الخاصة بها. و يبدو من خلال النتائج أن واد الزناتى كان أكثر حساسية للملح متبوع ببولونيكوم ثم محمد بن بشير.

جدول (9-3) تأثير منظم النمو و الصنف على الأوزان الجافة بغض النظر عن الملوحة (غ/باذرة)

| الهرمون / الصنف | بدون معاملة | الرش | النقع |
|---|---|---|---|
| محمد بن بشير | 0.041 ±0.326 | 0.05 ±0.349 | 0.045 ±0.339 |
| واد الزناتي | 0.085 ±0.271 | 0.077 ±0.318 | 0.082 ±0.289 |
| بولونيكوم | 0.062 ±0.293 | 0.054 ±0.35 | 0.049 ±0.318 |




شكل .10. تأثير الهرمون والصنف على الأوزان الجافة للنباتات بغض النظر عن الملوحة

أدت المعاملة بالهرمون النباتي إلى تحسين الوزن الجاف للنباتات، حيث زاد بمعدل 7.055٪، 17.343٪ و 19.453٪ في حالة الرش بالأوكسين عند الأصناف محمد بن بشير، واد الزناتي و بولونيكوم على الترتيب. كما أدت المعاملة نقعا بالأوكسين إلى رفع الوزن الجاف ب 3.987٪، 6.642٪ و 8.532٪ عند نفس الأصناف و بنفس الترتيب (جدول 9-3) و شكل (10).

**الشكل(9-4)الفروق المعنوية لمختلف العوامل (الملوحة، الهرمونات، الأصناف) للوزن الجاف للمجموع الخضري.**

| العوامل / المعيار | الملوحة | الهرمونات | الصنف | ملوحة*هرمون | ملوحة*صنف | هرمون*صنف | ملوحة*هرمون*صنف |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **الوزن الجاف** | **0.000 ***** | **0.162 NS** | **0.842 NS** | **0.393 NS** | **0.393 NS** | **0.413 NS** | **0.473 NS** |

الجدول (9-4) يظهر الفروق المعنوية فيما يخص الوزن الجاف للمجموع الخضري وهنا يلاحظ انعدام الفروق المعنوية (NS) في كل العوامل وعند تداخلها فيما بينها ماعدا في حالة الملوحة أين كان الفرق المعنوي جد عالي(***).

### 2.2.1.1- المناقشة

عملت الملوحة على خفض الوزن الجاف لنبات القمح، وهذا يتفق مع دراسات (Shabana و آخرون، 1998؛ François و آخرون، 1986؛ Maâs و Poss، 1989) حيث أجمعوا على أن الملوحة تعمل على تراجع النمو العام للقمح بنوعيه. كما تؤدى إلى تناقص كل من المادة الغضة و

الجافة للنبات (Massarrat و آخرون، 1991؛ Rabie و آخرون، 1985). كما تحدث تقزم للنباتات التي تصبح أوراقها قليلة العدد و صغيرة الحجم (Azmi و Alam، 1990؛ Massarat و آخرون، 1991). يؤدى الإجهاد المائي عند نبات الحمص إلى التوقف المبكر لتخليق أوراق جديدة و تنمو النبتة على حسب كمية الماء المتوفرة لديها عن طريق خفض مساحتها الورقية أو عدد أوراقها أو كلاهما معا (INRA، 2000).

أدت المعاملة بالهرمونات إلى تحسين الوزن الجاف، هذا التأثير الإيجابي للهرمونات النباتية على تحسين النمو الخضرى للنباتات النامية في وسط ملحي موثق بشكل جيد (Shalaby و Kishk، 1985؛ الشحات 1990).

## 2.1- تأثير الإجهاد الملحي و منظم النمو على المعايير الفسيولوجية:

### 1.2.1- المحتوى النسبي للماء:

#### 1.1.2.1- تحليل النتائج:

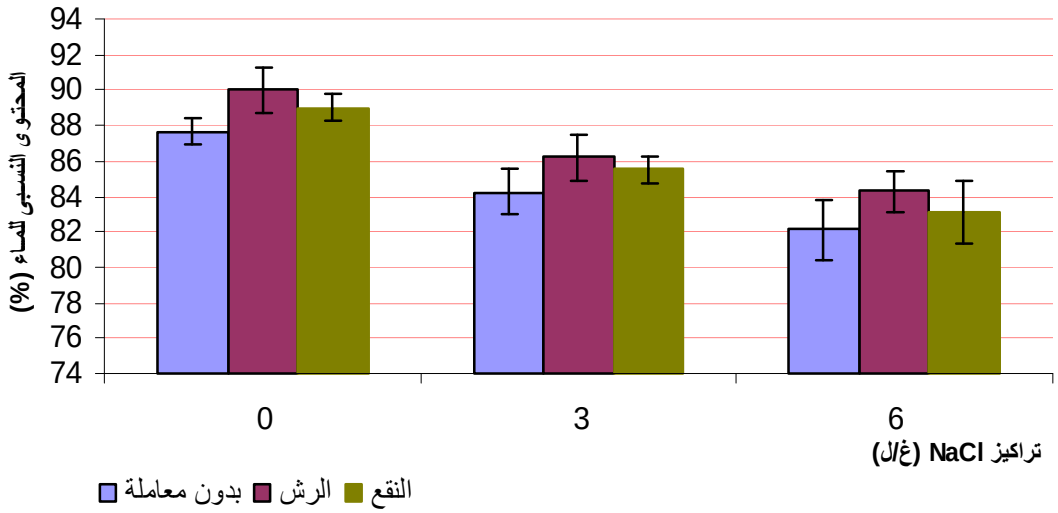
تعطى نتائج المحتوى النسبي للماء في أوراق أصناف القمح الصلب من خلال الجداول ((10)، (10-1)، (10-2) ،(10-3)،(10-4)) و الأشكال (11)، (12) و (13).

جدول (10) تأثير AIA و الملوحة على المحتوى النسبي لأوراق القمح الصلب (٪)

| الملوحة | 0 غ/ل | | | 3 غ/ل | | | 6غ/ل | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الهرمون / الصنف | بدون معاملة | الرش | النقع | بدون معاملة | الرش | النقع | بدون معاملة | الرش | النقع |
| محمد بن بشير | 87 ±1 | 90 ±1.73 | 88.5 ±0.5 | 48.8 ±0.26 | 86.5 ±0.86 | 85.4 ±0.65 | 83.5 ±1.8 | 85 ±0.3 | 84 ±2.17 |
| واد الزناتي | 88.35 ±0.35 | 89.5 ±1.32 | 89 ±0.78 | 83 ±1.73 | 85 ±1.44 | 85.2 ±0.72 | 80.9 ±0.85 | 83 ±0.5 | 81.5 ±1 |
| بولونيكوم | 87.68 ±0.18 | 90.5 ±0.95 | 89.5 ±0.86 | 85 ±0.5 | 87.06 ±0.9 | 86 ±0.88 | 82 ±1.73 | 85 ±1 | 84 ±0.5 |

جدول (10-1) تأثير AIA والملوحة على المحتوى النسبي للماء في الأوراق(٪) بغض النظر عن الصنف

| الملوحة / الهرمون | 0 غ/ل | 3 غ/ل | 6غ/ل |
|---|---|---|---|
| بدون معاملة | 0.79±87.67 | 1.31±84.26 | 1.73±82.13 |
| الرش | 1.26±90 | 1.26±86.18 | 1.15±84.33 |
| النقع | 0.76±89 | 0.75±85.53 | 1.75±83.16 |



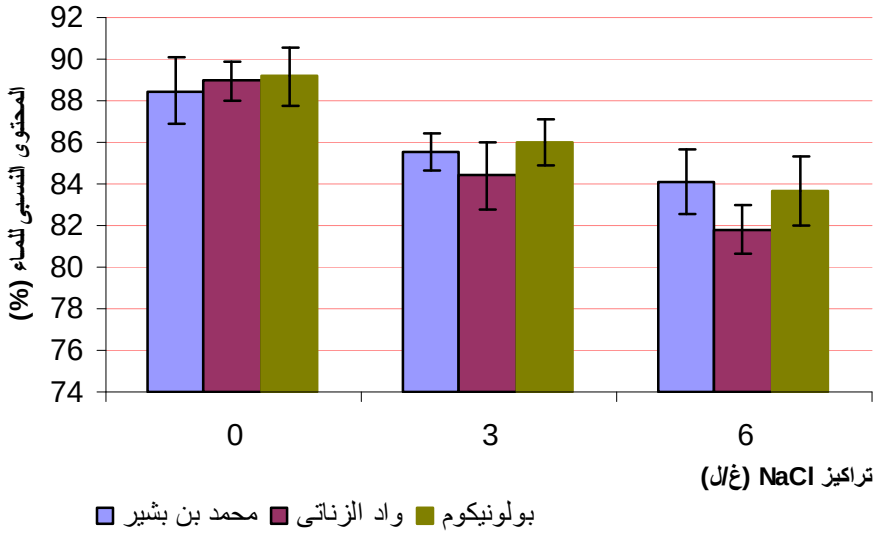

شكل.11. تأثير الملوحة والهرمون على المحتوى النسبي للماء في الأوراق بغض النظر عن الصنف

يلاحظ من خلال الجدول (10-1) و الشكل (11) تأثير كل من الملوحة و طريقة استعمال منظم النمو (نقعا أو رشا) على المحتوى النسبي لأوراق القمح بغض النظر عن الأصناف.

خفضت الملوحة من المحتوى النسبي للماء في الأوراق، حيث تراجع هذا الأخير عند التركيز (3 غ/ل) و (6 غ/ل) من كلوريد الصوديوم بمعدل 3.88٪ و 6.31٪ على الترتيب مقارنة بالشاهد (0غ/ل من الملح و عدم استعمال الهرمون). أدت المعاملة بالهرمون النباتي إلى تحسين محتوى الأوراق من الماء عند النباتات غير المجهدة ملحيا و المجهدة أو بالأحرى قللت من تأثيرا لإجهاد الملحي على الأوراق. و كان تأثير الرش بالأوكسين أحسن من النقع.

جدول (10-2) تأثير الملوحة و الصنف على المحتوى النسبي للماء في الأوراق (٪) بغض النظر عن الهرمون

| الملوحة / الصنف | 0 غ/ل | 3 غ/ل | 6غ/ل |
|---|---|---|---|
| محمد بن بشير | 1.65 ±88.5 | 0.84 ±85.56 | 1.56 ±84.16 |
| واد الزناتي | 0.93 ±88.95 | 1.58 ±84.4 | 1.17 ±81.8 |
| بولونيكوم | 1.39 ±89.22 | 1.12 ±86.02 | 1.67 ±83.66 |

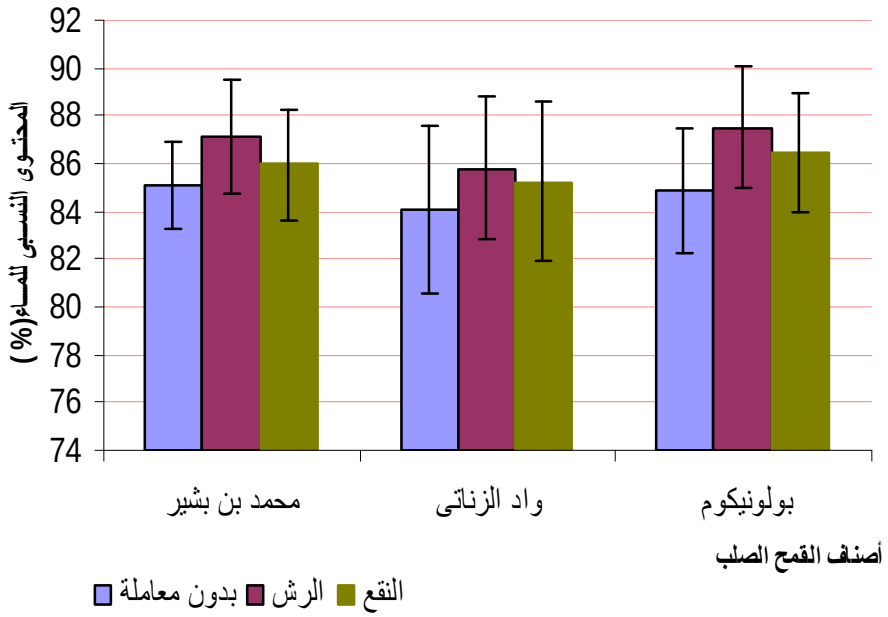



شكل .12. تأثير الملوحة والصنف على المحتوى النسبي للماء في الأوراق بغض النظر عن الهرمون

يلاحظ من خلال الجدول (10-2) و الشكل (12) تأثير كل من الملوحة و الأصناف على المحتوى النسبي لأوراق القمح بغض النظر عن الأوكسين. تبين النتائج أن هذا المعيار ينخفض عند الأصناف الثلاثة كلما زاد تركيز الملح و هذا بمعدل: 3.32٪ و 4.90٪ عند التراكيز (3 و 6 غ/ل من NaCl) عند صنف محمد بن بشير، ب 5.11٪ و 8.03٪ عند واد الزناتى عند نفس التراكيز من الملح و ب: 3.58٪ و 6.23٪ عند بولونيكوم وعند تراكيز الملح نفسها. وقد قدرت نسب تراجع المحتوى النسبي للماء في الأوراق عند الأصناف الثلاثة مقارنة بشواهدها الخاصة بها. و يبدو من خلال النتائج أن واد الزناتى كان أكثر حساسية للملح متبوع ببولونيكوم ثم محمد بن بشير.

جدول (10-3) تأثير منظم النمو و الصنف على المحتوى النسبي للماء في الأوراق (٪) بغض النظر عن الملوحة

| الهرمون / الصنف | بدون معاملة | الرش | النقع |
|---|---|---|---|
| محمد بن بشير | 1.85 ±85.1 | 2.39 ±87.16 | 2.3 ±85.96 |
| واد الزناتي | 3.46 ±84.08 | 3.05 ±85.83 | 3.32 ±85.23 |
| بولونيكوم | 2.62 ±84.89 | 2.54 ±87.52 | 2.5 ±86.5 |




شكل .13. تأثير الهرمون والصنف على المحتوى النسبي للماء في الأوراق بغض النظر عن الملوحة

أدت المعاملة بالهرمون النباتي إلى تحسين المحتوى النسبي للماء في الأوراق ، حيث زاد بمعدل 2.42٪، 2.08٪ و 3.09٪ في حالة الرش بالأوكسين عند الأصناف محمد بن بشير، واد الزناتي و بولونيكوم على الترتيب. كما أدت المعاملة نقعا بالأوكسين إلى رفع محتوى الأوراق من الماء ب 1.01٪، 1.36٪ و 1.89٪ عند نفس الأصناف و بنفس الترتيب. (جدول 10-3) و شكل (13).

**الشكل(10-4)الفروق المعنوية لمختلف العوامل (الملوحة، الهرمونات، الأصناف) بالنسبة لمحتوى الماء في الأوراق.**

| العوامل / المعيار | الملوحة | الهرمونات | الصنف | ملوحة*هرمون | ملوحة*صنف | هرمون*صنف | ملوحة*هرمون*صنف |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| محتوى الماء | 0.000 *** | 0.000 *** | 0.000 *** | 0.95 NS | 0.005 * | 0.688 NS | 0.727 NS |

فيما يخص المحتوى المائي للأوراق يوضح الجدول (10-4) فروق معنوية جد عالية لمختلف العوامل عندما تكون منفردة لتصبح منعدمة (NS) عند تداخل العوامل مثنى مثنى أو ثلاثتها معا ماعدا في حالة تداخل الملوحة والأصناف أين لوحظ فرق معنوي بسيط(*).

### 2.1.2.1- المناقشة

يؤدى وجود الأملاح في التربة إلى تثبيط نمو النباتات حيث يجعلها غير قادرة على امتصاص ما تحتاجه من الماء، وهذا ما يعرف ب "التأثيرات الأسموزية للملوحة" أو "تأثير الإجهاد المائي الناتج عن الملوحة" (Munns، 2005). و هذا يؤدى إلى انخفاض محتوى الماء في النبات. هذا الإنخفاض في الماء يرجع إلى سببين على الأقل و هما: خفض امتصاص الجذور للماء بفعل الضغط الأسموزى المرتفع للوسط المحيط بالجذور نتيجة ارتفاع تركيز الأملاح (Bernstein، 1975؛ Hamza، 1980؛ Greenway، 1973)، أو ربما يرجع إلى تناقص عملية النتح، نتيجة لانخفاض معدل انفتاح الثغور و عددها بفعل التأثيرات السمية للأملاح (Hamza، 1980؛ Greenway، 1973).

يشير Sanchez Diaz و Kramer (1971) و Levitt (1972) في أبحاثهم على القمح أن النباتات التي تتحمل الإجهاد المائي تفقد كميات قليلة من الماء في وحدة المساحة الورقية، كما ترفع من محتوى أوراقها من الماء مقارنة مع تلك الحساسة. و قد توصل Nemmar (1983) و Brinis (1995) إلى نفس الخلاصة، و هي أن أصناف القمح التي يكون المحتوى النسبي للماء في أوراقها معتبر تكون هي الأكثر تحملا للجفاف.

إن الإبقاء على مستوى عالي من المحتوى النسبي للماء في الأوراق يحتمل أن يكون مرتبطا بقدرة جيدة على التعديل الأسموزى مما يسمح بالحفاظ على بنية و وظيفة الأنسجة (Blum، 1988).

إن المحافظة على تبلزم نسبى عالي يعود بعدة فوائد: المحافظة على شروط معينة للنمو، تنظيم فتح الثغور و المحافظة على نشاط التمثيل الضوئي، و تتمكن النبتة بالتالي من تفادى جفاف أنسجتها. (Alhakimi و Monneveux، 1993).

أحدثت المعاملة بالأوكسين و خاصة عن طريق الرش إلى رفع محتوى نباتات القمح من الماء. وتتفق هذه النتائج مع نتائج العديد من الأبحاث (Shah و Loomis، 1985؛ El-Meleigy و آخرون،

1999). و اقترح بعض الباحثين أن رفع الهرمونات النباتية من مقاومة النباتات للإجهاد الأســموزى، تتم من خلال زيادة كمية الماء في النبات ( El-Meleigy و آخرون، 1999).

### 2.2.1- محتوى الأوراق من البرولين:

#### 1.2.2.1- تحليل النتائج:

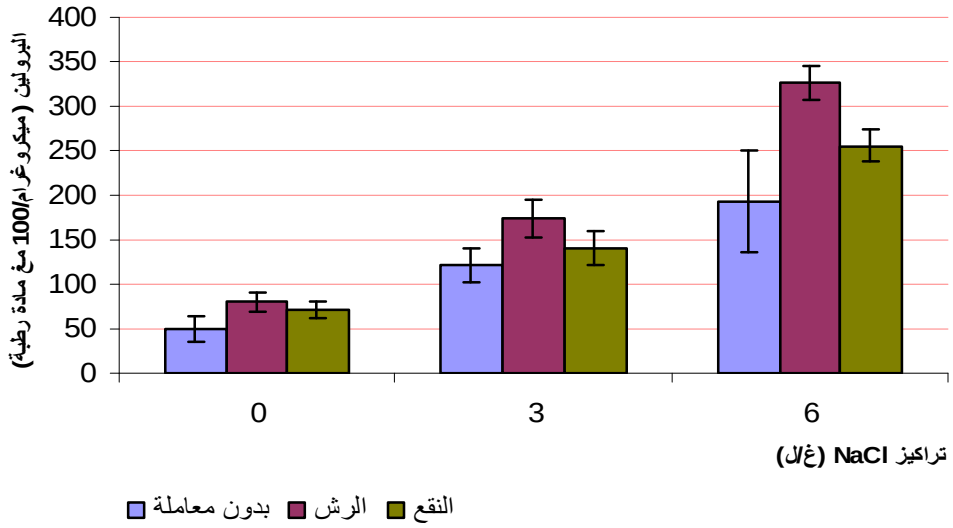
يبين الجدول (11) و الجداول ((11-1)، (11-2)، (11-3 ) و(11-4)) و الأشكال ((14-15) و (16)) التابعة له نتائج تحاليل البرولين التي أجريت على أوراق أصناف القمح الصلب الثلاثــة النامية تحت تراكيز متزايدة من ملح كلوريد الصوديوم (0،3 و6 غ/ل).

جدول(11) تأثيرالأوكسين والملوحة على تراكم البرولين في أوراق القمح(ميكروغرام/100ميلي غرام مادة رطبة)

| الملوحة | 0 غ/ل | | | 3 غ/ل | | | 6غ/ل | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الهرمون / الصنف | بدون معاملة | الرش | النقع | بدون معاملة | الرش | النقع | بدون معاملة | الرش | النقع |
| محمد بن بشير | 65.4 ±8.33 | 92.66 ±4.03 | 81.71 ±7.32 | 117.7 ±2.52 | 175.87 ±6.59 | 133.05 ±4 | 195.9 ±4.55 | 328.68 ±7.11 | 259.91 ±8.52 |
| واد الزناتي | 48.23 ±3.89 | 74.28 ±5.89 | 63.87 ±1.39 | 143.13 ±6.38 | 195.78 ±8.19 | 163.11 ±6.19 | 256 ±6.08 | 345.88 ±10.23 | 271.49 ±4.09 |
| بولونيكوم | 34.03 ±2.94 | 73.81 ±4.91 | 65.94 ±5.61 | 101.73 ±7.29 | 150.19 ±7.28 | 124.59 ±5.05 | 125 ±5 | 305.3 ±8.4 | 236.47 ±9.38 |

جدول (11-1) تأثير الأوكسين و الملوحة على محتوى الأوراق من البرولين بغض النظر عن الصنف (ميكروغرام/100ميلي غرام مادة رطبة)

| الملوحة / الهرمون | 0 غ/ل | 3 غ/ل | 6غ/ل |
|---|---|---|---|
| بدون معاملة | 14.43±49.22 | 18.76±120.85 | 56.97±192.3 |
| الرش | 10.26±80.25 | 20.8±173.94 | 19.17±326.62 |
| النقع | 9.65±70.5 | 18.09±140.25 | 16.82±255.95 |



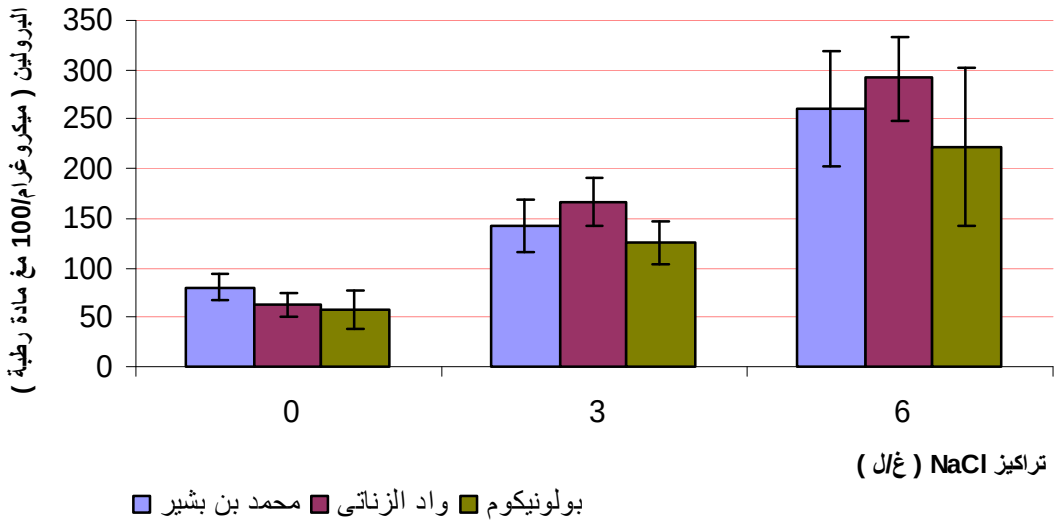

شكل .14. تأثير الأوكسن و الملوحة على محتوى الأوراق من البرولين بغض النظر عن الصنف

يلاحظ من خلال الجدول (11-1) و الشكل (14) تأثير كل من الملوحة و طريقة استعمال منظم النمو نقعا أو رشا على محتوى أوراق القمح من البرولين بغض النظر عن الأصناف. حيث سجل ارتفاع في كمية البرولين عند النباتات التي تعرضت للإجهاد الملحي و كذا المعاملة بالهرمون النباتي مقارنة بعينة الشاهد (0 غ/ل من NaCl و غير معاملة بالهرمون). زادت كمية البرولين بمعدل 145.53 ٪ و290.69٪ عند مستويات الملوحة 3غ/ل و 6غ/ل على الترتيب، و في حالة الرش بالهرمون زادت بمعدل 63.04 ٪، 253.39 ٪ و 563.59٪ عند مستويات الملوحة 0، 3 و 6 غ/ل على الترتيب، أما في حالة النقع فقد ارتفع البرولين بمعدل 43.23 ٪، 184.94 ٪ و 420.01 ٪ عند مستويات الملوحة 0، 3 و 6 غ/ل على الترتيب.

يبدو جليا من خلال هذه النتائج أن كمية البرولين ازدادت بارتفاع تراكيز الملوحة و باستعمال الهرمون النباتي و قد سجلت أعلى نسبة من هذا الأسموليت في حالة الرش بالأوكسين.

جدول (11-2) تأثير الملوحة و الصنف على محتوى الأوراق من البرولين بغض النظر عن الهرمون (ميكروغرام/100ميلي غرام مادة رطبة)

| الملوحة / الصنف | 0 غ/ل | 3 غ/ل | 6غ/ل |
|---|---|---|---|
| محمد بن بشير | 13.26±79.92 | 26.42±142.2 | 57.81±261.49 |
| واد الزناتي | 11.91±62.13 | 23.79±167.34 | 42.08±291.12 |
| بولونيكوم | 18.68±57.92 | 21.76±125.5 | 79.08±222.25 |




شكل .15. تأثير الملوحة و الصنف على محتوى أوراق القمح من البرولين بغض النظر عن منظم النمو

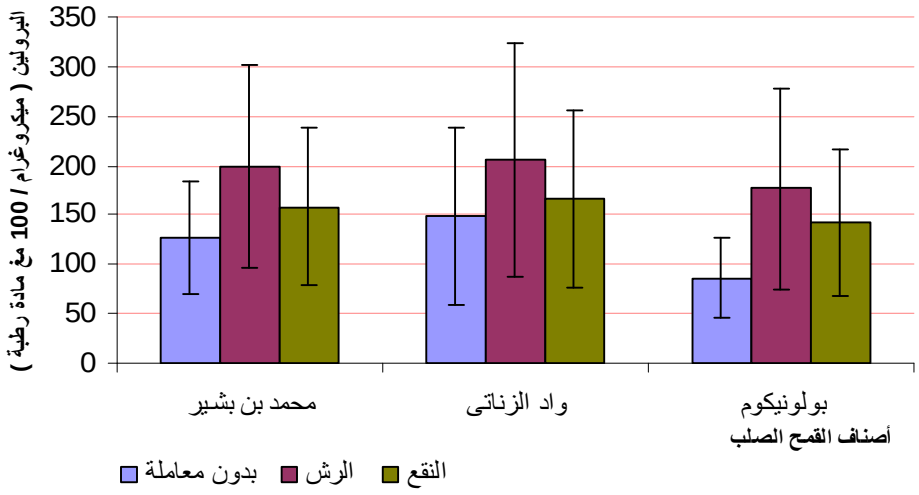
يوضح الجدول (11-2) و الشكل (15) تأثير كل من الملوحة و الأصناف على محتوى الأوراق من مادة البرولين و هذا بغض النظر عن طريقة استخدام الأوكسين. و هنا يتضح أن كمية البرولين في الأوراق تزداد بزيادة تراكيز الملوحة، حيث أن أعلى كمية منه سجلت عند التركيز 6 غ/ل في صنف واد الزناتى بنسبة 368.56٪ يليه كل من بولونيكوم و محمد بن بشير بنسب 283.71٪ و 227.18٪ عند نفس التركيز من الملح. أما عند التركيز 3 غ/ل قدرت نسب الزيادة ب

169.33 ٪، 116.67 ٪ و 77.92 ٪ عند الأصناف واد الزناتي، بولونيكوم و محمد بن بشير على الترتيب.

يتضح من خلال هذه النتائج أن الصنف واد الزناتي راكم البرولين بكمية أكبر من الصنفين الآخرين و هذا عند مختلف تراكيز الملوحة، و يمكن أن نرتب الأصناف على حسب كمية البرولين المتراكمة لديها من الأكبر إلى الأصغر كالتالي: واد الزناتي > بولونيكوم > محمد بن بشير.

جدول (11-3) تأثير الهرمون و الصنف على محتوى الأوراق من البرولين بغض النظر عن الملوحة (ميكروغرام/100ميلي غرام مادة رطبة)

| الهرمون / الصنف | بدون معاملة | الرش | النقع |
|---|---|---|---|
| محمد بن بشير | 57.08±126.33 | 103.8±199.07 | 79.66±158.22 |
| واد الزناتي | 90.2±149.12 | 118.03±205.31 | 90±166.15 |
| بولونيكوم | 41.19±86.92 | 102.33±176.43 | 75.27±142.33 |




شكل .16. تأثير الأوكسين و الصنف على محتوى أوراق القمح من البرولين بغض النظر عن الملوحة

يلاحظ من خلال الجدول (11-3 ) و الشكل (16) زيادة كمية البرولين في أوراق القمح الصلب عند استعمال هرمون الأوكسين سواء بطريقة النقع أو الرش، غير أن هذه الأخيرة رفعت أكثر من محتوى الأوراق من البرولين. وقد سجلت أعلى نسبة عند الصنف بولونيكوم و قدرت ب 104.86 ٪ يليه كل من محمد بن بشير و واد الزناتى و بنسب 57.57 ٪ و37.68 ٪ على التوالي. أما في حالة نقع بذور أصناف القمح في الأوكسين فقد سجلت أعلى نسبة من البرولين عند الصنف بولونيكوم مساوية لـ 65.26 ٪ تليها النسب 25.24 ٪ و 11.42 ٪ الخاصة بصنفي واد الزناتى و محمد بن بشير على الترتيب.

يتضح من خلال هذه النتائج أن الهرمون النباتي أدى إلى زيادة في كمية البرولين لدى الأصناف الثلاثة من القمح الصلب، وكانت استجابة هذه الأخيرة للرش بالأوكسين أحسن من النقع.

**الشكل(11-4)الفروق المعنوية لمختلف العوامل (الملوحة، الهرمونات، الأصناف) بالنسبة لمحتوى البرولين في الأوراق.**

| العوامل / المعيار | الملوحة | الهرمونات | الصنف | ملوحة*هرمون | ملوحة*صنف | هرمون*صنف | ملوحة*هرمون*صنف |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| البرولين | 0.000 *** | 0.000 *** | 0.000 *** | 0.000 *** | 0.000 *** | 0.000 *** | 0.000 *** |

فيما يخص الجدول (11-4) والفروق المعنوية في محتوى الأوراق من البرولين فكانت كلها فروقا معنوية جد عالية(***)بالنسبة للعوامل كل على حدا وعند تداخلها مثنى مثنى أو ثلاثتها معا.

### 2.2.2.1 - المناقشة

يعتبر تراكم البرولين من أحد أهم المظاهر البارزة و المصاحبة للإجهاد الملحي و المائي، يتعلق الأمر بأسموليت يتراكم في السيتوبلازم حتى يقوم بتعديل التأثيرات الأسموزية و الأيونية الناتجة عن ارتفاع تركيز الملح في الفجوات(Zid و Grignon، 1991).

ارتفع محتوى البرولين لدى الأصناف الثلاثة للقمح الصلب بارتفاع تراكيز الملح. تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه El makkaoui (1990)، Peng و آخرون (1996) حيث لاحظوا ارتفاعا في محتوى البرولين لدى النجيليات عند تطبيق الإجهاد الملحي. على العموم لم يتضح بعد دور البرولين في تحمل الإجهادات اللاإحيائية حيث يبين Rajaskan و آخرون (2000) أن تراكم البرولين تحت ظروف الإجهاد الملحي غير مرتبط بدرجة تحمل النباتات. و يشير Venekamp (1989) أن تراكم البرولين يلعب دورا منظما لدرجة الحموضة. كما يفترض كل من Dix و Pearce (1981) أن تراكم البرولين يعود إلى حدوث اضطرابات في عملية الأيض. يعتبر تراكم البرولين حاليا أحد المظاهر

الملازمة للإجهاد الملحي و المائي و يشير El makkaoui (1990) أن الأصناف التي تراكم البرولين بكميات أكبر تعتبر الأكثر تحملا. زادت المعاملة بالهرمون النباتي من محتوى أوراق القمح من البرولين و هذا يتفق مع نتائج كل من (Tawfik، 1986 حسب El meleigy وآخرون، 1999) و ( Shabana، 1994)

### 3.2.1- محتوى الأوراق من السكريات الذائبة

#### 1.3.2.1- تحليل النتائج

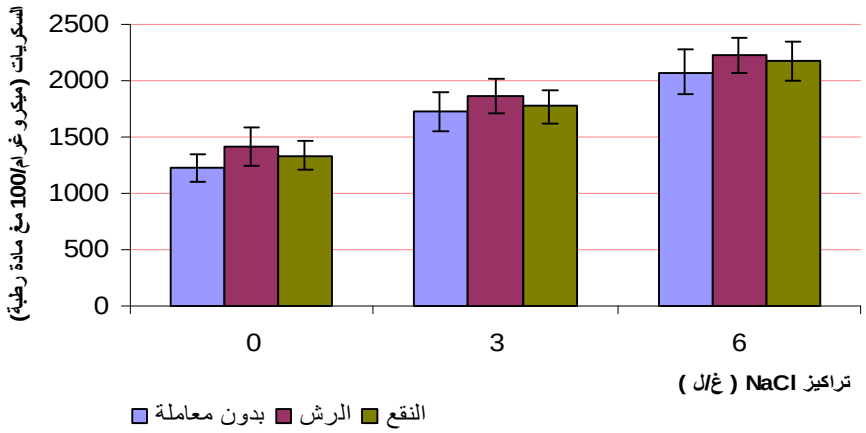
تعطى كمية السكريات الذائبة في الأوراق من خلال الجدول (12) و الجداول و الأشكال التابعة له.

جدول(12) تأثير AIA و الملوحة على تراكم السكريات في أوراق القمح (ميكروغرام/ 100ميلي غرام مادة رطبة)

| الملوحة | 0 غ/ل | | | 3 غ/ل | | | 6غ/ل | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الهرمون / الصنف | بدون معاملة | الرش | النقع | بدون معاملة | الرش | النقع | بدون معاملة | الرش | النقع |
| محمد بن بشير | 1175 ±13.22 | 1269 ±8.54 | 1233 ±3 | 1887 ±6.08 | 2009 ±7.81 | 1921 ±7.81 | 2263 ±6.08 | 2350 ±7.81 | 2300 ±9.53 |
| واد الزناتي | 1375 ±5.29 | 1645 ±9.53 | 1500 ±7.81 | 1500 ±9.53 | 1659 ±8.54 | 1591 ±5.29 | 1820 ±3 | 2010 ±8.66 | 1940 ±4.35 |
| بولونيكوم | 1120 ±8.18 | 1347 ±6.08 | 1267 ±6.08 | 1791 ±5.56 | 1917 ±5.56 | 1803 ±8.71 | 2146 ±5.29 | 2300 ±8.88 | 2260 ±4.35 |

جدول (12-1) تأثير AIA و الملوحة على محتوى الأوراق من السكريات بغض النظر عن الصنف (ميكروغرام/ 100ميلي غرام مادة رطبة)

| الملوحة / الهرمون | 0 غ/ل | 3 غ/ل | 6غ/ل |
|---|---|---|---|
| بدون معاملة | 116.5±1223.33 | 174.63±1726 | 198.85±2076.33 |
| الرش | 171.99±1420.33 | 157.26±1861.66 | 159.15±2220 |
| النقع | 125.97±1333.33 | 144.95±1771.66 | 170.97±2166.66 |



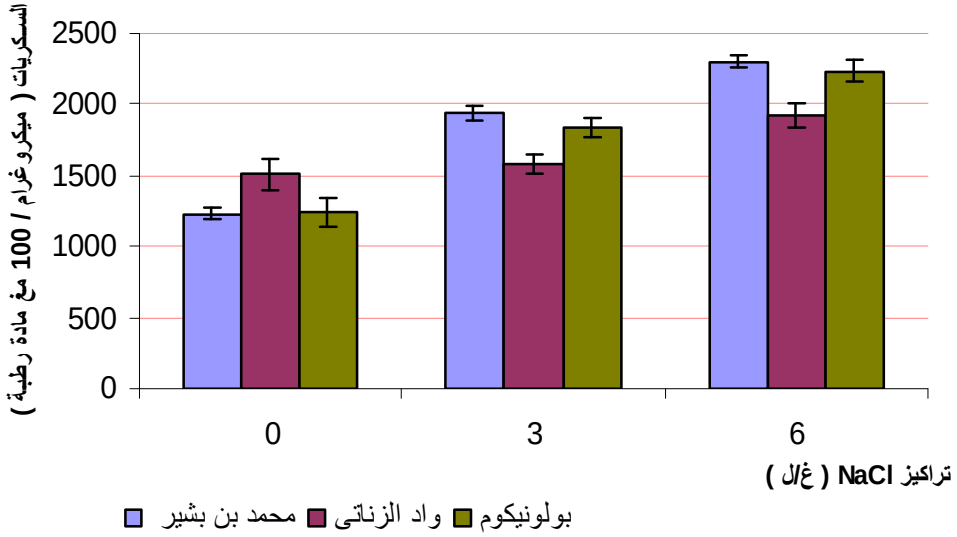

شكل .17. تأثير الأوكسين و الملوحة على محتوى أوراق أصناف القمح من السكريات بغض النظر عن الصنف

يلاحظ من خلال الجدول (12-1) و الشكل (17) تأثير كل من الملوحة و طريقة استعمال منظم النمو نقعا أو رشا على محتوى أوراق أصناف القمح من السكريات بغض النظر عن الأصناف. زادت كمية السكريات في النباتات بارتفاع تراكيز الملح بمعدل 41.09٪ و 69.72٪ عند التركيز 3 و 6 غ/ل على الترتيب مقارنة بعينة الشاهد (0 غ/ل من NaCl و غير المعاملة بالهرمون). كما زادت المعاملة رشا بالأوكسين من السكريات بمعدل 52.17٪، 81.47٪، و 41.09٪ عند مستويات الملوحة 0، 3 و 6 غ/ل. أما في حالة النقع فقد زادت بمعدل 8.99٪، 44.82٪ و41.09٪ عند مستويات الملوحة 0، 3 و 6 غ/ل.

يبدو جليا من خلال هذه النتائج أن كمية السكريات ازدادت بارتفاع تراكيز الملوحة و باستعمال الهرمون النباتي و قد سجلت أعلى نسب من هذا الأسمولية في حالة الرش بالأوكسين.

جدول (12-2) تأثير الملوحة و الصنف على محتوى الأوراق من السكريات بغض النظر عن الهرمون (ميكروغرام/ 100ميلي غرام مادة رطبة)

| الملوحة / الصنف | 0 غ/ل | 3 غ/ل | 6غ/ل |
|---|---|---|---|
| محمد بن بشير | 41.84±1225.66 | 54.88±1939 | 38.37±2304.33 |
| واد الزناتي | 117.21±1506.66 | 69.43±1583.33 | 83.37±1923.33 |
| بولونيكوم | 99.88±1244.66 | 60.51±1837 | 69.42±2235.33 |

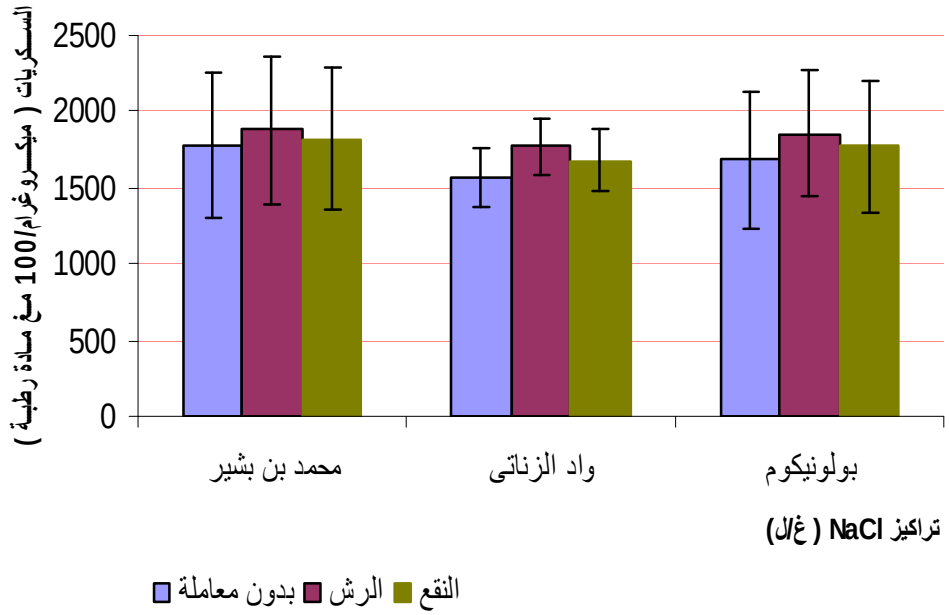



شكل .18. تأثير الملوحة و الصنف على تراكم السكريات في أوراق القمح بغض النظر عن الأوكسين

يوضح الجدول (12-2) و الشكل (18) تأثير كل من الملوحة و الأصناف على محتوى الأوراق من السكريات و هذا بغض النظر عن طريقة استخدام الأوكسين. و هنا يتضح أن الملوحة عملت على زيادة كمية السكريات في الأوراق بزيادة تركيزها، حيث أن أعلى كمية من السكريات سجلت عند التركيز 6 غ/ل عند صنف محمد بن بشير بنسبة 88٪ متبوعة ب 79.59٪ في صنف بولونيكوم و 27.65 ٪ في صنف واد الزناتى عند نفس التركيز من الملح. أما عند التركيز 3غ/ل فقد سجلت أعلى كمية من السكريات عند صنف محمد بن بشير بنسبة 58.20 ٪ متبوع بصنف بولونيكوم بنسبة 47.59 ٪ ثم يأتي صنف واد الزناتى بنسبة 5.08 ٪. يتضح من هذه النتائج أن صنف محمد بن بشير وبولونيكوم تراكمت فيهما السكريات بكمية أكبر من صنف واد الزناتى و هذا عند تطبيق الإجهاد الملحي.

جدول (12-3) تأثير AIA و الصنف على محتوى الأوراق من السكريات بغض النظر عن الملوحة (ميكروغرام/ 100ميلي غرام مادة رطبة)

| الهرمون / الصنف | بدون معاملة | الرش | النقع |
|---|---|---|---|
| محمد بن بشير | 478.61±1775 | 478.64±1876 | 468.48±1818 |
| واد الزناتي | 198.84±1565 | 179.26±1771.33 | 201.21±1677 |
| بولونيكوم | 451.27±1685.66 | 415.34±1854.66 | 430.47±1776.66 |




شكل .19. تأثير الأوكسين و الصنف على تراكم السكريات في الأوراق بغض النظر عن الملوحة

يوضح الجدول (12-3 ) و الشكل (19) تغير كمية السكريات في أوراق القمح الصلب عند استعمال هرمون الأوكسين سواء بطريقة النقع أو الرش، حيث سجلت أعلى نسبة عند صنف واد الزناتى و قدرت ب 13.18٪ يليه كل من بولونيكوم و محمد بن بشير بنسب 10.02 ٪ و5.69 ٪ على التوالي. أما في حالة نقع بذور أصناف القمح في الأوكسين فقد سجلت أكبر كمية من السكريات عند صنف واد الزناتى بنسبة مساوية ل 7.15٪ يليه بولونيكوم و محمد بن بشير ب 5.39 ٪ و 2.42 ٪. يتضح من خلال هذه النسب أن السكريات زادت لكن بكميات ضئيلة جدا.

**الشكل(12-4)الفروق المعنوية لمختلف العوامل (الملوحة، الهرمونات، الأصناف) بالنسبة لمحتوى السكريات الدائبة في الأوراق.**

| العوامل / المعيار | الملوحة | الهرمونات | الصنف | ملوحة*هرمون | ملوحة*صنف | هرمون*صنف | ملوحة*هرمون*صنف |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| السكريات | 0.000 *** | 0.000 *** | 0.000 *** | 0.000 *** | 0.000 *** | 0.000 *** | 0.000 *** |

أما محتوى الأوراق من السكريات فيتضح من خلال الجدول(12-4) الفروق المعنوية جد العالية (***) في كل العوامل وعند تداخلها فيما بينها مثنى مثنى أو كلها معا.

**2.3.2.1 - المناقشة**:

استجاب الصنفين محمد بن بشير و بولونيكوم برفع محتواهما من السكريات عند تراكيز الملوحة المختلفة. هذا التراكم للسكريات و البرولين عند النباتات تبعا للصنف و درجة الإجهاد يساعدها على تحمل ظروف نقص الماء و ذلك بالمحافظة على انتباجها و سلامتها (Bensalem، 1993). من المعروف أن تراكم هذين المادتين في أنسجة الأوراق لدى النباتات المجهدة من الخصائص التي تدل على التأقلم (Kameli و Losel، 1995). و هي من المركبات الهامة للتعديل الأسموزى عند الكثير من الأنواع النباتية المزروعة كالقمح (Adjab وKhezane، 1998؛ Adjab، 2002).

زادت كمية السكريات عند واد الزناتى في التركيز 6غ/ل لكن عند التركيز 3غ/ل لم تسجل زيادة واضحة حيث بقيت السكريات مساوية تقريبا للكمية المسجلة عند التركيز 0غ/ل من الملح. توصل Laouar و آخرون (1999) إلى نتائج مشابهة حيث لاحظوا أن محتوى السكريات يرتفع عند تطبيق الإجهاد الملحي لمدة 5 أيام فقط ثم ينخفض إذا استمر الإجهاد. في هذا الصدد يعتقد الباحثون أن السكريات تتجه نحو الجذور حتى تساهم في صيانتها عن طريق مساعدتها على النمو (INRA، 2000).

زادت كمية السكريات في أوراق القمح عند استعمال الهرمون النباتي و هذا يتفق مع ما توصل إليه Abdallah و آخرون(1985) و Kamel و آخرون (1987). مع العلم أن نسبة الزيادة الحاصلة كانت قليلة خاصة في حالة النقع و يمكن إرجاع ذلك إلى تسريع الهرمونات لعملية النمو، و الذي يتم من خلال استعمال السكريات في بناء خلايا و أنسجة جديدة، دون أن نغفل دور السكريات في إنتاج الطاقة اللازمة لذلك ( الشحات،1990)

### 4.2.1- محتوى الأوراق من الكلوروفيل:

### 1.4.2.1- تحليل نتائج الكلوروفيل

### 1.1.4.2.1- تحليل نتائج الكلوروفيل (a+b)

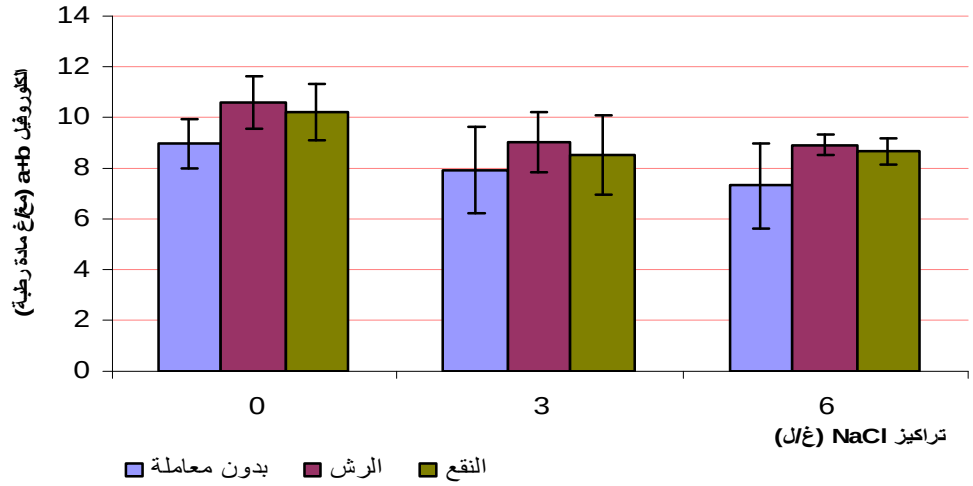
يبين الجدول (13) و الجداول ((13-1)، (13-2)،(13-3) و (13-4 )) و الأشكال ((20- ، (21) و ( 22 )) التابعة له، نتائج تحاليل الكلوروفيل **a+b** التي أجريت على أوراق أصناف القمـــح الصلب الثلاثة النامية تحت تراكيز متزايدة من ملح كلوريد الصوديوم (0، 3 و 6 غ/ل).

جدول(13) تأثير الأوكسين و الملوحة على الكلوروفيل **a+ b** (مغ/غ مادة رطبة)

| الملوحة | 0 غ/ل | | | 3 غ/ل | | | 6غ/ل | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الهرمون / الصنف | بدون معاملة | الرش | النقع | بدون معاملة | الرش | النقع | بدون معاملة | الرش | النقع |
| محمد بن بشير | 10.21 ±0.08 | 11.97 ±0.02 | 11.7 ±0.08 | 7.44 ±0.06 | 8.1 ±0.04 | 7.84 ±0.05 | 7.27 ±0.06 | 8.8 ±0.04 | 8.62 ±0.06 |
| واد الزناتى | 7.99 ±0.08 | 9.81 ±0.05 | 9.45 ±0.08 | 10.08 ±0.79 | 10.59 ±0.43 | 10.53 ±0.06 | 8.93 ±1.72 | 9.41 ±0.05 | 9.27 ±0.03 |
| بولونيكوم | 8.71 ±0.05 | 10.05 ±0.04 | 9.54 ±0.05 | 6.31 ±0.05 | 8.47 ±0.04 | 7.13 ±0.03 | 5.71 ±0.05 | 8.52 ±0.08 | 8.11 ±0.02 |

جدول (13-1) تأثير AIA و الملوحة على الكلوروفيل a+b بغض النظرعن الصنف(مغ/غ مادة رطبة)

| الملوحة / الهرمون | 0 غ/ل | 3 غ/ل | 6غ/ل |
|---|---|---|---|
| بدون معاملة | 0.98±8.97 | 1.72±7.94 | 1.64±7.3 |
| الرش | 1.02±10.61 | 1.18±9.05 | 0.39±8.91 |
| النقع | 1.1±10.23 | 1.55±8.5 | 0.5±8.66 |




شكل .20. محتوى أوراق أصناف القمح من الكلوروفيل a+b بغض النظر عن الصنف

يلاحظ من خلال الجدول (13-1) و الشكل (20) تأثير كل من الملوحة و طريقة استعمال منظم النمو نقعا أو رشا على محتوى أوراق أصناف القمح من الكلوروفيل **a+b** بغض النظر عن الأصناف.

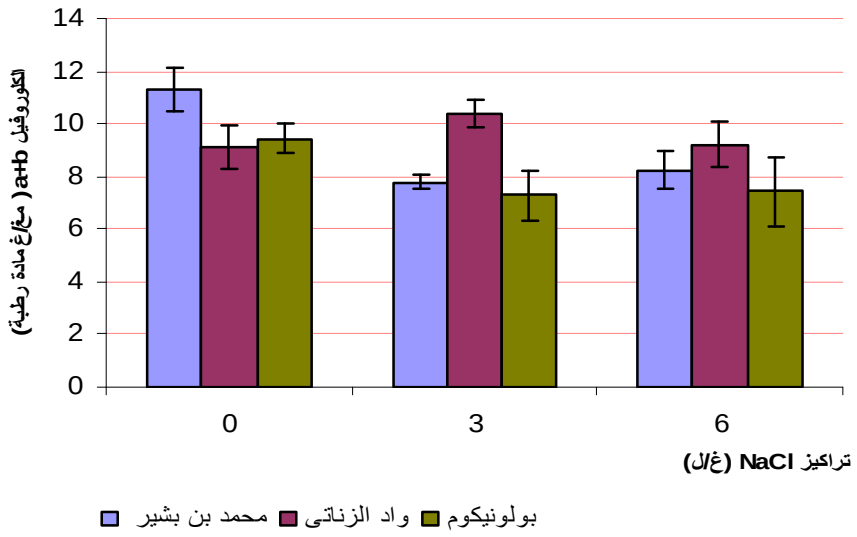
انخفضت كمية الكلوروفيل الكلى بازدياد درجات الملوحة عند مجموع الأصناف، حيث انخفضت بنسبة 11.48 ٪عند التركيز 3غ/ل ثم ب 18.61 ٪ عند التركيز 6غ/ل مقارنة بالشاهد (0غ/ل من الملح و عدم استعمال الهرمون).

في حين عمل الهرمون على الرفع من كمية اليخضور الكلى عند النباتات من خلال تقليصه للتأثير الضار للملوحة بحيث انخفضت هذه الكمية بشكل أقل وكانت النتائج كالتالي: أدى استعمال الهرمون عند التركيز 0غ/ل إلى الرفع من كمية الكلوروفيل بنسبة 18.28 ٪ و 14.04 ٪ و هذا عند الرش و النقع على التوالي. أما عند تطبيق الإجهاد الملحي و باستثناء التركيز 3غ/ل الذي زادت عنده كمية الكلوروفيل بنسبة 0.89 ٪ في حالة الرش بالأوكسين، انخفض محتوى أوراق القمح من اليخضور الكلى عند استعمال الهرمون نقعا ب: 5.35٪ في التركيز 3غ/ل وب: 3.45 ٪ و 0.66 ٪ عند النقع و الرش بالأوكسين على التوالي و هذا في التركيز 6 غ/ ل من الملح. أما في حالة عدم استعمال الهرمون فقد انخفضت كمية اليخضور الكلى ب 11.48 ٪ و 18.61 ٪ عند التركيز 3 و6 غ/ل من الملح

يمكن القول أن الكلوروفيل انخفض لكن بكميات أقل مقارنة بنسب انخفاضه في حالة عدم استعمال الهرمون.

جدول (13-2) تأثير الملوحة و الصنف على الكلوروفيل a+b بغض النظرعن AIA(مغ/غ مادة رطبة)

| الملوحة / الصنف | 0 غ/ل | 3 غ/ل | 6غ/ل |
|---|---|---|---|
| محمد بن بشير | 0.82 ±11.29 | 0.29 ±7.79 | 0.72 ±8.23 |
| واد الزناتى | 0.83 ±9.08 | 0.51 ±10.4 | 0.88 ±9.2 |
| بولونيكوم | 0.58 ±9.43 | 0.94 ±7.3 | 1.31 ±7.44 |



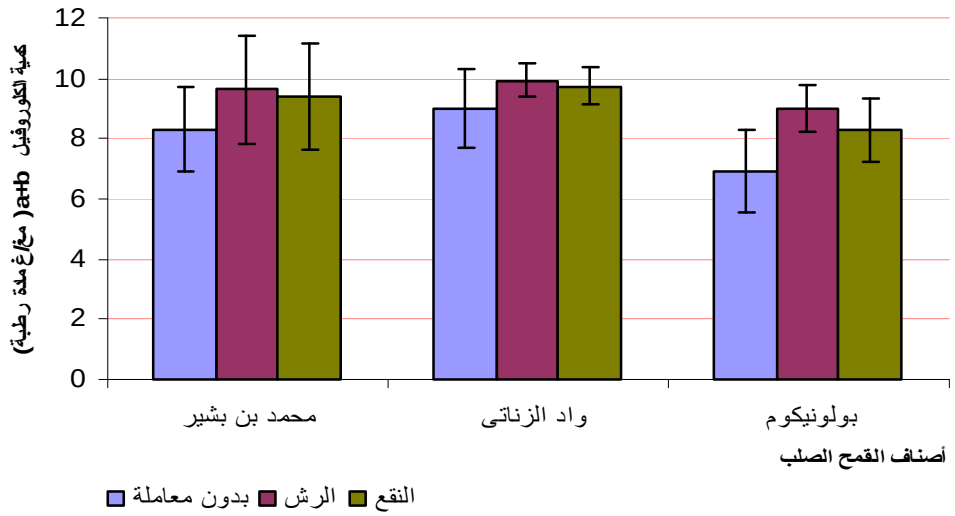

شكل .21. محتوى أوراق أصناف القمح من الكلوروفيل a+b بغض النظر عن منظم النمو

يوضح الجدول (13-2) و الشكل (21) تأثير كل من الملوحة و الأصناف على محتوى الأوراق من الكلوروفيل **a+b** بغض النظر عن طريقة استخدام الأوكسين. تبين النتائج أن كمية الكلوروفيل الكلى انخفضت عند كل من الصنفين محمد بن بشير و بولونيكوم و كانت نسب ذلك كالتالي: 31٪ و 27.10٪ بالنسبة لمحمد بن بشير في التركيز (3 و 6 غ/ل من الملح) على الترتيب، و ب: 22.58٪ و 21.10 ٪ عند صنف بولونيكوم في نفس التراكيز من الملوحة. بينما سجل ارتفاعا في محتوى الكلوروفيل عند صنف واد الزناتى بنسبة 14.53 ٪ و 1.32 ٪ عند التركيز (3 و6 غ/ل من الملح) على الترتيب.

يتضح من خلال هذه النتائج أن الصنفين محمد بن بشير و بولونيكوم استجابا للملوحة عن طريق خفض محتواهما من الكلوروفيل الكلى، و كانت نسبة الانخفاض عند محمد بن بشير أكبر مقارنة بصنف بولونيكوم. و على العكس من ذلك استجاب صنف واد الزناتى برفع محتواه من اليخضور الكلى.

جدول (13-3) تأثير AIA و الصنف على الكلوروفيل a+b بغض النظرعن الملوحة(مغ/غ مادة رطبة)

| الهرمون / الصنف | بدون معاملة | الرش | النقع |
|---|---|---|---|
| محمد بن بشير | 1.4 ±8.3 | 1.78 ±9.62 | 1.76 ±9.38 |
| واد الزناتى | 1.31 ±9 | 0.56 ±9.93 | 0.59 ±9.75 |
| بولونيكوم | 1.37 ±6.91 | 0.77 ±9.01 | 1.05 ±8.26 |




شكل .22. محتوى أوراق أصناف القمح من الكلوروفيل a+b بغض النظر عن الملوحة

يلاحظ من خلال الجدول (13-3 ) و الشكل (22) زيادة كمية الكلوروفيل **a+b** في أوراق القمح الصلب عند استعمال هرمون الأوكسين سواء بطريقة النقع أو الرش، غير أن هذه الأخيرة كان لها التأثير الأقوى. وقدرت نسب الزيادة ب 15.90 ٪، 10.33 ٪ و30.39 ٪ في حالة الرش بالأوكسين عند الأصناف محمد بن بشير، واد الزناتى و بولونيكوم على الترتيب. أما في حالة النقع فقد زادت كمية الكلوروفيل ب 13.01 ٪، 8.33 ٪ و 19.53 ٪ عند نفس الأصناف و بنفس الترتيب.

يلاحظ أن صنف بولونيكوم استجاب لطريقتي استعمال الهرمون بشكل أحسن من محمد بن بشير، هذا الأخير أبدى بدوره استجابة أحسن من واد الزناتى.

**الشكل(13-4)الفروق المعنوية لمختلف العوامل (الملوحة، الهرمونات، الأصناف) بالنسبة لمجموع الكلوروفيل (a+b)**

| العوامل / المعيار | الملوحة | الهرمونات | الصنف | ملوحة*هرمون | ملوحة*صنف | هرمون*صنف | ملوحة*هرمون*صنف |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الكلوروفيل (a+b) | 0.000 *** | 0.000 *** | 0.000 *** | 0.02 * | 0.000 *** | 0.001 ** | 0.001 ** |

يلاحظ من خلال الجدول (13-4) فروقا معنوية جد عالية (***) ناتجة عن الملوحة، الهرمونات والأصناف كل على حدا وعند تداخل الملوحة مع الأصناف فيما يخص خاصية الكلوروفيل (a+b) بينما كان الفرق عالي(**) في حالة تداخل الهرمونات والأصناف وتداخل العوامل الثلاث معا في حين ظهر فرق معنوي بسيط (*) عند تداخل الملوحة والهرمونات.

### 2.1.4.2.1- تحليل نتائج الكلوروفيل (a/b)

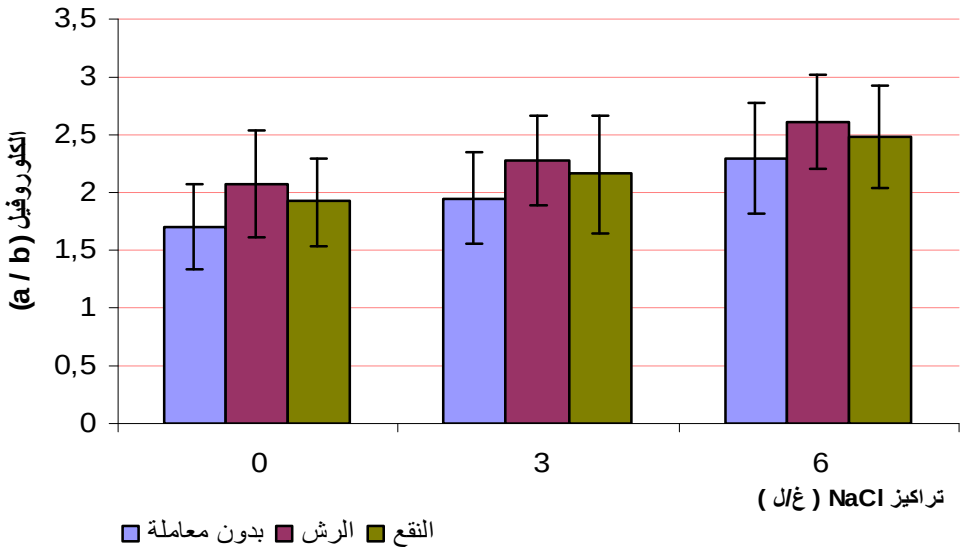
يبـــين الجدول (14) و الجداول ((14-1)، (14-2)، (14-3) و (14-4 )) و الأشكال ((23)، (24) و (25 )) التابعة له نتائج تحاليل الكلوروفيل **a / b** التي أجريت على أوراق أصناف القمح الصلب الثلاثة النامية تحت تراكيز متزايدة من ملح كلوريد الصوديوم (0، 3 و 6 غ/ل).

جدول(14 ) تأثير الأوكسين والملوحة على الكلوروفيل **(a / b)** في الأوراق (مغ /غرام مادة رطبة)

| الملوحة | 0 غ/ل | | | 3 غ/ل | | | 6غ/ل | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الهرمون / الصنف | بدون معاملة | الرش | النقع | بدون معاملة | الرش | النقع | بدون معاملة | الرش | النقع |
| محمد بن بشير | 1.53 ± 0.07 | 1.87 ± 0.08 | 1.7 ± 0.01 | 2.4 ± 0.17 | 2.65 ± 0.05 | 2.6 ± 0.3 | 2.7 ± 0.1 | 2.95 ± 0.05 | 2.85 ± 0.05 |
| واد الزناتي | 2.2 ± 0.07 | 2.69 ± 0.01 | 2.43 ± 0.06 | 1.55 ± 0.25 | 1.8 ± 0.09 | 1.7 ± 0.36 | 1.7 ± 0.1 | 2.1 ± 0.17 | 1.9 ± 0.1 |
| بولونيكوم | 1.47 ± 0.01 | 1.7 ± 0.03 | 1.64 ± 0.04 | 1.9 ± 0.04 | 2.4 ± 0.2 | 2.2 ± 0.5 | 2.5 ± 0.26 | 2.8 ±0.1 | 2.7 ±0.1 |

جدول (14-1) تأثير AIA و الملوحة على الكلوروفيل (a/ b) في أوراق القمح بغض النظر عن الصنف

| الملوحة / الهرمون | 0 غ/ل | 3 غ/ل | 6غ/ل |
|---|---|---|---|
| بدون معاملة | 0.37 ±1.17 | 0.4 ±1.95 | 0.48 ±2.3 |
| الرش | 0.46 ±2.08 | 0.39 ±2.28 | 0.4 ±2.61 |
| النقع | 0.38 ±1.92 | 0.51 ±2.16 | 0.44 ±2.48 |




شكل .23. محتوى أوراق أصناف القمح من الكلوروفيل a/ b بغض النظر عن الصنف

يلاحظ من خلال الجدول (14-1) و الشكل (23) تأثير كل من الملوحة و طريقة استعمال منظم النمو نقعا أو رشا على محتوى أوراق أصناف القمح من الكلوروفيل **(a/b)** بغض النظر عن الأصناف.

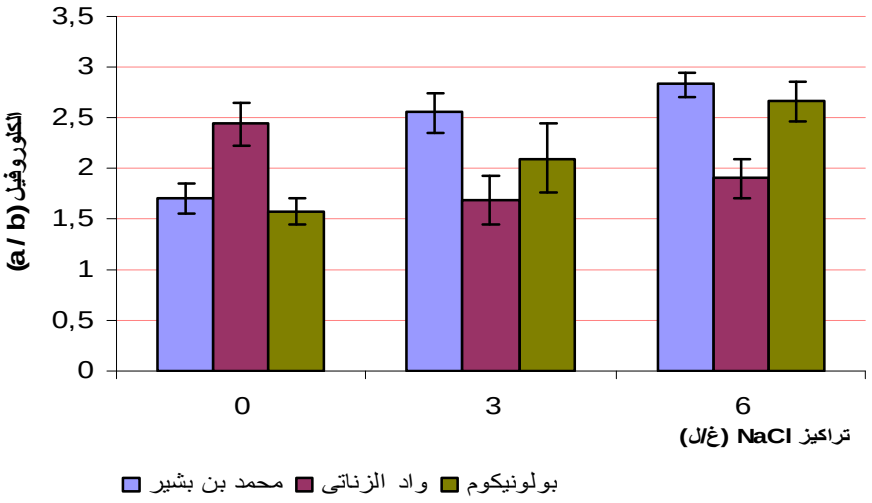
ارتفعت كمية الكلوروفيل **(a/b)** بازدياد درجات الملوحة عند أوراق نبات القمح، و كان ذلك بنسبة 14.03٪ عند التركيز 3 غ/ل و ب 34.5٪ عند التركيز 6 غ/ل مقارنة بالشاهد (0غ/ل من

الملح و عدم استعمال الهرمون). كما ساعد استعمال الهرمون بطريقة الرش الورقي على الرفع من اليخضورa/b عند تراكيز الملوحة المختلفة بحيث سجلت النسب التالية: 21.63 ٪، 33.33٪ و 52.63٪ في التراكيز (0، 3 و 6غ/ل من NaCl ). أما عند استعماله نقعا قدرت نسب الزيادة ب 12.28 ٪، 26.31٪ و 45.02٪ و هذا في (التراكيز 0، 3 و 6غ/ل من NaCl ).

يلاحظ من خلال هذه النتائج أن الملوحة و الهرمون عملا على الرفع من الكلوروفيل **a/b** ،كما أن نسب الزيادة المسجلة عند الرش الورقي بالهرمون فاقت تلك المسجلة في حالة استعماله نقعا.

جدول (14-2) تأثير الملوحة و الصنف على الكلوروفيل (a /b) في أوراق القمح بغض النظرعن AIA

| الملوحة / الصنف | 0 غ/ل | 3 غ/ل | 6غ/ل |
|---|---|---|---|
| محمد بن بشير | 0.15 ±1.7 | ±2.55<br>0.21 | ±2.83<br>0.12 |
| واد الزناتي | 0.21 ±2.44 | 0.24 ±1.68 | 0.2 ±1.9 |
| بولونيكوم | 0.13 ±1.58 | 0.34 ±2.1 | 0.2 ±2.66 |




شكل .24. محتوى أوراق أصناف القمح من الكلوروفيل (a/b) بغض النظر عن منظم النمو

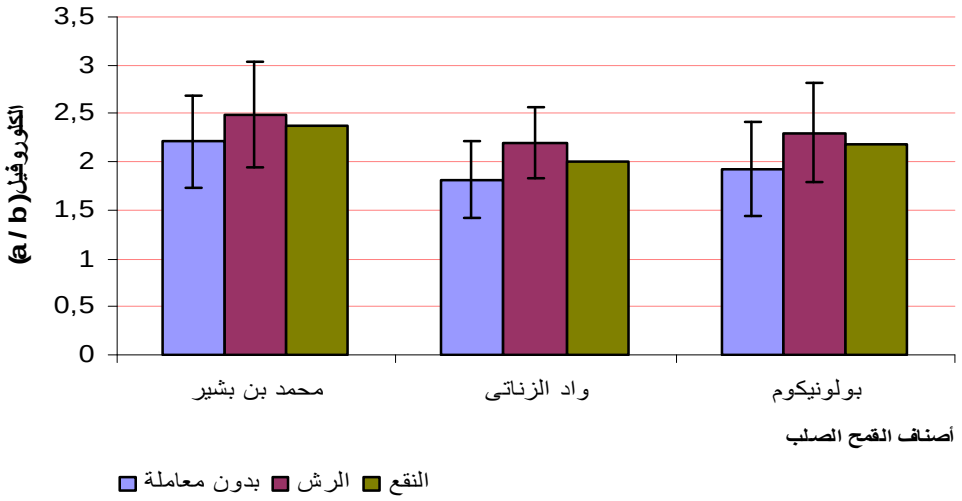
يوضح الجدول (14-2) و الشكل (24) تأثير كل من الملوحة و الأصناف على محتوى الأوراق من مادة الكلوروفيل **(a/b)** بغض النظر عن طريقة استخدام الأوكسين. تبين النتائج أن كمية

الكلوروفيل **(a/b)** زادت عند صنف محمد بن بشير ب: 50 ٪ و 66.47٪ عند التراكيز (3 و 6 غ/ل من NaCl) . وعند نفس التراكيز قدرت نسب الزيادة عند صنف بولونيكوم ب 32.91٪ و 68.35 ٪، أما واد الزناتى فقد انخفض محتواه من الكلوروفيل **a /b** بنسبة 31.14٪ و 22.13٪ عند نفس التراكيز من الملوحة.

من خلال النتائج نلاحظ أن محمد بن بشير و بولونيكوم استجابا للملوحة برفع محتواهما من الكلوروفيل **(a /b)** في حين استجاب واد الزناتى بخفض محتواه من هذه النسبة.

جدول (14-3) تأثير AIA و الصنف على الكلوروفيل (a /b) في أوراق القمح بغض النظر عن الملوحة

| الهرمون / الصنف | بدون معاملة | الرش | النقع |
|---|---|---|---|
| محمد بن بشير | 0.53 ±2.21 | 0.48 ±2.49 | 0.54 ±2.38 |
| واد الزناتي | 0.32 ±1.81 | 0.4 ±2.19 | 0.37 ±2.01 |
| بولونيكوم | 0.49 ±1.93 | 0.49 ±2.3 | 0.52 ±2.18 |




شكل .25. محتوى أوراق أصناف القمح من الكلوروفيل (a /b) بغض النظر عن الملوحة

يلاحظ من خلال الجدول (14-3 ) و الشكل (25) زيادة كمية الكلوروفيل **(a /b)** في أوراق القمح الصلب عند استعمال هرمون الأوكسين سواء بطريقة النقع أو الرش، غير أن هذه الأخيرة كان

لها التأثير الأقوى. وقدرت نسب الزيادة ب 12.66٪،20.99٪ و19.17٪ في حالة الرش بالأوكسين عند الأصناف محمد بن بشير، واد الزناتى و بولونيكوم على الترتيب.

أما في حالة النقع فقد زادت كمية الكلوروفيل ب 7.69٪، 11.04٪ و 12.95٪ عند نفس الأصناف و بنفس الترتيب.

يلاحظ أن صنف بولونيكوم و واد الزناتى كانت لهما نفس الاستجابة تقريبا للرش و النقع بالأوكسين و قد ارتفعت كمية الكلوروفيل **(a/ b)** لديهما بنسب أكبر من محمد بن بشير الذي سجلت عنده أدنى النسب.

**الشكل(14-4)الفروق المعنوية لمختلف العوامل (الملوحة، الهرمونات، الأصناف) بالنسبة للنسبة الكلوروفيل (a/b).**

| العوامل / المعيار | الملوحة | الهرمونات | الصنف | ملوحة*هرمون | ملوحة*صنف | هرمون*صنف | ملوحة*هرمون*صنف |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الكلوروفيل (a/b) | 0.000 *** | 0.000 *** | 0.000 *** | 0.986 NS | 0.000 *** | 0.873 NS | 0.918 NS |

الجدول(14-4) يوضح الفروق المعنوية فيما يخص نسبة الكلوروفيل (a/b) حيث يظهر فروق معنوية جد عالية (***) بالنسبة لتأثير عوامل الملوحة، الهرمونات والأصناف كل بمفرده وعند تداخل الملوحة والأصناف بينما تنعدم الفروق المعنوية (NS) في حالة تداخل الملوحة والهرمون وكذا الهرمونات والأصناف وعند تداخل العوامل الثلاث معا.

2.4.2.1- **المناقشة**

بين تقدير محتوى الكلوروفيل **a و b** ، و استنباط محصلة الكلوروفيل **a /b** عند أصناف القمح الصلب المزروعة تحت ظروف ملحية مختلفة حدوث اضطراب لدى هذه النباتات عند سقيها بالماء الحاوي على الملح. و قد تمت مقارنة الفروقات المسجلة مقارنة بالشاهد عند هذين المعيارين.

تختلف أصناف القمح الصلب في استجاباتها للملوحة، بحيث يميل صنفي محمد بن بشير و واد الزناتى إلى خفض تركيزهما من الكلوروفيل و رفع حصيلة الكلوروفيل **a/b**، في حين و عند نفس الظروف يتبنى صنف واد الزناتى طريقة معاكسة. هذا الاختلاف في سلوك الأصناف أقره Siakhène (1984) الذي لاحظ أن صنفين من البرسيم استجابا بخفض محتواهما من الكلوروفيل و اثنين برفعه. كما توصل Ait Kaki (1992) إلى نفس الخلاصة عند القمح الصلب.

انخفاض محتوى الكلوروفيل عند محمد بن بشير و بولونيكوم عند تطبيق الإجهاد الملحي قد يعود إلى نقص انفتاح الثغور (Brown و Tanner، 1983) بغرض الحد من ضياع الماء عن طريق

التبخر و بالتالي الرفع من مقاومة دخول ثاني أكسيد الكربون الجوى الضروري لعملية التمثيل الضوئي (Slayter، 1974)، هذا الاقتصاد في الماء يترجم بعدم تأثر تبلزم الخلايا بشكل كبير بسبب الملح كما هو الحال عند واد الزناتى مما يؤدى إلى تخفيف تركيز الكلوروفيل.

ارتفاع محتوى الكلوروفيل عند واد الزناتى عند سقيه بالماء الحاوي على كلوريد الصوديوم قد يعود إلى انخفاض حجم أوراقه مما يسبب زيادة في التركيز (Siakhène، 1984).

تعتبر حصيلة الكلوروفيل **a /b** مؤشرا جيدا للإجهاد المائي، و يشير Guettouche (1990) أنه كلما كان هذا المعيار مرتفعا كلما كانت الأصناف مقاومة للإجهاد المائي.

تقودنا هذه النتائج إلى استخلاص أن صنف محمد بن بشير و بولونيكوم يتأقلمان مع الملوحة بصورة أحسن من صنف واد الزناتى.

عمل الهرمون على تقليل تأثير الأثر الضار للملوحة على الكلوروفيل. و تتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه فرشة (2001) في دراسته على القمح الصلب. كما وجد كرشنامورتى (1987) أن الأوكسين يعمل على زيادة البناء الضوئي و الفسفرة الضوئية عن طريق حماية الكلوروفيل.

### 5.2.1- محتوى الأوراق من الصوديوم و البوتاسيوم و محصلة $K^+/Na^+$

#### 1.5.2.1- تحليل محتوى الأوراق من الصوديوم، البوتاسيوم و محصلة $K^+/Na^+$

##### 1.1.5.2.1- تحليل نتائج الصوديوم

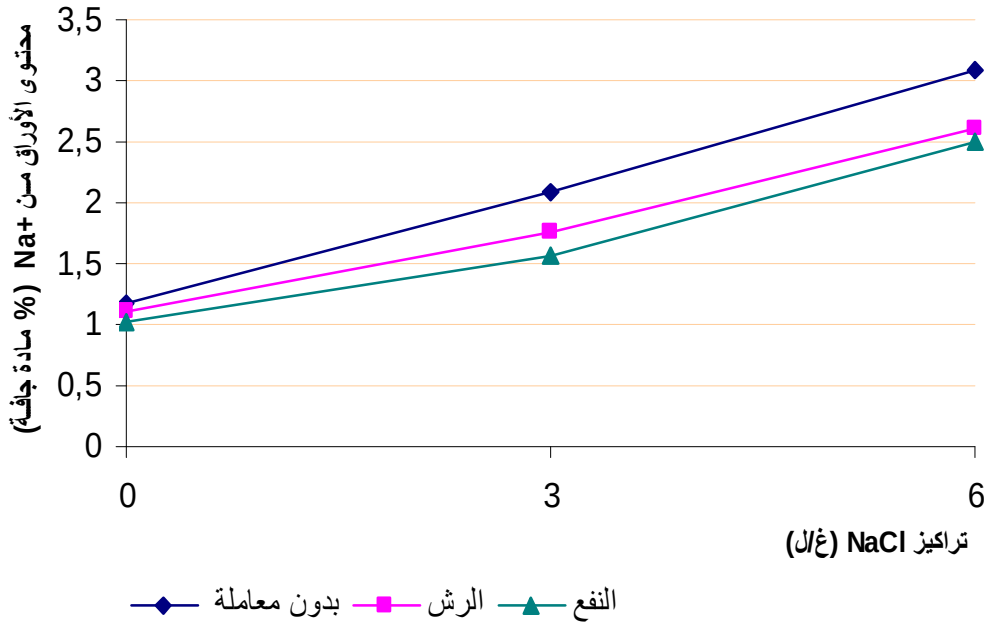
يبين الجدول (15) و الجداول ((15-1)، (15-2)و(15-3)) و الأشكال ((26)، (27) و (28)) التابعة له نتائج تحاليل الصوديوم ($Na^+$) التي أجريت على أوراق أصناف القمح الصلب الثلاثة النامية تحت تراكيز متزايدة من ملح كلوريد الصوديوم (0، 3 و 6 غ/ل)

جدول(15) تأثير الأوكسين و الملوحة على تراكم الصوديوم في أوراق القمح الصلب(% مادة جافة)

| الملوحة | 0 غ/ل | | | 3 غ/ل | | | 6غ/ل | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الهرمون / الصنف | بدون معاملة | الرش | النقع | بدون معاملة | الرش | النقع | بدون معاملة | الرش | النقع |
| محمد بن بشير | 1.158 | 1.058 | 1.008 | 1.829 | 1.535 | 1.2 | 2.836 | 2.2 | 2.02 |
| واد الزناتي | 1.225 | 1.15 | 1.095 | 2.404 | 1.902 | 1.802 | 3.3 | 3 | 2.983 |
| بولونيكوم | 1.11 | 1.09 | 0.935 | 2.017 | 1.855 | 1.7 | 3.11 | 2.655 | 2.5 |

جدول (15-1) تأثير AIA و الملوحة على تراكم الصوديوم في أوراق القمح بغض النظر عن الصنف(% مادة جافة)

| الملوحة / الهرمون | 0 غ/ل | 3 غ/ل | 6غ/ل |
|---|---|---|---|
| بدون معاملة | 0.057 ±1.164 | 0.29 ±2.083 | 0.23 ±3.083 |
| الرش | 0.046 ±1.099 | 0.19 ±1.764 | 0.4 ±2.618 |
| النقع | 0.08 ±1.012 | 0.32 ±1.567 | 0.4 ±2.501 |




شكل .26. تأثير الأوكسين و الملوحة على تراكم الصوديوم في أوراق القمح بغض النظر عن الصنف

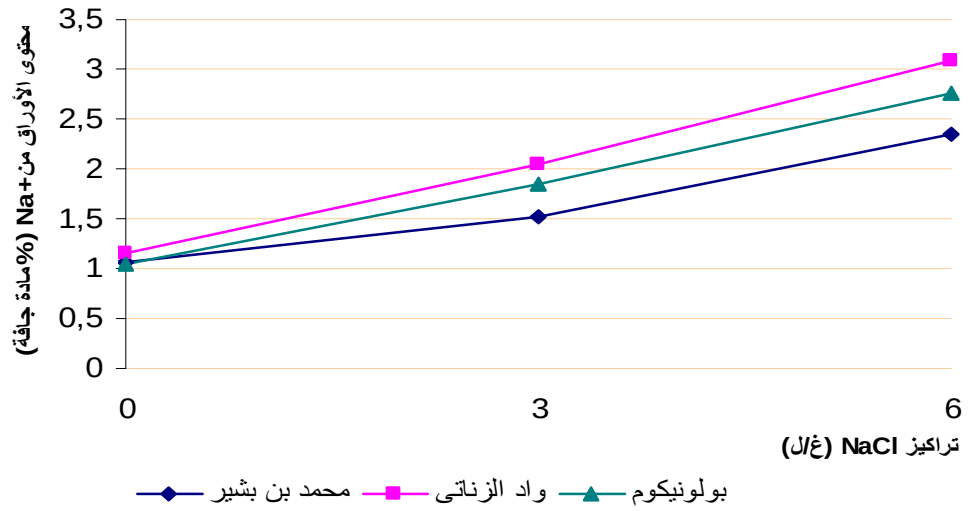
يلاحظ من خلال الجدول (15-1) و الشكل (26) تأثير كل من الملوحة و طريقة استعمال منظم النمو نقعا أو رشا على محتوى أوراق أصناف القمح من الصوديوم بغض النظر عن الأصناف.

تأثرت الأيونات المعدنية بتراكيز الملوحة التي خضعت لها النبتة، حيث عرفت أيونات $Na^+$ زيادة كبيرة في القسم الهوائي للأصناف الثلاثة، و كان ذلك بنسبة 78.951٪ عند التركيز 3 غ/ل من الملح و ب 164.776٪ عند التركيز 6 غ/ل مقارنة بالشاهد (0غ/ل من الملح و عدم استعمال الهرمون).

في حين عمل الهرمون على التقليل من هذا العنصر في الأوراق عند تراكيز الملوحة المختلفة. بحيث انخفضت كمية الصوديوم بنسبة 5.584 ٪ و ب 13.058 ٪ عند التركيز 0 غ/ل و عند استعمال الأوكسين رشا و نقعا على التوالي، أما عند تطبيق الإجهاد الملحي لوحظت زيادة في كمية الصوديوم، لكن بنسب أقل إذا ما قورنت بحالة عدم استعمال منظم النمو بحيث تم تسجيل النسب التالية: 51.546٪ و 124.914٪ في التراكيز (3 و 6غ/ل من NaCl ) و هذا في حالة استعمال الهرمون بطريقة الرش أما في حالة نقع البذور في الهرمون فقد سجلنا النسب التالية:34.621٪ و 114.862٪ عند نفس التراكيز من الملح.

جدول (15-2) تأثير الملوحة و الصنف على تراكم الصوديوم في أوراق القمح بغض النظر عن AIA (% مادة جافة)

| الملوحة / الصنف | 0 غ/ل | 3 غ/ل | 6غ/ل |
|---|---|---|---|
| محمد بن بشير | 0.076 ±1.074 | 0.314 ±1.521 | 0.428 ±2.352 |
| واد الزناتي | 0.065 ±1.156 | 0.322 ±2.036 | 0.178 ±3.094 |
| بولونيكوم | 0.095 ±1.045 | 0.158 ±1.857 | 0.317 ±2.755 |



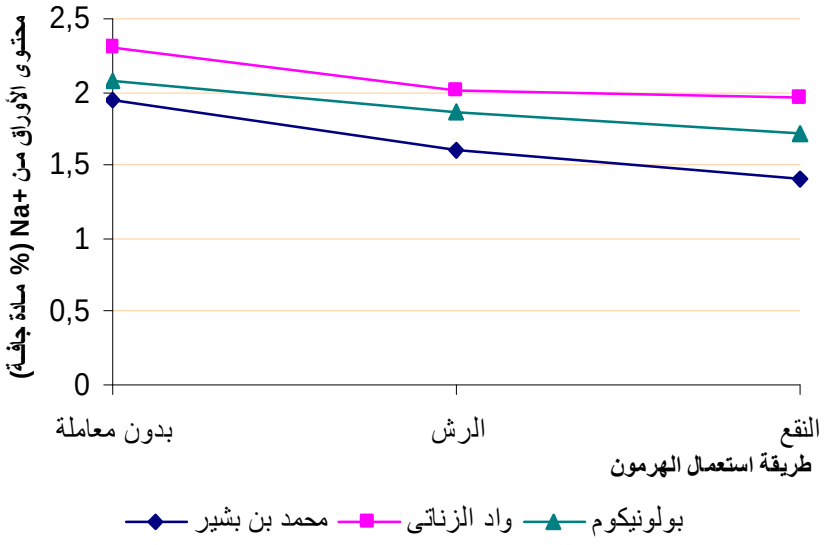

شكل .27. تأثير الملوحة و الصنف على تراكم الصوديوم في أوراق القمح بغض النظر عن منظم النمو

يلاحظ من خلال الجدول (15-2) و الشكل (27) تأثير كل من الملوحة و الأصناف على محتوى الأوراق من الصوديوم وهذا بغض النظر عن طريقة استخدام الأوكسين. و تبين النتائج أن كمية هذا العنصر زادت عند الأصناف الثلاثة كلما زاد تركيز الملح بحيث سجلت النسب التالية: 41.620 ٪ و 118.994٪ عند التراكيز (3 و 6 غ/ل من NaCl) عند صنف محمد بن بشير، 76.124٪ و 167.647٪ عند واد الزناتى عند نفس التراكيز من الملح و77.703٪ و 163.636٪ عند بولونيكوم وعند تراكيز الملح نفسها.

نلاحظ أن بولونيكوم و واد الزناتى سجلت عندهما أعلى القيم من هذا العنصر و بنسب متقاربة و هذا مقارنة مع صنف محمد بن بشير الذي سجلت عنده أدنى النسب.

جدول (15-3) تأثير منظم النمو و الصنف على تراكم الصوديوم في أوراق القمح بغض النظر عن الملوحة (% مادة جافة)

| الهرمون / الصنف | بدون معاملة | الرش | النقع |
|---|---|---|---|
| محمد بن بشير | 0.844 ± 1.941 | 0.573 ± 1.597 | 0.537 ± 1.409 |
| واد الزناتي | 1.04 ± 2.309 | 0.93 ± 2.017 | 0.953 ± 1.96 |
| بولونيكوم | 1.001 ± 2.079 | 0.782 ± 1.866 | 0.782 ± 1.711 |




شكل .28. تأثير الهرمون و الصنف على تراكم الصوديوم في أوراق القمح بغض النظر عن الملوحة

يلاحظ من خلال الجدول (15-3 ) و الشكل (28) انخفاض كمية الصوديوم في أوراق القمح الصلب عند استعمال هرمون الأوكسين سواء بطريقة الرش أو النقع. قدرت نسب النقصان ب 12.408٪،15.144٪ و17.700٪ في حالة النقع بالأوكسين عند الأصناف محمد بن بشير، واد الزناتى و بولونيكوم على الترتيب. أما في حالة الرش فقد انخفضت كمية الصوديوم ب 17.722٪، 12.646٪ و 10.245٪ عند نفس الأصناف و بنفس الترتيب.

### 2.1.5.2.1- تحليل نتائج البوتاسيوم

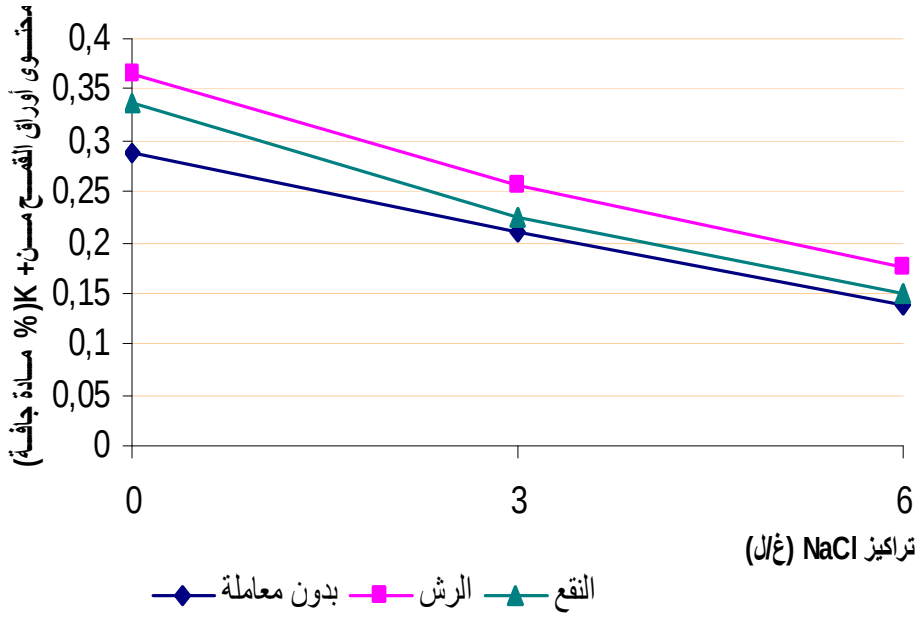
يبين الجدول (16) و الجداول ((16-1)، (16-2) و (16-3 )) و الأشكال ((29)، (30) و ( 31)) التابعة له نتائج تحاليل البوتاسيوم (+K) التي أجريت على أوراق أصناف القمح الصلب الثلاثة النامية تحت تراكيز متزايدة من ملح كلوريد الصوديوم (0، 3 و 6 غ/ل).

جدول(16 ) تأثير الأوكسين و الملوحة على تراكم البوتاسيوم في أوراق القمح الصلب(% مادة جافة)

| الملوحة | 0 غ/ل | | | 3 غ/ل | | | 6غ/ل | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الهرمون / الصنف | بدون معاملة | الرش | النقع | بدون معاملة | الرش | النقع | بدون معاملة | الرش | النقع |
| محمد بن بشير | 0.309 | 0.399 | 0.352 | 0.22 | 0.286 | 0.25 | 0.159 | 0.201 | 0.18 |
| واد الزناتي | 0.254 | 0.3 | 0.29 | 0.195 | 0.22 | 0.195 | 0.1 | 0.145 | 0.125 |
| بولونيكوم | 0.301 | 0.4 | 0.37 | 0.216 | 0.265 | 0.23 | 0.158 | 0.18 | 0.15 |

جدول (16-1) تأثير الأوكسين و الملوحة على تراكم البوتاسيوم في أوراق القمح بغض النظر عن الصنف (% مادة جافة)

| الملوحة / الهرمون | 0 غ/ل | 3 غ/ل | 6غ/ل |
|---|---|---|---|
| بدون معاملة | 0.029 ±0.288 | 0.013 ±0.21 | 0.033 ±0.139 |
| الرش | 0.057 ±0.366 | 0.033 ±0.257 | 0.028 ±0.175 |
| النقع | 0.041 ±0.337 | 0.027 ±0.225 | 0.027 ±0.151 |




شكل .29. تأثير الأوكسين و الملوحة على تراكم البوتاسيوم في أوراق القمح بغض النظر عن الصنف

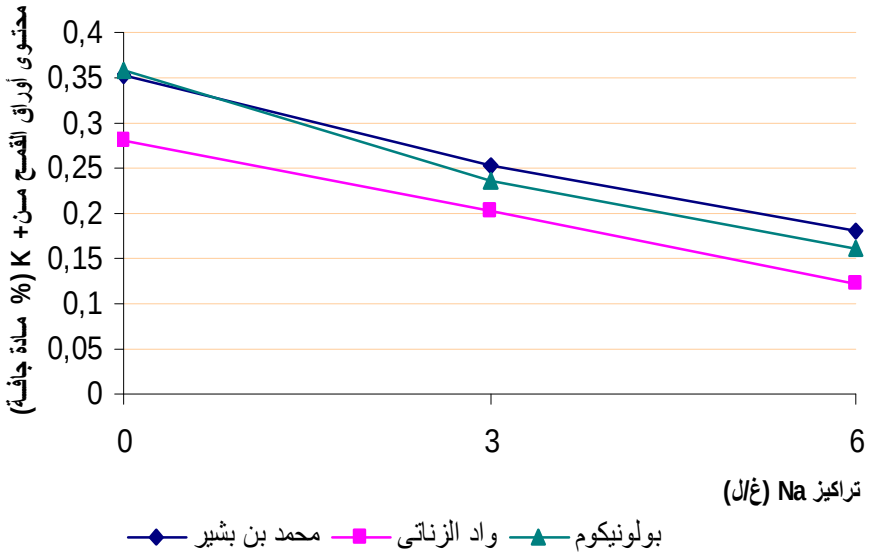
يلاحظ من خلال الجدول (16-1) و الشكل (29) تأثير كل من الملوحة و طريقة استعمال منظم النمو نقعا أو رشا على محتوى أوراق أصناف القمح من البوتاسيوم بغض النظر عن الأصناف.

أدى وجود الملح في الوسط الذي تعيش فيه النبتة إلى حدوث اضطراب في التغذية المعدنية لها، حيث انخفضت كميات $K^+$ في أوراق القمح بارتفاع مستويات الملوحة، و كان ذلك بنسبة 27.083٪ عند التركيز 3 غ/ل و ب 51.736٪ عند التركيز 6 غ/ل مقارنة بالشاهد (0غ/ل من الملح و عدم استعمال الهرمون). في حين عمل الهرمون على تحسين امتصاص النباتات لهذا العنصر عند تراكيز الملوحة المختلفة بحيث زادت كميته بنسبة 27.083 ٪ و ب 17.013٪ عند التركيز 0 غ/ل و عند استعمال الأوكسين رشا و نقعا على التوالي. أما عند تطبيق الإجهاد الملحي انخفضت كمية البوتاسيوم لكن بنسب أقل إذا ما قورنت بحالة عدم استعمال منظم النمو بحيث تم تسجيل النسب التالية: 10.763٪ و 39.236٪ في التراكيز (3 و 6غ/ل من NaCl ) و هذا في حالة استعمال الهرمون بطريقة الرش، وب 21.875٪ و 47.569٪ عند نفس التراكيز من الملح و في حالة نقع البذور في الهرمون.

يبدو من خلال هذه النتائج أن طريقة الرش بالهرمون النباتي كان لها التأثير الأحسن في التقليل من أثر الملوحة على النبات، وذلك من خلال تحسين امتصاصه للبوتاسيوم في مثل هذه الظروف.

جدول (16-2) تأثير الملوحة و الصنف على تراكم البوتاسيوم في أوراق القمح بغض النظر عن الهرمون (% مادة جافة)

| الملوحة / الصنف | 0 غ/ل | 3 غ/ل | 6غ/ل |
|---|---|---|---|
| محمد بن بشير | 0.045 ± 0.353 | 0.033 ± 0.252 | 0.021 ± 0.180 |
| واد الزناتي | 0.024 ± 2.81 | 0.014 ±0.203 | 0.022 ± 0.123 |
| بولونيكوم | 0.05 ± 0.357 | 0.025 ± 0.237 | 0.015 ± 0.162 |

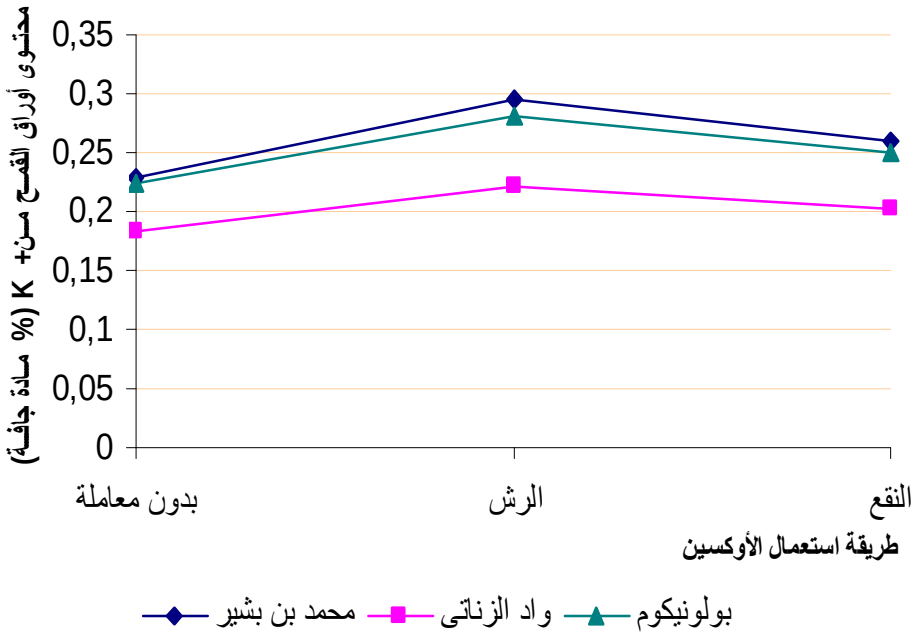



شكل .30. تأثير الملوحة و الصنف على تراكم البوتاسيوم في أوراق القمح بغض النظرعن منظم النمو

يلاحظ من خلال الجدول (16-2) و الشكل (30) تأثير كل من الملوحة و الأصناف على محتوى الأوراق من البوتاسيوم و هذا بغض النظر عن الأوكسين. تبين النتائج أن كمية هذا العنصر نقصت عند الأصناف الثلاثة كلما زاد تركيز الملح بالنسب التالية: 28.611٪ و 49.008٪ عند التراكيز (3 و 6 غ/ل من NaCl) عند صنف محمد بن بشير، 27.758٪ و 56.227٪ عند واد الزناتي عند نفس التراكيز من الملح و 33.613٪ و 54.621٪ عند بولونيكوم وعند تراكيز الملح نفسها. نلاحظ أن صنفي محمد بن بشير و بولونيكوم سجلت عندهما أعلى نسب امتصاص للبوتاسيوم مقارنة مع و واد الزناتي.

جدول (16-3) تأثير منظم النمو و الصنف على تراكم البوتاسيوم في أوراق القمح بغض النظر عن الملوحة (% مادة جافة)

| الهرمون / الصنف | بدون معاملة | الرش | النقع |
|---|---|---|---|
| محمد بن بشير | 0.075 ±0.229 | 0.099 ±0.295 | 0.086 ±0.26 |
| واد الزناتي | 0.077 ±0.183 | 0.077 ±0.221 | 0.082 ±0.203 |
| بولونيكوم | 0.071 ±0.225 | 0.11 ±0.281 | 0.111 ±0.25 |




شكل .31. تأثير منظم النمو و الصنف على تراكم البوتاسيوم في أوراق القمح بغض النظرعن الملوحة

يلاحظ من خلال الجدول (16-3 ) و الشكل (31) ارتفاع كمية البوتاسيوم في أوراق القمح الصلب عند استعمال هرمون الأوكسين سواء بطريقة النقع أو الرش، غير أن هذه الأخيرة كان لها التأثير الأقوى. وقدرت نسب الزيادة ب 28.820٪،20.765٪ و24.888٪ في حالة الرش بالأوكسين عند الأصناف محمد بن بشير، واد الزناتي و بولونيكوم على الترتيب. أما في حالة النقع زادت كمية البوتاسيوم ب 13.537٪، 10.928٪ و 11.111٪ عند نفس الأصناف و بنفس الترتيب.

### 3.1.5.2.1- تحليل نتائج محصلة $K^+/Na^+$

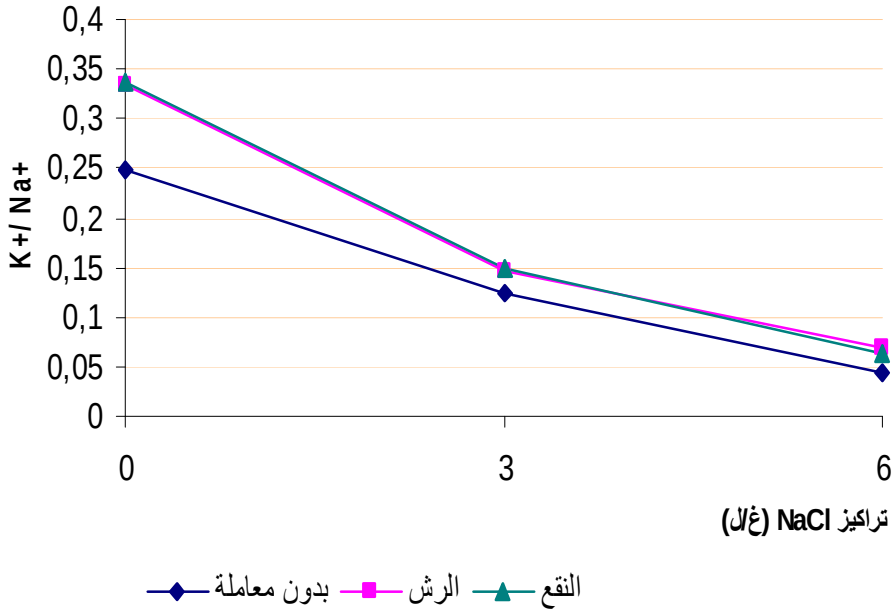
يبين الجدول (17) و الجداول ((17-1)، (17-2) و (17-3 )) و الأشكال ((32)، (33) و (34 )) التابعة له نتائج محصلة $K^+/Na^+$ في أوراق أصناف القمح الصلب الثلاثة النامية تحت تراكيز متزايدة من ملح كلوريد الصوديوم (0، 3 و 6 غ/ل).

جدول(17 ) تأثير الأوكسين و الملوحة على محصلة $K^+/Na^+$ في أوراق القمح الصلب

| الملوحة | 0 غ/ل | | | 3 غ/ل | | | 6غ/ل | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الهرمون / الصنف | بدون معاملة | الرش | النقع | بدون معاملة | الرش | النقع | بدون معاملة | الرش | النقع |
| محمد بن بشير | 0.266 | 0.377 | 0.349 | 0.12 | 0.186 | 0.208 | 0.056 | 0.091 | 0.089 |
| واد الزناتي | 0.207 | 0.26 | 0.264 | 0.081 | 0.115 | 0.108 | 0.03 | 0.048 | 0.041 |
| بولونيكوم | 0.271 | 0.366 | 0.395 | 0.17 | 0.142 | 0.135 | 0.05 | 0.067 | 0.6 |

جدول (17-1) تأثير AIA و الملوحة على محصلة $K^+/Na^+$ في أوراق القمح بغض النظر عن الصنف

| الملوحة / الهرمون | 0 غ/ل | 3 غ/ل | 6غ/ل |
|---|---|---|---|
| بدون معاملة | 0.035 ±0.248 | 0.044 ±0.123 | 0.013 ±0.045 |
| الرش | 0.064 ±0.334 | 0.035 ±0.147 | 0.021 ±0.068 |
| النقع | 0.066 ±0.336 | 0.051 ±0.15 | 0.024 ±0.063 |

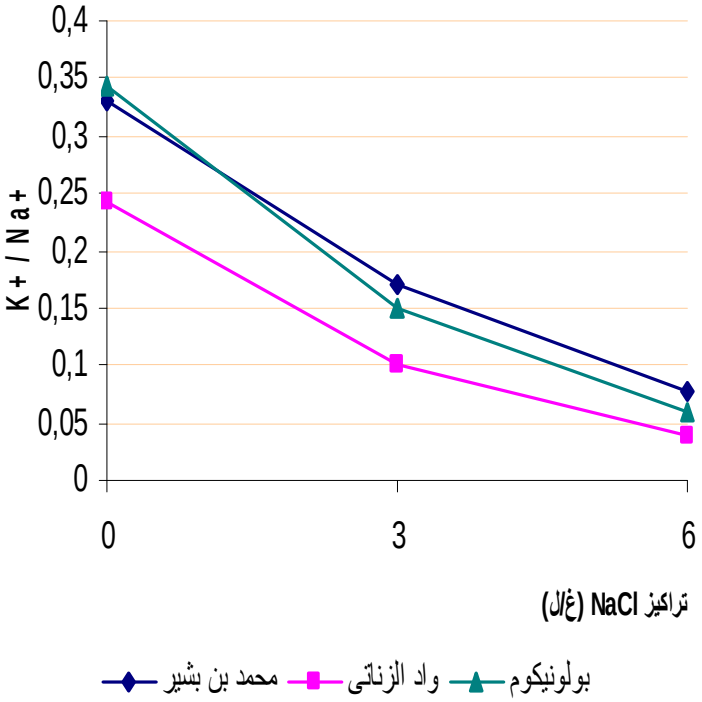



شكل .32. تأثير الأوكسين و الملوحة على محتوى أوراق القمح من $K^+/Na^+$ بغض النظر عن الصنف

يلاحظ من خلال الجدول (17-1) و الشكل (32) تأثير كل من الملوحة و طريقة استعمال منظم النمو نقعا أو رشا على محصلة $K^+/Na^+$ في أوراق القمح بغض النظر عن الأصناف. وقد تبين أن النسبة $K^+/Na^+$ تنخفض بارتفاع درجات الملوحة، و ذلك بنسبة 50.403٪ و 81.854٪ عند التركيز 3 و6 غ/ل من الملح على الترتيب مقارنة بالشاهد (0غ/ل من الملح و عدم المعاملة بالهرمون). كما انخفضت هذه المحصلة أيضا عند استعمال الهرمون و ذلك ب 40.725 ٪ و 72.580 ٪ في حالة الرش بالأوكسين عند التراكيز 3 و6 غ/ل من NaCl على الترتيب. بينما في حالة النقع و عند نفس التراكيز من الملح قدرت نسب الانخفاض ب 39.516 ٪ و 74.596 ٪ و يتبين من هذه النسب إذا ما قورنت بعينة الشاهد أن الأوكسين عمل على رفع التناسب بوتاسيوم : صوديوم و بالتالي التقليل من الأثر الضار للملح. كما يتجلى دوره أيضا من خلال رفع هذا التناسب ب 34.677 ٪ و 35.483 ٪ عند استعماله رشا و نقعا في التركيز 0 غ/ل من الملح.

جدول (17-2) تأثير الملوحة و الصنف على محصلة $K^+/Na^+$ في أوراق القمح بغض النظر عن AIA

| الملوحة / الصنف | 0 غ/ل | 3 غ/ل | 6غ/ل |
|---|---|---|---|
| محمد بن بشير | 0.057 ±0.33 | 0.045 ±0.171 | 0.019 ±0.078 |
| واد الزناتي | 0.031 ±0.243 | 0.017 ±0.101 | 0.009 ±0.039 |
| بولونيكوم | 0.064 ±0.344 | 0.018 ±0.149 | 0.008 ±0.059 |



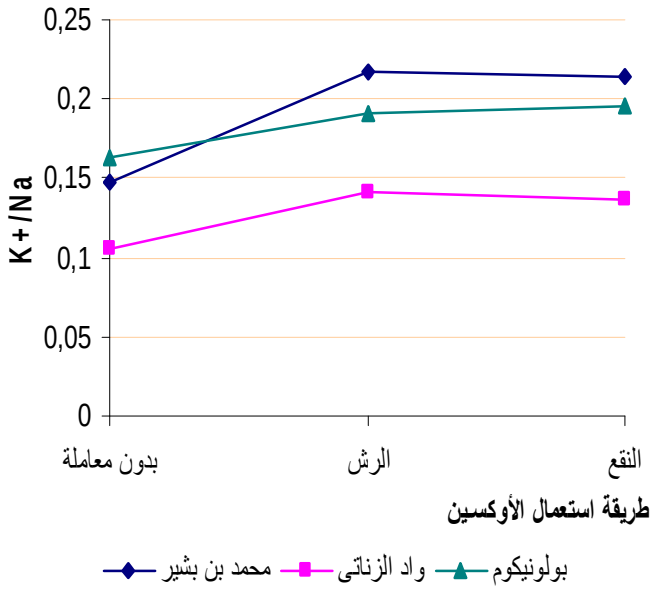

شكل .33. تأثير الملوحة و الصنف محتوى أوراق القمح من $K^+/Na^+$ بغض النظر عن منظم النمو

سمحت لنا دراسة النسبة $K^+/Na^+$ من تتبع تغيرات هذه الأخيرة تبعا لتغير درجات الملوحة عند الأصناف الثلاثة (جدول (17-2) و الشكل (33)). بحيث انخفضت النسبة $K^+/Na^+$ عند محمد بن بشير، بنسبة 48.181 ٪ و ب 76.363 ٪ عند التراكيز 3 و 6 غ/ل من الملح. في حين انخفضت عند نفس هذه التراكيز ب 58.436 ٪ و 83.950 ٪ عند واد الزناتي و ب 56.686 ٪ و 82.848 ٪ عند بولونيكوم. يتبين من خلال هذه النسب أن اختلال التوازن بين البوتاسيوم و الصوديوم كان أقل

وضوحا عند محمد بن بشير و هذا ما يترجم إبدائه لقدرة أحسن على امتصاص البوتاسيوم و الحد من امتصاص الصوديوم بالمقارنة مع الصنفين الآخرين.

جدول (3-17) تأثير AIA و الصنف على محصلة $K^+/Na^+$ في أوراق القمح بغض النظر عن الملوحة

| الهرمون / الصنف | بدون معاملة | الرش | النقع |
|---|---|---|---|
| محمد بن بشير | 0.107 ±0.147 | 0.145 ±0.218 | 0.13 ±0.215 |
| واد الزناتى | 0.091 ±0.106 | 0.108 ±0.141 | 0.114 ±0.137 |
| بولونيكوم | 0.11 ±0.163 | 0.155 ±0.191 | 0.175 ±0.196 |




شكل .34. تأثير الأوكسين و الصنف على محتوى أوراق القمح من $K^+/Na^+$ بغض النظرعن الملوحة

يلاحظ من خلال الجدول (3-17 ) و الشكل (34) ارتفاع التناسب بوتاسيوم : صوديوم في أوراق القمح الصلب عند استعمال هرمون الأوكسين سواء بطريقة النقع أو الرش. وقدرت نسب الزيادة ب 48.299٪،33.018٪ و17.177٪ في حالة الرش بالأوكسين عند الأصناف محمد بن

بشير، واد الزناتى و بولونيكوم على الترتيب. أما في حالة النقع زاد هـذا التناسـب ب 46.258٪، 29.245٪ و 20.245٪ عند نفس الأصناف و بنفس الترتيب.

**2.5.2.1 - المناقشة**:

ارتفع محتوى القسم الهوائي لأصناف القمح الصلب من $Na^+$ بكميات معتبرة. تراكم هذا الأيـون في ظروف الإجهاد الملحي تم تسجيله أيضا مـن قبـل كـل مـن (Sharma و Kumar، 1992؛ Ghorbanli و Asri، 1993؛ Houchi و Condret، 1994)

يؤدى الملح إلى تثبيط امتصاص $K^+$ لدى الأصناف الثلاثة للقمح الصلب و هذا يتفـق مـع مـا توصـل إليه كل من(Houchi و Condret، 1994) في دراستـهم على أنـواع من الترتيكـال و El Mekkaoui و آخرون، 1994) في دراستهم على الشعير. حسـب El Haddad و O'Leary (1994) يعتبر انخفاض محتوى البوتاسيوم مؤشرا على حساسية الصنف للملوحة. و بناءا على هـذا يعتبر واد الزناتى أكثر الأصناف حساسية للملوحة باعتبار أن كمية البوتاسيوم المتراكمة لديه أقل منها عند صنف بولونيكوم و محمد بن بشير، هذا الأخير سجلت عنده أكبر كمية من هذا الأيون و بالتـالي يكون الصنف الأكثر تحملا للملوحة.

توضح نتائج محصلة $K^+/Na^+$ أن صنف محمد بن بشير تحمل الملوحة بشكل أحسن من صنفي بولونيكوم و واد الزناتى، هذا الأخير سجلت عنده أدنى قيمة من هذه النسبة. فالأصناف التـي تكـون نسبة $K^+/Na^+$ فيها عالية هي الأصناف الأكثر تحملا. بينما الأصناف الحساسة تكـون عنـدها هـذه النسبة ضعيفة. يعتبر إقصاء $Na^+$ من طرف أوراق العديد من أنواع جنس Triticum بسبب الحد من انتقاله من الجذور إلى القسم الهوائي و انتقاء امتصاص $K^+/Na^+$ في الأوراق من المكانزمات الدالـة على تحمل الملوحة و من المعايير الممتازة لانتخاب الأصناف (Wyn Jones و Gorham، 1989).

أدت المعاملة بمنظم النمو إلى تخفيض محتوى القمح من الصوديوم. كمـا زادت مـن التغذيـة المعدنية و منه رفع النسبة $K^+/Na^+$. تتفق هذه النتائج مـع مـا سـجله ( Abderahman، 1982؛ Abderahman و Abdel Hadi، 1983؛ Kichk و Shalaby، 1985؛ الشـحات، 1990). و ربما يفسرهذا زيادة مقاومة القمح للملوحة عند المعاملة بالهرمون النباتى. حيث ثبـت أن الهرمونـات النباتية تزيد من النفاذية الغشائية للعناصر المعدنية، و انتقالها من الجذور إلى الأوراق. و ربما يسـمح هذا مبدئيا من الإقرار بان تأثير الملوحة على التغذية المعدنية للنباتات ربما يتم نتيجة خفض مسـتوى الهرمونات الضرورية لتنظيم عمليات امتصاص و انتقال العناصر كما ثبت من دراسات ( Strack و Kosinska، 1980؛ Strack و Czajkowzka، 1981).

# الخلاصة

أجريت هذه الدراسة التطبيقية بهدف دراسة استجابة القمح الصلب للملوحة و محاولة معاكسة تأثيرها الضار باستعمال هرمون نباتي. ولهذا أخضعت ثلاثة أصناف من القمح الصلب (محمد بن بشير، واد الزناتي و بولونيكوم) لتراكيز متزايدة من كلوريد الصوديوم (0، 3 و 6 غ/ل)، كما عوملت الأصناف بالأوكسين بطريقتي نقع البذور و الرش الورقي.

تتألف التجربة من ثلاثة معاملات و ثلاثة تكرارات كما وضعت الأصص التي زرعت فيها النباتات حسب طريقة الأشرطة المتصالبة و تم سقيها بمعدل السعة الحقلية بماء يحتوي على كلوريد الصوديوم.

أخذت بعض القياسات الخضرية و البيوكيميائية في طور 4-5 أوراق: المساحة الورقية، الوزن الجاف، المحتوى النسبي للماء في الأوراق، البرولين، السكريات الذائبة، الكلوروفيل و العناصر المعدنية.

تبين أهم النتائج:

- أن الأصناف تتنوع في استجاباتها اتجاه الملوحة؛
- وأن الإجهاد الملحي يؤثر سلبا على نمو النباتات، و هذا نلاحظه من خلال نقص المساحة الورقية و الوزن الجاف؛
- أثرت تراكيز الملوحة المرتفعة على التغذية المائية و على المحتوى النسبي للماء على وجه التحديد؛
- بالنسبة لمحتوى الأوراق من الكلوروفيل سجلنا اختلاف بين الأصناف بالنسبة لمحصلة الكلوروفيل (a/ b) مترجمة أحسن مقاومة عند الصنف محمد بن بشير؛
- يدل تراكم البرولين و السكريات على وجود تنظيم أسموزي فعال اتجاه الاضطرابات التي تسبب فيها الملح، بحيث ارتفعت كمية هذين الأسموليتين عند الأصناف الثلاثة مقارنة بشواهدها غير المعرضة للإجهاد. كما أن تقدير محتوى السكريات الذائبة عند واد الزناتي عند التركيز 3 غ/ل من الملح يجعلنا نعتقد أن السكريات اتجهت نحو الجذور؛
- ثبت أن الأصناف الأكثر مقاومة للإجهاد الملحي هي التي تراكم كميات أقل من الصوديوم و تحافظ على تراكيز عالية من البوتاسيوم وإن كان هذا صحيحا فإننا نعتقد أن الصنف محمد بن بشير هو الصنف الأكثر مقاومة؛

- يعتبر تقدير معامل الانتقاء $K^+/Na^+$ عند أصناف القمح الثلاثة ميزة هامة للانتخاب المبكر للأصناف حيث أن الأصناف التي أظهرت أحسن محصلة $K^+/Na^+$ تعتبر هي الأكثر مقاومة ؛
- و قد دلت النتائج المسجلة أن المعاملة بالهرمون النباتي على اختلاف طريقة استعماله قللت من التأثير الضار للملح من خلال زيادته لتراكيز البرولين، السكريات و الكلوروفيل. و من جهة أخرى حسن من محتوى النباتات من الماء و العناصر المعدنية خصوصا البوتاسيوم، و قلل من تركيز الصوديوم؛

على أساس هذه التجارب المجرات يبدو أن تحمل الأصناف يظهر من خلال آليات مورفولوجية و بيوكيميائية معقدة. هذه الخصائص تبدو مهمة و تدخل بشكل كبير في اختيار الأصناف، في حين توجد اختبارات عديدة و مختلفة تمكننا من الفهم الجيد لآليات التحمل و بالتالي للحصول على تفسير إضافي لاستجابت الأصناف اتجاه هذا العائق.

استعملنا في هذه الدراسة هرمون نباتي واحد فقط، و عليه نرى أنه من الضروري إجراء دراسات أخرى يتم من خلالها استعمال أكثر من هرمون و بتراكيز مختلفة من نفس الهرمون و ذلك لتحديد أفضل التراكيز التي تؤدي إلى أفضل النتائج كما نشير أن هناك تداخلات جد معقدة بين مختلف الهرمونات لذلك نعتقد أن استعمال خليط من الهرمونات النباتية بتركيز معين لكل هرمون ربما سيعطي نتائج أفضل.

## المـــــراجع بالعربيـــــــــة


**1- الشحات ن.أ.**، 1990. الهرمونات النباتية و التطبيقات الزراعية. مكتبة –مدبولى- القاهرة. مؤسســـة عــز الــدين للطباعة و النشر. مصر.ص.ص: 485-.539

**2- جودة م. ع، بصل س.** ، 1999. زراعة محاصيل الحبوب في المناطق الجافة و شبه الجافة. الــدورة التدريبيــة المحلية على تطوير زراعة المحاصيل الحقلية (القمح و الشعير). المركز العربي لدراسات المناطق الجافة و الأراضي القاحلة ( أكساد ) الجزائر من 15-1999/03/20. ص.ص: 1-15.

**3- فرشة ع.** ،2001. دراسة تاثير الملوحة على نمو و انتاج القمح الصــلب (*Tritcum durum* Desf.) وإمكانيــة معاكسة ذلك بواسطة الهرمونات النباتية (Kinitine, GA3, AIA). رسالة ماجستير. جامعة قسنطينة.

**4- كريشنامورتى.هــ.ن.**، 1987. مواد النمو النباتية و استعمالاتها في الزراعة. ترجمة محمد ميلود خليفــة. معهــد الإنماء العربي. بيروت – لبنان. 259ص.

# *استجابة باذرات القمح الصلب (.Triticum durum Desf ) للإجهاد الملحى و معاكسة تأثيره الضار بالأوكسين*

## *الملخـــــــص*


**أجري هذا البحث في ظروف البيت البلاستيـــكي بهدف دراسة تأثير الإجهاد الملحي على النمو، ومحتوى بعـض المـــــواد العضوية و العناصر المعدنيـة لدى ثلاث بـاذرات من القمـح الصلب (*Triticum durum* Desf.) أخضعت لثلاث تراكيـــز متزايدة من NaCl، في نفس الوقت عوملت نفس الأنماط الوراثيـــــة بالأوكسيـن بطريقتي نقع البذور (7 ppm) و الرش الورقي (0.5 ppm) بغرض التقليل من التأثيرات السلبية للملح.**

**بينـت النتـائج المتحصـل عليـــها أن NaCl يخفـض مـن نمـو القمــح الصـلب، فـي حـين يزيـــد مـن تـراكم الأسمـــوليتات ، كمـا يتسـبب الإجهـاد الملحـي فـي انخفـاض محتـوى الأوراق مـن البوتاسـيوم و زيـادة محتواهـا مـن الصوديوم.**

**يسمح مركز الطاقة (الكلوروفيل)، وكذا المســاحة الورقية و الوزن الجاف من تقدير كفاءة الأصناف و تصرفها في ظـروف الإجهاد الملحي.**

**ساعد استعمال الهرمون النباتي على مواجهـة الإجهـاد الملحـي و ذلك برفـع محتـــوى الأوراق من البر ولـين، السكريـــــات الذوابة و الكلوروفيل.**



***الكلمات المفتاحية:*** الإجهاد الملحي ، القمح الصلب ، الاوكسين ، النمو ، البر ولين، السكريـــــات الذوابة و الكلوروفيل.

# Réponse des plantules de Blé dur (*Triticum durum* Desf.) au stress salin et traitement contrarié de son effet nocif par l'auxine


## ***Résumé***

La présente expérimentation s'est déroulée en conditions de la plasticulture dans le but d'étudier l'effet du stress salin sur la croissance, le contenu de quelques matières organiques et éléments minéraux chez trois plantules de blé dur (*Triticum durum* Desf.) soumises à des concentrations croissantes d' NaCl. On parallèle, les mêmes génotypes ont été traitées avec l'auxine par trompage des graines (7 ppm) et pulvérisation foliaire (0.5 ppm) pour réduire les effets négatifs du sel.

Les résultats obtenus ont montré que l'NaCl réduit la croissance des plantules et augmente l'accumulation des osmolytes. De plus le stress salin entraîne une diminution de la teneur des feuilles en potassium et une augmentation da la teneur en sodium.

Le statut énergétique (chlorophylle), la surface foliaire et la matière sèche permettent d'apprécier la compétence des variétés et leurs comportements dans les conditions du stress salin.

L'utilisation de phytohormone aide à confronter le stress salin en augmentant la teneur des feuilles en proline, en sucres solubles et en chlorophylles.



**Mots clés:** Stress salin, Blé dur, auxine, croissance, proline, sucres solubles, chlorophylles.

# The response of durum wheat seedlings (*Triticum durum* Desf.) to salt stress and the contrary treatment if its nocuous effect by using auxine


## ***Abstract***

The present experimentation was carried out under the greenhouse conditions in order to study effects of salt stress on growth, some organic materials and mineral elements contents of three durum wheat seedlings (*Triticum durum* Desf.) submitted to increasing concentrations of NaCl. These genotypes were treated with auxine, by seed soaking (7 ppm) and foliar spray (0.5 ppm), in order to lessen negative effects of salt.

The study's results indicate that NaCl reduces growth of seedlings and increases accumulation of osmolytes. In addition to that, salt stress induces a decrease in leaves contents of potassium and an increase in contents of sodium.

The energetic statute (Chlorophyll), leaf surface and dry weight permit to appreciate the competence of varieties and their behaviour in salt stress conditions.

Application of phytohormone helps the plant to confront salt stress by increasing leaves contents of proline, soluble sugar and chlorophyll.



**Key words:** Saline stress, durum wheat, auxine, proline, soluble sugar, chlorophyll.