الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

رقم الترتيب:
رقم التسلسل:

جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم البيولوجيا

مذكرة تخرج

لنيل شهادة ماستر أكاديمي

ميدان: علوم طبيعة وحياة

شعبة: علوم البيولوجيا

تخصص: التنوع البيئي و فيزيولوجيا النبات

الموضوع

المساهمة في الدراسة الفسيولوجية لنمو الكينوا *Chenopodium quinoa* Willd تحت تأثير الإجهاد الملحي.

من إعداد:

بلقاسم يسرى –حم عيد مبروكة

نوقشت يوم ..../06../2018 من طرف لجنة المناقشة :

بالحبيب عبد الحميد	أستاذ مساعد قسم أ	رئيسا	جامعة الشهيد حمه لخضر
إسماعيل عسيلة	أستاذ محاضر قسم ب	مؤطرا	جامعة الشهيد حمه لخضر
رزق الله شفيقة	أستاذ محاضر قسم ب	ممتحنا	جامعة الشهيد حمه لخضر

الموسم الجامعي: 2018/2017

الشكر و العرفان

الحمد لله الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله.

أحمد الله العلي القديرالذي أعانني ووفقني على انجاز هذا العمل الذي أرجوا أن يكون قيما و هادفا .

يجدر بنا في هذا المقام أن نتقدم بالشكر الجزيل و الامتنان عظيم العرفان وفير إلى أستاذنا الفاضل عسيلة اسماعيل على تأطيره لهاته المذكرة وعلى رحابة صدره وصبره علينا و على ما بذله من جهد عظيم وإرشاد ومتابعة و تسهيل كل العقبات خلال مراحل إنجاز هذا البحث، و كان له الفضل في توفير جميع الامكانيات اللازمة لإتمام هذا العمل، فكان النبراس الذي أضاء طريقنا بفضل توجيهاته القيمة والتي نبع من خلالها هذا العمل .

كما نتقدم بالشكر الخالص لأستاذنا القدير بالحبيب عبد الحميد على قبولها رئاسة اللجنة، والأستاذة الفاضلة رزق الله شفيقة على قبولها لعضوية اللجنة والتي ستثري مذكرتنا من خلال ما ستقدمه من نقد بناء .

كما تتسع دائرة شكرنا إلى كل أساتذتنا الأكارم الذين فتحوا لنا درب البحث و التعلم في مشوارنا الدراسي من أول الطريق لآخره، لتنوير وفتح سبل العلم والمعرفة لنا، و إلى جميع موظفين وعمال المخابر بكلية علوم الطبيعة والحياة، وإلى جميع زميلاتي وطلبة دفعة ماستر 2018.

وإلى كل من ساعدني من قريب و بعيد في إنجاح هذا العمل من البداية إلى غاية الانتهاء .

مبروكة، يسرى

SAeeeD.com

الملخص

بهدف إبراز تأثير الإجهاد الملحي على نمو نبات الكينوا (*Chenopodium quinoa* Willd) ، أجريت دراسة على خمسة أصناف (Amanilla ، Q101(Amanillamanangare) Q102(sacaca)، Q103(Blanca de junin),Q104(kancolla) وQ105(Salcedo) التي خضعت لمستويات متفاوتة من ملوحة ماء الري (2.88 ،17.51et 32.9ms/cm) في ظروف بيت بلاستيكي متحكم فيه يدويا. في هذا السياق تم دراسة بعض المعايير الفسيولوجية:

كثافة النسيج الورقي (D)، المساحة النوعية للورقة (SLA) ،الوزن النوعي للورقة (SLW)، المحتوى النسبي للماء (RWC) ، الإمتلاء الخلوي (*S*) ، الكلوروفيلات و الكاروتينويدات.

أكدت النتائج المتحصل عليها أن تأثير ملوحة ماء الري على نمو نباتات أصناف الكينوا كان متفاوتا، حيث سجل الصنفQ101 أفضل كثافة للنسيج الورقي (*D*) (300mg/mg) و محتوى الأوراق من صبغات الكلورفيل الكلي (196.1µg/g MF) و الكاروتينويدات (125µg/g MF) تحت تأثير حدة الإجهاد (32.9ms/cm) ، كما أظهر الصنف Q104 أفضل امتلاء خلوي للأوراق (S)(18.75mg/cm²)، أيضا سجل الصنف Q102 أفضل محتوى مائي نسبي للأوراق (RWC)(62.98%) ، في حين أظهرت الأصناف الأخرى استجابات متفاوتة حسب مستويات الإجهاد.

الكلمات المفتاحية : الكينوا (*Chenopodium quinoa* Willd) ،أصناف، إجهاد ملحي ، فسيولوجيا، النمو، تحمل .

Résumé

Dans le but d'élucider l'impact du stress salin sur la croissance du quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), une étude expérimentale a été réalisée sur cinq variétés : Q101 (Amanilla manangare), Q102 (Amanilla sacaca),, Q103 (Blanca de junin), Q104 (Kancolla) et Q105 (Salcedo), qui ont subi des niveaux croissantes de salinité de l'eau d'irrigation (2.88, 17.51 et 32.9 ms/cm), sous des conditions d'une serre en plastique contrôlées manuellement. Dans ce contexte, quelques paramètres physiologiques des feuilles ont été étudiés :

Densité des tissus foliaire (*D*), surface spécifique de feuille (SLA), poids spécifique du feuille (SLW), teneur relative en eau (RWC), succulence cellulaire (S) et contenu en chlorophylles et caroténoïdes.

Les résultats obtenus ont confirmé que l'effet de la salinité de l'eau d'irrigation sur la croissance des variétés de quinoa était différent. La Q101 a enregistré la densité de tissu foliaire (D) la plus élevée (mg/mg300) et la meilleure teneur des feuilles en pigments de chlorophylle totale (196.1 µg/g MF) et de caroténoïdes (125 µg/g MF) sous l'influence de stresssévère (32.9 ms/cm). La Q104 a également montré la meilleure succulence cellulaire (S) (18.75mg/cm²). La Q102 a également enregistré la meilleure teneur relative en eau (RWC) des feuilles (62.98 %), tandis que d'autres variétés ont présenté des réponses variables en fonction des niveaux de stress.

Mots clés:

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) , variétés, stress salin, physiologie, croissance, tolérance.

الفهرس

المقدمـــــــــــــــة 13

الجزء النظري

الفصل الاول: نبات الكينوا*Chenopodium quinoa*Willd

I- 1- الأصل الجغرافي والوضع التصنيفي 3

I-1- الأصل الجغرافي..... 3

I.2 -الوضع التصنيفي لنبات الكينوا*Chenopodium quinoa*Willd 4

I.2-1- التصنيف العلمي 4

I.2-2- التصنيف المورفولوجي لنبات الكينوا..... 5

I.2-3- الخصائص الخضرية 5

I.2-4-الخصائص الزهرية 7

I.3- مراحل نمو نبات الكينوا*Chenopodium quinoa* Willd 8

الفصل الثاني: الإجهادالملحي تأثراته وآليات التحمل و مقاومة النباتات

II-1- تعريف الإجهاد البيئي 12

II-2- أنواع الإجهاد البيئي..... **12**

II- 3- مفهوم الاجهاد الملحي 12

II-4-تأثير الاجهاد الملحي على انبات ولنمو النبات..... 12

II-4 -1- تأثير الاجهاد الملحي على عملية الانبات 12

II-4 -2- تأثير الاجهاد الملحي على مرحلة النمو 13

II-5- تأثير الاجهاد الملحي على استجابة النبات الفسيولوجية و البيوكيميائية 13

II-5-1- تأثير الاجهاد الملحي على توازن العلاقات المائية 13

II-5 -2- تأثير الاجهاد الملحي على التمثيل الضوئي..... 13

II 5--3- تأثير الاجهاد الملحي على المحتوى من مضادات الأكسدة..... 13

II -6- آليات مقاومة النبات للإجهاد الملحي 14

II- 6-1– التعديل الاسموزي (Ajustement osmotique) 14

II-6-2- آلية استبعاد وتوزيع الأيونات (Exclusion et inclusion des ions)..... 15

II -6-3-اختيار الأيونات (Sélection des ions)..... 16

الجزء التطبيقي

الفصل الاول: مواد و طرق الدراسة

I.1- مواد و طرق الدراسة..... 20

I-1-1-المادة النباتية..... 20

I-1–2-مخطط التجربة 20

I- 1 - 3- تحضير المحاليل الملحية و تطبيق الإجهاد 22

I- 2 - المعايير المدروسة..... 23

I-2 -1 –المعايير الفسيولوجية..... 23

I-2-1- معايير الكمي للنسيج الورقي..... 23

I-2-1-1المساحة النوعية للورقة (SLA) 23

I- 2 -1- 2 – الوزن النوعي للورقة (SLW) 24

I- 2 -1 - 3 - كثافة النسيج الورقي (D)..... 24

I- 2 -3- 5 - معايير التمثيل الضوئي..... 25

I- 2 -5- الدراسة الاحصائية 26

الفصل الثاني: النتائج و المناقشة

II.1- النتائج..... 28

II.1-1- المعايير الفسيولوجية نمو النباتات 28

II.1-1-معايير الكمي للنسيج الورقي..... 28

II.1-1-1-المساحة النوعية للورقة (SLA) 28

II-1-1-2- الوزن النوعي للورقة (SLW) 29

III-1-1-3-كثافة النسيج الورقي (*D*)..... 29

II-1-2-2- درجة امتلاء الورقة (S) 30

II-1-3معايير التمثيل الضوئي 31

III-المناقشة 33

III-1 - تأثير الإجهاد الملحي على مرفو- فسيولوجيا نمو النباتات 33

III-1-1- الوصف الكمي للنسيج الورقي 33

III-1-1-3-المحتوى من صبغات التمثيل الضوئي 34

الخلاصة العامة 35

المراجع

الملاحق

فهرس الجدول

جدول 1: الوضع التصنيفي لنبات الكينوا 4
جدول 2: الناقلية الكهربائية (EC) و كمية الأملاح الذائبة g/l الحاليل الملحية المحضرة. 22

فهرس الاشكال

الشكل 1:المساحة النوعية للورقة SLA لأصناف الكينوا المدروسة بدلالة مستويات ملوحة ماء الري. .. 28
الشكل 2:الوزن النوعي للورقةSLW لأصناف الكينوا المدروسة بدلالة مستويات ملوحة ماء الري. 29
الشكل 3:كثافة النسيج الورقي*D* لأصناف الكينوا المدروسة بدلالة مستويات ملوحة ماء الري. 30
الشكل 4: المحتوى المائي النسبي RWCلأصناف الكينوا المدروسة بدلالة مستويات ملوحة ماء الري.. 30
الشكل 5:درجة إمتلاء(*S*) الورقة لأصناف الكينوا المدروسة بدلالة مستويات ملوحة ماء الري. 31
الشكل 6:محتوى الأوراق من صبغات بناء الضوئي لأصناف الكينوا المدروسة بدلالة مستويات الملحي. 32

فهرس الصور

صورة 1: التوزيع الجغرافي لنبات الكينوا في العالم 3
صورة2: نبات الكينواChenopodium quinoa Willd 4
صورة 3: توضح أنواع الكينواالمصنفة 5
صورة 4: النظام الجذري للكينوا. 6
صورة 5:توضح تباين عدد الأسنان في أوراق نبات الكينوا 7
صورة6: الزهرة متكتلة والقطيفية l'amaranthiformet، le glomérulaire 7
صورة7 توضح مراحل نمو نبات الكينوا (*Chenopodium quinoa*Willd). 10
صورة 8: توضح تصنيف أنماط الإجهادات البيئية اللاحيوية. 12
صورة 9: دور البرولين في حماية البروتين في وجود. 14
صورة 10: آلية توزيع و طرد الايونات عند النبات. 16
صورة 11: توزيع وإختبار الأيونات عند النبات 17

فهرس المخططات

مخطط1: المخطط التوضيحي لتصميم تجربة. 21

قائمة المختصرات

NaCl: كلوريد الصوديوم

ms/cm: وحدة الناقلية الكهربائية

LA :المساحة الورقية

D: كثافة النسيج الورقي

SLW :الوزن النوعي للورقة

SLA :المساحة النوعية للورقة

S: درجة امتلاء الورقة

RWC :المحتوى النسبي للماء

Ch a: كلوروفيل أ

Ch b: كلوروفيل ب

Car: كاروتينويدات

المقدمة

المقدمـــــــــــــــة

التنوع البيولوجي هو أحد الاهتمامات الرئيسية للمجتمع الدولي،كما يعتبر الاهتمام به أمر مهم لأن المجتمعات في جميع أنحاء العالم يديرون هذا التنوع لزراعة النباتات ، والأنشطة الرعوية ، والغابات ، والعديد من المهن الأخرى،كما ان هذه الممارسات تعمل على حماية التنوع البيولوجيومفيدة أيضا للمجتمع من أجل توفير الغذاء والمأوى وكذلك حماية الكائنات الحية (Jackson *et al*., 2007).

تعتبر أمريكا اللاتينية ، وتحديدًا مرتفعات جبال الأنديز ، واحدة من "المواقع الرائدة" للتنوع البيولوجي العالمي(Bazile and Weltzien, 2008)، حيثتم إستغلالهذه المناطق منذ آلاف السنين ودعمت عددًا كبيرًا من السكان بالتفاعل مع نظامها الزراعي البيئي. الأهم من ذلك أن الكينوا (*Chenopodium quinoa* Willd) يزرعها المزارعون في هذه المنطقة منذ أكثر من 5000 سنة (Bazile and Negrete., 2009) .مما لها أهمية كبيرة لما تحتويه من قيمة غذائية عالية، كما أن لها استخدامات متعددة حيث تستخدم بذورها للطحن و عمل الخبز... ، وتعتبرالأجزاء الغضة كخضار طازجة للإنسان، و تستخدم اجزاء النبات الأخرى كعلف للماشية ، أوكسماد للتربة...(Mujica*et al*., 2001).

كما تتعرض النباتات لعوامل متعددة من الإجهاد كالجفاف وملوحة التربة يعتبران من أهم العوامل غير الحيوية التي تحد من إنتاجية النبات في جميع مناطق العالم،خاصة أنواع المحاصيل الزراعية التي تعتبر حساسة للملوحة. إن دراسة تأثيرات الملحية على العمليات الفسيولوجية والتمثيل الغذائي هي سمة معقدة نظرا لأن استجابتها تعتمد على نوع الملح ومستواه، ومرحلة النمو المعرضة للإجهاد (Debez*et al*; 2004; Flowers; 2004).

و في اطار تنويع و زيادة الإنتاج و انتخاب اصناف محاصيل جديدة متحملة للملوحة، لابد من فهم آليات الأداء الفسيولوجي للنبات و تأثره بهذا النمط من الإجهاد.

و بناء على هذا تمت الدراسة حول تأثير مستويات متزايدة من الاجهاد الملحي على كفاءة الأداء الفسيولوجي لبادرات خمسة أصناف من الكينوا

(Amanillamanangare ,Amanillasacaca, Blanca de junin, kancolla, Salcedo)

(Mohammed *et al*., 2016).

حيث تهدف دراستنا الى معرفة مدى تحمل نبات الكينوا للملوحة من خلال نموها في اوساط ذات تراكيز عالية للإجهاد الملحي(NaCl)(2.88 ،17.51et 32.9ms/cm).

حيث احتوت دراستنا على جزئين :

الجزء النظري: و الذي يشمل فصلين ،الفصل الأول يتضمن دراسة عامة و شاملة عن نبات الكينوا ،أما في فصله الثاني خصص الى دراسة الاجهاد الملحي و تأثر على النبات.

جزء التطبيقي: والذي يحتوي على فصلين، الفصل الأول أدرجت فيه كافة المواد والطرق المتبعة ، أما الفصل الثاني تم فيه عرض للنتائج المتحصل عليها، مع تحليلها و مناقشتها واختتمنا دراستنا هده بخلاصة عامة.

الجزء النظري

الفصل الاول

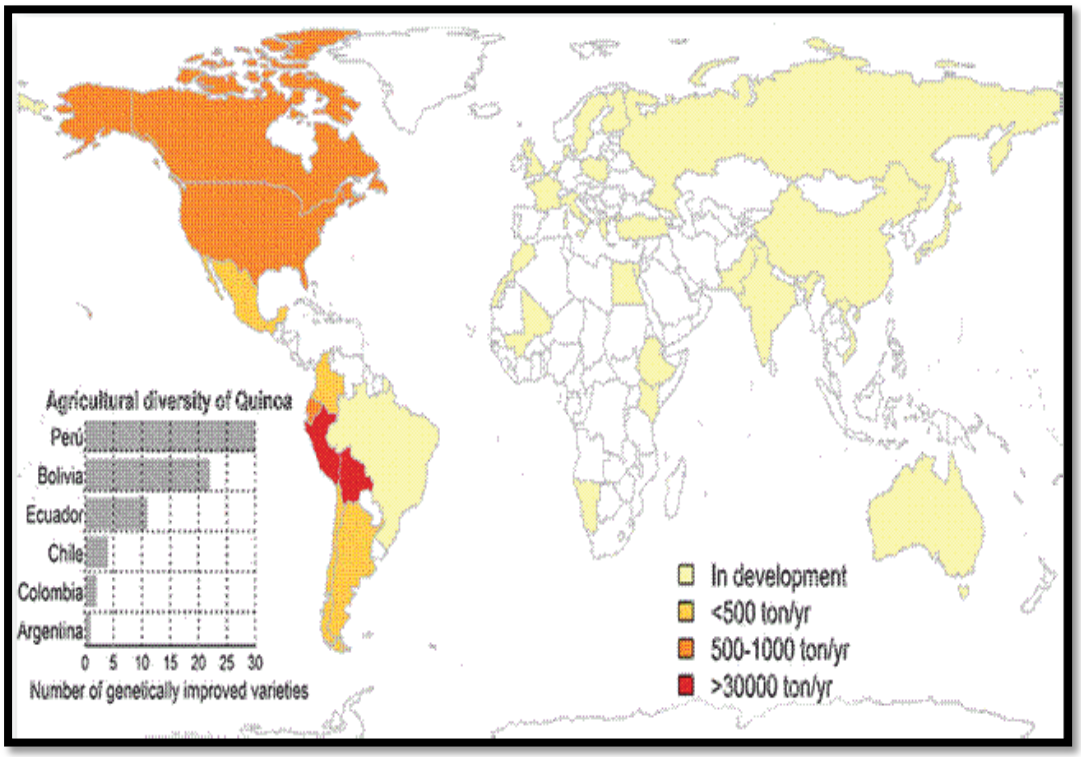
بيولوجيا نبات الكينوا

I- 1- الأصلالجغرافيوالوضعالتصنيفي:

I-1- الأصل الجغرافي:

يتبع **الكينوا**(*Chenopodium quinoa*Willd) الجنس*Chenopodium*، الذي ينتمي للعائلةChenopodiaceae (Valencia-Chamorro, 2013).موطنه الأصلي منطقة جبال الأنديز في أمريكا الجنوبية (Matiacevich*et al*., 2006).

بينت الأدلة أن الكينوا كانت تزرع قبل 5000 سنة على نطاق واسع في كولومبيا ،و البيرو، و بوليفيا و تشيلي كونها واحدة من محاصيل الحبوب الرئيسية ذات القيمة الغذائية العالية ،و لهذا فإن الكينوا قد تلعب دورا رئيسا في توفير الغذاء بالمستقبل (FAO, 1998).و تعتبر بوليفيا و البيرو هي أكبر المصدرين للكينوا بنسبة 88% من الإنتاج العالمي (Vilche *etal*., 2003).لا يقتصر نمو إنتاج الكينوا بالضرورة على جبال الأنديزفالكينوا يمكن أن يكون لها مكانة في المناطق الجبلية الأخرى في البلدان النامية من العالم ،مثل جبال الهيمالايا و المنطقة الجبلية بوسط أفريقيا و آسيا (Jacobsen, 2001;Gacobsen and Risi, 2001).



صورة 1:التوزيع الجغرافي لنبات الكينوا في العالم **(FAO,2011).**

العائلة الرمرامية (Chenopodiaceae) هي عائلة نباتية من الفصيلة القطيفية تضم الشمندر و السبانخ والساق . كانت تصنف كفصيلة منفصلة قبل أن توضع حديثا ضمن الفصيلة القطيفية . لها القدرة على التأقلم في مختلف الظروف المناخية .

تشمل الفصيلة الرمرامية 100 جنسا ،تضم 1400 نوعا منتشرة في جميع أنحاء العالم،وخاصة في المناطق الجافة والملحية.كما أن نباتاتها تتواجد في بيئات قريبة من ساحل البحر تعرف هذه الفصيلة أيضا باسم الفصيلة السرمقية.

توجد أفراد هذه الفصيلة أساسا في المناطق القاحلة ،الصحراوية ،المواطن المالحة والساحلية لشمال وجنوب افريقا ،أسيا ،استراليا ،أوروبا وأمريكا الشمالية والجنوبية وفي مناطق محلية في العالم ، مثل مناطق البحر الأبيض المتوسط و سواحل البحر الأحمر و غيرها .ولأن أفراد هذه الفصيلة تنمو في الأراضي الملحية ،لها صفات النباتات الجفافية ، كوجود الشعر أو أوراق مختزلة أو أنسجة خازنة وفي كثير من النباتات نجد أن الأوراق اسطوانية أو شبه اسطوانية(Herbs*et al*,.1980).

2.I -الوضع التصنيفي لنبات الكينوا*Chenopodium quinoa* Willd:

1-2.I- التصنيف العلمي:

حسب cronquistالكينوا هي نبات ثنائي الفلقة مغطاة البذور ،التي تنتمي الى العائلة Chenopodiaceae. (Herbillon,. 1990).

صورة2:نبات الكينوا*Chenopodium quinoa* Willd

. (htt:p//www.institut klorane-org/botanique/herbiers)

جدول 1**:** الوضع التصنيفي لنبات الكينوا**(**Herbillon,.1990**)**.

التصنيفcronquist (1981)	
Plantae	**المملكة**
Magnoliophyta	**القسم**
Magnoliopsidae	**الصف**
Caryophyllidae	**تحت الصف**
Caryophyllales	**الرتبة**
Chenopodiaceae	**العائلة**
Chenopodium	**الجنس**
***Chenopodium quinoa* Willd.,1798**	

I.2.2- التصنيف المورفولوجي لنبات الكينوا :

أخذت التصنيفات الأولى منه الكينوا في الاعتبار لون النبات و الثمار، و احيانا حتى شكل الفاكهة أو طعم الحبوب ،ونفذت واحدة من التصنيفات الأولى المعروفة على عينات تم جمعهامن الهضاب المرتفعة البوليفية في عام1917.ثم وصف أربعة أنواع من الكينوا*Chenopodium album*تتميز ببذورحلوة،*Chenopodium pallidus* **ذات** حبوب مرة،*Chenopodium ruber*ذات حبوب حمراء،*Chenopodium niger*ذات حبوب سوداء (black grains*et al*.,1979).و من خلال الخصائص المورفولوجية التي تم تصنيفها وفقا للمعايير التصنيفية، فقد اتفق علماء النبات الذين درسوا تصنيف الكينوا على أنه يمكن اعتباره نوعا فريدا من الأنواع داخل جنس*Chenopodium* .(Tapia *et al*.,1979)

صورة 3: توضح أنواع الكينواالمصنفة**(Latina, 2016)**.

I.2.3- الخصائص الخضرية:

❖ **الجذر :**

بسب عدم وجود فترة سكون البذور، فان انبات نمو الكينوا سريع للغاية ، فهو يبادر نفسه لبضع ساعات لمصنفة فقط في وجود رطوبة كافية لتربة.

الجذير ينمو أولا ، ثم يستمر في النمو إلى أن يصل إلى 30 سم عمق ،حيث انه يمثل الجذر المحوري الذي سيطور جذورا ثانوية و ثالثية التي تشكل جذورا يمكن إن تتفرع أيضا، كما هو موضح في الصورةالتالية:

صورة 4: النظام الجذري للكينوا (Gandarillas,1979).

إن النظام الجذري هذا قوي جدا، ويمكنه دعم النباتات التي يزيد ارتفاعها عن 2 م (Gandarillas.,1979; Mujica et al.,2001).

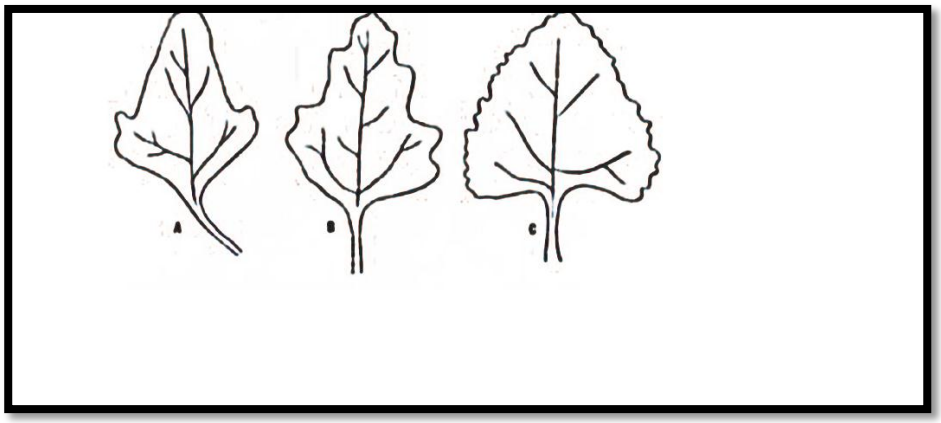
يرتبط عمق الجذر ارتباطا وثيقا بارتفاع النبات،و قد تم الاشارة الى نباتات يبلغ ارتفاعها 1.70 م مع جذر 1.50 م وأخرى بارتفاع 90 سم مع جذر 80 سم (Pacheco et Morlon, 1978).

❖ **الساق :**

الساق هو اسطواني على مستوى العنق، يتراوح قطره بين 1 و8سم ،وارتفاعه بين 50 سم و2 موفقا ، للأصناف وظروف الزراعة مثل كثافة البذرة أو الاخصاب (Mujica *et al.*, 2001).لونه متغير جدا، يمكن أن يكون أخضر بشكل موحد، أو أحضر مع خطوط أرجوانية أو حمراء، أو أحمر بشكل موحد (Gandarillas., 1979).

❖ **الأوراق :**

أوراق متبادلة و تتألف من سويقات . تكون أعناقها طويلة ورقيقة و موزعة على الجانب العلوي. الأوراق السفلية كبيرة 12×15 سم معينية الشكل أو ثلاثي، في حين أن الأوراق العلوية صغيرة، حوالي 2 ×10 مم، سناني الشكل أو ثلاثي الصورة (05) (Mujica*et al.*, 2001).



صورة 5:توضح تباين عدد الأسنان في أوراق نبات الكينوا(Gandarillas.,1979).

يختلف لون الأوراق باختلاف الانماط الوراثية ، فهي عادة خضراء عندما تكون صغيرة ثم تتحول الى اللون الأصفر،احمرأو الأرجواني .هذه الألوان هي نتيجة وجود صبغات نباتية تسمى بيتالين(bétalaines) (Gallarillas., 1968b).

I.2.4-الخصائص الزهرية :

❖ **الزهرة :**

ان التباين في ألوان النباتات ليست بسبب الساق أو الأوراق، ولكن أيضا لمجموعة واسعة من الألوان الموجودة في الازهار و التي تتطور خلال نضج حبوب الكينوا .

أزهار الكينوا هي عبارة عن عنقود زهري يتكون من محور رئيسي يظهر منه محوران الثانوي و الثالثي (Risi et Galwey, 1984)

يوجد نوعين من أزهار الكينو (le glomérulaire،l'amaranthiformet) بحيث يعتبران من الأنواع الأكثر شيوعا كما موضحة في الصورة التالية:

صورة6:الزهرة متكتلةوالقطيفيةle glomérulaire،l'amaranthiformet(Gandarillas.,1979).

و يختلف طول العنقود الزهري حسب النوع و الظروف البيئية بحيث تتراوح الطول بين 30 و 80 سم و قطرها من 5 إلى 30 سم،ويختلف أيضا في عدد تجمعات و يتراوح بين 30 الى 120سم، و ذلك حسب الحبوب المتواجدة في الكبيبة (100 –3000) (Mujica*et al.*, 2001) .

ان زهور الكينوا صغيرة وغير كاملة،عديمة البيتلات تكون أنثى أو خنثى،يتراوح طول الزهرة بين 2 و5 مم(Jacobsen et Stølen, 1993 ; Mujica*et al.*,2001).

3.I-مراحل نمو نبات الكينوا *Chenopodium quinoa* Willd:

حسب Mujica et Canahua(1989) تم تقسيم مراحل نمو نبات الكينوا الى 12 مرحلة وهي كالتالي :

- **الرفع :**

ويقابل الرفع خروج الشتلات وتوزيع أوراق الفلقة (إنبات الهضم). يحدث بين سبعة وعشرة أيام بعد البذر ، في ظل ظروف الإنبات المثلى.

- **وراقان حقيقيتان :**

تظهر أول ورقتان حقيقيتان بعد 15 إلى 20 يومًا من الزراعة ، إلى جانب النمو السريع للجذور. هم المعيني على النقيض من أوراقcotyledaryary، .lanceolateهم حساسون جدا لهجوم الحشرات

- **أربعة أوراق حقيقية:**

يتكشف الزوج الثاني من الأوراق الحقيقية من 25 إلى 30 يومًا بعد الزراعة. أوراق اللفت تكون دائما خضراء. في هذه المرحلة، تظهر الشتلة مقاومة جيدة إلى حد ما للبرد والجفاف ، ولكن أوراقها العطرية هي الغذاء المفضل للمجترات.

- **ستة أوراق حقيقية:**

يحدث ظهور الزوج الثالث من الأوراق الحقيقية بعد 35 إلى 45 يومًا من البذر، بينما تبدأ أوراق الفلقة في الذبول. يحمي الغطاء الخضري بوضوح الأوراق القديمة، خاصة عندما يكون النبات تحت الضغط (الحراري ، ماء أو ملح) .

- **التفريع :**

هي المرحلة ثامنية أوراق ، 45 إلى 50 يوما بعد البذر ، يمكننا أن نلاحظ للأصناف التي تتفرع من وجود البراعم الإبطية إلى العقدة الثالثة. الأوراق الصفنية ، الصفراء ، تسقط وتترك ندبة على الجذع. الأزهار غير مرئية بعد ومغطاة ومحمية بواسطة الأوراق.

- **بداية تشكيل العقدة الزهرية:**

يبدأ ا ظهور النورة في قمة النبات بعد 55 إلى 60 يومًا ، محاطًا بتكتل من الأوراق الصغيرة التي لا تزال تغطيها جزئيًا. في نفس الوقت، يتحول لون أول زوج من الأوراق الحقيقية إلى اللون الأصفر ولم يعد نشطًا ضوئيا. يطول الجذع ويزيد قطره.

❖ **العنقود الزهري :**

أصبحت النور واضحًه الآن فوق الأوراق ، بالإضافةالىالكبيبات التي تشكله. تظهر براعم الزهور الفردية من 65إلى 70 يومًا بعد الزراعة.

❖ **بداية الإزهار:**

تفتح الأزهار الأولى من 75 إلى 80 يوماً بعد الزراعة. يبدأ النبات ليكون أكثر حساسية للبرد والجفاف.

❖ **الازهار:**

يحدث افتتاح 50 ٪ من الزهور من الإزهار حوالي 90 أو 100 يوم. هذه الملاحظة يجب أن تتم في منتصف النهار ، والزهور تغلق أثناء الليل. في هذه المرحلة يكون النبات أكثر حساسية للصقيع. الأوراق السفلى ،تذبلوتسقط.

❖ **مرحلة الحبوب اللبنية:**

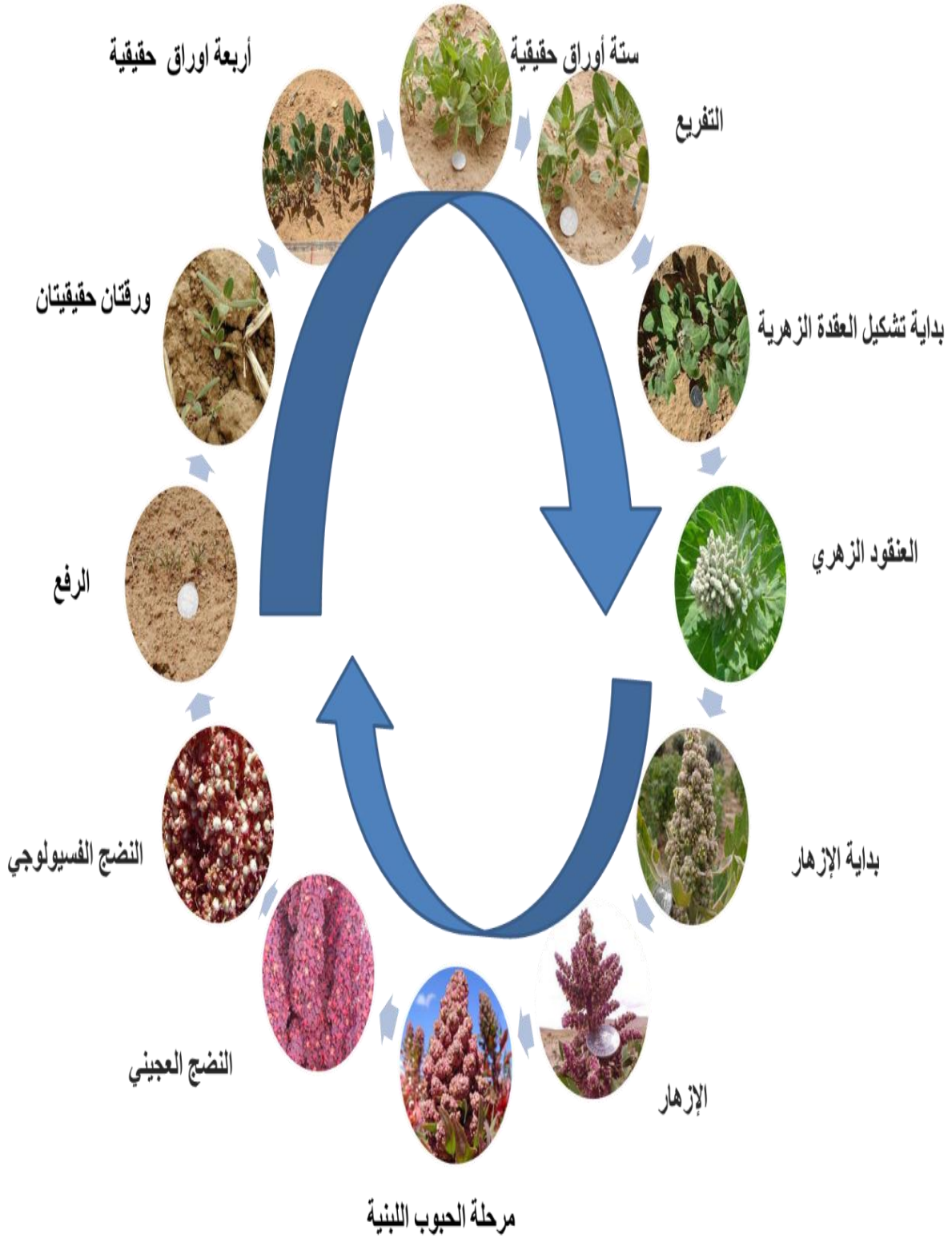
يطلق على الحبوب 100-130 يوما بعد البذر، كسائل أبيض يخرج عند ممارسة ضغوطا على البذور. يمكن أن يؤدي نقص المياه خلال هذه المرحلة إلى انخفاض كبير في المردود.

❖ **النضج العجيني :**

يكون محتوى الثمرة ذو طبيعة عجيني بحيث يكون أبيض دائماً، 130 إلى 160 يومًابعدالزراعة.

❖ **النضج الفسيولوجي: (الحبوب الصلبة)**

النضج ، أكثر مقاومة للضغط ، ينضج بعد 160 إلى 180 يوما ، مع محتوى الرطوبة أقل من 15 ٪. أثناء ملء الحبوب منذ الإزهار،فان معظم الأوراق قد يتم اصفرارها وتسقطت حتى يكتمل تساقط الأوراق عند النضج.



صورة7: توضح مراحل نمو نبات الكينوا(*Chenopodium quinoa* Willd)

(Idr in Lebonvallet ;2008).

الفصل الثاني

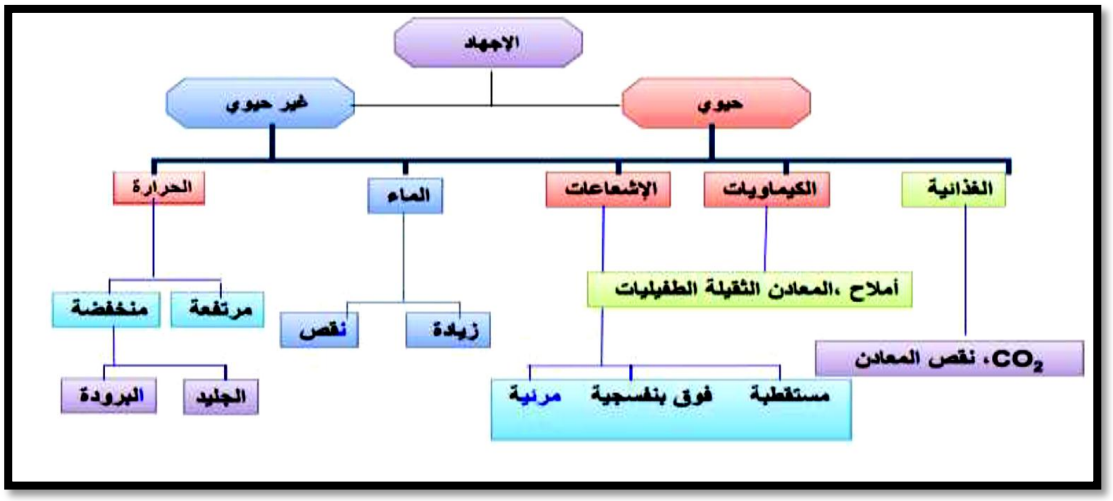
الاجهاد الملحي

II-1- تعريف الإجهاد البيئي :

عرفLeveitt (1980) الإجهاد بأنه العامل البيئي القادر على أحداث شد يسبب أضرار للكائن الحي، أما(Turnes et karmer.,1980) فقد عرفا الإجهاد على أنه كل عائق خارجي يخفض الإنتاجية إلى حدود أدنى مما يفترض أن تحققه القدرات الوراثية للنبات كما عرف (Ernst *et al*., 2002) على أن الإجهاد هو نتيجة ردود أفعال النبات الناجمة عن تذبذب درجات توفر العوامل الغير حيوية في الوسط كما يمكن قياس شدته على ميزان الكثافة حسب النقص والإفراط.

II-2- أنواع الإجهاد البيئي:

كما يتم تصنيف مجمل الإجهاد الذي يتعرض لها النبات إلى إجهاد حيوي وإجهاد غير حيوي ويمكن لهذه العوامل منفردة أو مجتمعة أو متداخلة فيما بينها أن تنتج تنوعا في الإجهاد مما ينجم عنه التنوع في أنماط التأقلم على مستويات جزيئية، خلوية وعضوية ويمكن توضيح هذا التصنيف(Ernst *et al*., 2002).



صورة 8:توضح تصنيف أنماط الإجهادات البيئية اللاحيوية(Ernst *et al*., 2002).

II- 3- مفهوم الاجهاد الملحي :

يمكن تعريف الاجهاد الملحي على انه مجموعة من الظروف الناتجة عن تراكم الأملاح الذائبة بالماء أو التربة الزراعية بتراكيز عالية و غير ملائمة لنمو النبات ،تنشأ هذه الظروف في المناطق الجافة او شبه جافة وفي المناطق الرطبة المجاورة للبحار (عودة ,2008)، وتأثر الملوحة بشكل كبير على مختلف مراحل النمو وتطور النباتات ، وبشكل عام على كل الوظائف الفسيولوجية، فتأثيرها متعلق بنوع التربة وخصائصها الفيزيائية و الكيميائية ونوع الأملاح والنباتات وحركة الايونات (الكردي ،1977) .

II-4-تأثير الاجهاد الملحي على انبات ولنمو النبات :

II-4 -1- تأثير الاجهاد الملحي على عملية الانبات:

تعتبر مرحلة الانبات من أشد اطوار نمو النبات حساسية للملوحة، و كما أوضحHajlaoui وآخرون(2007) أن الملوحة تؤدي الى الانخفاض الانبات وذلك راجع الى زيادة في الضغط الأسموزي

لمحلول التربة مما يؤدي الى ابطاء التشرب و الحد من امتصاص الماء اللازم لتحرك مختلف عمليات الأيض ،كما اوضحت الدراسة التي قام بها Mansour (1996) أن اجهاد الملوحة أدى الى نقص معدل الانبات و استطالة كل من الجذير و السويقة ، أشار أيضا Mahmoud و آخرون(2003) أنالكثير من البذور لا تنتش في الأراضي عالية الملوحة وذلك راجع لعجز البذور على امتصاص الكمية اللازمة من الماء لإنتاشها ، و ايضا بسبب تسمم الجنين التراكيز المرتفع لبعض الأيونات كالكلور.

II-4 -2- تأثير الاجهاد الملحي على مرحلة النمو :

تؤثر الملوحة على نمو النبات و دلك بإحداث تغيرات مورفولوجية في النبات تتمثل في اختزال المجموع الخضري ، ويظهر ذلك من خلال الانخفاض في طول الساق و الاختزال في عدد الاوراق وكذا التقليل من الفروع الجانبية وقطر الأعضاء النباتية (Bell ,1999; Meloni e*t al.*, 2001) ، و في دراسة قام بها Gasmi (1998) وجد أن زيادة الملوحة تؤثر سلبا على نمو النبات و اتضح دلك من خلال انخفاض الوزن الرطب و الجاف للمجموع الخضري و الجذري للنبات و ذلك خلال مراحل النمو .

II-5- تأثير الاجهاد الملحي على استجابة النبات الفسيولوجية و البيوكيميائية:

II-5-1- تأثير الاجهاد الملحي على توازن العلاقات المائية:

خلال المراحل الأولى من الاجهاد الملحي تنخفض قدرة النظام الجذري على امتصاص الماء و الأملاح المعدنية و يتسارع فقدان الماء من الأوراق بسبب الاجهاد الأسموزي وهذا بسبب ارتفاع تراكم الأملاح في التربة و النبات. يؤدي الاجهاد الأسموزي الى تغيرات فسيولوجية مختلفة كتخريب الأغشية و اختلال توازن المغذيات ، ومع ذلك يمكن لبعض النباتات استعادة التوازن المائي من خلال تراكم المواد الذائبة (Gupta et Huang. 2014Agrawal *et al.*,; 2014).

II-5 -2- تأثير الاجهاد الملحي على التمثيل الضوئي:

تؤدي الملوحة الى تأثيرات تثبيطية متعددة على عملية التركيب الضوئي و التي تشمل التغير في الصبغيات الضوئية (الكلوروفيلات والكاروتينويدات) ،كفاءة الأنظمة الضوئية ،الفسفرة الضوئية ،كما يؤدي الاجهاد الملحي الى انخفاض انفتاح الثغور و بالتالي التأثير على امتصاص CO2 و معدل التنفس (Torabi،2014Agrawal*et al.*, 2015).

II 5--3- تأثير الاجهاد الملحي على المحتوى من مضادات الأكسدة:

من المعروف أن الملوحة تحفز الاجهاد التأكسدي في النباتات على المستوى البنيوي و الجزيئي للخلية ،حيث أن الاجهاد الملحي يعمل على زيادة انتاج الجذور الحرة ROS و التي تضر بالعديد من مكونات الخلية بما في ذلك الدهون الغشائية (Azooz،2016;Acosta-Motos*et al.*, 2017)، وقد يرجع سبب تراكم بسرعةROSبواسطة آليات مضادة للأكسدة المتمثلة في المركبات الأيضية ، الأنزيمية و غير الأنزيمية ، ومع ذلك يمكن لهذه الآليات ان تضعف بسبب مدة وشدة الاجهاد

.(SudhiretMurthy,2004;Shanker,2011;Gupta et Huang, 2014)

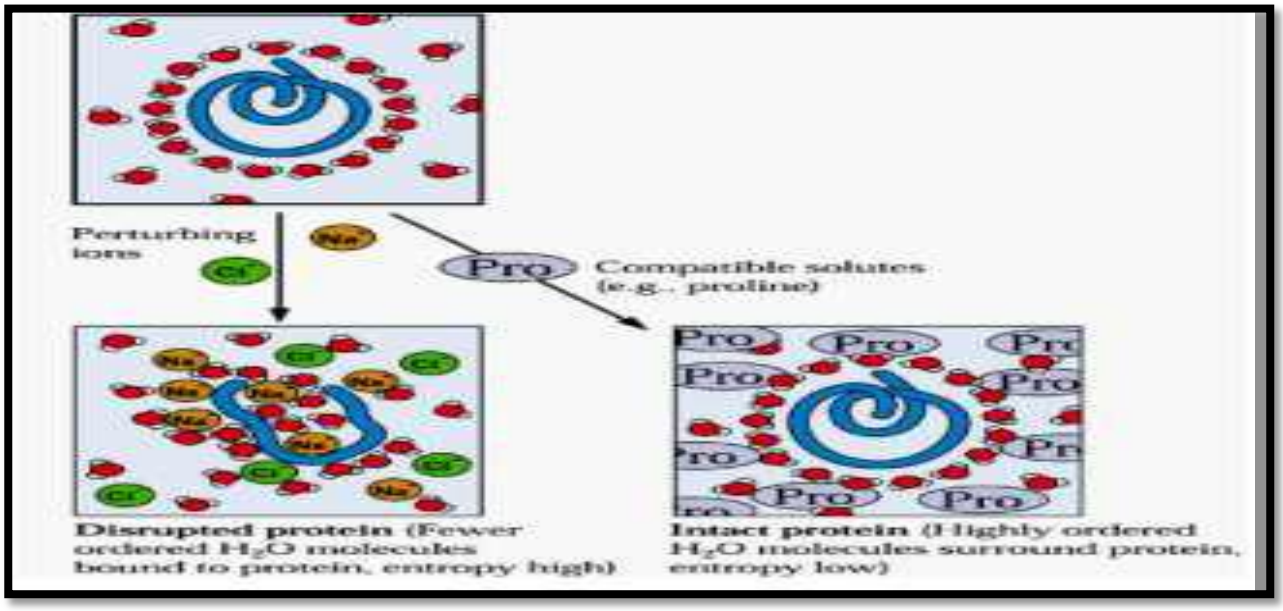
II -6-آلياتمقاومة النبات للإجهادالملحي :

II -6-1– التعديل الاسموزي (Ajustement osmotique):

تمثل عملية التعديل الاسموزي أحد الاستجابات الدفاعية للنبات في ظروف الاجهادات غير الحيوية مثل الاجهاد الملحي . حيث تلعب المنظمات الاسموزية (Osmoregulateurs) دورا مهما في التعديل الاسموزي داخل خلايا النبات ، وذلك بفضل تراكم هذه المنظمات (أحماض امينية حرة مثل البرولين و الجليسين بيتايين ، السكريات الذائبة مثل الفركتوز والغلوكوز).يختلف هذا التراكم من نبات الى اخر حسب مرحلة النمو و النوع النباتي وكذا درجة الملوحة حيث تعمل على المحافظة على ضغط الامتلاء ، خفض الضغط الاسموزي وتسمح بحماية العديد من الوظائف الفسيولوجية النباتية كالتركيب الضوئي والنمو

(El midaoui et al , 2007;Munns,2002).

يعتبر البرولين من أهم المنظمات الاسموزية خلال الاجهاد الملحي وهو عبارة عن حمض أميني يتراكم في النباتات عند تعرضها للاجهاد وهو يلعب دور واقي أسموزي فعال . ان زيادة البرولين في العصير الخلوي يودي الى استبعاد ايونات الصوديوم والكلور في الخلية المعرضة للاجهاد الملحي، وبالتالي التقليل من التأثير السمي لهذه الايونات كما في نبات التبغ واللفت المعرضين لشد ملحي كما يقوم بحماية الخلية ومحتوياتها أسموزيا ويعتبر عامل وقاية للأنزيمات والعضيات الخلوية (كاظم و أخرون ، 2008) ، ويعمل على ثباتية الاغشية الخلوية بواسطة ارتباطه مع الفسفوليبيد ، كما يعتبر كجذر هيدروكسيل كاسح لبعض الجدور الحرة(الصورة10) (شهيد وأخرون , 2012).



صورة 9:دور البرولين في حماية البروتين في وجود **NaCl** (Bouchoukh, 2010).

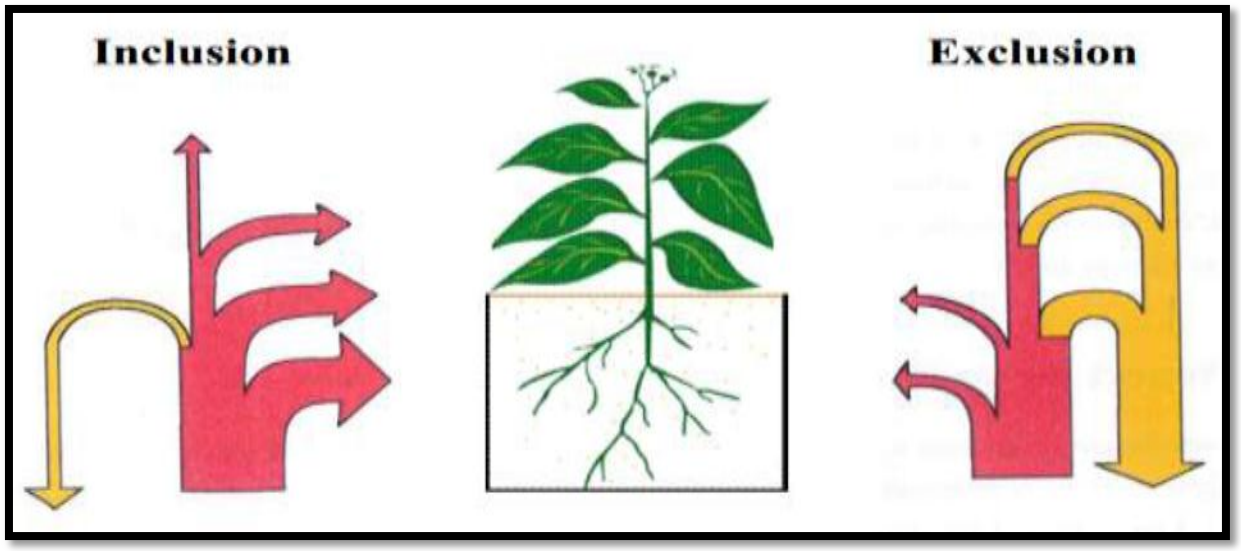
من المعروف أن النباتات المتحملة للملوحة هي التي يمكنها الصمود عند تراكيز الملوحة العالية حيث يمكن للنبات ان يقوم بالتقليل من صعود الاملاح او يقوم بالتقليل من تركيز الاملاح في سيتوبلازم خلاياه ، فمثلا تقوم النباتات المتحملة للملوحة (Halophytes) باستبعاد الايونات للمحافظة على محتوى منخفض للأيونات او بتوزيعها واحتجازها داخل فجواتها وهذا مايمنحها نمو لفترة اطول في الاوساط ذات الملوحة المرتفعة (Jouyban,2012;Munns, 2002).

أشار كل من Maughan و فريقه (2009) ، كما أن الكينوا تبدي قدرة كبيرة على تحمل الملوحة ، حيث تستخدم عدة آليات لتحقيق هذه المقاومة. وفقا لـ Jacobsen و آخرون (2000b)، أن هذا النبات يزيد طلبه للبوتاسيوم في حالة الإجهاد الملحي و ذلك من أجل التعديل الأسموزي. و أيضا Shabala و فريقه (2013)،أكدوا أن أصناف نباتات الكينوا المزروعة في المحلول المالحي (400Mm من Na Cl) تملك ضعفين من محتوى البوتاسيوم في النسخ الورقي مما هو عليه في الظروف غير المالحة . ونفس الباحثين أكدوا أيضا أنه عند الكينوا، يمكن تعويض الإنخفاض الشحني بمراكمت الأيونات K^+ أو Na^+ في النسخ الخام مرفوقا بالتحكم الخشبي ل Na^+ وأن إستبعاد الجذر للأيونات السامة له دور محدود في تحمل الملوحة .

II-6-2- آلية استبعاد وتوزيع الأيونات (Exclusion et inclusion des ions):

يمكن اعتبار عملية توزيع الشوارد بين الأعضاء (الجذور، الأجزاء الهوائية، الأنسجة) و أيضا بين الأجزاء الخلوية (الفجوة، السيتوبلازم) هي إحدى آليات مقاومة النبات للملوحة (عولمي، 2010), حيث تقوم بعض النباتات خاصة المتحملة لظروف الإجهاد الملحي باستبعاد ايونات الصوديوم من الجذور إلى الأجزاء الهوائية فتتراكم الأملاح في خلايا الأوراق وذلك بنفاذها وصعودها مع تيار النتح، حيث يكون تركيز الأملاح في خلايا الأوراق المسنة أعلى منه في خلايا الأوراق الفتية (العودة، 2007؛ Munns,2002). و تتم هذه العملية بفضل زيادة مساحات أسطح الجذور التي تمتص الماء (باقر، 2012), حيث يقوم النبات باقتناص الأملاح المتنقلة نحو الأوراق عبر الحركة التصاعدية للنسغ واستبعاد وترحيل ايونات الصوديوم داخل الفجوات لتفادي سميتها.

(Jouyban, 2012; Berthomieu*et al*., 2003)، وذلك بفضل وجود مضخات النقل المزدوج صوديوم – بروتون(N^+/H^+) حيث يزيد النبات من نشاط هذه المضخات وبذلك يتم عزل الأملاح عن باقي مكونات الخلية و يزيد من كفاءة عملية تخزين الأملاح في الأجزاء الهوائية للنبات إذ تضمن هذه الآلية حماية الأنظمة الأنزيمية و سيتوبلازم الخلاياالصورة(11)(Berthomieu*et al*.,2003).



صورة 10:آلية توزيع و طرد الايونات عند النبات(Jabnoune.,2008).

II -6-3-اختيار الأيونات (Sélection des ions):

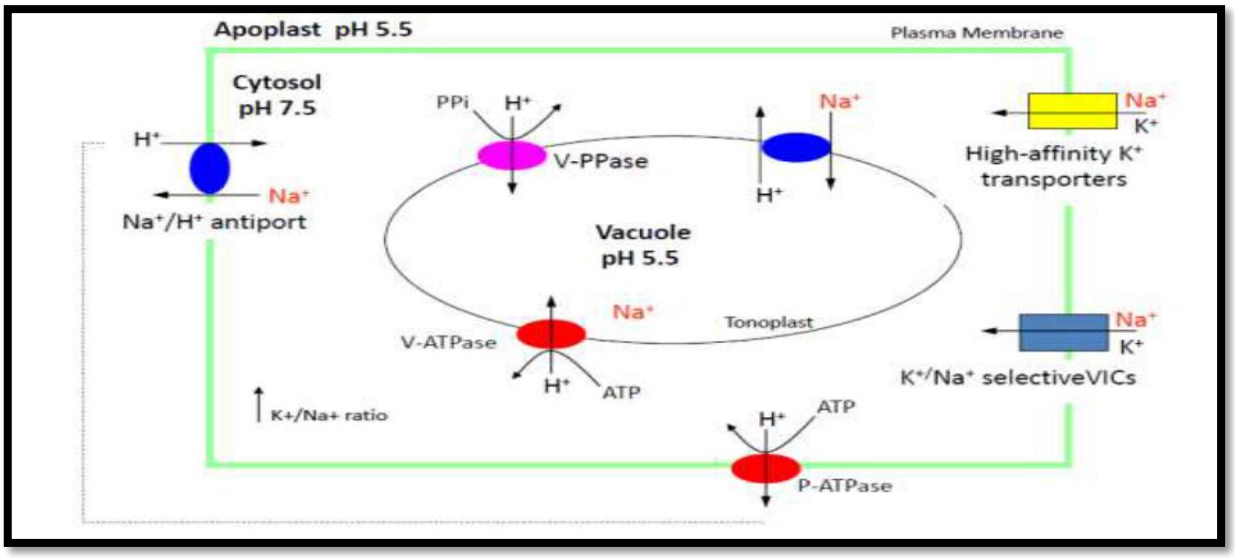
يمكن للنبات التقليل من صعود الأيونات و ذلك بالامتصاص الانتقائي للأيونات عبر خلايا الجذر حيث أن الخلايا المسؤولة على مراقبة عملية اختيار الأيونات من محلول التربة تبقى غير واضحة حيث يمكن حدوث الانتقاء بالامتصاص الأولي للأيونات عبر خلايا البشرة أو خلايا البشرة الداخلية

(Berthomieu*et al*., 2003). إن استبعاد الأيونات في هذه الحالة يقوم على تفضيل دخول أيونات K^+ على أيونات Na^+ حيث تخضع هذه العملية إلى عوامل وراثية, إذ تظهر هذه الأنواع حاجز فيزيولوجي لدخول و تراكم العناصر السامة في الأعضاء الهوائية (الكردي و ديب، 1999) فتكون إزالة الأملاح من نسيج الخشب على مستوى الجزء العلوي للجذر أو أغماد الأوراق أو السيقان عند العديد من الأنواع النباتية و ذلك بالاحتفاظ بأيونات Na^+ في هذه الأجزاء و بذلك لا يسمح لها بالصعود نحو الأجزاء الهوائية للنبات (Munns., 2002).

حسبJacobsen و آخرون(2000)، أن الكينوا لديها القدرة على مراكمة الأيونات السامة في أنسجتها من أجل تعديل التوتر المائي الورقي، وفقا لـ Shabala و فريقه (2013)، فإن التركيز العالية من Na^+ في الفجوات يمكن موازنته بكميات مرتفعة أيضا من ذوائب العضوية أو غير العضوية في بلازما الخلية (Cytosole).

من جهة أخرىفإن التغيرات في كثافة الثغور تساهم في تحسين كفاءة وفاعلية الماء على مستوى نبات الكينوا في الظروف الملحية. أشار كل من Maughan و فريقه (2009)بأن الجين SOS1 (OverlySensitiveSalt) يشفر لبروتين النقل المتضادNa^+/K^+في الغشاء البلازمي يلعب دورا مهما في إنبات و نمو نبات الكينوا.

إن نظام اختيار الأيونات مرتبط بقدرة استبعاد النبات للأيونات و كذلك بقدرة النبات على التمييز بين أيونات Na^+/K^+ لذلك فإن وجود مستويات عالية من أيونات K^+ في الأنسجة الفتية للنباتات المجهدة ملحيا دليل على مقاومة النبات للأملاح في العديد من الأنواع (Bouchoukh, 2010 عن El hendawy, 2004).



صورة 11:توزيع و إختبار الأيونات عند النبات(Mansour *et al*., 2003 عن Jabnoune, 2008).

الجزء التطبيقي

الفصل الاول

مواد وطرق الدراسة

1.I-مواد و طرق الدراسة

I-1-1-المادة النباتية :

إعتمدت دراستنا هذه على بذور أصناف من نبات الكينوا(Chenopodium Quinoa Willd)، التي تنتمي إلى العائلة الرمرامية ، كما هده الأصناف مصنفة عالميا حسب الترميز المشار إليه، و هم (Q101 , Q102 , Q103 , Q104 , Q105) ، التالية :

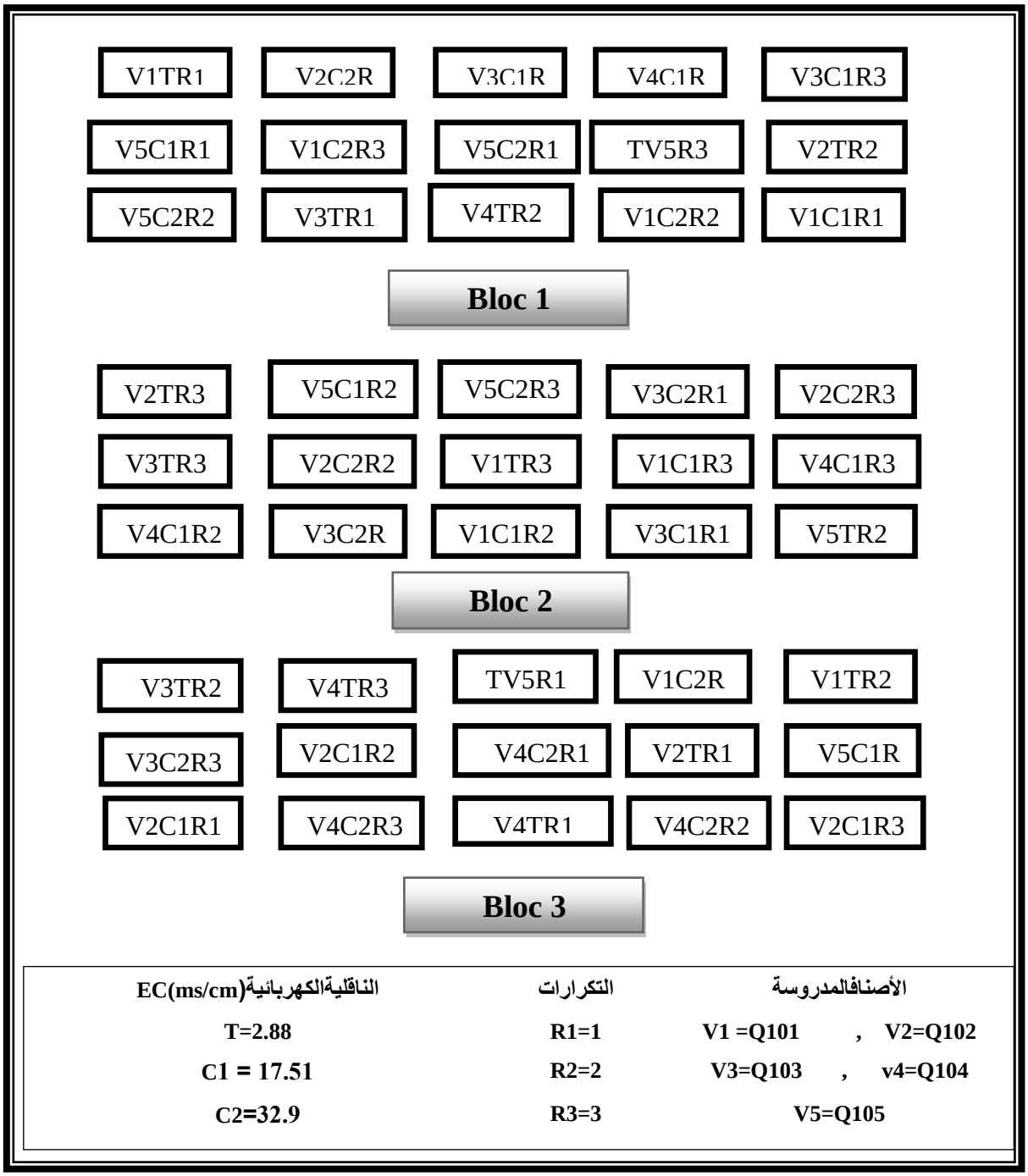
Q101:Amanillamanangare Q102:Amanillasacaca Q103:Blanca de junin Q104:kancolla Q105:Salcedo

إن الأصل الجغرافي لهذه الأصناف هو جبال الأنديز في أمريكا الجنوبية. تحصلنا على البذور هذه الأصناف من المعهد التقني للتنمية الزراعية الصحراوية بالاغفيان جامعة –الوادي-.

وذلك في إطار إتفاقية التعاون المبرمة ما بين كلية علوم الطبيعة والحياة بجامعة الشهيد حم لخضر – الوادي و المعهد التقني للتنمية الزراعية الصحراوية بالاغفيان جامعة –الوادي-.

I-1–2-مخطط التجربة:

إستعمل في التجربة 45 أصيص من البلاستيك طول أبعاده 10 سم (مكعبة الشكل) موزعة على خمسة أصناف بثلاث معاملات بمعدل 3 تكرارات(45 وحدة تجريبية) ، كما تم إعتماد نمط التوزيع العشوائي المستقل للعينات في موقع التجربة.



الأصنافالمدروسة	التكرارات	الناقليةالكهربائية(EC(ms/cm
V1 =Q101 , V2=Q102	R1=1	T=2.88
V3=Q103 , v4=Q104	R2=2	C1 = 17.51
V5=Q105	R3=3	C2=32.9

مخطط 01: المخطط التوضيحي لتصميم تجربة.

- **تحضير البذور :**

تم إختيار البذور بإستبعاد التالفة و المشوهة حيث أخذنا عينات من كل صنف، بعدها تم نقعها في ماء الجافيل المخفف بنسبة 10 %لمدة 24 ساعة ثم تم غسلها مرة أخرى بالماء المقطر و وضعها فوق صفائح ورقية نظيفة.

- **تحضير التربة الزراعية:**

تم خلط تربة رملية نقية، بمادة عضوية مع سماد عضوي (compost Bio 76) كميات متساوية (1/1/1) حيث جهز لكل صنف 12 اصيص ، وضعت التربة الزراعية المحضرة في 45 أصيص بنفس الكمية ثم تم ريها بماء الحنفية حتى التشبع .

I- 1 - 3- تحضير المحاليل الملحية و تطبيق الإجهاد:

استعمل ماء الحنفية كماء مرجعي ،حيث أضيفت له كميات متفاوت من ملح الطعام (NaCl 99%) لتحضير المحاليل الملحية كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول 2: الناقلية الكهربائية (EC) وكمية الأملاح الذائبة g/l الحاليل الملحية المحضرة.

التراكيز	كمية الNaClالمضافة ب(99%)	الناقلية الكهربائية للمحلول الناتج EC(ms/cm)	كمية الأملاح الذائبةg/l
التركيز الشاهد(T) (ماء الحنفية)	بدون إضافة	2.88	1.84
المحلول الملحي C1	10	17.51	11.21
المحلول الملحيC2	20	32.9	21.06

- **الأدوات و المحاليل والأجهزة المستعملة :**

الادوات	المحاليل والكواشف	الاجهزة المستخدمة
أنابيب إختبار مقص ملقط علب بلاستيك اصص ورق المنيوم	ميثانول نقي(% 99) كربونات الكالسيوم CaCo3 ماء مقطر ملح الطعام NaCl (99%)	جهاز المطيافية الضوئية Spectrophotometer الحاضنة الحرارية Etuve من نوع memment سحاحة مجهرية Micropipette ميزان حساس جهاز الطرد المركزي ثلاجة جهاز Conductimétre

- **عملية الزراعة :**

تمت عملية الزراعة في يوم 2017/11/27 ، طمر 8 حبات من بذور الكينوا بعمق 1cm في كل اصيص تفاديا لانجرافها بالماء ، ثم القيام برش سطح التربة بماء الحنفية عند الانتهاء من عملية غمس البذور.

تم توزيع الأصص لكل الاصناف ، المعاملات والتكرارات عشوائيا في مكان التجربة داخل بيت بلاستيكي متحكم فيه يدويا ، كما كانت الشروط التجريبية موحدة للأصناف المدروسة من حيث شروط الزراعة (التربة) ونظام السقي مع التحكم في عامل الإجهاد.

- **تطبيق الاجهاد الملحي :**

بعد 8 أسابيع من الزراعة والموافق لتاريخ 2018/01/29 ، خضعت نباتات الكينوا للأصناف الخمسة المدروسة لثلاثة مستويات مختلفة من الملوحة.

استعمل في هذه الدراسة ملح كلوريد الصوديوم لأنه أكثر الأملاح تواجدا في مياه الري وفي الاراضي التي تعاني من مشكلة الملوحة .

تم إختيار مستويات الملوحة المطبقة تشمل عتبة تحمل نباتات الكينوا للملوحة(Maughan*et al*,. 2009)

.(Koyro et al,. 2008)

I- 2 - المعايير المدروسة :

وذلك في 2018/02/18 صباحا بحيث كان نبات الكينوا في مرحلة فروع حسب موجيكا و كاناهوا Mujica et Canahua (1989) أثناء مرحلة التفريع لنبات، وبعد 20 يوم من تطبيق الإجهاد أخذت عينات الأوراق من النباتات من نفس المستوى (كان التركيز على الاوراق العلوية)،بعدها تم اقتلاع بعض النباتات بجذورها كاملة لتتم دراسة جملة من المعايير.

I-2 -1 –المعايير الفسيولوجية :

I-2-1-معايير الكمي للنسيج الورقي:

I-2-1-1-المساحة النوعية للورقة(SLA) :

تم حساب الوزن النوعي للورقة بإعتماد القياسات المقدرة في معيار RWC و ذلك وفق المعادلة التالية (Songsri*et al*., 2009):

$$\mathbf{SLA(cm^2/mg)} = LA/DW$$

حيث أن: LA المساحة الورقية

I- 2 -1- 2– الوزن النوعي للورقة(SLW) :

وفقتالـ Bisun(1999) تم حساب الوزن النوعي للورقة و ذلك بالاعتماد على القياسات المقدرة في معيار RWC وفقا للمعادلة التالية :

$$\mathbf{SLW(mg/cm^2)} = DW/LA$$

حيث أن: LA المساحة الورقية

I- 2 -1- 3 - كثافة النسيج الورقي (D) :

حسب (Bacelar*et al*., 2006) تم حساب كثافة النسيج الورقي و ذلك باعتماد القياسات المقدرة في معيار RWC وفقا للمعادلة التالية :

$$\boldsymbol{D}\mathbf{(mg/mg)} = (DW/FW) \times 1000$$

- تقدير الوزن الجاف والوزن الطري لنبات الكينوا :

تم اقتلاع عينات النباتات المزروعة وذلك في 2018/02/18 صباحا، حيث تم اختيار عشوائي لثلاث عينات للنباتات من كل تركيز ملحي لكل صنف ثم جزأت النبته الى جزئين : - الجزء الخضري والجزء الجذري ، حيث غسلة الجذور من الأتربة العالقة بسرعة ، تم معاملتها بلطف بأوراق التجفيف لامتصاص الماء الناتج عن عملية الغسل ، تم وزن العينات (الوزن الطري FW) بواسطة ميزان حساس بعدها تم وضع العينات في الحاضنة الحرارية في درجة حرارة c° 80 مدة 48 ساعة ، ثم وزنت بنفس الميزان لأخذ قيمة وزنها الجاف DW .

I-2 -2- المعايير التوازن المائي للأوراق :

I - 2 -2-1-نسبة الإمتلاء الخلوي للأوراق(RWC) :

قمنا بإختيار 3 عينات لأوراق نبات الكينوا من كل معاملة لكل صنف،حيث تم قياس الوزن الطري FW للعينات بواسطة ميزان حساس ، ثم وضعت العينات مباشرة في أنابيب زجاجية مملوءة بالماء المقطر لمدة 5 ساعات داخل المخبر و بعيدة عن الضوء المباشر، عوملة العينات بالورق النشاف و تم وزنها بنفس الجهاز للحصول على وزن الإمتلاءTW ، و تم تقدير الوزن الجاف DW لها بعد تجفيفها في الحاضنة

الكهربائية لمدة 48 ساعة في درجة حرارة °80C (SAIRAM et al., 2002).تم تقدير ال RWC وفقا للمعادلة التالية(Turner, 1986):

$$RWC(\%) = (FW-DW)/(TW-DW)\times100$$

حيث أن : FW الوزن الطري ، DW الوزن الجاف ، TW وزن الإمتلاء.

I-2-2-2-درجة إمتلاء الورقة(S) :

بالإعتماد على القياسات المقدرة سابقا ، تم حساب درجة إمتلاء الورقة وفقا للمعادلة التالية حسب (Bacelar et al 2006) :

$$S(mg/cm^2)= (FW-DW)/LA$$

حيث أن: LA المساحة الورقية

I- 2 -3- معايير التمثيل الضوئي :

- **تقدير محتوى الأوراق من الكلوروفيلات و الكاروتينويدات :**

لتحديد محتوى أوراق نبات الكينوا من الكلوروفيلات و الكاروتينويدات ؛ تم إختيار 3 أوراق من كل تكرار لكل معاملة من كل صنف ، و بواسطة ميزان حساس من النسيج الوسطي لكل ورقة ، تمت عملية الإستخلاص

حسب SHABALA و آخرون (2005) مع تعديل طفيف ، و هذا بغمر العينات في 3ml من الميثانول مع إضفة كمية صغيرة من بيكربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) ، ثم حفضت العينات في الظلام تحت درجة حرارة °4C و بعد مرور 48 ساعة ؛ تم قياس شدة الإمتصاصية الضوئية للعينات بجهاز المطيافية الضوئية عند ثلاث أطوال موجية مختلفة 470nm ، 652,4nm ، 665,2 nm .

تم تقدير محتوى كل من الكلوروفيلات و الكاروتينويدات وفق المعادلة التالية

(Lichtenthaler et Buschmann, 2001) :

Chl a = 16.72 A665.2 -9.16 A652.4

Chl b = 30.09 A652.4 -15.28A665.2

Chl (Chla**a+b)** = +Chl b

Car (x+c) = (1000 A470 – 1.63 Chl a - 104.96 Chl b)/221

قدرة محتوى الأوراق من الصبغات بالميكرو غرام في وحدة غرام مادة طرية (µg/g MF).

I- 2 -4- الدراسة الاحصائية :

تم إعتماد طريقة تحليل التباين (ANOVA)مع اعتبار مستوى المعنوية:عند القيمة α=95%

($P<0.05$) ، بخصوص المعايير المدروسة وذلك لتحديد نمط التباين بين العينات تم استخدام البرنامج الاحصائي MiniTab 16 ،كما تم اعتماد برنامج Excel 2010لرسم مخططات الاعمدة البيانية.

الفصل الثاني

النتائج والمناقشة

II.1- النتائج:

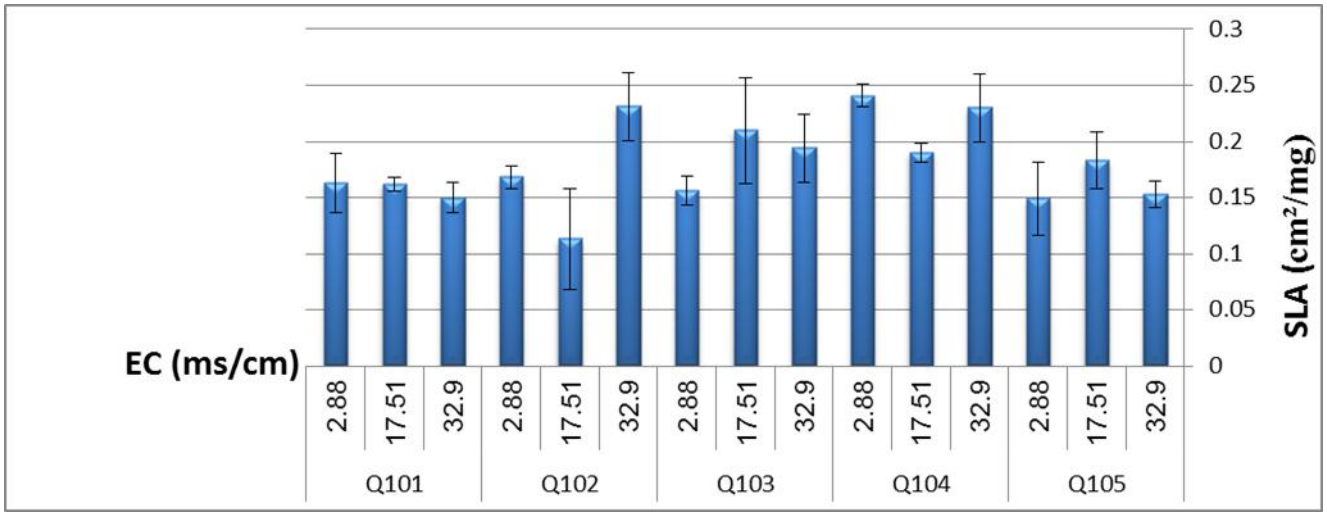
II.1.1-المعايير الفسيولوجية نمو النباتات:

II.1.1-معايير الكمي للنسيج الورقي:

II.1.1.1-المساحة النوعية للورقة (SLA):

يوضح الشكل (01) أن متوسط (SLA) ينخفض بزيادة الإجهاد الملحي عند الصنف Q101 ، أما بالنسبة للصنف Q102 تبين زيادته بزيادة حدة الملوحة . نلاحظ انخفاض في متوسط SLA عند الصنف Q104 التركيز EC1 و زيادته عند المعاملة ب EC2 مقارنة بالشاهد ، أما عند الصنفين Q103 ,Q105 تبين زيادة في متوسط SAL عند التركيزEC1 و انخفاضه في التركيز EC2 نسبة للتركيزEC1 مقارنة بالشاهد. وحسب ما توضح نتائج تحليل التباين ANOVA ،هناك اختلاف معنوي لعامل الصنف و اختلاف غير معنوي لعامل الملوحة ، و تداخل الصنف متأثرا بالملوحة.

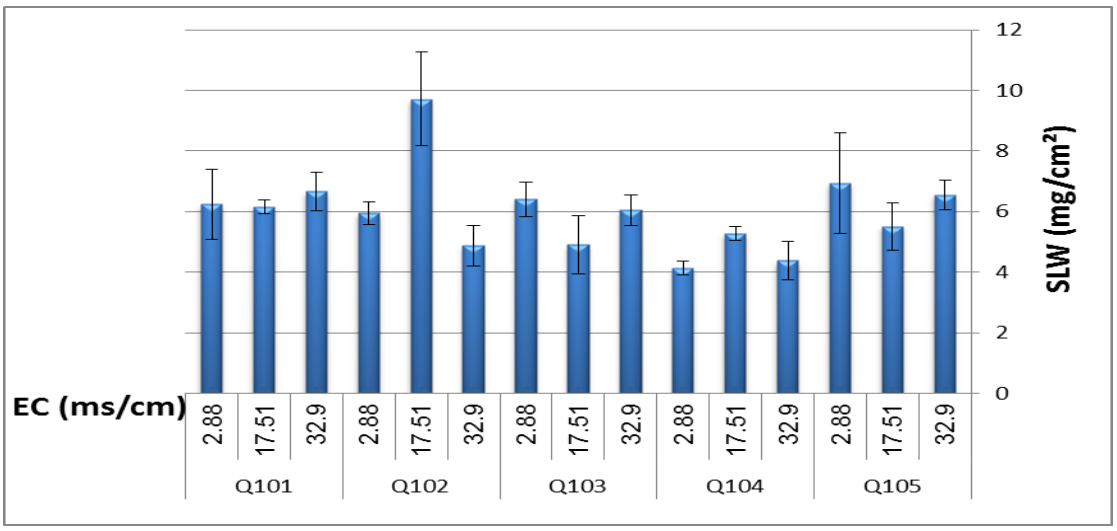
(الملحق (01)،الجدول (01) ،).



الشكل (01):المساحة النوعية للورقة SLA لأصناف الكينوا المدروسة بدلالة مستويات ملوحة ماء الري.

II-1-1-2-الوزن النوعي للورقة (SLW):

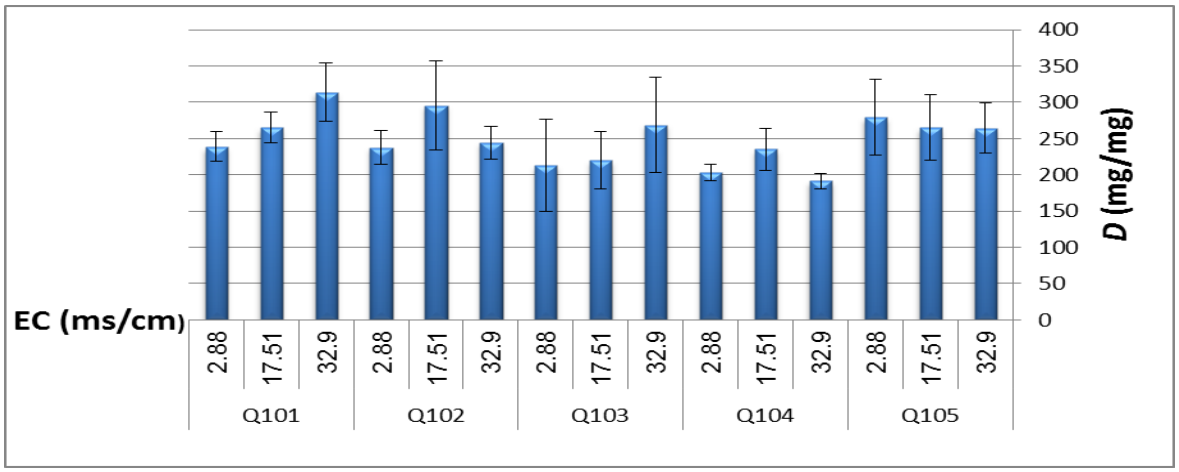
الشكل (02) يوضح بأن متوسط SLW يتزايد بزيادة حدة الملوحة لدى الصنف Q101، أما بالنسبة للصنفين Q104,Q102 فنلاحظ زيادة متوسط SLW عند المعاملة EC1 مقارنة بالشاهد للمستوى الملحي EC1 . و تبين أن متوسط SLW انخفض خاصة لدى الصنفين Q103,Q105 عند المستوى الملحي EC1 مقارنة بالشاهد. حسب نتائج تحليل التباين ANOVA تبين وجود اختلاف معنوي لعامل الصنف ، و تداخل الصنف متأثرا الملوحة الملحق(01)،الجدول (02)).



الشكل (02):الوزن النوعي للورقةSLW لأصناف الكينوا المدروسة بدلالة مستويات ملوحة ماء الري.

II-1-1-3-كثافة النسيج الورقي (*D*) :

من خلال الشكل (03) تبين زيادة متوسط (*D*) بزيادة الإجهاد الملحي لدى الصنفين Q103,Q101 . أما بالنسبة للصنف Q105 فنلاحظ تراجع عند درجة الملوحة العالية ، وعند الصنفين Q102, Q104 تبين زيادة في متوسط D عند التركيز EC1 و انخفاضه عند التركيز الملحي EC2 مقارنة بالشاهد. و من خلال نتائج تحليل التباين ANOVA تبين وجود اختلاف عالي المعنوية لعامل الصنف ، و اختلاف غير معنوي لعامل الملوحة ،والتداخل الصنف مع عامل الملوحة . الملحق (01)، الجدول (03).

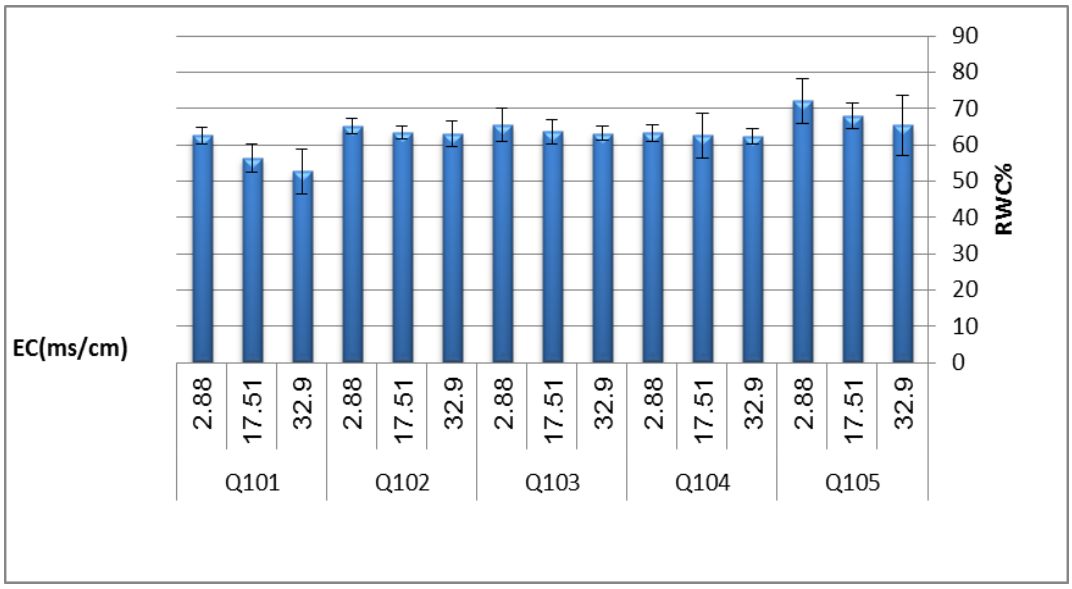


الشكل(03):كثافة النسيج الورقي*D*لأصناف الكينوا المدروسة بدلالة مستويات ملوحة ماء الري.

II.1.2-معايير التوازن المائي للأوراق:

II. 1-2-1-المحتوى المائي النسبيRWC:

نلاحظ من خلال الشكل (04) تراجع متوسط RWC بزيادة حدة الإجهاد مقارنة بالشاهد عند كافة أصناف الكينواالمدروسة،ومن خلال نتائج تحليل التباينANOVA تبين وجود إختلاف جد عالي المعنوية لعامل الصنف، وإختلاف معنوي لتأثير الملوحة، إختلاف غير معنوي لتأثير التداخل بين عاملي االملوحة والصنف(الملحق(01)،الجدول (04)).

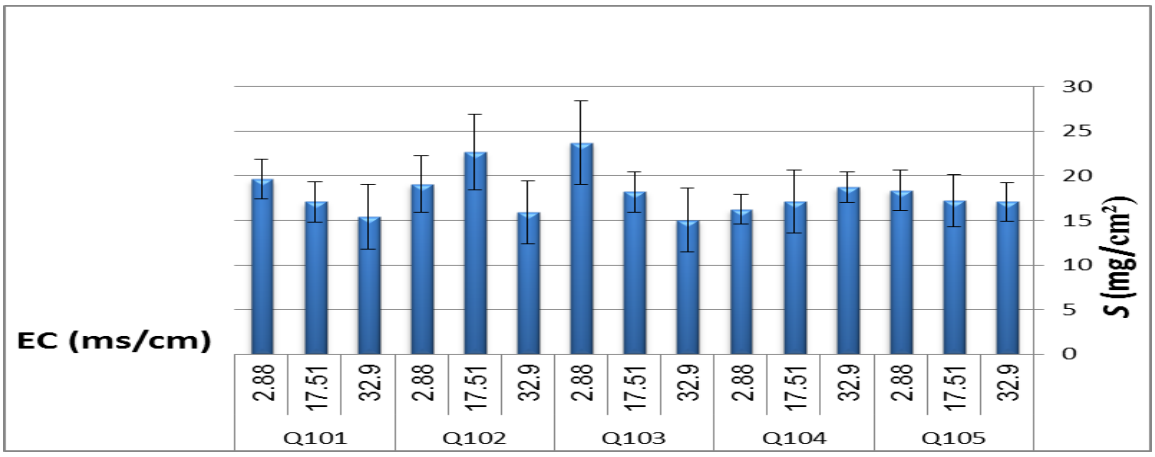


الشكل (04):المحتوى المائي النسبيRWCلأصناف الكينوا المدروسة بدلالة مستويات ملوحة ماء الري.

II-1-2-2- درجة امتلاء الورقة(*S*) :

يوضح الشكل (05) أن المتوسط (S)ينخفض بزيادة الإجهاد الملحي عند الصنفين Q101, Q103.أما بالنسبة للصنف Q104 فإن متوسط (S) يرتفع بزيادة الملوحة ، والصنف Q102 نلاحظ أن متوسط Sيرتفع

عند التركيز EC1 نسبة للشاهد و ينخفض عند تركيز EC2 مقارنة بالتركيز EC1.كما يتبين أن المتوسط (S)ينخفض في التركيز EC1 ويرتفع عند المستوى EC2 من الإجهاد مقارنة بالشاهد لدى الصنف Q105، ومن خلال نتائج تحليل التباين ANOVA تبين عدم وجود اختلاف معنوي لمصادر التباين المدروسة (الملحق(01)،الجدول (05)) .



الشكل (05):درجة إمتلاء(S) الورقة لأصناف الكينوا المدروسة بدلالة مستويات ملوحة ماء الري.

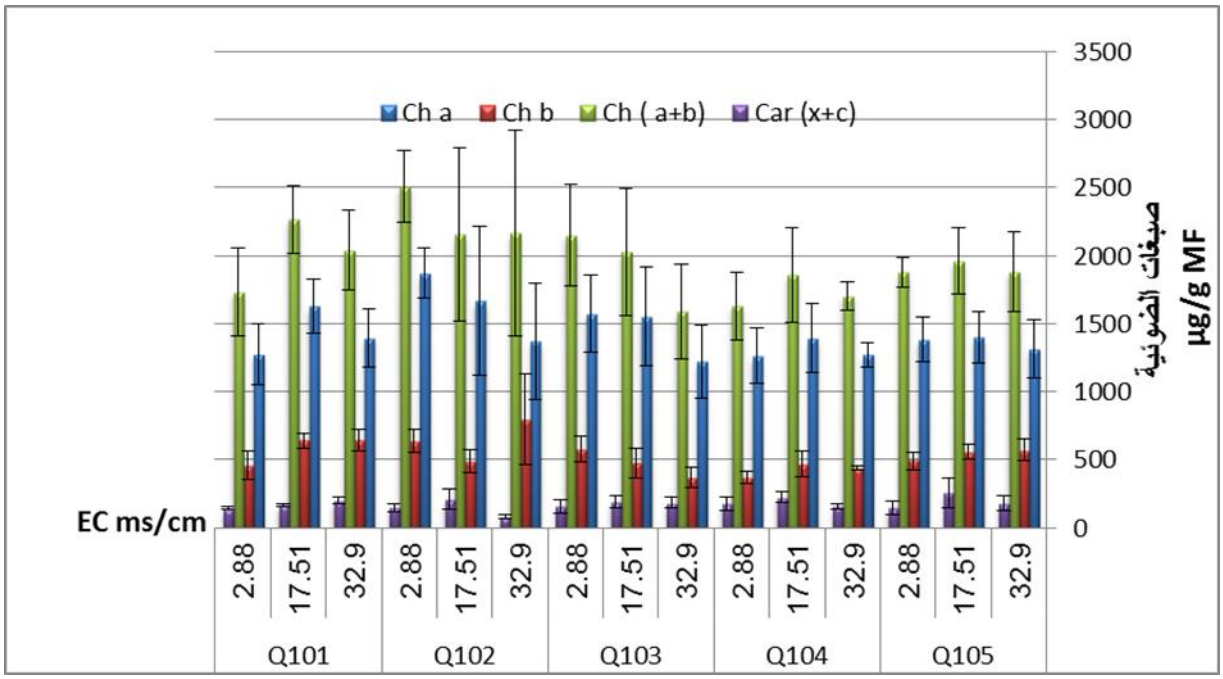
II-1-3- معايير التمثيل الضوئي :

1-الكلوروفيل الكلي للأوراق(Chl(a+b:

نلاحظ من خلال الشكل (06) أن متوسط Chl(a+b) ارتفع عند التركيز EC1 مقارنة بالشاهد و انخفض عند المستوى EC2 نسبة ل EC1 عند الأصناف Q101, Q104, Q105 بارتفاع حدة الإجهاد . أما بالنسبة للصنف Q102 فإن متوسط Chl(a+b) ينخفض عند التركيز EC1 من الإجهاد و يتزايد عند التركيز EC2 نسبة لشاهد ، أما بالنسبة للصنف Q103 فإن متوسط Chl(a+b) ينخفض بارتفاع حدة الإجهاد ، وحسب نتائج تحليل تباين ANOVA نجد أن هناك اختلاف غير معنوي لعامل الملوحة ،التداخل بين عامل الأصناف و تأثرها بالملوحة . في حين أن هناك اختلاف معنوي لعامل الصنف (الملحق(01)،الجدول (01)).

2- محتوى الكاروتينويدات في الأوراق(Car(x+c :

يتبين من خلال الشكل (06) أن متوسط Car(x+c) يتزايد بزيادة حدة الملوحة عند الصنف Q101 ، أما عند الصنفين Q102Q104, فنلاحظ ارتفاع متوسط Car(x+c) عند التركيز EC1 و انخفاضه عند التركيز EC2 مقارنة بالشاهد. ونلاحظ أن متوسط Car(x+c) يتزايد عند المستوى EC1 من الإجهاد مقارنة بالشاهد و ينخفض عند المعاملة EC2 مقارنة ب EC1 و ذلك عند كل من الصنفين Q103,Q105. و حسب نتائج تحليل التباين ANOVA نجد أن تأثير عامل الصنف ، تأثير التداخل بين الأصناف و تأثرها بالملوحة غير معنوي . أما تأثير عامل الملوحة فكان عالي المعنوية.(الملحق(01)،الجدول (06)).



الشكل (06):محتوى الأوراق من صبغات بناء الضوئي لأصناف الكينوا المدروسة بدلالة مستويات الملحي.

III-المناقشة:

III-1 - تأثير الإجهاد الملحي على مرفو-فسيولوجيا نمو النباتات:

III-1-1-الوصف الكمي للنسيج الورقي:

إن النتائج المتحصل عليها لإنخفاض المساحة النوعية للورقة SLA عند كل من الأصناف Q101 ،Q105وQ103، في التراكيز العالية من الإجهاد تتوافق مع ما توصل إليه Rodriguez و آخرون (2005) و Murillo-Amador و آخرون (2015)،وفسر ذلك بأنه راجع إلى سمك الورقة أو حدوث تغيرات على مستوى كثافة النسيج الورقي D،أما الوزن النوعي للورقة SLW فيتراجع عند كل من الصنفينQ102 و Q104 و هذه النتيجة تتفق مع ما توصل اليه العودة (2007) حيث فسر ذلك بتراجع في المساحة الورقية التي تؤدي إلى تقليص مساحة السطح الأخضر الفعال في عملية التمثيل الضوئي و هذا ما يؤدي إلى إنخفاض في معدل تصنيع المادة الجافة، أما تزايد SLW عند الأصناف Q101،Q103 وQ105عند تراكيز العالية من الملوحة فهذا يتفق مع نتائج كل من Ykhlee(2001);عباس و بن كتفي (2014) Murillo ; Amadorو آخرون (2015) عند نبات القمح، حيث فسروا ذلك بأن زيادة الوزن النوعي للورقة يسمح للنبات في ظل ظروف الإجهاد من التقليل من عملية النتح.

إن تراجع كثافة النسيج الورقي D لدى الأصنافQ102،Q104 وQ105ناتج عن التغير في نسبة الوزن الجاف على الوزن الطري للأوراق أو قد يرجع إلى تغير في سمك الورقة و كثافة خلايا البشرة و الجدران و كذا زيادة الهواء داخل الفرغات البينية(Pacelar*et al.*,2006)

III-1-2-التوازن المائي للأوراق :

تعتبر حالة الماء في أوراق النبات حساسة جدا للملوحة و التي من خلالها توضح أو تحدد ردود فعل النبات إتجاه الإجهاد، و من خلال النتائج المتحصل عليها فإن المحتوى النسبي للماء (RWC) في الأوراق بادرات اصناف الكينوا المدروسة أظهرت تراجع عند التراكيز العالية من الملوحة Q101وQ105خاصة الصنفين و هذا ما يتفق مع نتائج كل من Stepien و Klobus (2006).

في نبات القمح (Sairam*et al*,. 2002).و فسر إنخفاضRWC نتيجة إرتفاع تركيز المحلول الخارجي الذي يسبب إجهاد أسموزي و جفاف على المستوى الخلوي، في حين أن الأصناف الأخرى Q102،Q103وQ104 كانت أكثر إستقرارا و هذا راجع إلى التعديل الأسموزي الذي يحافظ على التوازن المائي للخلية و ضغط الإمتلاء والعمليات المعتمدة عليه، ويكون التعديل الأسموزي من خلال تراكم المنظمات الأسموزية (Osmoregulateurs) كالسكريات و البرولين في أنسجة النبات في ظل ظروف الجفاف (Talebi et al,. 2013).

كما لاحظنا تزايد في معدل إمتلاء الورقة S لدى الصنفين Q104،Q105 وهذا يتفق مع نتائج عولمي(2012) حيث،لاحظ زيادة معدل الإمتلاء مع زيادة تركيز NaClفي الوسط و قد يعود ذلك لزيادة في الإمتصاص و ضغط إمتلاء الخلايا نتيجة إرتفاع تركيز المحلول الخلوي.

III-1-1-3-المحتوى من صبغات التمثيل الضوئي :

إن المحتوى من الصبغات في الأوراق مؤشر فسيولوجي مهم يعبر عن معدل التركيب الضوئي وكفاءة النبات في تركيب المادة الجافة .و إن النتائج المتحصل عليها لتراجع محتوى الأوراق من الصبغات chl(a+b) وcar(x+c) مع زيادة حدة الملوحة عند أصناف الكينوا المدروسة يتفق مع نتائج كل من Sairamوآخرون (2005) في نبات القمح ، Yildiz و Terzi (2013) في نبات الشعير ; وقد فسر العديد من الباحثين تراجع محتوى الصبغات تحت ظروف الإجهاد الملحي بعدة فرضيات منها:

إن سبب التراجع يعود إلى ارتفاع مستوى أيونات +Na و-Cl ونقص مستوى ايونات +k في الأوراق هذا التغير في المحتوى الكيميائي للنبات أدى إلى تغير في البنية الداخلية لخلايا الورقة حيث تظهر خلايا الميزوفيل بعض التغيرات وكذا نقص في عدد الصانعات (Gao et al., 2015).

أما Murillo Amadorوآخرون (2015) قد فسر هذا التراجع بانخفاض محتوى الكلوروفيلات و الكاروتينويدات الذي يعز إلى زيادة في تحطمهم أو انخفاض في تركيبهم الحيوي (Santos, 2004) .

أما سعد (2004) فقد فسرت هذا التراجع بانخفاض الماء الممتص والذي يعمل على نقص الجهد المائي للورقة والذي يسبب نقص في إنتاج الطاقة في التفاعلات الضوئية تحت تأثير الأملاح . كما يؤثر على محتوى الكاروتينويدات وبالتالي معدل البناء الضوئي لان الكاروتينويدات من الصبغات الضوئية المساعدة في امتصاص الطاقة الضوئية ونقلها إلى chla ، كما لها دور مهم في منع تأكسد الكلوروفيل ضوئيا حيث أن الكلوروفيل يعتبر أساسي في تكوين ATP وNADPH فإذا حصل تراجع في الكاروتينويدات فسيؤثر حتما في عملية البناء الضوئي .

كما أن انخفاض محتوى الكلوروفيل قد يعود إلى نقص انفتاح الثغور بغرض الحد من ضياع الماء عن طريق التبخر وبالتالي الرفع من مقاومة دخول ثاني أكسيد الكربون الضروري لعملية التركيب الضوئي (معارفيه,2006).

أما Brito وآخرون (2003) و Bacelarآخرون (2006) فقد رأوا أن تراجع الكلوروفيل هو مؤشر عن أعراض الإجهاد التأكسدي وقد يكون نتيجة تحطم الكلوروفيل أو يكون بسبب صعوبة تركيبه أو حدوث تغيرات في بنية التيلاكويد .

الخلاصة العامة

الخلاصة عامـة

إن تقييم آليات مقاومة و تحمل النبات للملوحة لها أهمية كبرى في توفير معلومات حول أصناف النباتات قصد إستغلالها في الإنتاج النباتي. حيث قمنا بإجراء دراسة تجريبية على خمسة أصناف من الكينوا (*Chenopodiom quinoa* Willd) : (Amanilla manangare)Q101، (Amanilla sacaca)Q102، (Blanca de junin)Q103، (kancolla)Q104و(Salcedo)Q105 ، في ظروف بيت بلاستيكي متحكم فيه يدويا. بهدف إبراز نمط إستجابة أصناف الكينوا لتراكيز متفاوتة من ملوحة ماء الري (2.88,17.51et 32.9 ms/cm) ، تضمن هذا العمل إجراء إختبارات فسيولوجية مختلفة:

- الوصف الكمي للنسيج الورقي.
- التوازن المائي لأوراق النبات.
- تقدير محتوى الأوراق من صبغات البناء الضوئي.

أظهرت النتائج المتحصل عليها تأثير الإجهاد الملحي على نمو نباتات أصناف الكينوا المدروسة. بخصوص معايير الوصف الكمي للنسيج الورقي أبدت أصناف الكينوا تحملا واضحا للإجهاد الملحي خاصة الصنف Q101، في حين كان تأثير الملوحة المرتفعة لماء الري واضحا على التوازن المائـي للأوراق خاصة عند الصنفين Q101 و Q105. أما بالنسبة لمحتوى الأوراق من الكلوروفيلات والكاروتنويدات فقد أبدت أصناف الكينوا تحملا للأجهاد، باستثناء الصنفين Q102 وQ103 اللذين أبديا تراجعا في محتوى الأوراق من صبغات البناء الضوئي تحت تأثير حدة الإجهاد.

وعموما أبدت بعض أصناف الكينوا المدروسة تحملا للأجهاد الملحي، و عليه نوصي بزراعتها و إعتمادها في برامج إنتاج المحاصيل في المناطق المجهدة ملحيا، لما لها قدرة تحمل عالية للملوحة ،و من جهة أخرى فهي ذات فوائد غذائية صحية ، كما تستعمل بذورها وبقية أعضاء النبات لأغراض مختلفة.

المراجع

المراجع باللغة العربية:

- باقر .ج.هـ.ر.، 2012. تأثير تراكيز مختلفة من الملوحة و التلوث بالرصاص في بعض الصفات الطبيعية لشتلات الباذنجان *Solanum melongena* صنف برشلونة. مجلة جامعة كربلاء العلمية المجلد10 ،العدد3 ،ص 73-78.

- سعد. ر .ق.، 2004. تأثير حمض الجبريليك وملوحة كلوريد الصوديوم على إنبات البذور و النمو و الأيض في نبات السنا (السيسان)(*Sanna accidentalis*). جامعة الملك سعود المملكة العربية السعودية، ص 1-131.

- شهيد .ع. إ.، جبر. م.، 2012. تأثير الإجهاد البيئي(الملوحة و الجفاف)في مستوى مضادات الأكسدة الإنزيمية و غير الإنزيمية و بعض المؤشرات الفسلجية في عقد الماش .Vigna radiata L. مجلة الفرات للعلوم الزراعية ، ص 113-121.

- عباس ن.، بن كتفي أ.، 2014 - تأثير الإجهاد المائي على عشرة أصناف من القمح الصلب Triticum (durum Desf.) في منطقة شبه جافة (قسنطينة). مذكرة لنيل شهادة ماستر ، تخصص التنوع الحيوي و الإنتاج النباتي ، جامعة قسنطينة 1 ، ص: 121.

- علومي ع.،2010. المساهمة لدراسة تباين المحتوى المائي النسبي درجة حرارة الغطاء النباتي والبنية الورقية للجيل الثالث عند القمح الصلب Desf. *Triticum durum* مذكرة ماجستير ،جامعة فرحات عباس سطيف، 190ص.

- العودة .أ .ش .، 2007.تقويم أهمية التحريض و طبيعته في تحسين تحمل بعض السلالات النباتية.جامعة دمشق، ص36.

- عودةا، (2008). نخلة التمر شجرة الحياة، المركز العربي لدراسة المناطق الجافة والأراضي القاحلة "أكساد". 390 ص.

- كاضم .هـ .م. ع .،حسن .م س .،محمد إ .،محسن .ع .ج.،2008. تأثير الغربلة و الإنتخاب في قابلية كالس تركيبين وراثيين من فصول الصويا Glycine max L لتحمل الملوحة خارج الجسم. مجلة علوم المستنصرية ،المجلد 19 .العدد 3، ص 47-62.

- الكردي ف.، ديب ب.، 1977- أساسيات في كيمياء الأراضي و خصوبتها الجزء النظري، مطبعة خالد بن الوليد، ص: 178-332.

- معارفيه س.، 2009 – تأثير الإجهاد الملحي على التوازن الهرموني لدى نباتات المحاصيل الحقلية ، مذكرة لنيل شهادة ماجستير ، تخصص التنوع الحيوي و الإنتاج النباتي ، جامعة منتوري ، قسنطينة ، ص: 140.

المراجع الأجنبية:

- LEBON VALLET , 2008: Implantation du quinoa et simulation de sa culture sur l'Altiplano bolivien. Thèse de doctorat, Agro Paris Tech, France.

- Matiacevich, S.B.; M. L. Castellion; S. B. Maldonado; and M. P. Buera (2006). Water-dependent thermal transitions in quinoa embryos. ThermochimicaActa. 448: 117–122.

- Debez A, Ben Hamed K, Grignon C, Abdelly C (2004) Salinity effects on germination, growth, and seed production of the halophyte Cacilemaritima. Plant Soil 262:179–189

- Ernest D.S., Erwinbk., Muller H., 2002. Plant ecology, ISBN, spring verlag Berlin Heidelberg, New York. 6p.

- Flowers TJ (2004) Genetics of plant mineral nutrition. Improving crop salt tolerance. J Exp Bot 55:307–319

- Gandarillas H. (1979). Botnica. In : Tapia M.E., Gandarillas H., Alandia S., Cardozo A., Mujica A‹. Ortiz R‹. et al., editors.andinos. Bogot ‹Colombia, Centro La quinua y la kaniwa: cultivos Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), Instituto Interamericano de Ciencias Agricolas (IICA), 20-44.

- Herbillon M, 1990.Quinoa:Intérêt nutritionnal et perspectivespharmaceutiques.Unversite de romen.U.F.R.De medecine et pharmace.

- Jacobsen, S.E. (2001). El potencial de la quinua para Europa. Jacobsen, S. E., Portillo, Z., CIP, eds. Memorias, Primer Taller Internacionals obre Quinua —Recursos Geneticosy Sistemas de Produccio´n., 10–14 May 1999 Lima, Peru: UNALM. Pp 355–366.

- Mujica A., Izquierdo J., Marathee J.P. (2001). Origen y descripcióon de la quinua. In : Mujica A., Jacobsen S. E., Izquierdo J., Marathee J. P. y FAO, editors.Quinua (Chenopodium quinoa Willd.) ancestral cultivo andino, alimento del presente yfuturo. CIP, UNAP. FAO, CD Cultivos Andinos‹ version 1.0. Santiago, Chile.

- Pacheco A., Morlon P. (1978). Los sistemas radicluras de las plantas de interés económico en el Altiplano de Puno : un studio preliminar. Proyecto de Investigación y Mejoramiento de las condiciones de desarrollo de la Agricultura del Altiplano de Puno, Peru.

- Tapia M.E.Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. 2èmeéd. Santiago, Chile, FAO, 1997.

- Turner N.C, et Kramer P.J., 1980. Adaptation of plants to water and high temperature stress. New York: wiley.

- Valencia-Chamorro, S.A. (2003). Quinoa. In: Caballero B.: Encyclopedia of Food Science and Nutrition Vol. 8. AcademicPress, Amsterdam. Pp 4895–4902.

- ACOSTA-MOTOS, J.R., ORTUÑO, M.F., BERNAL-VICENTE, A., DIAZ- VIVANCOS, P., SANCHEZ-BLANCO, M.J., HERNANDEZ, J.A., 2017. Plant Responses to Salt Stress: Adaptive Mechanisms. Agronomy 7, 18.

- AZOOZ, M.M., AHMAD, P., 2016. Plant-environment Interaction: Responses and Approaches to Mitigate Stress. John Wiley & Sons.

- BACELAR, E., SANTOS, D., MOUTINHO-PEREIRA, J., BERTA, G., FERREIRA, H., CORREIA, C., 2006. Immediate responses and adaptative strategies of three olive cultivers under contrasting water ovailability regimes : changes on structure and chemical composition of foliage and oxidative damage . Plant Science Journal ,p 596-605.

- Bazile, D. and Negrete, J. (2009) Quínoa y biodiversidad: cuáles son losdesafíosregionales؟RevistaGeografica de Valparaíso 42, 1–141.

- Bazile, D. and Weltzien, E. (2008) Agrobiodiversités: numéro spécial. Cahiers Agricultures 17، 73–256

- BELL, D.T., 1999. Australian trees for the rehabilitation of waterlogged and salinity domagedlandscapes. Aust.J.Bot, Vol. 47: 697-716.

- Berthomieu P., Conéjéro G., Nublat A., Brackenbury W., Lambert C., Savio C.,Uozumi N., Oiki S., Yamada K., Cellier F., Gosti F., Simonneau T.,Essah P.,Tester M ., Véry A., Sentenac H., Casse F., 2004. Functional analysis of AtHKT1 in Arabidopsis shows that Na+ recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance.The European Molecular Biology Organization journal, p 1-15.

- Bouchoukh I., 2010. Comportement écophysiologique de deux chénopodiacées des genres Atripex et Spinacia soumises au stress salin. Mém. magister en Bio. végétale ,Univ.Mentouri Constantine, 85 p.

- BRITO, G., GOSTA, A., FONSECA, H.M.A. C., SANTOS, C.V. V., 2003. Response of Olea europaea ssp. Maderensis in vitro shoots exposed to osmotic stress. Sci . Hort, Vol . 97:411-417 .

- El Midaoui M., Benbella M., AïtHoussa A., Ibriz M., Talouizte A., 2007. Contribution à l'étude de quelques mécanismes d'adaptation à la salinité chez le tournesol cultivé (Helianthus annuus L.). Revue HTE n°136, p 29-3455.

- El Midaoui M., Benbella M., AïtHoussa A., Ibriz M., Talouizte A., 2007. Contribution à l'étude de quelques mécanismes d'adaptation à la salinité chez le tournesol cultivé (Helianthus annuus L.). Revue HTE n°136, p 29-3455.

- FAO, (1998). Under-utilized Andean Food Crops. Rome, Italy: FAO. http://www.fao.org/quinoa-2014/what-is-quinoa/use/ar/

- GASMI, A. A., 1998. Effect of salinity on growth proline accumulation chlorophyll content during vegetative growth, flowering and seed formation of Brassica Juncea L. Agric. Sci, Vol. 10 (2):145.

germination. TROPICULTURA, Vol.25 (3):168-173.

- GUPTA, B., HUANG, B., 2014. Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical, and molecular characterization. International journal of genomics 2014.
- GUPTA, B., HUANG, B., 2014. Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical, and molecular characterization. International journal of genomics 2014
- HAJLAOUI, M., DENDEN, M., BOUSLAMA, M., 2007. Etude de la variabilité
-Herbs-A Consise Guide in Colour, F. Stary. V. Jivasek, Hamyn. (1980). (London). 1.

intraspécifique de tolérance au stress salin du pois chiche (Cicer arietinum L.) au stade
- Jabnoune M., 2008. Adaptation des plantes au stress salin caractérisation de transporteurs de sodium et potassium de la famille HKT de riz. Thèsede Doctorat, Univ Montpellier, cedex France, 114 p.
- Jackson, L.E., Pascual, U. and Hodgkin, T. (2007) Biodiversity in agricultural landscapes: investing without losing interest. Agriculture, Ecosystems and Environment 121, 196–210.
- Jacobsen S.E., 2000b. What are the mechanisms responsible forsalt tolerance in quinoa (chenopodium quinoa willd.). EUROPEAN Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research (E. Commission, ed.), Bruxelles. Pp. 511-516.
- Jouyban Z., 2012. The effects of salt stress on plant growth .Technical Journal of engineering and applied sciences. Iran, p 1-4.
-Koyro, H. W., &Eisa, S. S. (2008).Effect of salinity on composition, viability and - germination of seeds of *Chenopodium quinoa*Willd. Plant and Soil, 302(1-2), 79-90.
- LATINA. J, 2016; Impacts de l'essor international du Quinoa ; Genève, le 19 aout 2016 ; Travail de Bachelor réalisé en vue de l'obtention du BachelorHES , Antonio Marcelo DA CUNHA VELOSO , Conseiller au travail de Bachelor : Adjointe scientifique HES, Filière Economie d'Entreprise, Haute Ecole de Gestion de Genève (HEG-GE).
- LEBON VALLET , 2008: Implantation du quinoa et simulation de sa culture sur l'Altiplano bolivien. Thèse de doctorat, Agro Paris Tech, France.
-Levitt. J., 1980.Response of plants to environmental stresses. Vol2, water, radiation, salt and other stresses. Academic press, New York .

- MAHMOUD, E. Y., OMAR, S., MAMDOUH, M. N. A., ZEINAB, M. B., 2003. Kinetin alleviates the influence of waterlogging and salinity on growth and affects the production of plant growth regulators in Vignasinencis and Zea mays. Agronomie, Vol. 23: 277-285.
- MANSOUR, M. M. F., 1996.The influence of NaCl on germination and ion contents oftwo wheat cultivars differing in salt tolerance effect of gibberellic acid. Egypt J. Physiol.Vol.20: - 59 102.

- Maughan P.J., Turner T.B., Coleman C.E., Elzinga D.B., Jellen E.N., M ORALES J.A., Udall J.A., Faibanks D.J. and Bonifacio A., 2009.Characterization of Salt Overly Sensitive (SOS1) gene homoeologs in quinoa (Chenopodium quinoa willd.). Genome. Vol. 52. Pp. 647-657.

- Maughan P.J., Turner T.B., Coleman C.E., E., Elzinga D.B, Jellen E.N., Morales J.A., Udall J.A., Fairbanks D.j. and Bonifacio A., 2009.Characterization of Salt Overly Sensitive (SOS1) gene homoeologs in quinoa (chenopodium quinoa willd.).Genome.Vol.52. Pp. 647-657.

- **M**ELONI, D. A., OLIVA, M. A., RUIZ, H. A., MARTINEZ, C. A., 2001. Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. Plant Nutr, Vol. 24: 599- 612.

- MOHAMMED, Maarouf I., and MOHAMED, Nagat K. 2016.Quinoa (*Chenopodiumquinoa*Willd.) performance under the hot weather of the Sudan.International Quinoa Conference.Quinoa for Future Food and Nutrition Security in Marginal Environments

- Mugica, A.; S.E. Jacobsen; J. Izquierodo, and J.P. Marathee (2001). Resultados de la prueba Americana y Europea de la Quinua.FAO, UNA-Puno, CIP: p 51.

- Munns R.,2002. Comparative physiology of salt and water stress. Blackwell science Ltd Plant Cell and Environment Australia, p 239-250.

- Shabala S., Hariadi Y. and Jacobsen S.E., 2013.Genotypic difference in salinity tolerance in quinoa is determined by differential control of xylem Na^+ loading and stomatal density. Journal of plant Physiology. Vol. 170. Pp. 906-914.

- SHANKER, A., VENKATESWARLU, B., 2011. Abiotic stress in plants-mechanisms and adaptations. InTech.

- SUDHIR, P., MURTHY, S., 2004. Effects of salt stress on basic processes of photosynthesis. Photosynthetica 42, 481-486.

- TORABI, M., 2014. physiological and biochemical responses of plants to salt stress. NIAC, 1-25.

- Vilche, C.; M. Gely and E. Santalla (2003). Physical properties of quinoa seeds. Biosystems Engineering. 86: 65–59 .

مواقع الأنترنت:

-.htt:p//www.institut klorane-org/botanique/herbiers

- FAO, 2011.the state of food insecurity in the world. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.http://www.Fao-Org. Accessed 4oct 2013.

الملاحق

ملحق 01:نتائج التحليل الإحصائي (ANOVA) للمعايير المدروسة

1- معايير الوصف الكمي للنسيج الورقي:

جدول (01):تحليل التباين (ANOVA)المساحة النوعية للورقة (SLA)

Source	DF	Adj SS	AdjMS	F-Value	P-Value
Var4	0,023074	0,005768	7,66	0,000	
Salt	2	0,003352	0,001676	2,23	0,126
Var*Salt	8	0,028645	0,003581	4,76	0,001
Error	30	0,022587	0,000753		
Total	44	0,077657			

جدول (02):تحليل التباين (ANOVA)الوزن النوعي للورقة (SLW)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Var4	26,609	6,6523	9,58	0,000	
Salt	2	2,832	1,4158	2,04	0,148
Var*Salt	8	45,498	5,6873	8,19	0,000
Error	30	20,833	0,6944		
Total	44	95,772			

جدول (03):تحليل التباين(ANOVA) لكثافة نسيج الورقي(*D*)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Var	4	34021	8505	5,30	0,001
Salt	2	6388	3194	1,99	0,149
Var*Salt	8	25302	3163	1,97	0,073
Error	45	72267	1606		
Total	59	137978			

2- معايير توازن المائــي للأوراق:

جدول (04):تحليل التباين(ANOVA) لنسبة الامتلاء الخلوي للأوراق (RWC)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Var	4	785,5	196,37	10,52	0,000
Salt	2	202,7	101,34	5,43	0,008
Var*Salt	8	118,4	14,80	0,79	0,611
Error	45	839,7	18,66		
Total	59	1946,3			

جدول (05):تحليل التباين(ANOVA) لنسبة الامتلاء الخلوي للأوراق (*S*)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Var	4	30,20	7,550	0,84	0,511
Salt	2	68,32	34,161	3,80	0,034
Var*Salt	8	154,79	19,348	2,15	0,061
Error	30	269,61	8,987		
Total	44	522,92			

3- معايير مثيل الضوئـي:

جدول (06):تحليل التباين (ANOVA)محتوى الأوراق من الكاروتينويدات

Source	DL	SC	CM	F	P
Var	4	17087	4272	1,81	0,143
Salt	2	37420	18710	7,94	0,001
Interaction	8	38337	4792	2,03	0,064
Erreur	45	106017	2356		
Total	59	19886			

جدول (07):تحليل التباين (ANOVA) محتوى الأوراق من الكلوروفيلChla+b

Source	DL	SC	CM	F	P
Var	4	1905683	476421	3,35	0,017
Salt	2	318689	159344	1,12	0,335
Interaction	8	1406110	175764	1,24	0,300
Erreur	45	6390390	142009		
Total	59	10020872			

جدول (08):تحليل التباين محتوى الأوراق من الكلوروفيل Chl a

Source	DL	SC	CM	F	P
Var	4	732605	183151	2,36	0,068
Salt	2	494663	247331	3,18	0,051
Interaction	8	642904	80363	1,03	0,425
Erreur	45	3497745	77728		

جدول (09):تحليل التباين (ANOVA) محتوى الأوراق من الكلوروفيل Chl b

Source	DL	SC	CM	F	P
Var	4	352904	88226	6,77	0,000
Salt	2	31988	15994	1,23	0,303
Interaction	8	367943	45993	3,53	0,003
Erreur	45	586466	13033		
Total	59	1339301			