الجمهـوريـــة الجزائـريـــة الديمقـراطيـة الشعبيـــة
وزارة التعليـم العـالـي والبحث العلمـي
جـــامعـة الشهيـد حمـة لخضـر الـــوادي

كليـة علـــوم الطبيعـــة والحيـــاة
قســـم البيـولـــوجيـــا

رقم الترتيب:
رقم التسلسل:

مـــذكـــــرة تخـــــرج

لـنيـــل شهـــادة مـــاستـر أكـاديـمـي

ميدان: علـوم الطبيعـة والحيـاة
شعبـــة علوم بيولوجية
تخصص: بيـولـوجيـا وتثميـن النبـات

الموضوع

دراسة فسيولوجيا المحصول الكمي والنوعي لصنفين من الفجل (*Raphanus sativus* L.) National و Cerise تحت تأثير مستويات التلوث الملحي (NaCl) للتربة ضمن ظروف منطقة صحراوية.

من إعداد:
بكوش كريمة وميلي عيدة

نوقشت يوم 2016/05/30 من طرف لجنة المناقشة :

أحمد علالي	أستاذ مساعد (أ)	رئيسا	جامعـة الـــوادي
إسماعيل عسيلة	أستاذ مساعد (أ)	مؤطرا	جامعـة الـــوادي
عبد المالك زعتر	أستاذ مساعد (أ)	ممتحنا	جامعـة الـــوادي
عبد القادر باهي	مهندس دولة	مدعوا	مدير تعاونية الحبوب والبقول الجافة (CCLS) -الوادي-

الموسم الجامعي: 2016/2015

بسم الله الرحمن الرحيم

شكر وتقدير

الحمد لله وحده لا شريك له، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده سيدنا محمّد صلى الله عليه وسلم، وعلى آله وصحبه، أما بعد:

يسرنا أن نتوج هذا الجهد المتواضع بجزيل الشكر أولاً لأعضاء لجنة المناقشة: الأساتذة / علالي أحمد رئيساً و زعتر عبد المالك ممتحناً لتلبيتهما دعوتنا من أجل إثراء ومناقشة هذا البحث،

كما نتقدم بجزيل الشكر إلى للأستاذ الفاضل: عسيلة إسماعيل الذي كان السند والدعم لنا طيلة هذا الموسم الجامعي بفضل توجيهاته ونصائحه التي أسفرت على إنجازنا لهذا البحث، كما نتوجه بالشكر إلى السيد باسي عبد القادر مدير تعاونية الحبوب و البقول الجافة بالوادي والذي شرفنا بحضوره وتلبيته لدعوتنا. وإلى كافة أساتذة قسم البيولوجيا دون استثناء، كما نتوجه بالشكر الجزيل إلى زميلتينا زلاسي إيمان و ليتيم وسلية ،وإلى كل من ساهم ودعمنافي إنجاز هذه المذكرة ولو معنويا سواء من قريب أو من بعيد.

الطالبتين: ميلي عبدة و بكوش كريمة

الملخص

بهدف دراسة تأثير التلوث الملحي للتربة على نبات الفجل (*Raphanus sativus* L.) تم إجراء التجربة خلف مبنى كلية علوم الطبيعية والحياة سابقا بجامعة الشهيد حمّه لخضر بالوادي (33°23'51.1"N; 6°51'42.1" E) على صنفين من الفجل National وCerise وذلك بمعاملة التربة بمستويات من أملاح كلوريد الصوديوم (0, 96, 192 g (NaCl)/m^2)، حيث قمنا بدراسة معايير مختلفة أهمها :

- مورفو- فسيولوجية الأوراق: المساحة الورقية (LA) والمساحة النوعية للورقة (SLA)، المحتوى المائي النسبي (RWC)، عجز التشبع المائي (WSD)، الكلوروفيلات والكاروتنويدات.
- فيتو- بيوكيميائية الأوراق: الفينولات الكلية (PPT)، الفلافونويدات (Flv)، السكريات والبروتينات.
- المواصفات النوعية و الكمية للمحصول من الدرنات: الفينولات الكلية، الفلافونويدات، السكريات والبروتينات، نسبة المادة الجافة والوزن الطري للدرنات في المتر المربع.

أكدت النتائج المتحصل عليها أن مستوى التلوث الملحي الأعلى للتربة سبب أضرارا بليغة على ميتابوليزم النبات وانخفاض كبير في المحصول من الدرنات، و كان الصنف Cerise أقل حساسية للإجهاد مقارنة بالصنف National وذلك بمؤشر حساسية % 57.9 و43.27 ومؤشر ثبات المحصول 0.42 و0.57 لدى الصنفين على الترتيب.

الكلمات المفتاحية : الفجل (*Raphanus sativus* L.)، التلوث الملحي، فسيولوجيا الإجهاد، المردود، منطقة صحراوية.

Résumé

Dans le but d'élucider, l'impact de la contamination saline du sol sur le Radis (*Raphanus sativus* L.), et pour ce la un essais qui est été fait derrière l'ancien bâtiment de la faculté des sciences de la nature et de la vie à l'Université Echahid Hamma Lakhdar d'El Oued (33°23'51.1"N; 6°51'42.1"E), sur deux génotypes de Radis "National et Cerise", qui ont été soumis à trois traitements croissantes de la contamination saline du sol (0, 96, 192 g (NaCl)/m^2). Plusieurs aspects ont été pris en considération chez les plantes de deux génotypes sous l'effet des différents niveaux de la pollution saline du sol, et les principaux paramètres estimés sont :

- Morpho-physiologiques des feuilles : surface foliaire spécifique (SLA), teneur relative en eau (RWC), déficit de saturation en eau (WSD), chlorophylles et caroténoïdes.
- Phyto-biochimiques des feuilles : polyphénols totaux (PPT), flavonoïdes (Flv), sucres et protéines.
- Caractérisations qualitative et quantitative du rendement en tubercules : polyphénols totaux, flavonoïdes, sucres, protéines, taux de matière sèche et poids frais de tubercules par mètre carré.

Les résultats obtenus montrent que, le niveau élevé de la contamination saline du sol avaient un effet dépressif sur la majorité des paramètres étudiés ; et le cultivar Cerise a montré une certain et olérance au stress, que le cultivar National par desindices de sensibilité de 43.27 et 57.9 %, et par des indices de stabilité du rendement de 0.57 et 0.42, respectivement.

Mots-clés: Radis (*Raphanus sativus* L.), pollution saline, physiologie de stress, rendement, zone saharienne.

الفهرس

الفهـــــرس

المقدمة	الصفحة
الجزء النظري	
الفصل الأول : نبات الفجل	
I-1-الانتشار والموطن الأصلي للنبات	02
I-2-بيولوجيا نبات الفجل *Raphanus sativus* L	02
I-2-1-الدراسة المورفولوجية للعائلة الصليبية Brassicaceae	02
I-2-2-الدراسة التصنيفية و المورفولوجية لنبات الفجل *Raphanus sativus* L	03
I-2-3-زراعة نبات الفجل	06
I-3-القيمة الغذائية والعلاجية لنبات الفجل	07
الفصل الثاني : نواتج الأيض في النباتات	
II-1-نواتج الأيض الأولي	08
II-1-1-الكاربوهيدرات (السكريات)	08
II-1-2-البروتينات	08
II-1-3-الدهون (اللبيدات)	09
II-2-نواتج الأيض الثانوي	10
II-2-1-الفلافونيدات	10
II-2-2-التربينات	11
II-2-3-الزيوت الطيارة	12
II-2-4-القلويدات	13
II-2-5-التانينات	13
II-2-6-الأنثوسيانين	14
II-2-7-الغليكوزيدات	14
الفصل الثالث:الإجهاد الملحي	
III- 1- الإجهاد	15
III- 2- الملوحة	15
III- 2-1- مصادر الملوحة	16
III- 3- الملوحة والنبات	17
III- 3-1- تأثير الإجهاد الملحي على نمو النبات	17
III- 3-2-تأثيرات الإجهاد الملحي على البناء الضوئي	18
III- 3-3-تأثير الإجهاد الملحي على محتوى النبات من الكربوهيدرات والبروتين	18
III- 3-4- تأثير الإجهاد الملحي على امتصاص العناصر الغذائية	18
III- 3-5- الإجهاد الملحي وتشكل الأنواع الأكسيجينية النشطة	19
III- 4-آليات مقاومة النبات للإجهاد الملحي	19
III- 4-1- التعديل الأسموزي (Ajustment osmotique)	19
III- 4-2- آلية استبعاد وتوزيع الأيونات (Exclusion et inclusion des ions)	20
III- 4-3- اختيار الأيونات (Selection des ions)	21

III- 5- الطرق المقترحة لمواجهة مشكلة الملوحة	22
الجزء التطبيقي	
الفصل الأول :مواد وطرق البحث	
I-1- دراسة المنطقة	24
I-1- 1- الموقع الجغرافي لمنطقة وادي سوف	24
I-1- 2- المميزات المناخية للمنطقة	24
I-1- 2- 1- الحرارة	24
I-1- 2- 2- التساقط	25
I-1- 2- 3- الرطوبة	25
I-1- 2- 4- التشميس	26
I-1- 3- موقع التجربة	26
I-2- مواد وطرق البحث	27
I-2- 1- المادة النباتية	27
I-2- 2- الأدوات والأجهزة والمحاليل المستعملة	28
I-2- 3- تصميم التجربة	29
I-2- 4- تطبيق الإجهاد	30
I-3- المعايير المدروسة	32
I-3- 1- المعايير المورفولوجية	32
I-3- 1- 1- تقدير عدد الأوراق (NF)	32
I-3- 1- 2- تقدير المساحة الورقية (LA)	32
I-3- 2- المعايير الفسيولوجية	32
I-3- 2-1- تقدير الوزن الجاف والوزن الطري	32
I-3- 2-2- كثافة النسيج الورقي (D)	33
I-3- 2-3- الوزن النوعي للورقة (SLW)	33
I-3- 2-4- المساحة النوعية للورقة (SLA)	33
I-3- 2-5- معايير التوازن المائي	33
I-3- 2-5- 1- معيار نسبة الامتلاء الخلوي(RWC)	33
I-3- 2-5- 2- معيار نسبة فقدان الماء(RWL)	34
I-3- 2-5- 3- المحتوى المائي عند التشبع (WCS)	34
I-3- 2-5- 4- عجز التشبع بالماء (WSD)	34
I-3- 2-5- 5- درجة امتلاء الورقة (S)	34
I-3- 2-6- محتوى الأوراق من صبغات التمثيل الضوئي	35
I-3- 2-6- 1- الكلوروفيلات والكاروتنويدات	35
I-3- 2-6- 2-نسبة تحطم الأصبغة (Pigment degradation)	35
I-3- 3- المعايير الفيتوكيميائية	36
I-3- 3-1-تحضير المستخلص الكحولي الأم للأوراق	36
I-3- 3-1- 1-تجفيف العينات	36

I-3- 3-1-2-استخلاص العينات	36
I-3- 3-2- تقدير محتوى الأوراق من الفينولات الكلية (PPT) Dosage des polyphénols	36
I-3- 3-3- تقدير كمية الفلافونويدات (Les flavonoides)	37
I-3- 3-4- تقدير النشاطية المضادة للأكسدة (Activité anti oxidant)	37
I-3-4-المعايير البيوكيميائية للأوراق	37
I-3- 4-1- تقدير المحتوى من السكريات الكلية	37
I-3- 4-2- تقدير المحتوى من البروتينات (Protéines)	38
I-3- 5- المواصفات الكمية والنوعية للمحصول من الدرنات	38
I-3- 5-1- المواصفات الكمية	38
I-3- 5-1-1- حجم الدرنات	38
I-3- 5-1-2- الوزن الطري والوزن الطري في المتر المربع	39
I-3- 5-1-3- شكل الدرنات	39
I-3- 5-1-4- مؤشر ثبات المحصول (YSI)	39
I-3- 5-1-5- مؤشر الحساسية (IS %)	39
I-3- 5-2- المواصفات النوعية	39
I-3- 4-2-1- نسبة الماء(H%) ونسبة المادة الجافة (MS%) في الدرنات	39
I-3- 4-2-2- محتوى الدرنات من الكارتنويدات	40
I-3- 4-2-3- تحضير المستخلص الكحولي للدرنات	40
I-3- 4-2-4- المعايير الفيتوكيميائية و البيوكيميائية للدرنات	40
I-3- 5- الدراسة الإحصائية	40
الفصل الثاني:النتائج والمناقشة	
II-1-النتائـــــــــج	41
II-1-1-المعايير المرفولوجية	41
II-1-1-1-المساحة الورقية (LA)	41
II-1-1-2- عدد الأوراق في النبات (NF)	41
I-2-1- المعايير الفيسيولوجية	42
II-1-2-1- الوزن النوعي للورقة (SLW)	42
II-1-2-2- المساحة النوعية للورقة (SLA)	42
II-1-2-3- المجموع الخضري/المجموع الجذري (PA/PR)	42
II-1-2-4- كثافة النسيج الورقي (*D*)	43
II-1-2-5- معايير التوازن المائي للأوراق	45
II-1-2-5-1-المحتوى النسبي للماء (RWC)	45
II-1-2-5-2- الفقد النسبي للماء (RWL)	45
II-1-2-6- درجة الامتلاء للورقة (S)	46
II-1-2-7- عجز التشبع المائي (WSD)	47
II-1-2-8- المحتوى المائي عند التشبع (WCS)	47
II-1-2-9- محتوى الأوراق من صبغات التمثيل الضوئي	49

II-1-2-10- درجة تحطم صبغة الكلوروفيل (*Pd* Ch)	49
II-1-2-11- درجة تحطم صبغة الكاروتينويد (*Pd* Car)	50
II-1-3- المعايير الفيتوكيميائية للأوراق	52
II-1-3-1- المحتوى من الفينولات الكلية (PPT)	52
II-1-3-2- النشاطية المضادة للأكسدة (AAO)	52
II-1-3-3- محتوى الأوراق من الفلافونويدات (Flv)	53
II-1-4-المعايير البيوكيميائية للأوراق	54
II-1-4-1- تقدير المحتوى من السكريات	54
II-1-4-2- المحتوى من البروتينات	54
II-1-5- المواصفات الكمية والنوعية للمحصول من الدرنات	57
II-1-5-1-المواصفات الكمية للدرنات	57
II-1-5-1-1- الوزن الطري وحجم الدرنة	57
II-1-5-1-2- الوزن الطري للدرنات في المتر المربع	58
II-1-5-1-3- شكل (أبعاد) الدرنات (FT)	59
II-1-5-1-4- مؤشر ثبات المحصول (YSI)	59
II-1-5-1-5- مؤشر الحساسية (IS%)	59
II-1-5-2- المواصفات النوعية للدرنات	61
II-1-5-2-1-محتوى الدرنات من الكارتنويدات (Car x+c)	61
II-1-5-2-2- محتوى الدرنات من الماء (H%)	61
II-1-5-2-3- نسبة المادة الجافة للدرنات (MS)	62
II-1-5-2-4- تقدير النشاطية المضادة للأكسدة (AAO) والفينولات الكلية (PPT)	62
II-1-5-2-5- المحتوى من الفلافنويدات (Flv)	63
II-1-5-2-6- المحتوى من السكريات	64
II-1-5-2-7- المحتوى من البروتينات	64
II-1-6- دراسة تحليل المكونات الأساسية (ACP) للمعايير المدروسة	67
II-2-المناقشة	69
II-2-1-المعايير المورفولوجية	69
II-2-2- المعايير الفيسيولوجية	69
II-2-2-1-المحتوى من الصبغات الضوئية	69
II-2-2-2- التوازن المائي للأوراق	70
II-2-2-3- الوصف الكمي للنسيج الورقي	70
II-2-2-4- نسبة الوزن الجاف للجزء الخضري على الجزء الجذري (PA/PR)	71
II-2-3- المعايير البيوكيميائية	71
II-2-3-1-محتوى الأوراق من السكريات	71
II-2-3-2- محتوى الأوراق من البروتينات	72
II-2-4- المعايير الفيتوكيميائية للأوراق	72
II-2-4-1- النشاطية المضادة للأكسدة والمحتوى الفينولي الكلي للأوراق	72

II-2-5-1-المواصفات الكمية للدرنات	73
II-2-5-2- المواصفات النوعية للدرنات	73
II-2-5-2-1- محتوى الدرنات من مضادات الأكسدة " الفينولات، الفلافونويدات والكاروتنويدات "	73
II-2-5-2-2- محتوى الدرنات من السكريات	74
II-2-5-2-3- محتوى الدرنات من البروتينات	74
II-2-5-2-4- محتوى الدرنات من الماء	74
خلاصة عامة	
المراجع	
الملاحق	

فهرس الوثائق

الوثيقة	العنوان	الصفحة
01	صور لبعض أصناف الفجل *Raphanus sativus* L	05
02	بعض التربينات الأحادية	12
03	قلويد المورفين	13
04	بنية الأجليكون	14
05	تصنيف الإجهاد	15
06	أسباب ملوحة الأراضي الزراعية الناتجة عن السقي بالمياه المالحة أوصعود المياه المتملحة	17
07	دور البرولين في حماية البروتين في وجودNaCl	20
08	آلية توزيع وطرد الأيونات عند النبات	21
09	توزيع واختيار الأيونات عند النبات	22
10	الموقع الجغرافي لمنطقة الوادي	24
11	منحنى Gaussen لمتوسطات درجة الحرارة والتساقط لمنطقة وادي سوف للفترة ما بين 2004- 2013.	25
12	صورة مأخوذة بالقمر الصناعي Wikimapia Satellite توضح موقع التجربة	27
13	رسم تخطيطي يوضح مخطط التجربة	30
14	صور أصلية توضح عملية تطبيق الإجهاد على كلا الصنفين	31
15	معايير التوازن المائي للصنفين بدلالة مستويات التلوث الملحي NaCl	46
16	محتوى الأوراق من الصبغات الضوئية للصنفين بدلالة مستويات التلوث الملحي NaCl	50
17	محتوى الأوراق من الفينولات الكلية والنشاطية المضادة للأكسدة للصنفين بدلالة مستويات التلوث الملحي NaCl	53
18	محتوى الأوراق من البروتينات والسكريات للصنفين بدلالة مستويات التلوث الملحيNaCl	55
19	الوزن الطري وحجم الدرنات للصنفين بدلالة مستويات التلوث الملحي NaCl	58
20	محتوى الدرنات من الفينولات الكلية ونسبة النشاطية المضادة للأكسدة للصنفين بدلالة مستويات التلوث الملحي NaCl	63
21	محتوى البروتينات والسكريات في الدرنات للصنفين بدلالة مستويات التلوث الملحي NaCl	65
22	تحليل المكونات الأساسية (ACP) لمعايير صنفي الفجل Nationale و Cerise تحت تأثير مستويات التلوث الملحي (NaCl) للتربة.	67

فهرس الجداول

الجدول	العنوان	الصفحة
01	التصنيف العلمي لنبات الفجل *Raphanus sativus* L.	04
02	المعطيات المناخية لمنطقة سوف للفترة مابين سنة 2004 إلى سنة 2013.	26
03	الخصائص التقنية للصنفين (National) و(Cerise) لنبات الفجل.	28
04	الأدوات والأجهزة والمواد والمحاليل والكواشف المستخدمة.	28
05	متوسطات المساحة الورقية (LA)، عدد أوراق النبات (NF)،الوزن الجاف للمجموع الخضري/الجذري (PA/PR)، الوزن النوعي للورقة (SLW)، المساحة النوعية للورقة (SLA) وكثافة النسيج الورقي (*D*) لأوراق كلا صنفي الفجل (National وCerise) عند مستويات التلوث الملحي (NaCl) للتربة.	44
06	متوسطات المحتوى المائي عند التشبع (WCS)، عجز التشبع المائي (WSD)، درجة امتلاء الورقة (S)، المحتوى النسبي من الماء (RWC) والفقد النسبي للماء (RWL) خلال 2، 4 و6 ساعات لأوراق كلا صنفي الفجل (National وCerise) عند مستويات التلوث الملحي (Na Cl) للتربة.	48
07	متوسطات الكلوروفيلات ((Chl(a+b) ودرجة تحطمها (%) $Pd_{Chl\ (a+b)}$ والكارتنويدات((Car (x+c)ودرجة تحطمها (%) $Pd_{Car\ (x+c)}$ في أوراق نباتات صنفي الفجل (National وCerise) عند مستويات التلوث الملحي (Na Cl)للتربة.	51
08	متوسطات النشاطية المضادة للأكسدة (AAO)، المحتوى من الفينولات الكلية (PPT)، المحتوى من الفلافنويدات (Flv)، المحتوى من السكريات، والمحتوى من البروتينات لأوراق صنفي الفجل (National وCerise) عند مستويات التلوث الملحي (Na Cl) للتربة.	56
09	متوسطات معايير نسبة الماء(H(%، نسبة المادة الجافة (MS)، الوزن الطري (MF)، وزن المردود في المتر المربع (Poid)، مؤشر ثبات المحصول (YSI)، مؤشر الحساسية (IS)، حجم الدرنة (V) وشكل الدرنات (FT)لصنفي الفجل (National وCerise) عند مستويات التلوث الملحي (Na Cl) للتربة.	60
10	متوسطات النشاطية المضادة للأكسدة (AAO)، المحتوى من الفينولات الكلية (PPT)، الفلافنويدات (Flv)، السكريات، البروتينات والمحتوى من الكارتنويدات(Car (x+c لدرنات صنفي الفجل (National وCerise) عند مستويات التلوث الملحي (Na Cl) للتربة.	66

قائمة المختصرات

(%80) C_3H_6O	%80 أسيتون
h/mois	السطوع / الشهر
C2	التركيز الثاني لملح كلوريد الصوديوم
mm^2/g	ملي متر مربع / غرام
FLV	الفلافونويدات
Car	الكاروتينويدات
Xan	الكزنتوفيلات
Ch a	كلوروفيل أ
Ch b	كلوروفيل ب
SLA	المساحة النوعية للورقة
ONM	المكتب الوطني للأرصاد الجوية
DW	الوزن الجاف
Na_2Co_3	بيكربونات الصوديوم
C0	تركيز العينة الشاهد
PH	درجة الحموضة
S	درجة امتلاء الورقة
$\mathbf{C}^{\circ}$	الدرجة المئوية
WSD	عجز التشبع المائي
D	كثافة النسيج الورقي
Ch a+b	كلوروفيل أ + ب
$AlCl_3$	كلوريد الألمنيوم
NaCl	كلوريد الصوديوم
IS%	مؤشر الحساسية
µl	ميكرو لتر
TW	وزن الإمتلاء
Ww	وزن الذبول
$ABTS^{\cdot}$	2 ,2-azinobins-(3-ethyl benzothiazoline- 6- sulphonic acid
C1	التركيزالأول لملح كلوريد الصوديوم
Car x+c	كاروتينويدات + كزنتوفيلات
MS	المادة الجافة
F/T	المجموع الخضري/المجموع الجذري
WCS	المحتوى المائي عند التشبع

الوزن الطري	FW
الوزن النوعي للورقة	SLW
حمض السولفيريك	H_2SO_4
ملي سيمنز/سنتيمتر	ms/cm
الفينولات الكلية	PPT
سكر غلوكوز	$C_6H_{12}O_6$
مؤشر ثبات المحصول	YSI
المحتوى النسبي للماء	RWC
الفقد النسبي للماء	RWL
درجة الذبول بعد ساعتين	W2h
درجة الذبول بعد 4 ساعات	W4h
درجة الذبول بعد 6 ساعات	W6h
ميكرو غرام / الملي لتر	g/mlµ
2,2'Diphenyl-1-picrylhdrazyl	DPPH
National العينة الشاهد للصنف	V1 C0
الصنفNational	V1
الصنف National معامل بالتركيز الثاني	V1C2
الصنف Cerice	V2
Cerice العينة الشاهد للصنف	V2 C0
الصنف Cerice معامل بالتركيز الأول	V2C1
الصنف Cerice معامل بالتركيز الثاني	V2C2
طول الموجة	λ
الصنف National معامل بالتركيز الأول	V1C1
ميثانول	CH_3OH
ميكروغرام/غرام من المادة الجافة	µg/g MS
ميكروغرام /غرام في المادة الطرية	µg/g MF
النشاطية المضادة للأكسدة	AAO
Albumine bovine serum	BSA
غرام من الماء/غرام$^{-1}$ من المادة الجافة	g H2O /g^{-1} DM

مقدمـــة

مقدمة

بزيادة عدد سكان الكرة الأرضية تزداد حاجتهم للغذاء والدواء والكساء إلخ. فقد تأثرت الموارد الطبيعية (المائية، النباتيةوالحيوانية) وتعرضت بعض المناطق لتطرف مناخي وتلوث بيئي مما انعكس سلبًا على نمو وإنتاجية المحاصيل الزراعية ممّا أدى إلى تقلّص المساحات الصّالحة للزراعة.إذ تُشكّل اليوم الأراضي المتأثّرة بالملوحة في العالم نسبة ما بين 20 – 50 % من الأراضي الزراعية (مدحت ومصطفى، 2014) والتي لا تلبّي كل حاجيات السكان للغذاء. وتعدّ الملوحة في التربة واحدة من المشاكل الرئيسية التي تحدّ من الإنتاج الزراعي في المناطق الجافة وشبه الجافة في العالم، وتزداد هذه الظاهرة مع قلة المياه وزيادة تملّحها، حيث تؤدي الملوحة إلى انخفاض إنتاجية النبات ورداءة نوعية المحصول عن طريق التأثيرات السّلبية لها في مختلف العمليات الفسيولوجية إذ أن الإجهاد الملحي يؤدّي إلى نقص الماء ممّا ينتج عنه انخفاض عملية الانقسام الخلوي والبناء الضوئي وانخفاض نمو النبات بشكل عام، ويعتمد مقدار الانخفاض في النمو وإنتاجية النبات على نوع وتركيز الملح والصنف والظروف البيئية وإدارة التربة والمياه.

بينما تعيش مجموعة كبيرة من النباتات الحولية والمعمرة والشّجيرات والأشجار في بيئات ملحية وتكمل دورتها بصورة جيدة دون ظهور أي أعراض ضرر الملوحة عليها، وهذا راجع إلى كفاءة أداء مختلف وظائف الميتابوليزم لتلك النباتات وطبيعة سلوك خلاياها وأنسجتها ذات التنظيم الجيني المحكم تحت ظروف الإجهاد الملحي.

وفي إطار تنويع وزيادة الإنتاج وانتخاب أصناف محاصيل جديدة متحملة للملوحة،لابدّ من فهم آليات الأداء الفسيولوجي والبيوكيميائي للنبات ومدى ثبات المردود وتأثّره بهذا النمط من الإجهاد.

ولأجل هذا الغرض تمّ في هذا البحث محاكاة التلوث الملحي للتربة ودراسة تأثير تراكيز مختلفة من ملح كلوريد الصوديوم (NaCl) على نبات الفجل *Raphanus sativus* L. الذي يتميّز بفوائده عالية القيمة الغذائية نظرًا لاحتوائه على العديد من الفيتامينات مثل A وC وبروتينات وكربوهيدرات ومواد معدنية الخ، بالإضافة إلى أهميته العلاجية ضد العديد من الأمراض كالسّعال كما له دور وقائي من السرطان (Singh et Singh, 2013).

اعتمدنا في هذه الدراسة صنفين من نبات الفجل هما National وCerise واللذين يعتمدهما فلّاحي المنطقة بشكل أساسي قصد إنتاج درنات الفجل، فما هي تأثيرات مستويات التلوّث الملحي للتربة (NaCl) ومدى كفاءة أداء الميتابوليزم الأولي والثّانوي لدى صنفي الفجل؟ وما هي الارتباطات المحتملة بين مختلف آليات التحمّل أو الحساسيّة التي يمكن أن تساهم بشكل مباشر أو غير مباشر في ثبات المحصول الكمّي و كذا النوعي لدرنات نبات الفجل في ظروف الإجهاد الملحي؟ وأيّهما الصنف الملائم للزراعة في الأراضي الملحيّة ضمن ظروف هذه المنطقة؟

وللإجابة على هذه الإشكالية افتتحنا البحث بمقدمة وقسّمناه إلى جزئين نظري وتطبيقي؛ حيث الجزء النظري مجزّأ إلى فصل حول نبات الفجل، فصل خاص بالملوحة وفصل آخر لدراسة نواتج الأيض الأولي والثانوي، أما الجزء التطبيقي فهو مقسّم إلى فصلين أولهما فصل مواد وطرق البحث أما الفصل الثاني فتطرّقنا فيه إلى النتائج المتحصل عليها ومناقشتها، وفي الأخير ختمنا البحث بتثمين أهم النتائج المتوصّل إليها في الخاتمة.

الجزء النظري

الفصل الأول

نبات الفجل *Raphanus sativus* L.

I-1- الانتشار والموطن الأصلي للنبات:

الفجل هو احد أقدم أنواع خضر العائلة الصليبية المزروعة وأهمها، عالمي الانتشار ويزرع على نطاق واسع في كل أنحاء العالم موطنه الأصلي آسيا وأوربا (روما سابقا) (Ankita et Prasad, 2015 ؛ Jan et Badar, 2012؛ Ishrat *et al.*, 2008)، ولكل أنواع العائلة الصليبية أهمية اقتصادية كبيرة لكل أجزائها النباتية خاصة الأجزاء الورقية، الزهرة، الجذر، البذور(الزيت)، والتي تستخدم كبهارات، كخضر، كأعلاف، كنباتات زينة وكمقبلات فاتحة للشهية، كما لها أهمية علاجية وصيدلانية ودور هام وقائي وعلاجي للعديد من الأمراض والسرطانات لاحتوائها على مركبات كيميائية كالفينولات الكليّة، التربينات، الأندولات والصبغات ومركبات كبريتية مثل السلفورافان والجلاكوسينولات المسؤولة على طعمها اللاذع وحماية النبات من العديد من الأمراض حيث لا يختلف الفجل عن أنواع العائلة في الخصائص العلاجية والغذائية (Ankita et Prasad, 2015 ؛ السعدي، 2013).

I-2- بيولوجيا نبات الفجل *Raphanus sativus* L.:

I-2-1- الدراسة المورفولوجية للعائلة الصليبية Brassicaceae:

يطلق على العائلة الصليبية اسم Brassicaceae (Jan et Badar, 2012; Judd *et al.*, 1999) أو باسم اللاتيني القديم Crucifères (Quézel et Santa, 1962؛ Perez et Perez, 2004) والذي يعني حامل الصليب وذلك نسبة لبتلات أزهارها الأربعة تتصالب فيما بينها على شكل علامة (×) (Dupont et Guignard, 2012).

تحتوي العائلة على 338 جنس وحوالي 3400 نوع (Ankita et Prasad, 2015) وهي عبارة عن أشجار، شجيرات أو أعشاب (Ozenda, 1977 ؛ Judd *et al.*, 1999)، عالمية الانتشار بالأخص في النصف الشمالي للكرة الأرضية، ومن أنواعها ما يتأقلم مع الأوساط الخاصة كالجبال والصحاري وذلك يظهر في ضمور المساحة الورقية، أوراقها عموما متبادلة وأحيانا في شكل وردة، تكون الورقة غالبا مفصصة، ريشية، أو ريشية مركبة، أحيانا بزائدة ورقية في إبط الورقة (Dupont et Guignard., 2012 ؛ Judd *et al.*, 1999).

أزهارها مجمعة عنقوديا وأحيانا نهائية أو محورية وتكون عموما خنثى، نادرًا ما تملك قنّابة التي تكمن وراء التخت، ويتكون الكأس من 4 سبلات حرّة داخلية، جانبية وقاعدتها منتفخة في شكل جيب أين تتراكم مادة الرحيق (Le nectar) والتي تفرز من طرف غدد متوضعة في قاعدة الأسدية، أمّا التويج فيتكون من 4 بتلات متصالبة متبادلة مع السبلات شكلها لساني متطور كثيرًا وحوافها ملتوية والمذكر به

6 أسدية كلها في نفس الطول أو رباعية القوة حيث 2 منها قصيرة خارجية وجانبية والأربع الأخرى طويلة حرة أو ملتحمة مثنى مثنى (Judd *et al*., 1999 ؛ Dupont et Guignard, 2012) بحيث تكون زوج أمامي وزوج خلفي وحبوب الطلع عمومًا من نوع (tricolporés). أما المأنث فعادة يتكون من كربلتين ملتحمتين المبيض علوي ذو مشيمة جدارية حيث المشيمات تشكّل غالبا حلقة سميكة حول الثمرة وترتبط بجدار زائف (جدار رفيع خالي من الأوعية الناقلة) الذي يقسم المبيض إلى حجرتين، الميسم رأسي وأحيانا ذو فصين، أما البيوضة واحدة أو عديدة على كل مشيمة، غالبًا ما يتواجد قرص أوغدد رحيقية، وتكون الثمار لحمية غالبًا ذات مصراعين والثمرة عبارة عن قرن (Ozenda., 1977)، تكون القرون قصيرة أو متطاولة كروية أو مسطحة، أما البذور غير مغلفة واسعة أو ضيقة أحيانا مجفتة أي ذات جفت وهو غلاف خارجي لدى بعض البذور، الجنين منحني أو مطوي، الأندوسبارم غائب أو غير دائم. (Judd *et al*., 1999 ؛ Ozenda, 1977).

I-2-2- الدراسة التصنيفية والمورفولوجية لنبات الفجل *Raphanus sativus* L.

يُعرف الفجل أيضا باسم اللفت الحمرا (في الجزائر)، الرويد (في البحرين وقطر وعمان)، رادي (في موريطانيا)، باسم البقل (في اليمن) (اللوزي.، 2008)، ومولي في الهند. ويعني الاسم الروماني *Raphanus* سرعة الظهور (Shobha *et al*., 2013).

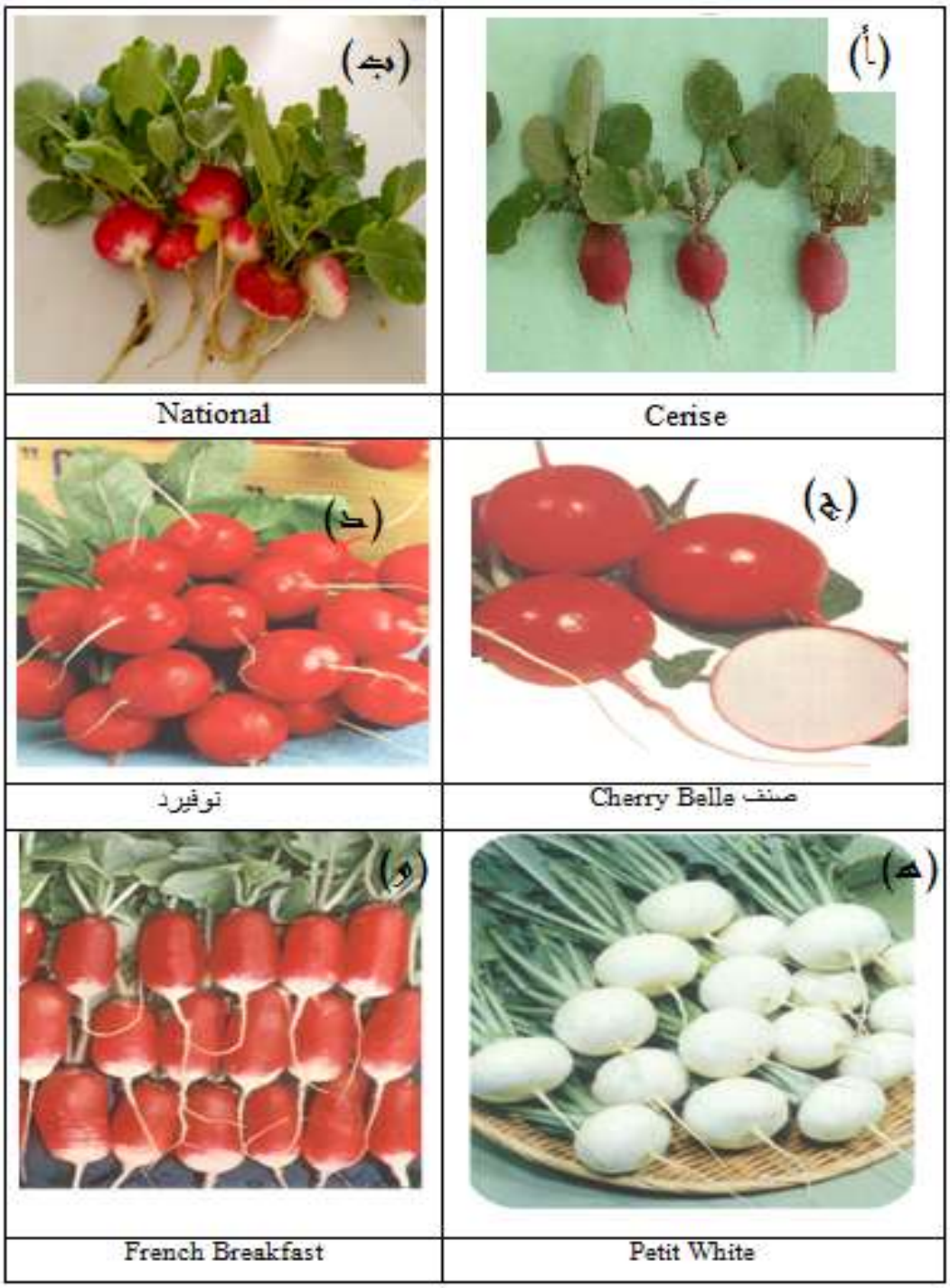
أما التصنيف العلمي لنبات الفجل *Raphanus sativus* L. موضّح في الجدول (01).

الجدول (01): التصنيف العلمي لنبات الفجل *Raphanus sativus* L. (www.plants.usda.gov.com)

الاسم الشائع Common Name	الاسم العلمي Scientific Name	الرتبة Rank
نباتات Plants	Plantae	مملكة Kingdom
نباتات وعائية Vascular plants	Tracheobionta	تحت مملكة Subkingdom
نباتات بذرية Seed plants	Spermatophyta	فوق قسم Superdivision
النباتات الزهرية Flowering plants	Magnoliophyta	القسم Division
ثنائية الفلقة Dicotyledons	Magnoliopsida	الصف Class
/	Dilleniidae	تحت الصف Subclass
/	Capparales	رتبة Order
العائلة الصليبية (Cruciferae) العائلة الخردلية (Mustard)	Brassicaceae	العائلة Family
الفجل (Radish)	Raphanus	الجنس Genus
الفجل المزروع (cultivated radish)	*Raphanus sativus* L.	النوع Species

يتميز نبات الفجل بسبلات داخلية وعريضة نوعا ما، والبتلات ذات شكل لساني متطاول نصلها بعروق مغطاة بطبقة شمعية،، الأوراق محيطية، البذور كروية الشكل وأزهار بيضاء أو بنفسجية أو صفراء له الثمار قرنية الشكل يتراوح طولها من 5 إلى 15 mm (Quezel et Santa, 1962 ؛ Ozenda, 1977). تعتبر جذوره من النوع الوتدي (السعدي، 2013) وهناك الكثير من أصناف الفجل في العالم وتتفاوت هذه

الأصناف عن بعضها البعض في شكل الجذر وحجمه وكذلك في كل من طول الجذر وقـــــطره ووزنه (Jan et Badar, 2012 ؛ ايشو، 2004) حيث توضح الوثيقة (01) بعض الاختلافات عند بعض أصناف الفجل.



الوثيقة (01): صور لبعض أصناف الفجل *Raphanus sativus* L. أ، ب- صورة أصلية (بكوش وميلي،2016)/ ج،د، هـ، و- (حسن، 2006)

I-2-3- زراعة نبات الفجل:

يتكاثر الفجل بالبذور التي تزرع في الحقل الدائم مباشرة. ويلزم لزراعة مساحة تقدر بـ $4200\ m^2$ حوالي (4Kg-10) من البذور حسب طريقة الزراعة، والصنف المزروع، فتبلغ الكمية المستعملة حوالي 4 Kg في الأصناف الأجنبية، ونحو 8Kg في أصناف الفجل البلدي والذي يزرع بكثافة أكبر وتزيد كمية التفاوت عند الزراعة على خطوط عما تلزمه عند الزراعة في أحواض (حسن، 2006).

يزهر نبات الفجل من جوان إلى أوت ويكون له بذور من جويلية حتى سبتمبر (Ishrat *et al.*, 2008). كما يعتبر نبات حولي أو ثنائي الحول (Ankita et Prasad, 2015؛ Shobha *et al.*, 2013) ينمو في المواسم الباردة وفي عدّة عُروات (أرحيم، 2002) على مدار العام وأفضلها من سبتمبر إلى فيفري أثناء الجو المعتدل الحرارة والنهار القصير حيث تتجه النباتات التي تزرع متأخرة عن ذلك نحو الإزهار قبل أن تتكون بها جذور اقتصادية لهذا فهي تقطع وهي مازالت صغيرة لحصاد أوراقها فقط (حسن، 2006). ينمو الفجل بصورة جيدة في الترب الرملية أو المزيجية، وفي درجة حموضة تربة تتراوح ما بين 5.5 و6.5، كما يحدد الضوء ودرجة الحرارة تحديدا قاطعا للمواسم الزراعية لنمو الفجل (ايشو، 2004).

تجهّز حقول زراعة الفجل بالحراثة، التزحيف (التسوية) والتسميد بالأسمدة العضوية. ثمّ تقسّم إلى أحواض مساحتها 2×2 m أو 3×2 m. كما يستحسن أن تكون الزراعة في الأراضي الثقيلة على خطوط بعرض 60 cm. تزرع البذور في الأحواض نثراً، أو في سطور على بعد 15-20 cm. أما عند استعمال الخطوط فتكون الزراعة في الثلث العلوي ولا يزيد عمق الزراعة في طريقتي الأحواض أو الخطوط عن 1إلى 1.5 cm (حسن، 2006).

تخفف النباتات المتزاحمة بحيث تتراوح المسافة بين النباتات المتجاورة من 2-3 cm في الأصناف المبكرة، ومن 5- 10 cm في الأصناف المتأخرة، وتسوّق النباتات التي تقلع عند الخفّ عادة. كما يحتاج الفجل إلى استمرار توفر الرطوبة في التربة، وذلك نظرا لأن تعرض النباتات للعطش يؤدي إلى تقليل سرعة نموّها، نقص في المحصول، زيادة حرافة الجذور، زيادة الحجم عمّا يتناسب مع ذوق المستهلك، وزيادة احتمال نمو الشماريخ الزهرية، وازدياد ظاهرة الجذور الإسفنجية (ظاهرة التخويخ). كما أن الزيادة في النمو تسبب نفس الظاهرة غير أن النمو الزائد ليس المسبب الوحيد لهذه الظاهرة فعند بعض الأصناف تتجوف درناتها حتى من خلال إطالة مدة التخزين، كما أن بعض الأصناف اليابانية تعاني من القلب البني النّاجم عن نقص في البورون أو قد ترجع إلى ارتفاع درجة حرارة التربة في المراحل الأخيرة من النمو. وتخزن درنات الفجل في أكياس بلاستيكية على درجة حرارة 0°C مع رطوبة نسبية 95-

100% أما النباتات الكاملة فتخزن مع الثلج المجروش وتتغير فترة التخزين حسب الصنف، وطريقة التخزين (حسن، 2006).

I-3- القيمة الغذائية والعلاجية لنبات الفجل:

تقدم جذور الفجل كسلطة أو يطبخ كخضر (Haq *et al.*,2012) والجزء الذي يؤكل هو الجزء الأولي والسويقة الجنينية السفلى كما يمكن أن تؤكل أوراقه أيضا (Singh et Singh, 2013؛ Jan et Badar, 2012) ويرجع الطعم الحار والخاص بالفجل إلى زيت الخردل (ايشو، 2004)، تحتوي جذور وأوراق نبات الفجل على العديد من المركبات الكيمونباتية تتضمن الكومارينات، القلويدات، مركبات نيتروجينية، هرمون الجبريلين، كلايكوساينوليت، أحماض عضوية، مركبات فينولية (Ankita et Prasad.,2015 ؛ السعدي، 2013). كما أن النبات غني بالعناصر الغذائية كالسكريات والبروتينات والعديد من الفيتامينات (Haq *et al.*,2012)، ومن جهة أخرى تعتبر أوراق الفجل مصدر هام للبروتين حيث تم استخلاص 22 حمض أميني (Ankita et Prasad, 2015؛ Singh et Singh, 2013) وأوراق الفجل غنية بالكالسيوم والحديد وحمض الاسكوربيك (Singh et Singh, 2013؛ ايشو، 2004).

معظم أجزاء النبات؛ جذور، أوراق وبذور تستخدم في الطب (Shobha *et al.*, 2013) ومن جوانب عدة، إذ يُستُعْمل في علاج أمراض الكبد والجهاز التنفسي، ولوحظ أن عصير جذوره له فعالية ضد البكتيريا واستعمل لعلاج الإصابات الفيروسية (السعدي، 2013)، كما تفيد عصارته في علاج أمراض الحصاة المرارية وذلك ببشر الجذور وعصرها، كما أن عصيره مسكّن لآلام الساقين ويعتبر دهانًا موضعيّاً لعلاج المفاصل ويستخدم في علاج السّعال، كما استخدم عصير الأوراق في إدرار البول وكمُليّن للأمعاء (Shobha *et al.*, 2013)، ومقوّي للعظام ونافع لمرضى السّكري والاضطرابات الكبديّة ويساعد على زيادة إدرار اللبن للمرضعات وهو مفيد في علاج البلاجرا ومن الإصابة بها (أرحيم، 2002)، كما تعد أوراق نبات الفجل مفيدة للجهاز الهضمي فهي تعتبر منشط جيد لحركة الأمعاء(Singh et Singh, 2013) كما لا ينصح لمرضى القولون بتناول الفجل، لأن أليافه تسبب تهيّج القولون (أرحيم، 2002).

كما يحتوي الفجل كغيره من أجناس العائلة الصليبية على مجموعة من المركبات المهمة لمنع حدوث السرطان وكذلك في قتل أنواع عدة من الخلايا السرطانية، فضلا عن دورها في الحماية من المسرطنات والمسببة للطفرات الوراثية مثل السايتوكاينينات وغيرها التي تعمل كمضادات للأكسدة وحماية جسم الإنسان (السعدي، 2013).

الفصل الثاني

نواتج الأيض عند النباتات

II-1- نواتج الأيض الأولي :

هي مواد تنتج أثناء العملية التمثيلية الأساسية، مثل التمثيل الغذائي للكربوهيدرات والبروتينات والدهون كما أن هذه المركبات يعتبرها البعض نفايات تنقل بعد تكوينها إلى الفجوات العصارية داخل الخلية أو تخزن في النبات، ومن بعض خصائصها أنّها لا تدخل مباشرة في نمو وتكاثر الخلايا (مقبول، 1995).

II-1- 1- الكاربوهيدرات (السكريات):

وهي عبارة عن ألدهيدات أو كيتونات متعددة الهيدروكسيل لها صيغة هي $(CH_2O)_n$ (حسن، 2008)، فيمكن تخليق الكاربوهيدرات أساسا في الأنسجة النباتية من خلال عملية التركيب الضوئي التي تتم في البلاستيدات الخضراء من عنصري غاز ثاني أكسيد الكربون والماء حيث يعتبر كل من الكربون والهيدروجين والأوكسجين من العناصر الرئيسية في المركبات الكاربوهيدراتية، وأن الأوكسجين والهيدروجين يتواجدان كما في جزيء الماء (أمين وآخرون، 2002 ؛ المضفر،2001)، حيث تعني أن الكاربوهيدرات تنتج من إتحاد الكربون مع الماء وأعطت الكثير من هذه المركبات الصيغة الجزيئية $C_x(H2O)_y$ وتتراوح قيمة x من ثلاثة إلى عدة آلاف وسميت وفقا لهذا بهيدرات الكربون $C_x(H2O)_y$ (المضفر، 2001). حيث تنقسم الكاربوهيدرات وفقا لتحللها في الماء إلى:السكريات الأحادية، السكريات المحدودة السكريات العديدة (المضاعفة)

ولها وظائف عدة منها:

- تدخل في تركيب الخلية النباتية كجزيئات تركيبية مثل السيليلوز المكون لجدر الخلايا النباتية.
- تعتبر مصدر كبير للطاقة حيث ينتج عن تحللها وأكسدتها طاقة تستخدم في التفاعلات البيوكيميائية لجميع الكائنات الحية (حسن.، 2008)،
- كما تدخل في تركيب الأحماض النووية ARN وADN في جميع الكائنات الحية ومركبات الطاقة مثل ATP (أمين وآخرون، 2002).

II-1- 2- البروتينات:

هي مركبات ذات أوزان جزيئية عالية، تتكون من وحدات الأحماض الأمينية ألفا مترابطة مع بعضها بواسطة رابطة الببتيد (حسن، 2008)، ويعتمد تركيب البروتين على تتابع الأحماض الأمينية (البناء الأولي) والتي تحدد الشكل أو التركيب الجزيئي (التركيب الثنائي و الثلاثي)، ويمكن أن يتواجـــد البروتين

على شكل كتل جزيئية والتي تتركب في شكل هندسي منظم (التركيب الرباعي) تنقسم البروتينات من حيث تركيبها إلى بروتينات بسيطة، بروتينات مرتبطة والبروتينات المشتقة (أمين وآخرون، 2002) حيث تقوم البروتينات بعدة وظائف حسب (حسن، 2008 ؛ المضفر، 2001) والتي منها :

- إنزيمات: وهي عوامل بيولوجية مساعدة Biocatalysts، ويزيد عددها على أكثر من 1500 إنزيم كل منها يحفز تفاعلا كيميائيا معينا.
- البروتينات التركيبية: هي بروتينات تعمل كخيط مساند أو سطوح لكي تعطي التراكيب البنائية الحياتية القوة والحماية مثل الكولاجين.
- البروتينات الخازنة :هذا النوع من البروتينات يستخدم لخزن المواد الغذائية كبروتينات البذور النباتية الغنية بالبروتين كالفاصوليا واللوبيا.
- البروتينات الناقلة: فهي تنقل مركبات معينة من نسيج إلى آخر.

II-1- 3- الدهون (اللبيدات):

هي عبارة عن مجموعة من المركبات الكيميائية التي تتكون من وحدات تركيبية حيوية تتميز بأنها غير متجانسة وغير محبة للماء أي أنها لا تذوب في الماء إلا بصعوبة كبيرة، ولكنها تذوب في المذيبات العضوية مثل الهكسان، وقد استخدمت خاصية عدم الذوبان في الماء كأساس لتمييز الزيوت والدهون عن الكربوهيدرات والبروتينات (أمين وآخرون، 2002)، واللبيدات هي عبارة عن مشتقات للأحماض الدهنية كأسترات esters وفي بعض مجاميع اللبيدات الأخرى توجد الأحماض الدهنية في صورة أميدات amides كما تؤثر المشتقات الأسيلية بدرجة كبيرة على خاصية الـ hydrophobicity للبيدات. حيث تنقسم الدهون إلى ثلاثة أقسام رئيسية حسب (أمين وآخرون، 2002؛ المضفر، 2001) وهي :

- دهنيات بسيطة
- الدهنيات المركبة كالدهنيات الفوسفاتية
- الدهنيات المشتقة: كالأحماض الدهنية، التربينات، الستيرويدات، الكاروتينات...إلخ.

وتعتبر اللبيدات ذات أهمية غذائية وفيسيولوجية كبيرة فهي مصدر الطاقة ومصدر للأحماض الدهنية الأساسية والفيتامينات القابلة للذوبان في اللبيدات، كما أنها ترتبط مع البروتينات مكونة الليبوبروتينات Lipoproteins وهي مكون مهم في الخلية الحية وكذا تعتبر مواد واقية على سطح الخلايا الحية (الجساس، 2011).

II-2- نواتج الأيض الثانوي:

تعتبر النباتات هي مصدر مجموعة متنوعة ومذهلة من المواد الطبيعية الفعالة غالبا ما تكون مفيدة (Edwin, 1989). تحتوي النباتات الطبية على هذه المركبات الكيميائية (مقبول، 1995). غالبا ما تصنف نواتج الأيض الثانوي كمركبات لا ترتبط مباشرة بالتطور والنمو أو التنفس عند النباتات. بالنسبة لمعظم هذه المركبات لم يتم تعيين دورها بالضبط، ومع ذلك، فأنشطة العديد من المركبات الثانوية النباتية هي الحماية ضد مسببات الأمراض البكتيرية والفطرية، وكإشارات كيميائية (Packer, 2001)، وكذلك تستخدم لأغراض ديمومة حياتها أو الحماية والدفاع ضد المفترسات. وتسمى هذه المركبات بالنواتج الطبيعية أو الثانوية أو العرضية وغالبا ما يطلق عليها المواد الفعالة (substances bioactifs)، كما استخدمت هذه المركبات بشكل مستخلصات خام كعقاقير، إلا أن تنقية وتشخيص العديد من هذه المواد الفعالة ذات التأثير البيولوجي لا يزال يشغل علماء الصيدلة والكيمياء وعلوم الحياة، حيث انصب الاهتمام نحو تأثير مستخلصات النبات الخام على عدد من السلالات البكتيرية والفطرية الممرضة (مقبول، 1995). فالعديد من مركبات الأيض الثانوي للنباتات ذات أهمية اقتصادية، مثل المنكهات والزيوت والعطور، والأصباغ، والمواد الصيدلانية (Edwin, 1989). كما يمكن تحديد أكثر من طريقة لاستخلاص المواد الفعالة حيث تتغاير هذه الطرق بين مستخلصات كحولية (ميثانول أو إيثانول) أو مائية. كما تتغاير طرق الاستخلاص تبعاً للجزء النباتي المدروس (مقبول، 1995).

II-2- 1- الفلافونيدات:

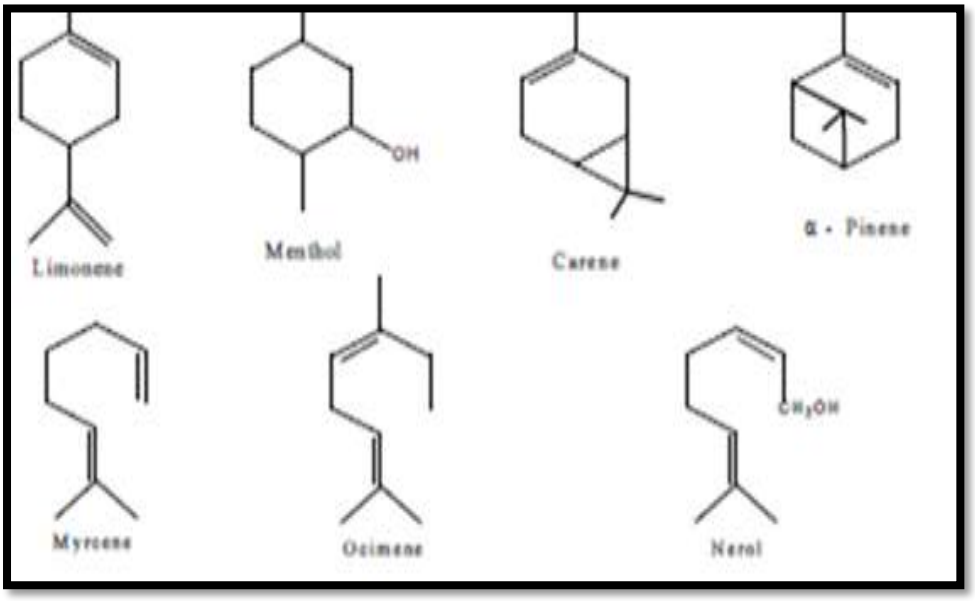
تمثل مركبات الفلافونويد المجموعة الأكثر شيوعا من البولي فينولات وهي من المركبات الثانوية للنبات (Marfak, 2003). مركبات الفلافونويد بجانب مجموعة متنوعة من المركبات الثانوية الأخرى، قد لعبت دورا رئيسيا في تطوير موضوع كيمياء النبات والذي ازدهر في الفترة بين 1950 و1970 (Bohm, 1986). وترجع كلمة فلافونويدات إلى أصل لاتيني مشتقة من كلمة Flavus ومعناها أصفر، وعموما فإن الفلافونيدات هي مركبات فينولية ملونة مسؤولة عن لون الأزهار والثمار وفي بعض الأحيان الأوراق وهي عبارة عن صبغات نباتية تنتشر في الأجزاء المختلفة من النبات (Packer, 2001). ويتم عزل هذه المركبات على هيئة أملاح كلوريد، حيث تؤمن الحماية للنسيج الخلوي للنباتات من تأثير الأشعة فوق البنفسجية (Harborne, 1973) وأثبتت تجارب عديدة ومكثفة أن بعض الفلافونيدات لها فعالية ضد الخلايا السرطانية وهذا من خلال:

- تقوية الجهاز المناعي، وذلك بمساعدته على مقاومة وتدمير الخلايا السرطانية، فقد لوحظ وجود علاقة عكسية بين تناول بعض البولي فينولات وخطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية والسرطان والأمراض الأخرى.
- اقتناص الجذور الحرة، فهي ذات خاصية مضادة للأكسدة، والبعض منها لها تأثيرات مضادة للالتهاب، مضادة للحساسية، مضادة للتشنج، مضادة للتّشحّم الكبدي، مضادة للبكتيريا وللميكروبات والفيروسات، كما تستعمل أيضا كمسكنات ومدرات للبول ومخفضات لنسبة الكولسترول.
- الحماية من الأشعة فوق البنفسجية (Macheisc *et al.*, 2005; Cheze *et al.*, 2001). حيث تتمثل أدوارها في:
  - الحماية من الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض.
  - الخصوبة النباتية وإنبات حبوب اللقاح.
  - تشكيل إشارات جزيئية في التفاعلات النباتية ضد الميكروبات (Shijlem, 2007).

II-2- 2-التربينات:

تؤلف التربينات المجموعة العظمى من منتجات المملكة النباتية، فهي مركبات مشتقة من مزيج من اثنين أو أكثر من وحدات الأيزوبرين، الذي يتكون من 5 ذرات كربون الذي يعرف كيميائيا باسم 2-ميثيل 3، 1-البيوتاديين (Harrewijn *et al.*, 2001; Singh, 2007).

توجد التربينات في النباتات الراقية، كما يمكن أن تكون في الطحالب، والفطريات، كما تم العثور على بعض التربينات في الحشرات والجراثيم (Connoly et Hill, 1991) كما تعتبر التربينات في النباتات بشكل عام ذات وظيفة بيئية وفسيولوجية. حيث أن العديد من التربينات تمنع نمو النباتات المنافسة (allelopathy). ومن المعروف أن البعض منها يعمل كمضاد لبعض الحشرات، كما أنها تجلب الحشرات الملقحة للنبات، كما أن الهرمونات النباتية تابعة للتربينات (Connoly et Hill, 1991) (الوثيقة 02).



الوثيقة (02): بعض التربينات الأحادية (Rose, 1999).

II-2- 3- الزيوت الطيارة:

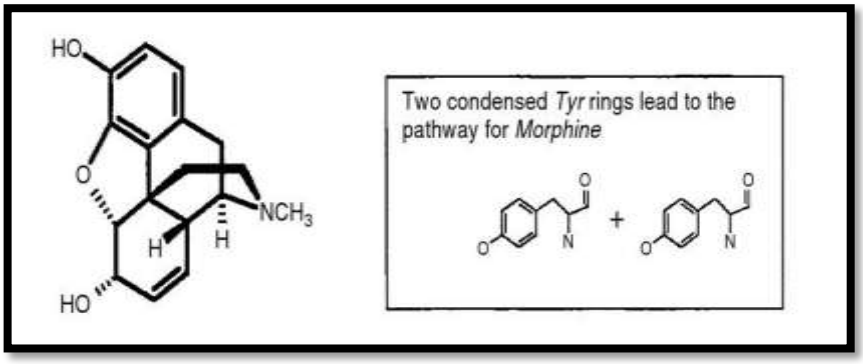
الزيوت الطيارة عبارة عن خليط من المركبات العطرية والطيارة (Balz, 1996)، تتجزأ وتتطاير عند درجات الحرارة العادية دون تحلل، على عكس الزيوت الثابتة والتي تتطاير ولكنها تتحلل إذا عرضت للتبخير أو للتسخين، ذات مصدر نباتي حيث تنجم عن عملية التحول الأيضي في النبات وتتجمع داخل تراكيب خاصة مثل الشعيرات الغدية (Glandular hairs) كما في العائلة الشفوية، أو القنوات الزيتية، (Oil vittae) كما في العائلة الصنوبرية، أو الغدد الزيتية (Oil glands) كما في العـائلة السذبية. تعد النباتات المصدر الأساسـي للزيوت الطيارة والثابتة (George, 2003)، إذ تتواجد في أغـلب الأنواع النباتية وفي حوالي ستين عائلة نباتية أهمها: العائلة الخيمية (Apiaceae) والـعائلة الشفـوية (Lamiaceae) حيث تعمل الزيوت الطيارة:

- كمضادة للميكروبات النباتية.
- على جذب الحشرات لزيادة فرص التأبير في النبات.
- المساعدة على التئام الجروح النباتية بعد ذوبان الراتنج منها التخلص من بعض نواتج العمليات الحيوية خارج أنسجة النبات.
- كمعامل دفاعي للنبات ضد الحشرات وبعض الحيوانات.
- دورا في تنبيه وتنظيم نمو النباتات (Thorman, 2001 ; Janardhanan et Thoppil, 2004).

II-2- 4- القلويدات:

تعرف القلويدات على أنها أحد نواتج الأيض الثانوي، وهي عبارة عن مجموعة من القواعد النيتروجينية المعقدة التركيب، وذات حلقة غير متجانسة، تحتوي على ذرة نيتروجين وهي مركبات عضوية نتروجينية تتكون من الأحماض الأمينية مثل الأرنيثين والليسين والفينيل ألانين والتربتوفان.

القلويدات عادة ما توجد في الأنسجة الصغيرة وفي عصير الخلايا، ولكنها تتحول إلى الحالة الصلبة في طور النضج كما في الحبوب والثمار والجذور. ويختلف توزيع القلويدات في الأنسجة النباتية حسب نوع وسن النبات (Saxena, 2007; Kenneth, 1998) الوثيقة (03).



الوثيقة (03) : قلويد المورفين (Tadeusz, 2007; Bruneton, 2009).

يكمن دور القلويدات الفيزيولوجي في عمليات البناء الحيوي (Rizk, 1991)، كما تعتبر مخزن للنيتروجين الزائد عن حاجة النبات. ولها دور هام في الحماية من الآفات التي تهدد حياة النبات (Andesson et Wennstron, 2003).

II-2- 5- التانينات:

وتعرف بالمواد القابضة وهي مجموعة من المركبات الكيميائية معقدة التركيب (Fuller, 2004)، واسعة الانتشار في النباتات، حيث تحتوي تقريبا كل فصيلة من الفصائل النباتية على مركبات تانينية (Bruneton, 2009). كما تتوزع التانينات في جميع أعضاء النبتة كالأوراق، الثمار والجذور، يمكن تقسيم التانينات إلى ثلاثة أنواع: التانينات المتحللة، التانينات المتكاثفة أو المركزة، والتانينات المعقدة وتلعب التانينات (Vermerris et Nicholson, 2008) دورا حيويا هاما بالنسبة للنبات يتمثل في :

- المواد التانينية هي مصدر الطاقة التي يستهلكها النبات في عمليات التحول الغذائي، ولذلك فإن كميتها تقل بإستنفاذها في عمليات النضج، وما يتبقى يتحول إلى أحماض تعطي الثمار طعمها الحامضي.

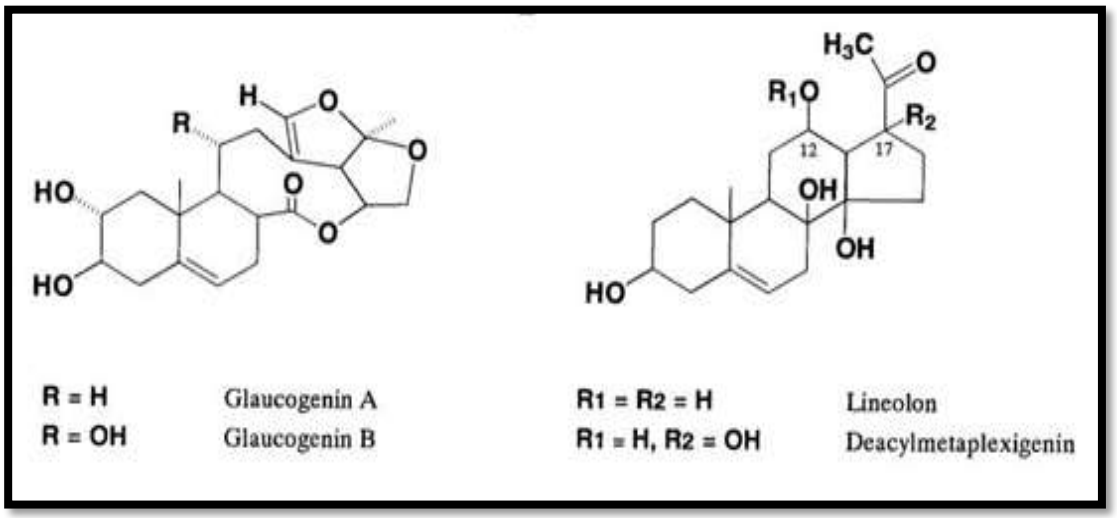
- التانينات مواد فينولية مطهرة، تحمي النبات من الحشرات والفطريات الضارة فتحافظ على حياة النبات أثناء نموه (Makkar, 2003 ; Shahidi, 1997).

II-2- 6- الأنثوسيانين :

الأنثوسيانين كلمة يونانية تعني: Anthos، زهرة وKuanos، الأزرق البنفسجي وهو مصطلح عام يشمل anthocyanidols ومشتقاتها الغليكوزيلاتية. هذه الجزيئات التي تنتمي إلى عائلة الفلافونويد، وهي أصباغ تلون النباتات باللون الأزرق والأحمر والبنفسجي والوردي أو البرتقالي (Harborne.,1973)، موجودة عموما في فجوات خلايا البشرة، (Herman., 2007) وتتواجد أيضا الأنثوسيانين في الجذور والسيقان والأوراق والبذور(Davies., 2004) تلعب دورا في جذب الحشرات لنشر حبوب الطلع لتلقيح الأزهار، وبالتالي فهي ذات قيمة كبيرة في تطور العلاقة المشتركة بين النبات والحيوان أيضا الأنثوسيانين هي من العوامل المهمة مع الفلافونويدات في الدفاع عن النبات من الطفيليات والحشرات الضارة كما أن للأنثوسيانين دور في عملية التمثيل الغذائي للنباتات فقد أجريت عليها العديد من الدراسات لكنها لا تزال غامضة إلى حد ما (Wink., 1999 ; Harborne.,1973).

II-2- 7- الغليكوزيدات:

وهي عبارة عن سكريات غير متجانسة من نواتج الأيض الثانوية، توجد بكثرة في معظم أجزاء النباتات الراقية ونادرا ما توجد في الأقل رقي منها، ويتركز وجودها في العصير الخلوي لفجوات الخلايا النباتية (Damian et Damian., 1995) يتعدى عددها 2000 مركب، تتميز بارتباط سكر (أو عدة سكريات) بالهيكل الأساسي لها (Cheeke., 1989) (الوثيقة 04).



الوثيقة (04): بنية الأجليكون (Yang et Tanaka., 1999).

الفصل الثالث

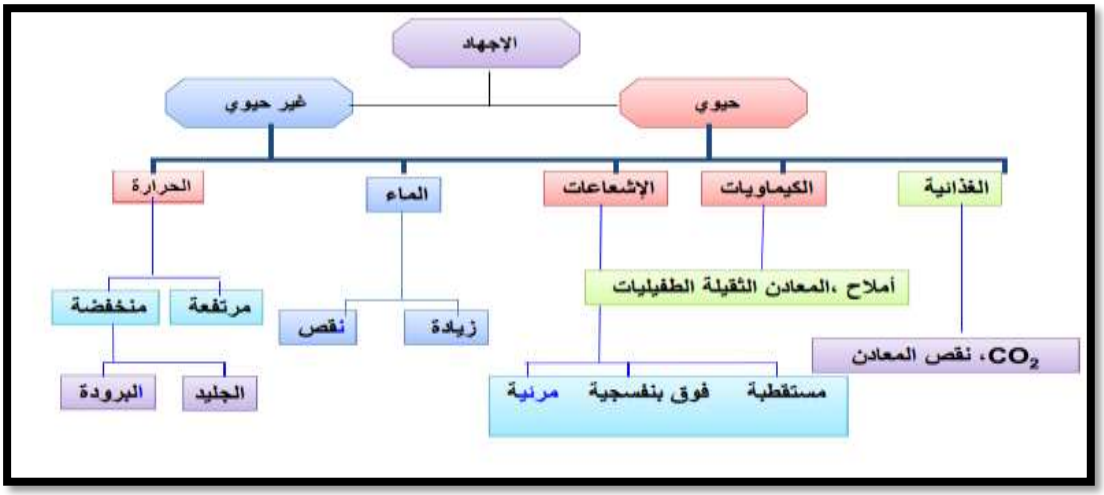
الإجهاد الملحي

III- 1- الإجهاد:

الإجهاد فيزيائياً: هو مجموعة من الظروف تتسبب في إحداث تغيرات ملموسة في العمليات الفسيولوجية والتي تؤدي تدريجياً إلي إحداث الضرر.

الإجهاد فسيولوجياً: هو انعكاس لمجموعة من الضغوط البيئية لإحداث تغيرات في فسيولوجيا النبات تمييزاً له عن الإجهاد المغير للأبعاد والذي يعرف بأنه التغير الجزئي في المادة نتيجة للإجهاد ويمكن أن يميز بالتغير الفسيولوجي الحادث استجابة للإجهاد البيئي والذي لا يؤدي بالضرورة إلى خفض بالنمو أو التكاثر.

كما يعرف بعض الباحثين الإجهاد (Stress) بأنه تغير فسيولوجي يحدث عندما تتعرض الأنواع إلي ظروف غير عادية وغير مرغوبة لا تهدد بالضرورة حياتها، بل قد تكون حافزاً لاستجابتها للأقلمة لهذه الظروف الوثيقة (05) (السيد، 2005).



الوثيقة (05): تصنيف الإجهاد (Gravot, 2007 ؛ عن شايب، 2012)

III- 2- الملوحة :

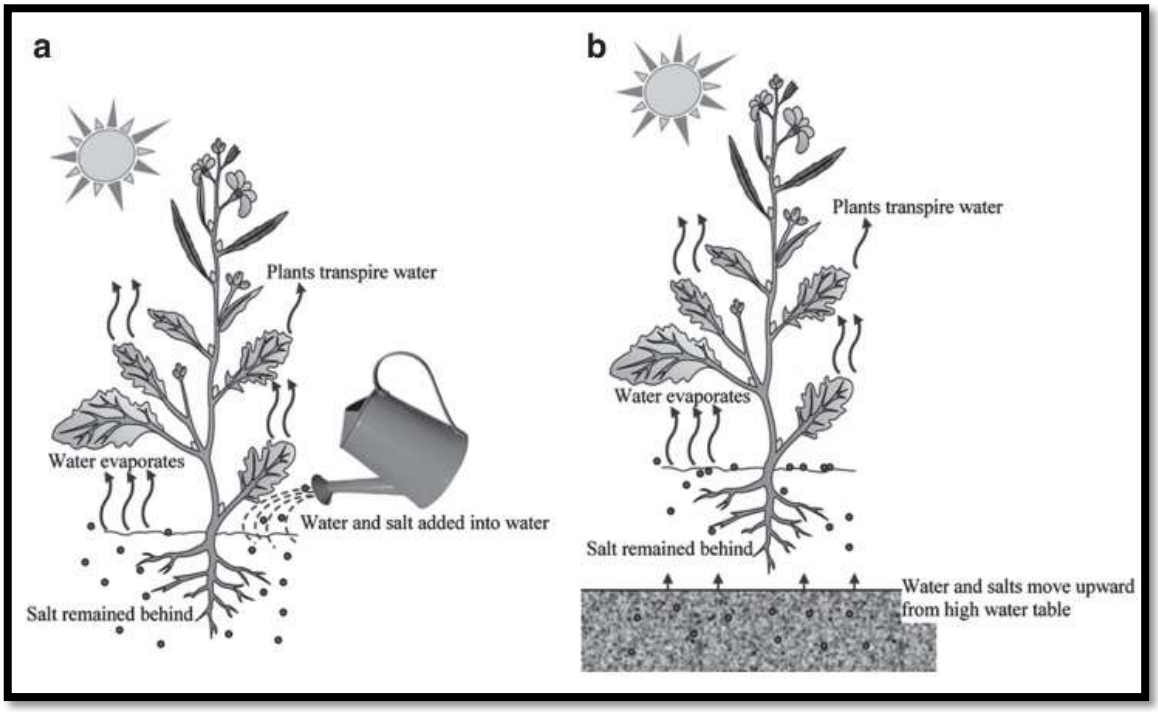
تعتبر الملوحة أحد أنواع الاجهادات الغير حيوية ومن أكثرها خطورة وتمثّل التركيز الكلي للأملاح المعدنية الذائبة في مستخلص التربة المائي والمتكونة بصورة رئيسية من أيونات الصوديوم Na^+ والكلور Cl^- والسولفات SO_4^{-2} والمغنزيوم Mg^{+2} والكربونات CO_3^{-2} التي تؤدي إلى حدوث العديد من الإضطرابات الفيزيولوجية للنبات وتحد من إنتاجية المحاصيل إلى حد كبير،حيث تثأثر بهذه الظاهرة أراضي واسعة من العالم وهي في تزايد يوما بعد يوم (Hasanuzzaman *et al.*, 2013).

حيث تتميز هذه الأراضي بوجود أملاح ذائبة بدرجة عالية مما يؤثر على النباتات النامية بها لدرجة تحدث التلف والضرر لها،حيث تصل نسبة الأملاح الذائبة الكلية أكثر من 0.2 % بالوزن في حين يقل الصوديوم المتبادل عن 15% من مجموع القواعد الكلية المتبادلة وتصل درجة تركيز أيون الهيدروجين أقل من 8.2% ولا تزيد قدرة التوصيل الكهربائي لمستخلص التربة المشبع عن 4 مليموز/سم عند درجة الحرارة25 درجة مئوية (كذلك، 2000).

III- 2-1- مصادر الملوحة:

تعد الملوحة مشكلة متزايدة في المناطق الإروائية في العالم حيث تزداد ملوحة التربة بزيادة ملوحة مياه الري التي تؤثر على النشاطين الفيزيولوجي والفيزيائي للنبات (جاسم وآخرون، 2009) حيث تنتج الملوحة من المصادر التالية:

- الأملاح الموجودة في التربة الناتجة عن الذوبان والتعرية المستمرة للصخور (الصخرة الأم) (Hasanuzzaman *et al.*,2013).
- الأملاح الذائبة المضافة من خلال مياه الري والتسميد.
- ارتفاع مستوى الماء الأرضي الناتج عن غياب التصريف الجيد بعد عملية السقي (Corwin *et al.*, 2007).
- تلوث التربة والماء بالأملاح الناتجة عن تسرب مياه البحر خاصة في الأراضي المحاذية للمناطق الساحلية أو الإفراط في استغلال مياه الري (Hasanuzzaman *et al.*, 2013).
- الإكثار من السقي بالماء المالح مهما كان تركيز الملوحة به حيث أن استخدام العشوائي لمياه الري مرتفعة الملوحة يؤدي إلى نتائج سلبية على التربة مما يغير من خصائصها الفيزيائية والكيميائية (Nahi, 2010) وكذا الحاصل والبيئة نتيجة التراكم الملحي أو التأثير الأيوني الخاص ويعتمد ذلك بدرجة كبيرة على عمليات إدارة التربة والماء والنبات (داخل وآخرون، 2011).
- المياه الجوفية أو الماء الأرضي الذي يرتفع بسبب الخاصية الشعرية له تأثير في زيادة ملوحة التربة وهو وسيلة لنقل الأملاح أثناء حركتها من موقع لآخر تحت سطح الأرض وتعتبر عامل رئيسي لنقل الأملاح في الكثير من المناطق القاحلة والشبه قاحلة حيث يمكن لهذه المياه أن تذيب كميات كبيرة من الأملاح أثناء مرورها بتراكمات ملحية في باطن الأرض الوثيقة (06) (عدنان وعبد الكريم، 2013).



الوثيقة (06): أسباب ملوحة الأراضي الزراعية الناتجة عن السقي بالمياه المالحة أوصعود المياه المتملحة (Hasanuzzaman *et al.*, 2013)

III- 3- الملوحة والنبات

إن عملية تملح التربة لا يمكن النظر إليها على أنها مجرد عملية لتراكم الأملاح فقط بل ترافقها تأثيرات كيميائية وفيزيائية في مكونات التربة المختلفة وبالتالي تأثيرات سلبية محتملة في الواقع الخصوبي، إن إزالة الأملاح لا يؤدي بالضرورة إلى إزالة جميع التأثيرات السلبية المحتملة لمكونات التربة، إن التأثيرات السلبية للملوحة في نمو المحاصيل وإنتاجيتها تأتي من خلال بعض التأثيرات التي تحدثها أهمها: (شاكر ومحمد، 2014)

III- 3-1- تأثير الإجهاد الملحي على نمو النبات :

إن أهم المظاهر لتأثيرات الشد الملحي في المحاصيل هو التأثير السلبي للملوحة في الإنبات مما يسبب بطئ أو فشل في أحد مراحل الإنبات نتيجة لتأثيرات الملوحة في رفع الضغط الأسموزي في محيط الزراعة وبالتالي عجز التشرب بالماء (شريف، 2013) علاوة على تأثيراتها على العمليات الفيزيولوجية والحيوية للخلايا المتضمنة النشاط الإنزيمي والبناء الحيوي للبروتين والأحماض النووية وفعالية الميتوكندري والبلاستيدات وقد أفترض أن زيادة مستويات الملوحة داخل الأنسجة يمكن أن تقلل من مستويات الهرمونات النباتية مثل الأوكسينات والسيتوكينات والجبريلينات الضرورية للانقسام الخلايا

واستطالتها مما ينعكس سلباً على النمو فيؤدي ذلك إلى انخفاض ملحوظ في تراكم المادة الجافة وقلة الوزن الجاف لكل من المجموعين الخضري والجذري (كاظم وآخرون، 2008 ؛ شريف، 2013)

لقد أجرى العديد من العلماء أبحاث حول استجابة نمو الكثير من النباتات للملوحة سواء كانت نباتات ملحية أو غير ملحية، فقد درس تأثير تراكيز مختلفة من ملح كلوريد الصوديوم على نمو 12 نوعا من النباتات وقد وجد تفاوت كبير في استجابة نمو هذه النباتات للملوحة. فمن بين الأنواع المدروسة نجد نبات الخردل *Brassica juncea* L. حيث عومل بالتراكيز التالية mmol (40، 70، 150) من ملح كلوريد الصوديوم فوجد أن زيادة الملوحة تؤثر على نمو النبات واتضح ذلك من خلال الوزن الطري والجاف خلال مراحل النمو (سعد، 2004).

III- 3-2- تأثيرات الإجهاد الملحي على البناء الضوئي :

تعد الملوحة من عوامل الإجهاد الغير حيوية المحددة لنمو وإنتاجية النبات وهذا دليل على تأثير الأملاح على إنزيمات البناء الضوئي، الكلوروفيل والكاروتينات ومن جهة أخرى فإنّ أيونات الصوديوم لها تأثير ضار على محتوى الوراق من الصبغات الضوئية التي تلعب دورا مهما في التفاعلات البناء الضوئي مثل الكلوروفيل أ وب وكذلك المحتوى الكلي للكلوروفيل، إن انخفاض محتوى الكلوروفيل ناتجا عن أسباب أخرى أحد هذه الأسباب متعلق بتلف أغشية البلاستيدات الخضراء (شهيد وآخرون، 2012).

III- 3-3- تأثير الإجهاد الملحي على محتوى النبات من الكربوهيدرات والبروتين :

تؤثر الملوحة على محتوى النبات من الكربوهيدرات إما بالزيادة أو بالنقصان حيث وجد أن الكربوهيدرات الكلية في السيقان والأوراق لكل من نبات العنب والبرتقال والرمان قد قلت بزيادة مستوى الأملاح في مياه الري، وقد إنخفض أيضا محتوى الكربوهيدرات الأحادية في نبات الجزر. أما عند معاملة القمح بتراكيز مختلفة من الملوحة فقد لوحظ أن المحتوى الكربوهيدراتي انخفض بزيادة الملوحة من 1600 إلى 3200 جزء من المليون، بينما معدل الملوحة المنخفض 800 جزء من المليون أدى إلى زيادة معنوية في المحتوى من الكربوهيدرات.

إن المحتوى من البروتينات بدرجة ملحوظة بزيادة معدل الملوحة حتى 900 جزء من المليون (PPM) مما يؤدي إلى تأثير مدمر للنبات، كما وجد أن تعرض نبات القمح للإجهاد الملحي بنسبة (3 و6 و9 %) من كلوريد الصوديوم NaCl أدى إلى انخفاض البروتينات الكلية الذائبة (سعد، 2004).

III- 3-4- تأثير الإجهاد الملحي على امتصاص العناصر الغذائية :

إنّ تأثير ملوحة مياه الري على الإخلال في التوازن الغذائي داخل النبات يكون مرتبط بشكل رئيسي بوجود أيونات بعض عناصر الأملاح لاسيما أيونات الصوديوم Na^+ ونسب هذه الايونات.إذ لوحظ أنّ أملاح الصوديوم والكالسيوم تؤدي إلى انخفاض مستوى ايونات البوتاسيوم في النبات (علي، 2012)، كما تسبب تسمم للخلايا نتيجة تراكم معدلات عالية منها في خلايا النبات، إضافة إلى عرقلة امتصاص الماء والعناصر المعدنية المغذية عن طريق جذور النبات بسبب الشد الأسموزي الذّي تتعرض له النباتات في الأوساط الملحية (العودة، 2007 ؛ مدحت وآخرون، 2014). كما تؤثر الأملاح في جاهزية العناصر الغذائية ولاسيما النتروجين والفسفور والبوتاسيوم وتنعكس سلبا في نمو وإنتاجية النباتات وتبدو هذه الحالة أكثر وضوحا في ترب المناطق الجافة وشبه الجافة ولاسيما فقدان الحاصل وتدهور نوعيته بسبب انخفاض سرعة عملية التمثيل الضوئي (علي، 2012).

III- 3-5- الإجهاد الملحي وتشكل الأنواع الأكسيجينية النشطة:

توجد عدة أنواع من الإجهادات التأكسدية منها الجفاف، إجهاد الحرارة والملوحة، الإضاءة الشديدة وهي جميعها تزيد من تكوين الأنواع الأكسيجينية النشطة مثل جذور السوبر أكسيد O^{-2} وجذر الهيدروكسيل OH^- وبيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 .

ترتكز المواقع الرئيسية لتشكلها في الخلية النباتية في العضيات المتمثلة بالكلوروبلاست والميتوكوندريا،حيث يزيد تكوينها تحت ظروف الإجهاد والتي تسبب ضرر تأكسدي يقود إلى تحطيم أنظمة النقل الإلكتروني، وكذا إلحاق الضرر بالمكونات الخلوية الضرورية، كما تعمل على هدم الكلوروفيل الدهون الغشائية الأساسية والبروتينات والأحماض النووية (شهيد وآخرون، 2012).

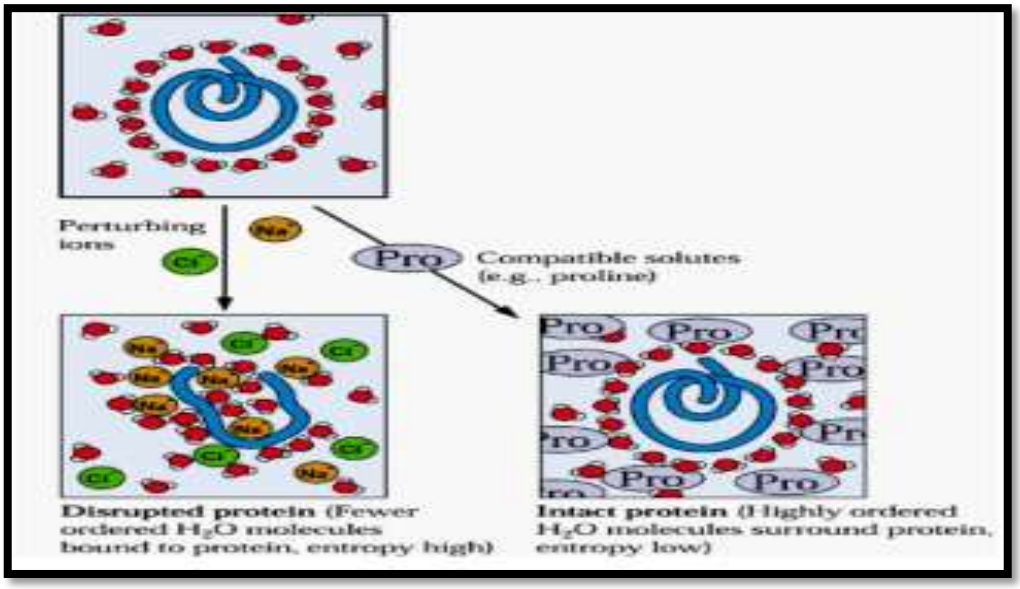
III- 4-آليات مقاومة النبات للإجهاد الملحي

III- 4-1- التعديل الأسموزي (Ajustement osmotique):

تمثل عملية التعديل الأسموزي أحد الاستجابات الدفاعية للنبات في ظروف الإجهادات الغير حيوية مثل الإجهاد الملحي. حيث تلعب المنظمات الأسموزية (Osmorégulateurs) دوراً مهماً في التعديل الأسموزي داخل خلايا النبات، وذلك بفضل تراكم هذه المنظمات (أحماض آمينية حرة مثل البرولين والجليسين بيتايين، السكريات الذائبة مثل الفركتوز والغلوكوز). يختلف هذا التراكم من نبات إلى آخر حسب مرحلة النمو والنوع النباتي وكذا درجة الملوحة حيث تعمل على المحافظة على ضغط الإمتلاء، خفض الضغط

الأسموزي وتسمح بحماية العديد من الوظائف الفيزيولوجية النباتية كالتركيب الضوئي والنمو (El midaoui *et al*, 2007; Munns, 2002).

يعتبر البرولين من أهم المنظمات الأسموزية خلال الإجهاد الملحي وهو عبارة عن حمض أميني يتراكم في النباتات عند تعرضها للإجهاد وهو يلعب دور واقي أسموزي فعال. إن زيادة البرولين في العصير الخلوي يؤدي إلى إستبعاد أيونات الصوديوم والكلور في الخلية المعرضة للإجهاد الملحي وبالتالي التقليل من التأثير السمي لهذه الأيونات كما في نبات التبغ واللفت المعرضين لشد ملحي كما يقوم بحماية الخلية ومحتوياتها أسموزيا ويعتبر عامل وقاية للإنزيمات والعضيات الخلوية (كاظم وآخرون، 2008)، ويعمل على ثباتية الأغشية الخلوية بواسطة ارتباطه مع الفوسفولبيد، يعتبر كجذر هيدروكسيل كاسح (الوثيقة 07) (شهيد وآخرون، 2012).

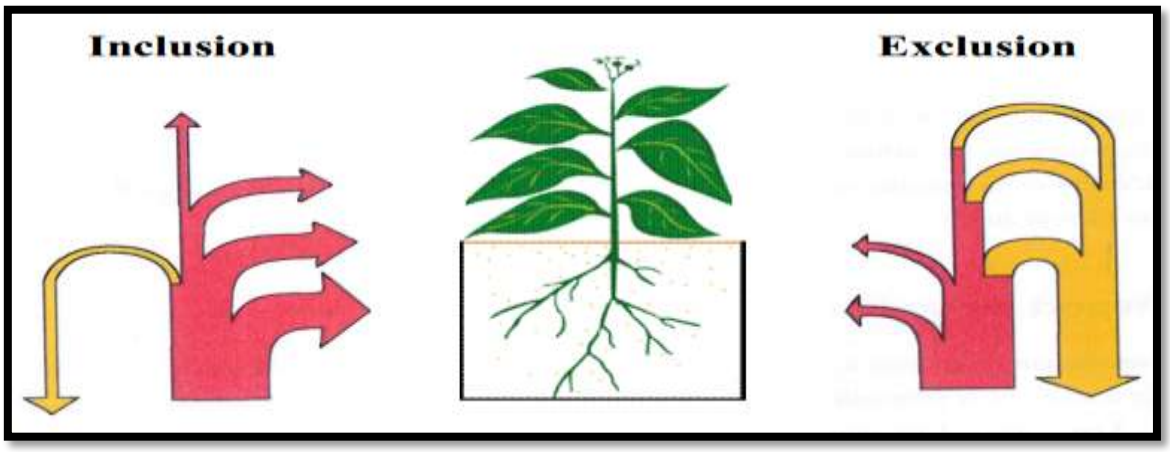


الوثيقة (07): دور البرولين في حماية البروتين في وجود NaCl (Bouchoukh., 2010).

من المعروف أن النباتات المتحملة للملوحة هي التي يمكنها الصمود عند تراكيز الملوحة العالية حيث يمكن للنبات أن يقوم بالتقليل من صعود الأملاح أو يقوم بالتقليل من تركيز الأملاح في سيتوبلازم خلاياه، فمثلا تقوم النباتات المتحملة للملوحة (Halophytes) باستبعاد الأيونات للمحافظة على محتوى منخفض للأيونات أو بتوزيعها واحتجازها داخل فجواتها وهذا ما يمنحها نمو لفترة أطول في الأوساط ذات الملوحة المرتفعة (Jouyban, 2012 ; Munns, 2002).

III- 4-2- آلية استبعاد وتوزيع الأيونات (Exclusion et inclusion des ions):

يمكن اعتبار عملية توزيع الشوارد بين الأعضاء (الجذور، الأجزاء الهوائية، الأنسجة) وأيضا بين الأجزاء الخلوية (الفجوة، السيتوبلازم) إحدى آليات مقاومة النبات للملوحة (عولمي، 2010). حيث تقوم بعض النباتات خاصة المتحمّلة لظروف الإجهاد الملحي باستبعاد أيونات 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). وتتم 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 أيونات الصوديوم داخل الفجوات لتفادي سميتها (Jouyban, 2012; Berthomieu *et al.*, 2003). وذلك بفضل وجود مضخات النقل المزدوج صوديوم – بروتون حيث يزيد النبات من نشاط هذه المضخات وبذلك يتم عزل الأملاح عن باقي مكونات الخلية ويزيد من كفاءة عملية تخزين الأملاح في الأجزاء الهوائية للنبات إذ تضمن هذه الآلية حماية الأنظمة الإنزيمية وسيتوبلازم الخلايا (Berthomieu *et al.*,2003) الوثيقة (08).



الوثيقة (08): آلية توزيع وطرد الأيونات عند النبات.

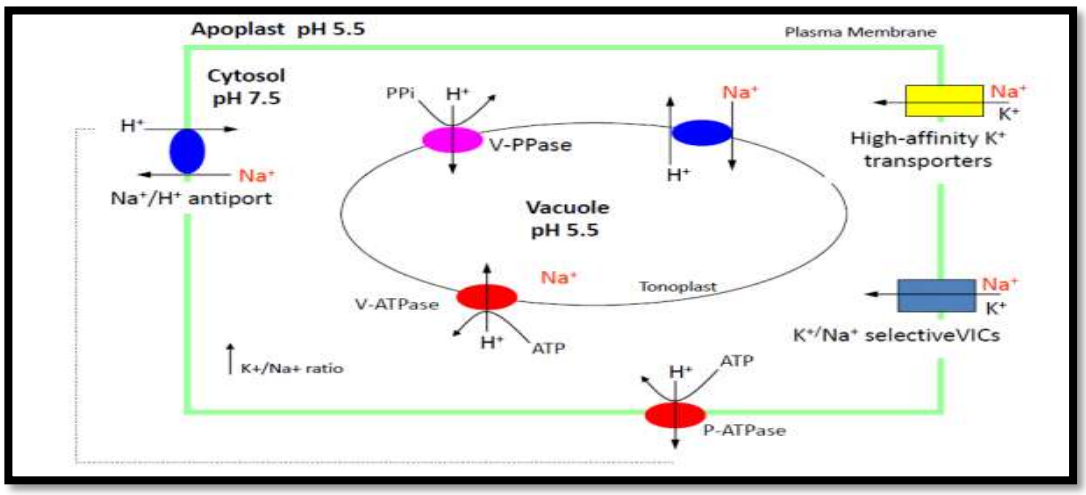
(Jabnoune.,2008 عن Levigneron *et al.*, 1995).

III- 4-3- اختيار الأيونات (Sélection des ions):

يمكن للنبات التقليل من صعود الأيونات وذلك بالامتصاص الانتقائي للأيونات عبر خلايا الجذر حيث أنّ 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). إنّ مبدأ 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 وتراكم العناصر السامة في الأعضاء الهوائية (الكردي وديب، 1999) فتكون إزالة الأملاح من نسيج الخشب على مستوى الجزء العلوي للجذر أو أغماد الأوراق أو السيقان عند العديد من الأنواع النباتية وذلك بالاحتفاظ بأيونات Na^+ في هذه الأجزاء وبذلك لا يسمح لها بالصعود نحو الأجزاء الهوائية لنبات (Munns, 2002).

في دراسة أجريت لمعرفة تأثير NaCl على أربع أصناف من نبات التريتيكال (Triticale) حيث تم معاملة النباتات بسلسلة من التراكيز المختلفة من NaCl أدت هذه المعاملة إلى نقص في نمو النبات ويعود ذلك إلى تأثير الملوحة على تغذية النبات. ووجد أن استجابة النبات لظروف الإجهاد الملحي كانت أولا بالتقليل من إرسال أيونات Na^+ نحو الأجزاء الهوائية للنبات وثانيا باختيار الأيونات وذلك بتفضيل دخول أيونات K^+ إلى خلاياها (Bizid *et al.*,1988). إن نظام اختيار الأيونات مرتبط بشدة آلية استبعاد النبات للأيونات وكذلك بقدرة النبات على التمييز بين أيونات K^+/Na^+ لذلك فإن وجود مستويات عالية من أيونات K^+ في الأنسجة الفتية للنباتات المجهدة ملحيا دليل على مقاومة النبات للأملاح في العديد من الأنواع (El hendawy, 2004 عن Bouchoukh, 2010) (الوثيقة 09).



الوثيقة (09): توزيع واختيار الأيونات عند النبات (Mansour *et al.*, 2003 عن Jabnoune, 2008).

III- 5- الطرق المقترحة لمواجهة مشكلة الملوحة

تعد الملوحة السبب الرئيس في عرقلة حركة التطور الزراعي وإنتاجية النبات في الكثير من دول العالم، كما أن هناك أراضي واسعة في العالم تتوافر فيها عناصر الإنتاج الزراعي كافة إلا أنها أسقطت من قائمة الأراضي المنتجة بسبب تجمع الأملاح في محلول التربة (شاكر ومحمد، 2014) كما أنّ هناك

طرائق عدة يمكن اعتمادها للحيلولة دون تدهور الإنتاج الزراعي ومعالجة ما يمكن معالجته من الأراضي المتملّحة على المدى الطويل أهمها:

-تحسين خواص التربة وذلك باعتماد إضافة الأسمدة العضوية للتربة فضلا عن استخدام الأسمدة الكيماوية بكميات مناسبة، فبعض الأسمدة الكيماوية كالأسمدة النيتروجينية والفوسفورية ضرورية جدا لتعويض العناصر الغذائية المفقودة وإتباع الدورات الزراعية (حسين، 2014)

-وضع أنظمة صرف جيدة تعتبر من الحلول المناسبة لغرض التخلص من ملوحة التربة ومعالجتها حيث يؤمّن التخلص من مياه الري الزائدة عن حاجة المحاصيل الزراعية كذلك المحافظة على عمق مناسب للماء الأرضي بحيث لا يتسبب في تملح الأراضي، التخلص من مياه الغسل بعد غسل التراكيز الملحية الضارة من التربة، توفير ظروف تهوية مناسبة من خلال تخليص التربة من الرطوبة الزائدة التي تؤدي إلى خلق ظروف تهوية رديئة ويقلل من عملية التبادل الغازي فيها (حسين، 2014؛ جاسم وآخرون، 2009).

- من الطرق المناسبة للتعايش مع مشكل الملوحة هو إيجاد نباتات تتحمل الملوحة باستخدام طرق التربية والتحسين الوراثي، بإجراء دراسات تقييم لتحمل الأصناف المختلفة للمحصول الواحد واعتماد الصنف المتحمل لزراعته (أسمير وآخرون،2011).حيث يمكن للمنتخب الذي يسعى لتحسين صنف ما لخاصية مختارة أن يجلب أولا نبات من نفس النوع مزروع أو بري يمتلك الخاصية التي يجب إدراجها بواسطة التهجين في الصنف المزروع واعتماد الهجين المتحصل عليه حيث يمكن إدراج العديد من التهجينات مع هذا الصنف المزروع والمنتخب من الأجيال المتتالية لهذه النباتات والتي تمتلك معا خصائص الصنف الأصلية والخاصية الجديدة المطلوبة (شايب، 2012).

- التعامل مع البذور أو النباتات بأساليب مختلفة مثل نقع بذور هذه المحاصيل في محلول لمنظمات النمو قبل زراعتها سواء مثبطات أو محفزات ومن أشهر هذه المنظمات استخدام محلول حامض الجبريليك لنقع بذور الصنف ثم زراعة البذور في التربة الملحية تشير النتائج إلى أن مثل هذه المعاملات أدت إلى زيادة تحمل بعض المحاصيل للملوحة (أسمير وآخرون، 2011)، ولوحظ أن وجود الهرمونات النباتية أدى إلى زيادة سرعة الإنبات وهذا يعزى إلى دور الهرمونات في التقليل من الأثر السلبي للملوحة والتي تؤثر على إنبات البذور من خلال اختزالها لكمية الماء الجاهز الذي تمتصه البذور (مزعل وآخرون، 2012 ؛ شاكر ومحمد، 2014).

الجزء التطبيقي

الفصل الأول

مواد وطرق البحث

I-1- دراسة المنطقة :

I-1- 1- الموقع الجغرافي لمنطقة وادي سوف:

تقع سوف في منطقة الواحات في الجنوب الشرقي الجزائري، ضمن منطقة العرق الشرقي الكبير. الحدود الشمالية للمنطقة تنتهي عند منطقة الشطوط المالحة الشمالية (شط ملغيغ وشط مروانة)، أما جنوبا فتمتد المنطقة إلى أعماق العرق الشرقي الكبير حتى منطقة ورقلة، ومن الشرق تصل حدود المنطقة إلى الشطوط المالحة للجمهورية التونسية (شط الجريد وشط الغرسة)، أما غربا فتنتهي عند الحدود المنبسطة لمنطقة وادي ريغ ومنطقة تقّرت (حليس،2007). تحتل المنطقة مساحة تمتد حوالي 560 Km من الجنوب الشرقي للجزائر و 350 Km من غرب مدينة قابس (تونس) (الوثيقة 10) (Nadjah , 1971).

الوثيقة (10): الموقع الجغرافي لمنطقة الوادي (Nadjah ,1971)

I-1- 2- المميزات المناخية للمنطقة:

مناخ منطقة وادي سوف هو من النوع الجاف ذو صيف حار وشتاء معتدل ولتحديد الخصائص المناخية للمنطقة تم تسجيل البيانات للعوامل الأساسية التالية: الحرارة، التساقط، الإضاءة والرطوبة من مكتب الأرصاد الجوية لمحطة مطار قمار بولاية الوادي.

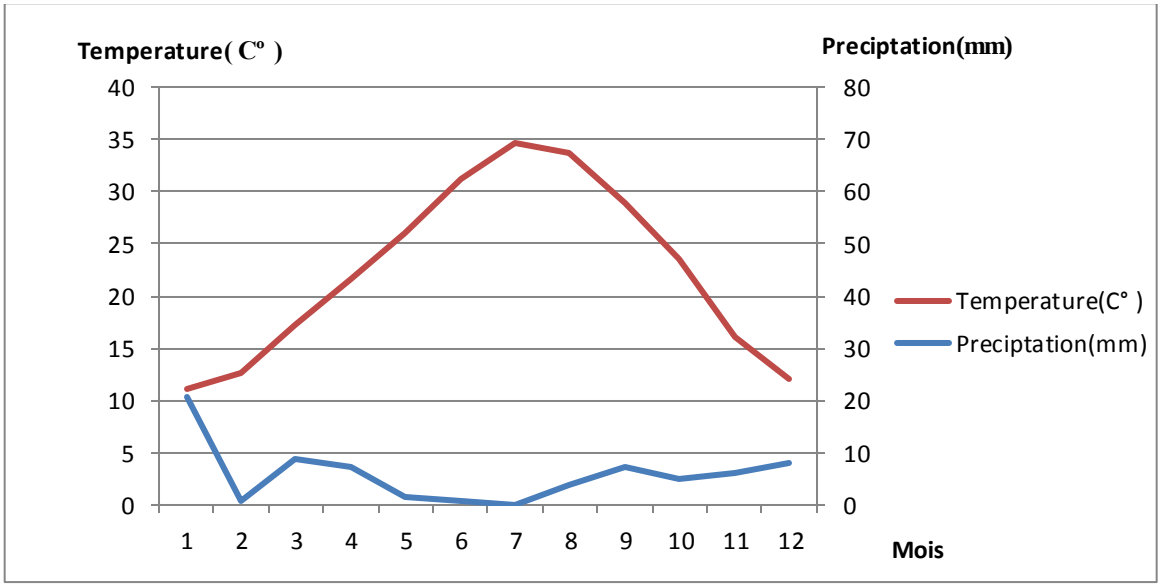
I-1- 2- 1- الحرارة :

تتميز المنطقة بارتفاع درجة الحرارة خاصة في الصيف حيث متوسط درجة الحرارة مابين 2004-2013 قدرت بـ 22.43 درجة مئوية وتختلف درجة الحرارة القصوى حسب الفصول، حيث تسود درجة

الحرارة العالية في فصل الصيف ابتداءً من أفريل (21.685 درجة مئوية) وتدوم حتى نهاية سبتمبر(28.92 درجة مئوية)، حيث يصل معدل الحرارة خلال هذه الأشهر إلى 34.64 درجة مئوية في شهر جويلية وعلى العكس تنخفض درجة الحرارة في فصل الشتاء، حيث يصل متوسط الحرارة في الأشهر الأكثر برودة إلى 11.05 درجة مئوية (الوثيقة 11).

I-1- 2- 2- التساقط :

نسبة التساقط في المنطقة ضعيفة، فمتوسط التساقط ما بين 2004-2013 تقدر بـ 69.85 mm ومن أهم مميزات الأمطار في المنطقة توزعها غير المنتظم خلال العام، فغالباً ما تكون النسبة العالية منها في أواخر الخريف 7.96 mm وبداية الشتاء 20.57 mm أما باقي الفصول فهي جافة قليلة الأمطار باستثناء بعض القطرات العرضية عديمة القيمة بالنسبة للغطاء النباتي هذا ما يدل أن الفترة الجافة تسود كامل السنة (الوثيقة 11).



الوثيقة (11): منحنى Gaussen لمتوسطات درجة الحرارة والتساقط لمنطقة وادي سوف للفترة ما بين 2004-2013 (ONM., 2015).

I-1- 2- 3- الرطوبة:

تتميز المنطقة بجفاف الهواء، وغالباً ما تكون الرطوبة الجوية ذات مستويات ضعيفة وهذا يرجع إلى عدم تشبع الهواء ببخار الماء. حيث يقدر متوسط الرطوبة ما بين 2004-2013 بـ 46.06%، كما تبلغ نسبة الرطوبة القصوى في شهر ديسمبر إلى 64.1% أما أدنى نسبة رطوبة كانت في شهر جويلية 28.7%.

I-1- 2- 4- التشميس:

تستقبل المنطقة كمية عالية من أشعة الشمس، حيث يقدر متوسط التشميس ما بين 2004-2013 بـ 279.91h/mois (الجدول 02).

جدول (02): المعطيات المناخية لمنطقة سوف للفترة مابين سنة 2004 إلى سنة 2013.

(ONM.,2015)

Paramètre Climatique / Mois	**Température moy. (C°)**	**Précipitation en mm.**	**Insolation par mois (h/mois)**	**Humidité relative %**
Janvier	11.05	20.57	245.67	63.3
Février	12.705	0.85	240.59	53.8
Mars	17.31	8.76	259.92	46.3
Avril	21.685	7.17	275.29	43.4
Mai	26.045	1.6	316.02	37.5
Juin	31.23	0.62	322.38	31.8
Juillet	34.645	0	358.24	28.7
Août	33.74	3.7	333.13	32.6
Septembre	28.92	7.18	273.49	43.9
Octobre	23.62	5.04	260.81	50.4
Novembre	16.175	6.13	250.14	57
Décembre	12.06	7.96	223.33	64.1
Moyenne annuelle	22.43	/	279.9175	46.06667
Total	/	69.58	/	/

I-1- 3- موقع التجربة:

تم إنجاز التجربة خلال الموسم الجامعي 2016/2015 خلف مبنى كلية العلوم الطبيعية والحياة سابقا بجامعة الشهيد حمّه لخضر بالوادي الذي يقع بين خط عرض (33°23'51.1"N) شمال خط الاستواء و(6°51'42.1" E) شرق خط غرينيتش حيث أخذت صورة للموقع بالقمر الاصطناعي Wikimapia

Satellite (الوثيقة 12). يتميز موقع التجربة بتربة رملية تحتوي على 10% من حبيبات الطين والسلت وعلى 70% أو أكثر من حبيبات الرمل كما أنها فقيرة من العناصر المعدنية بالإضافة إلى قدرتها على الاحتفاظ بهذه العناصر ضعيف جداً أما خصائصها العامة فتتميز بلون يميل إلى الأصفر وكلما زادت مركبات الحديد يميل لونها إلى الأحمر، وحبيباتها الرملية غير متجمعة وتحتاج دائما للمياه نظراً لسرعة فقدانها (حليس ، 2007). وتمّ قياس درجة حموضة التربة تقدر بـ (PH= 7.9)، أما درجة ناقليتها فقدّرت بـ (1.35ms/cm) أما بالنسبة لمياه السقي فتقدر درجة حموضتها بـ (PH= 8.18) ودرجة ناقليتها بـ (3.55ms/cm).

الوثيقة (12): صورة مأخوذة بالقمر الصناعي Wikimapia Satellite توضح موقع التجربة

I-2- مواد وطرق البحث

I-2- 1- المادة النباتية:

أجريت الدراسة على صنفين من نبات الفجل *Raphanus sativus* L. هما: الصنف National والصنف Cerise، ذات الخصائص التقنية التالية (الجدول03):

الجدول(03): الخصائص التقنية للصنفين National وCerise لنبات الفجل *Raphanus sativus* L

الأصناف	رقم البضاعة	عام الحصاد	تعبئة	تاريخ الإغلاق	المعاملة	المنشأ	مستورد من طرف
Nationale	382	2011	فرنسا	/04 2012	Thérame	فرنسا	ش.ذ.م.م. هادي ميلود للبذور، سكيكدة-الجزائر
Cerise	434	2012	فرنسا	/11 2012	Thérame	فرنسا	ش.د.م.م. AGROSEED- الجزائر

I-2- 2- الأدوات والأجهزة والمحاليل المستعملة :

الجدول (04): الأدوات والأجهزة والمحاليل و الكواشف المستخدمة

الأدوات	الأجهزة المستخدمة	المحاليل والكواشف
-أنابيب اختبار -بيشر -حوجلة -زجاجة ساعة -سكين حادة -قمع مخبري -مجرفة -إطار خشبي مربع طول ضلعه 50 cm -مقص -ملقط -ورق ألمنيوم -ورق ترشيح -ورق نشاف -Fiole à vide	-جهاز المبخّر الدوراني Rotavapeur من نوع (BUCHI) -جهاز المطيافية الضوئية Spectrophotmeter UV-1800 SHIMDZU. - الحاضنة الحرارية Etuve من نوع (memmert) -حمام مائي Bain marie - سحاحة مجهرية Micropipette (200- 20) µl من نوع (Dragon LAB) - سحاحة مجهرية Micropipette (1000- 100) µl من نوع (Accumax PRO) -مطحنة كهربائية (COBRA). - قدم قنوية (0.01mm) (Ductal pieds) - آلة تصوير رقمية. - ميزان مخبري حساس بـ (0.1 مغ) من نوع (KERN). -جهاز الطرد المركزي	-DPPH 0.4% -أسمدة عضوية -أسمدة كيميائية -أسيتون C_3H_6O 80% -حمض السولفيريك (H_2SO_4) -حمض الغاليك Acide gallique -غلوكوز $C_6H_{12}O_6$ -فينول 5% Phénol -كاشف الـ Folin-ciocalteau -كربونات الصوديوم Na_2CO_3 -كرستين Quércetine -ماء حنفية -ماء مقطر -محلول كلوريد الألمنيوم ($AlCl_3$) -ملح الطعام (NaCl 99%) -ميثانول CH_3OH

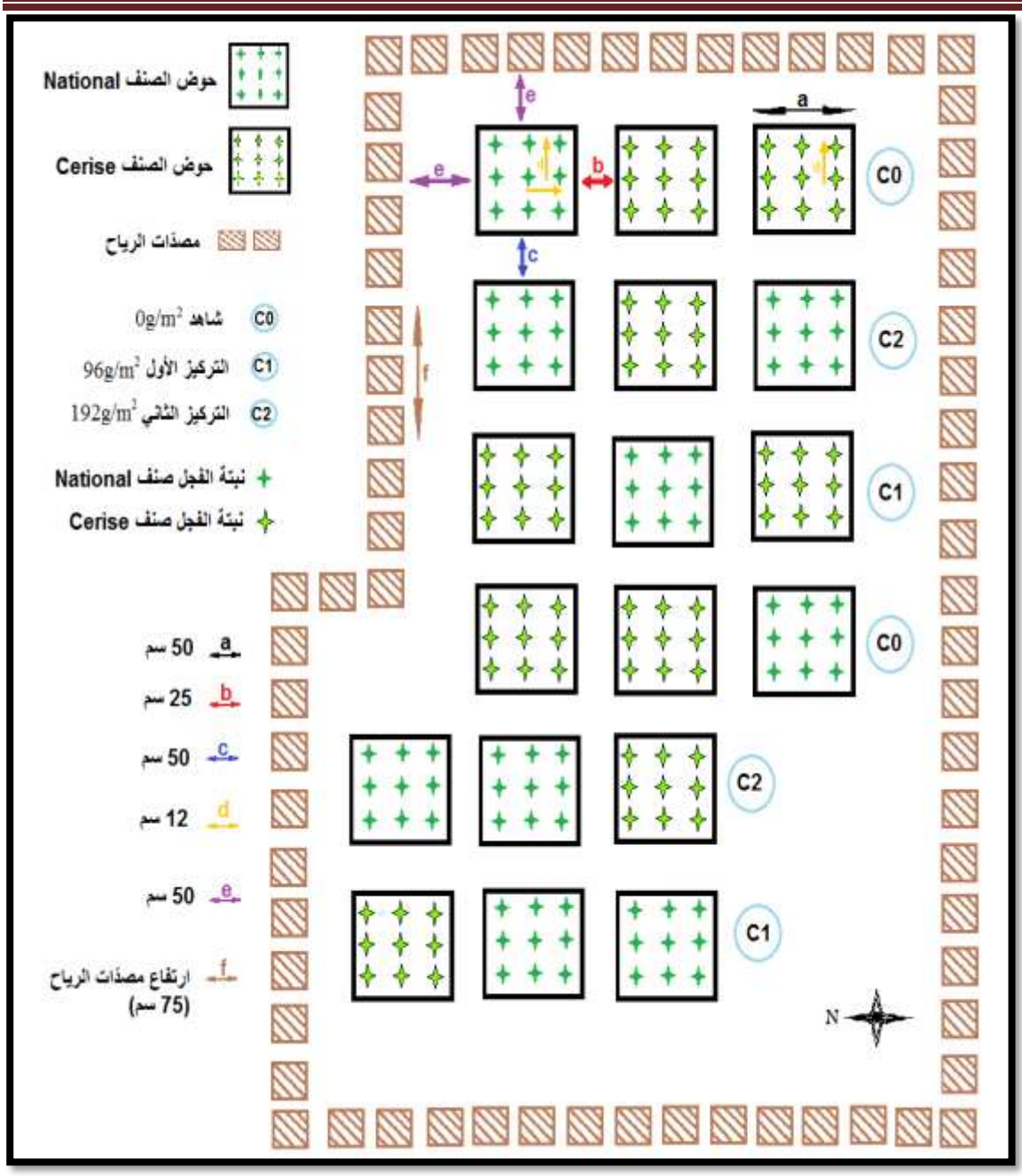
I-2- 3- تصميم التجربة :

تم تحديد مكان التجربة وتعليم أحواض الزرع بإطار خشبي مربع طول ضلعه 50cm حسب المخطط الموضح (الوثيقة 13)، حيث تمّ تزويد الأحواض بسماد عضوي (فضلات الحمام) حيث وزّعت 1.5Kg في كل حوض، كما تمّ عزق وتقليب أرضية الأحواض مع السماد المضاف بعمق 30-40 cm، تمّت تسوية الأرضية جيّدًا وريّها بماء الحنفية.

تم زرع بذور صنفين من نبات الفجل *Raphanus sativus* L. هما الصنف Nationale والصنف Cerise بتاريخ 2015/10/25، وهذا خلال موسم زرع الفجل الشتوي (سبتمبر إلى نهاية أكتوبر) (حسن، 2006).

وذلك باتباع الخطوات التالية:

- تم اختيار البذور الصالحة باستبعاد التالفة والمشوهة حيث أُخذ من كل صنف حوالي25 بذرة لكل تكرار من الصنف الواحد.
- تم اختيار الأحواض لكل صنف وكل تركيز ملحي بطريقة عشوائية.
- تمت تسوية المكان جيدا وتنقيته من كل الشوائب: حجارة مخلفات نباتية أعشاب ضارة...الخ.
- في كل حوض تم طمر25 بذرة بعمق 2cm إلى 3 حيث تمّ الإبقاء على 9 نباتات بعد مُضيّ أسبوعين من الزراعة وكانت النباتات تبعد عن بعضها البعض حوالي 12cm (حسن، 2006) بحيث كل حوض يمثل تكرار يحتوي على بذور صنف واحد.
- طمرت البذور جيدا تفادياً لانجرافها بالماء، كما وضع كأس بلاستيكي في كل زاوية حوض كموضع للسقي، كما تمّ اعتماد طريقة السقي بالغمر بماء الحنفية بالمحافظة على رطوبة التربة وذلك بكميات متفاوتة حسب مراحل نمو النبات:
  - 8 L/ حوض: من اليوم الأول إلى اليوم الـ 30 من نمو النبات.
  - 10 L/حوض: من اليوم 31 إلى اليوم 40 من نمو النبات.
  - 8 L/حوض: من اليوم الـ41 إلى اليوم الـ 50 من نمو النبات.
  - تم الترميز لكل صنف من الأصناف المدروسة بالشكل التالي:
  - V1 يرمز للصنف National.
  - V2 يرمز للصنف Cerise.



الوثيقة (13): رسم تخطيطي يوضح مخطط ميدان التجربة.

I-2- 4- تطبيق الإجهاد:

- بعد مرور 25 يوم من عملية الزرع تم وضع كميات ملح الطعام (NaCl) بثلاث تراكيز مختلفة و لكل مستوى تلوث ملحي 3 تكرارات (أحواض) بحيث: الشاهد 0 g/m^2، التركيز الأول (C1) 96g/m^2، التركيز الثاني (C2) 192 g/m^2.

تم اختيار التراكيز وفقا لمجال تحمل نبات الفجل للملوحة اعتمادًا على دراسات سابقة، بينما تم حساب كمية الملح المضافة حسب حجم ماء السقي عند كل حوض، وعلى أساس أن الحوض يسقى بمعدل 8 L يومياً. وعليه فإن كميات الملح المضافة في كل تركيز ملحي كانت كالتالي:

- الشاهد (0 g (NaCl)/m^2) (C0) : يقابله 0 g (NaCl) /حوض.
- التركيز الأول (96 g (NaCl)/m^2) (C1): يقابله 24 g (NaCl) /حوض.
- التركيز الثاني (192 g (NaCl)/m^2) (C2): يقابله 48 g (NaCl) /حوض.
- بحيث يُوزّع الملح بشكل متجانس على مساحة الحوض قبل السقي يومًا بيوم وذلك لتفادي تشكل الطبقة الملحية كما هو موضح في الوثيقة (14).
- تخلل عملية تطبيق الإجهاد تزويد النباتات بسماد كبريتي وآخر عضوي.

الوثيقة (14): صور أصلية توضح عملية تطبيق الإجهاد على كلا الصنفين (بكوش وميلي،2016).

I-3- المعايير المدروسة:

- بعد مرور 45 يوم من عملية الزرع تم جني المحصول وذلك مع:
- الحرص على اقتلاع النبتة بجذورها كاملة وذلك بإدخال المجرفة إلى عمق الجذر وزحزحته بالتدرج.
- وضع نباتات الفجل الخاصة بكل حوض في كيس معلم بتركيز والصنف المحدد له، حيث كان الترميز لكل العينات كالتالي:
  - الصنف الأول: V1C0/ V1C1/ V1C2.
  - الصنف الثاني: V2C0/ V2C1/ V2C2.

I-3- 1- المعايير المورفولوجية:

I-3- 1- 1- تقدير عدد الأوراق (NF):

تمّ تعيين ثلاث نباتات لكل صنف من كل تكرار ولكل معاملة حيث تم حساب عدد الأوراق في كل نبتة.

I-3- 1- 2- تقدير المساحة الورقية (LA):

تم رسم عينات أوراق نبات الفجل على أوراق بيضاء باستعمال قلم الرصاص (3 تكرارت من كل معاملة لكل صنف)، حيث تمّ قصّ الأوراق ووزنها بميزان حساس. كما تمّ رسم مربع مساحته $1\ cm^2$ على نفس الورق وقصّه ووزنه بنفس الجهاز، وباستعمال العلاقة الثلاثية تم حساب المساحة الورقية للعينات (Baclelar *et al.*, 2006).

I-3- 2- المعايير الفسيولوجية

I-3- 2-1- تقدير الوزن الجاف والوزن الطري:

تم اختيار عشوائي لثلاث عينات للنباتات من كل تركيز ملحي لكل صنف ثم جزّأت النبتة إلى أجزاء: الجزء الخضري والدرنة والجذر، وتوضع العينات في الحاضنة الحرارية في درجة حرارة 80°C مدة 48h، ثم توزن بميزان حساس لأخذ قيمة وزنها الجاف DM.

I-3- 2-2-كثافة النسيج الورقي (*D*):

تم حساب الكثافة الورقية حسب (Baclelar *et al*., 2006) وفق المعادلة التالية :

$$D = (DM/FM) \times 1000$$

حيث: DM : الوزن الجاف بالـ (mg)، FM: الوزن الطري بالـ (mg)، *D*: كثافة النسيج الورقي.

I-3- 2-3-الوزن النوعي للورقة (SLW):

تم الاستفادة من قياسات العينات المقدرة سابقاً لمعيار (LA) أين تمّ حساب الوزن النوعي للورقة حسب (Bisun, 1999) وفقا للمعادلة التالية: **SLW= DM/LA**

حيث أن: LA : المساحة الورقية (mm^2)، DM: الوزن الجاف (mg)، SLW: الوزن النوعي للورقة (g/mm^2).

I-3- 2-4-المساحة النوعية للورقة (SLA):

تم الاستفادة من قياسات العينات المقدرة سابقاً لمعيار (LA) أين تمّ حساب المساحة النوعية للورقة بقسمة مساحة الورقة على وزنها الجاف حسب (Bisun, 1999) وفقاً للمعادلة التالية: **SLA=LA/DM.**

حيث أن :LA: المساحة الورقية (mm^2)، DM : الوزن الجاف (mg)، SLW : الوزن النوعي للورقة (mm^2/g).

I-3- 2-5-معايير التوازن المائي:

I-3- 2-5- 1- معيار نسبة الامتلاء الخلوي(RWC):

تم اختيار 3 عينات لأنصال أوراق نبات الفجل من كل معاملة لكلا الصنفين. وتم قياس الوزن الطري FW للعينات. ثم وضعت العينات في الماء المقطر لمدة 24 h، ثمّ جففت بالورق النشاف حيث تمّ وزنها للحصول على وزن الامتلاء TW، وتم تقدير الوزن الجاف للعينات بعد تجفيفها في الحاضنة الكهربائية لمدة 48h في درجة حرارة 80 °C، كما أخذت الأوزان السابقة بجهاز الميزان الحساس.

تمّ حساب الـ RWC حسب (Ezatollah et Anita.,2013) وفقاً للمعادلة التالية:

$$RWC\ (\%) = ((FW-DW)/(TW-DW)) \times 100$$

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

I-3- 2-5- 2- معيار نسبة فقدان الماء (RWL):

تم اختيار3عينات أنصال لأوراق نبات الفجل من كل معاملة لكلا الصنفين وتم تقدير الوزن الطري FW مباشرة كما تمّ وضع الأوراق على طاولة داخل المخبر بعيدة عن الضوء المباشر حيث تمّ قياس وزن الارتخاء WW لكل معاملة بعد (2h، 4h و6h) تم وضع كل عينة في ورق ألمنيوم وتم تجفيفها في جهاز (الحاضنة الكهربائية لمدة 48h عند درجة الحرارة 80°C، ثم قدر الوزن الجاف DW للعينات باستعمال الميزان الحساس. كما تم حساب الـ RWL حسب وفقاً للمعادلات التالية : (Ezatollah et Anita,2013)

$$RWL\ (\%) = ((FW-WW)/(FW-DW))\times 100$$

حيث أن :FW :الوزن الـطري (mg)، DW: الـوزن الـجاف (mg)، WW: وزن الـذبول بعـد h (2، 4 و6)، RWL : نسبة فقدان الماء (%).

I-3- 2-5- 3- المحتوى المائي عند التشبع (WCS):

بالاعتماد على القياسات المقدرة سابقًا لمعيار (RWL) أين تم حساب المحتوى المائي عند التشبع حسب (Bacelar et *al.*, 2006) وفقا للمعادلة التالية :

$$WCS= (TM- FM)/DM$$

حيث أن: TM :وزن الامتلاء، FM :الوزن الطري، DM:الوزن الجاف.

I-3- 2-5- 4- عجز التشبع بالماء (WSD):

تمّ حساب عجز التشبع بالماء حسب(Bacelar et *al.*, 2006) وفقًا للمعادلة التالية :

$$WSD =(100-RWC)$$

حيث أن : **RWC :** نسبة الامتلاء الخلوي (المقدّرة سابقًا).

I-3- 2-5- 5- درجة امتلاء الورقة (S):

بالاعتماد على القياسات المقدّرة سابقا، تم حساب درجة امتلاء الورقة وفقا للمعادلة التالية حسب (Bacelar *et al.*, 2006):

$$S = (FM - DM)/ LA$$

حيث أن : FM :الوزن الطري، DM :الوزن الجاف،LA :المساحة الورقية

I-3- 2-6- محتوى الأوراق من صبغات التمثيل الضوئي :

I-3- 2-6- 1- الكلوروفيلات والكاروتنويدات :

أخذت العينات المدروسة من الجزء الخضري حيث تم اختيار نبتة واحدة من كل عينة، نختار منها ثلاث أوراق (3 تكرارات)،

تم وزن 50mg من النسيج الوسطي للورقة الواحدة (بعيدا عن الحافة وبعيدا عن العرق الأساسي) بواسطة ميزان حساس.

تم استخلاص الصبغات الضوئية بوضع كل عينة في أنبوب اختبار وأضيف لها 8 ml من الأسيتون (80%) في كل أنبوب اختبار، مع إضافة كمية صغيرة من بيكربونات الصوديوم ($Na\ CO_3$).

تم حفظ العينات لمدة 72 h في الظلام تحت درجة حرارة 4°C (في الثلاجة)، (Bacelar et *al.*, 2006)، بعد تمام عملية الاستخلاص، يرشّح المحلول المتحصل عليه بورق ترشيح مضاعف، ثم تقاس شدّة الامتصاص للعينات في أطوال موجيّة مختلفة λ=470 nm، λ=647nm وλ=663nm في جهاز المطيافية الضوئية Spectrophotomètre حيث تم تقدير المحتوى من الصبغات حسب (Talebi, 2013) وفق المعادلات التالية:

Chlorophyll a = 12.21 OD663 – 2.81 OD646;

Chlorophyll b = 20.13 OD646 – 5.03 OD663;

Total Chlorophyll = Chlorophyll a + Chlorophyll b;

Carotenoids = (1000 OD470 – 3.27 Chlorophyll a – 104 Chlorophyll b) / 229

Carotènes = (1000 OD470 – 2.270 Chlorophyll a – 81.4 Chlorophyll b)/227

Xantophylls = Total Carotenoids – Carotènes.

I-3- 2-6- 2- نسبة تحطم الأصبغة (Pigment degradation) :

تم حساب نسبة تحطم الأصبغة حسب (Chaum et Kirmanee ,2009) وفقا للمعادلة التالية:

$$Pd = (1 - \text{Salt treatment}/\text{Control}) \times 100$$

I-3- 3- المعايير الفيتوكيميائية للأوراق :

I-3- 3-1- تحضير المستخلص الكحولي الأم للأوراق:

I-3- 3-1-1- تجفيف العينات:

لتجفيف العينات تم اختيار الأوراق لكل تركيز لكل صنف على حدا، وضعت في مكان بعيدا عن الشمس وبعيدا عن الرطوبة بعد جفاف العينات تم طحنها بمطحنة كهربائية، تم وضع مسحوق العينات النباتية في علب مظلمة معزولة عن الرطوبة والحرارة.

I-3- 3-1-2- استخلاص العينات:

تم وزن 1g من العينة النباتية ويضاف إليها 20 ml من الميثانول المركّز في حوجلة محكمة الإغلاق، ترجّ للحصول على محلول متجانس يوضع المنقوع في مكان مظلم مدة 48h، بعدها يتم ترشيح المنقوع تحت نظام السحب الفراغي بورق ترشيح.

تتم عملية فصل الميثانول من المحلول الرّاشح المتحصل عليه من كل عينة بواسطة جهاز المبخّر الدوراني Rotavapeur في درجة حرارة 60 °C.

يُترك المستخلص المتحصل عليه نوعًا ما سائل (يحوي كمية قليلة من المذيب) ليوضع في الحاضنة الكهربائية تحت درجة حرارة 40°C وذلك لإتمام عملية تبخير المذيب (الميثانول) حتّى يصبح المستخلص الكحولي جاف أو شبه جاف.وتم تقدير المردود من المستخلص بطرح وزن العلب وهي مملوءة من وزن العلب وهي فارغة وكان المردود للصنف mg V1 (280.9، 314.5، 349.5) حسب التركيز وعند الصنف mg V2 (291.7، 320.4، 353.6).

I-3- 3-2- تقدير المحتوى من الفينولات الكلية (PPT) Dosage des polyphénols totaux:

حسب Scalbert,1989 تم أخذ 100µl من المستخلص الكحولي الأم للأوراق (1mg/ml) وأضيف له 50µl من كاشف الـ Folin (3%) و2 ml من محلول بيكربونات الصوديوم Na_2CO_3 (7.5%)، تُرجّ جيدا ثم تُحضن لمدة 30 min في وسط مظلم في درجة حرارة المخبر.

تقاس شدة الامتصاص للعينات عند طول الموجة λ=760 nm جهاز المطيافية الضوئية Spectrophotomètre. ولرسم منحنى المعايرة تم إذابة 2mg من حمض الجاليك Acide gallique في 2 ml ميثانول، لتعطي تركيز 1 mg/ml (المحلول الأم)، حيث تم إجراء تخفيفات مختلفة للحصول على

التراكيز التالية: µg/ml (200، 100، 50، 35 و15) من محلول حمض الجاليك (الوثيقة 01 في الملحق01).

تمّ التعبير عن الناتج بالـ (µg) مكافئ من حمض الجاليك لكل (mg) من المادة الجافة (µgEAG/mg MS) عن طريق رسم منحنى المعايرة لتراكيز حمض الجاليك.

I-3- 3-3-تقدير المحتوى من الفلافونويدات (Les flavonoides):

حسب Bahourun *et al.*,1996 قمنا بأخذ 750µl من المستخلص الكحولي الأم وأضيف لها 750µl من محلول كلوريد الألمنيوم 2%، ثم تركت العينات لمدة 30 min، ثم قرأت امتصاصية العينات في جهاز المطيافية الضوئية Spectrophotomètre عند طول الموجة λ=430 nm، ولرسم منحنى المعايرة تم إذابة 2 mg من مسحوق الكرستين (Quércetine) (في 2 ml ميثانول، لتعطي تركيز 1mg/ml (المحلول الأم)، وتم إجراء تخفيفات مختلفة للحصول على التراكيز التالية: mg/ml (0.08، 0.12، 0.14، 0.16) من محلول الكرستين (الوثيقة 02 الملحق 01).

تمّ التعبير عن الناتج بالـ (µg) مكافئ من الكرستين لكل (mg) من المادة الجافة (µgEQ/mg MS) عن طريق رسم منحنى المعايرة لتراكيز محلول الكرستين.

I-3- 3-4-تقدير النشاطية المضادة للأكسدة (Activité anti oxidant):

حسب Blois,1958 تم تحضير الشاهد بوضع 960 µl من محلول DPPH ذو التركيز 0.4 % وإضافة 240µl من الميثانول.

باستعمال سحاحة مجهرية قمنا بأخذ 240µl من المستخلص الكحولي الأم للأوراق (1 mg /ml) وأضيف لها 960 µl من محلول DPPH، تم رجّها جيّدا ثم حفظت لمدة 30 min، وتم قراءة امتصاصية العينات في جهاز المطيافية الضوئية Spectrophotomètre عند طول الموجة λ=517 nm، تمّ الحصول على النتائج بالتعويض في المعادلة التالية:

I% = (شدة امتصاصية الشاهد- شدة امتصاصية العينة)/ شدة امتصاصية الشاهد

I-3-4- المعايير البيوكيميائية للأوراق:

I-3- 4-1-تقدير المحتوى من السكريات الكلية:

حسب Dubois,1956 تم وزن 30 mg من الخلاصة الجافة لعينات الأوراق وأضيف لها 1ml من الميثانول و4 ml من الماء المقطر.

تم أخذ 50 µl من المستخلص المائي للعينات ويضاف لها 3ml من حمض السولفيريك و1ml من محلول الفينول 5%، وُضعت العينات في حمام مائي عند درجة حرارة 100°C لمدة 3min، ثم تبرّد العينات وتقرأ في جهاز Spectrophotomètre عند طول الموجة 490 نانومتر. ولرسم منحنى المعايرة تم إذابة 4 mg من سكر الجلوكوز في 1ml ماء مقطر، لتعطي تركيز 4 mg/ml، ثم تم إجراء التخفيفات

المختلفة للحصول على التراكيز التالية: mg/ml (1.78، 1.19، 0.79، 0.53، 0.35، 0.23 و0.16) من محلول الجلوكوز (الوثيقة 01 الملحق 02).

تمّ التعبير عن الناتج بالـ (µg) مكافئ من سكر الجلوكوز لكل (mg) من المادة الجافة (µgEG/mg MS) عن طريق رسم منحنى المعايرة لتراكيز سكر الجلوكوز.

I-3- 4-2-تقدير المحتوى من البروتينات (Protéines):

حسب Bradford,1976 تم وزن 20 mg من مسحوق العينات أضيف إليها 5 ml من (NaOH 2%) للحصول على مستخلص بروتيني (المستخلص الأم) ذو التركيز 4 mg/ml من كل عينة ثم وضعت العينات في جهاز الطرد المركزي لمدة 10 min. تم أخذ 500 من كل محلول ثم أضيف إليها 2.5 ml من (Bleu de Comassie) ورجّت جيدا ثم تركت لمدة 5min.

تقرأ في جهاز Spectrophotomètre عند طول الموجة 595 نانومتر. ولرسم منحنى المعايرة تم تحضير محلول الألبومين ذوالتركيز 1mg/ml وذلك بوزن 3 mg من الألبومين، أضيف إليها 3 ml من الماء المقطر.تم تحضير سلسلة من التراكيز من محلول الألبومين المحضّر مسبقاً والتي كانت كالتالي :

mg/ml (1، 0.5، 0.25، 0.125، 0.0625) حيث تمّ تخفيف التراكيز المتحصل عليها بالماء المقطر، أضيف إلى كل منها 2.5 ml (Bleu de Comassie) ورجت جيدا ثم تركت لمدة 5min وتمّ التعبير عن الناتج بالـ (µg) مكافئ من الألبومين لكل (mg) من المادة الجافة (µgEB.S.A./mg MS) عن طريق رسم منحنى المعايرة لتراكيز الألبومين (وثيقة 02 الملحق 02).

I-3- 5- المواصفات الكمية والنوعية للمحصول من الدرنات:

I-3- 5-1-المواصفات الكمية:

I-3- 5-1-1-حجم الدرنات:

تم حساب حجم الدرنات بقياس طول الدرنة وعرضها بواسطة القدم القنوية، وذلك حسب العلاقة التالية :

$$\text{الحجم} = (\text{العرض})^2 \times \text{الطول} \times (6/3.14)$$

I-3- 5-1-2-الوزن الطري والوزن الطري في المتر المربع:

تم وزن درنات كل حوض على حدا وأخذت قيمة الوزن الطري للعينات بالميزان الحساس، حيث يحتوي الحوض الواحد على 9 نباتات في مساحة تقدر بـ $50\ cm^2$ وللحصول على مردود الوزن الطري في المتر المربع تم إتباع المعادلة التالية:

وزن الدرنات في المتر المربع = وزن الدرنات في الحوض الواحد × 4

I-3- 5-1-3- شكل الدرنات:

تم تحديد شكل الدرنات وذلك بقسمة الطول /العرض فإذا كان الطول /العرض <1 فإن الدرنة مفلطحة، وإذا كان الطول /العرض >1 فإن الدرنة متطاولة وإذا كان الطول /العرض=1 فإن الدرنة كروية

الشكل = الطول/ العرض

I-3- 5-1-4-مؤشر ثبات المحصول (YSI) :

تم حساب هذا المؤشر بالإعتماد على المعادلة التالية حسب (Hasheminasab *et al.*, 2013):

$$YSI = (Ys / Yp)$$

حيث أن :Ys :المحصول تحت ظروف الإجهاد، Yp : محصول الشاهد.

I-3- 5-1-5-مؤشر الحساسية (IS %) :

تم حساب هذا المؤشر بالاعتماد على المعادلة التالية حسب (Boukachabia, 1993) :

$$IS\ \% = ((Mp / Ms) / Mp) \times 100$$

حيث أن :**Ms** : متوسط المحصول تحت ظروف الإجهاد، **M**p : متوسط وزن محصول الشاهد.

I-3- 5-2-المواصفات النوعية:

I-3- 5-1-2-4-نسبة الماء(H%) ونسبة المادة الجافة (MS%) في الدرنات :

تم تقدير نسبة محتوى الدرنات من الماء بتطبيق المعادلة التالية:

$$H\% = ((FW-DW) / FW) \times 100$$

حيث أن : H(%) : نسبة الماء في الدرنات والأوزان الجافة (DW) والأوزان الطرية (FW) قدّرت سابقاً.

MS% =100 – H%

I-3- 4-2-2-محتوى الدرنات من الكارتنويدات:

أخذت العينات المدروسة من النسيج البرانشيمي الادّخاري للدرنات حيث تم اختيار 3 تكرارات من كل معاملة لكل صنف، أين تمّ وزن 100 mg لكل عينة بنفس الطريقة المذكورة سابقًا في تقدير محتوى الأوراق من صبغات التمثيل الضوئي.

I-3- 4-2-3-تحضير المستخلص الكحولي للدرنات:

للحصول على المستخلص تم إتباع نفس الخطوات المذكورة سابقا في تحضير المستخلص الكحولي للأوراق. إلا أنه تم استخلاص 3g من العينة النباتية في 60 ml من الميثانول. وكان المردود من المستخلص للصنف mg V1 (750.4، 779.6، 825.1) حسب التركيز وعند الصنف mg V2 (817.3، 976.3، 909.3).

I-3- 4-2-4-المعايير الفيتوكيميائية و البيوكيميائية للدرنات:

تم تقدير محتوى الدرنات من الفينولات الكلية، الفلافنويدات الكلية، النشاطية المضادة للأكسدة والسكريات والبروتينات بنفس الطرق المذكورة سابقًا بالنسبة للأوراق.

I-3- 5- الدراسة الإحصائية :

تم اعتماد طريقة تحليل التباين (ANOVA) في اتجاهين مع اعتبار مستوى المعنوية: ($P > 0.05$) التباين غير معنوي، ($0.01 < P < 0.05$) التباين معنوي، ($0.001 < P < 0.01$) التباين عالي المعنوية، ($P < 0.001$) التباين جدّ عالي المعنوية، بخصوص المعايير المدروسة وكذا التقييم الكمّي للمحصول باستخدام البرنامج الإحصائي MiniTab 17 وذلك لتحديد نمط التباين بين العينات ، كما تم أيضًا اعتماد برنامج Excel 2007 لرسم مخططات الأعمدة البيانية.

تم التحليل الإحصائي للمعايير المدروسة بالطريقة التحليل للمكونات الأساسية (ACP) عند (α= 5%) بواسطة البرنامج XLSTAT 2014 وهي طريقة تحليل البيانات من النوع الرقمي لتوضيح علاقة الارتباط بين المتغيرات والعينات من أجل دمج كافة النتائج في منحنى موحد لإتاحة تسهيل التغيرات والعرض العياني للفروقات بين مختلف المتغيرات الكمية الخاضعة للدراسة.

الفصل الثاني

النتائج والمناقشة

II-1-النتائـــــــــج

II-1-1-المعايير المرفولوجية:

II-1-1-1-المساحة الورقية (LA):

من خلال نتائج الجدول (05) أن متوسط المساحة الورقية (LA) يتراجع بزيادة تركيز التلوث الملحي للتربة مقارنة بالعينة الشاهد عند كلا الصنفين V1 وV2، حيث نلاحظ عند المعاملة بالتركيز C1 أن متوسط (LA) لدى الصنفين V1 وV2 قدّر بـ mm^2 27.79 و18.049على التوالي، أما عند المعاملة بالتركيز C2 فقدّر متوسط (LA) الصنفين V1 وV2 بـ mm^2 23.872 و16.527 على التوالي.

كما نلاحظ أن هناك علاقة ارتباط سلبية بين المساحة الورقية ومحتوى الدرنات من الماء حيث قدّرت قيمة r بـ 0.848- وعلاقة ارتباط ايجابية مع الكثافة الورقية وكانت قيمة r تساوي 0.814 (الجدول02 في الملحق04).

وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار المساحة الورقية (LA) الجدول (04) نجد أن الأصناف المدروسة تختلف فيما بينها في تأثر الأصناف بالملوحة اختلافا عالي المعنوية ($P = 0.002$)، بينما نجد أن تأثير عامل الملوحة على المعيار جد عالي المعنوية ($P = 0.000$)، أما التباين لعامل الصنف فكان جد عالي المعنوية ($P = 0.000$).

II-1-1-2- عدد الأوراق في النبات (NF):

من خلال نتائج الجدول(05) نلاحظ أن متوسط عدد الأوراق (NF) يتراجع عند كلا الصنفين بزيادة تركيز التلوث الملحي للتربة حيث نلاحظ عند المعاملة بالتركيزC1 أن متوسط (NF) عند كلا الصنفين V1 وV2 6.66 ورقة و5 أوراق على التوالي. أما عند المعاملة بالتركيز C2 فنلاحظ ثبات للمتوسط عند كلا الصنفين V1 وV2.

كما نشير إلى أن هناك علاقة ارتباط إيجابية بين عدد الأوراق وحجم الدرنات حيث قدّرت r بـ 0.845 وعلاقة ارتباط سلبية مع مؤشر الحساسية وكانت قيمة r تساوي 0.082- (الجدول 02 في الملحق 04).

وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار عدد الأوراق (NF) الجدول(05) نجد أن الأصناف المدروسة لا تختلف فيما بينها في تأثرها بالملوحة اختلافاً معنوياً ($P = 0.656$)،وكذا نجد أن تأثير عامل الملوحة على المعيار غير معنوي ($P = 0.305$)، أما التباين لعامل الصنف فكان معنويا ($P = 0.018$).

I-1-2- المعايير الفيسيولوجية:

II-1-2-1- الوزن النوعي للورقة (SLW):

من خلال نتائج الجدول (05) نلاحظ أن متوسط الوزن النوعي للورقة (SLW) يتراجع بزيادة مستوى التلوث الملحي للتربة مقارنة بالعينة الشاهد حيث نلاحظ أن متوسط (SLW) عند المعالجة بتركيز الملوحة فنلاحظ ثبات كلا الصنفين حيث قدر المتوسط عند التركيزC1 بـ $3.828\ g/mm^2$ عند الصنفV1 وبـ $3.912\ g/mm^2$ عند الصنف V2 وعند المعاملة بالتركيزC2 فقدر المتوسط بـ $3.175\ g/mm^2$ عند الصنفV1 وبـ $3.080\ g/mm^2$ عند الصنفV2.

وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار (SLW) الجدول(05) نجد أن الأصناف المدروسة لا تختلف فيما بينها اختلافات معنوية ($P = 0.303$)، بينما نجد أن تأثير عامل التلوث الملحي على المعيار جد عالي المعنوية ($P = 0.000$) ، أما التباين للتداخل بين الصنفين المدروسين وتأثّرهما بالملوحة فكان غير معنوي ($P = 0.289$)

II-1-2-2- المساحة النوعية للورقة (SLA):

من خلال نتائج الجدول (05) نلاحظ أن متوسط الوزن النوعي للورقة (SLA) يتزايد بزيادة مستوى التلوث الملحي للتربة مقارنة بالعينة الشاهد حيث نلاحظ أن متوسط (SLA) عند التركيزC1 بـ $261.29 mm^2/g$ عند الصنفV1 وبـ $257.48\ mm^2/g$ عند الصنف V2 وعند المعاملة بالتركيزC2 قدر المتوسط بـ $293.74\ mm^2/g$ عند الصنفV1 وبـ $319.68\ mm^2/g$ عند الصنفV2.

.وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار المساحة النوعية للورقة (SLA) الجدول(05) نجد أن الأصناف المدروسة لا تختلف فيما بينها اختلافات معنوية (P=0.249)، بينما نجد أن تأثير عامل التلوث الملحي على المعيار جد عالي المعنوية ($P = 0.000$) ، أما التباين للتداخل بين الصنفين المدروسين وتأثّرهما بالملوحة فكان معنوي ($P = 0.018$).

II-1-2-3- المجموع الخضري/المجموع الجذري (PA/PR):

من خلال نتائج الجدول (05) نلاحظ أن متوسط المجموع الخضري/المجموع الجذري (PA/PR) يتزايد عند كلا الصنفين بزيادة تركيز التلوث الملحي للتربة مقارنة بالعينة الشاهد حيث نلاحظ عند المعاملة بالتركيزC1 أن متوسط (PA/PR) قدّر عند الصنفين V1 وV2 بـ 0.613 و0.417 على التوالي أما المعاملة بالتركيز C2 فقُدّر المتوسط عند الصنفين V1 وV2 بـ 0.744 و 0.816 على التوالي.

كما نلاحظ أن هناك علاقة ارتباط سلبية بين المجموع الخضري/المجموع الجذري والبروتينات في الدرنات ومؤشر ثبات المحصول حيث قدرت قيمة r بـ 0.814- و0.934- على التوالي وعلاقة ارتباط ايجابية مع درجة تحطم الكلوروفيلات والكاروتينويدات وكذا مؤشر الحساسية حيث كانت قيمة r تساوي0.897 ، 0.770 و0.935 على التوالي (الجدول 02 في الملحق04) .

وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار (PA/PR) الجدول(05) نجد أن الأصناف المدروسة لا تختلف فيما بينها في تأثر الأصناف بالملوحة اختلافا معنوياً، كما أن تأثير عامل الملوحة على المعيار وكذا الاختلافات بين الأصناف في (PA/PR) ($P > 0.05$).

II-1-2-4- كثافة النسيج الورقي (*D*):

من خلال النتائج المسجّلة في الجدول (05) نلاحظ أن متوسط كثافة النسيج الورقي (*D*) يتراجع كلما زاد مستوى التلوث الملحي للتربة مقارنة بالعينة الشاهد لكلا الصنفين، حيث نلاحظ أن عند المعاملة بالتركيز C1 فنلاحظ تراجع لكلا الصنفين حيث نجد أن المتوسط عند الصنف V1 بالقيمة 79.078 g/Kg^{-1} والمتوسط عند الصنف V2 62.56 g/Kg^{-1}، وعند المعاملة بالتركيز العالي C2 فقدر المتوسط بـ 62.99 g/Kg^{-1} عند الصنف V1وبـ 51.80 g/Kg^{-1} عند الصنف V2.

وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار كثافة النسيج الورقي (*D*) الجدول(05) نجد أن الأصناف المدروسة لا تختلف فيما تأثرها بالملوحة اختلافات معنوية ($P = 0.586$)، بينما نجد أن تأثير عامل الملوحة على المعيار كانت جد عالية المعنوية ($P = 0.000$)، أما التباين لعامل الصنف فكان جد عالي المعنوية ($P = 0.000$).

II-1-2-5- معايير التوازن المائي للأوراق:

II-1-2-5-1-المحتوى النسبي للماء (RWC):

من خلال الوثيقة (15) نلاحظ أن متوسط المحتوى النسبي للماء (RWC) يزيد بزيادة تركيز التلوث الملحي للتربة مقارنة بالعينة الشاهد عند كلا الصنفين حيث عند المعاملة بالتركيز C1 نلاحظ أن متوسط (RWC) عند الصنف V1 قدّر بـ 74.54 % وعند الصنف V2 74.16 % وعند المعاملة بالتركيز C2 فنجد أن المتوسط لدى الصنفين V1 وV2 قدّر بـ 79.59% و87.69 % على التوالي.

ويوجد هناك علاقة ارتباط ايجابية بين المحتوى النسبي للماء والسكريات والبروتينات في الدرنات وكذا مع كل من درجة تحطم الكلوروفيل والنشاطية المضادة للأكسدة في الأوراق حيث قدرت قيمة r بـ 0.721،0.767،0.755 و0.708 على التوالي كما أظهرت علاقة ارتباط سلبية مع مؤشر ثبت المحصول وحجم الدرنات حيث قدرت قيمة r بـ 0.625-،0.792- على التوالي (الجدول 02 في الملحق04).

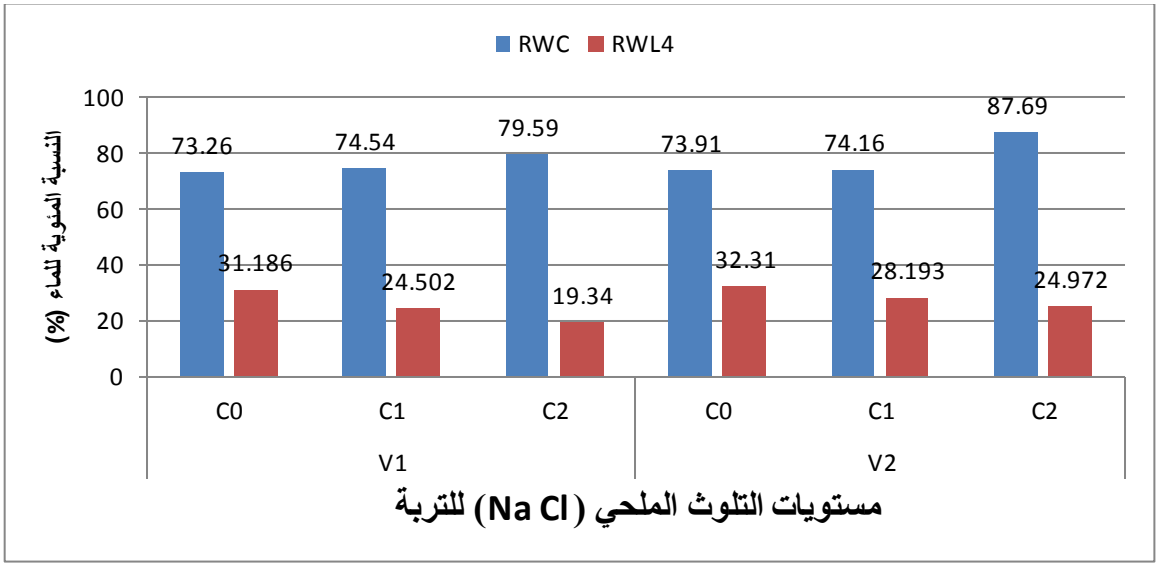
وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار المحتوى النسبي للماء (RWC) الجدول(06) نجد أن الأصناف المدروسة تختلف اختلافا معنوياً في تأثّرها بالملوحة ($P = 0.012$)، بينما نجد أن تأثير عامل الملوحة على المعيار كان جد عالي المعنوية ($P = 0.000$)، أما التباين بين الأصناف فكان معنوي ($P = 0.020$).

II-1-2-5-2- الفقد النسبي للماء (RWL):

من خلال الوثيقة (15) نلاحظ أن متوسط الفقد النسبي للماء (RWL) يتراجع بزيادة مستويات (Na Cl) في التربة مقارنة بالعينة الشاهد عند كلا الصنفين، حيث نلاحظ عند المعاملة بالتركيز C1 أن متوسط (RWL) عند الصنف V1 خلال 2 h و6 h قدّر بـ 14.70% و35.18% على التوالي وعند الصنف V2 بـ 16.39% و41.11% على التوالي. أما المعاملة بالتركيز C2 فقدّر متوسط (RWL) عند الصنف V1 خلال نفس الأزمنة المذكورة أعلاه بـ 21.07% و43.82% على التوالي، وعند الصنف V2 بـ 14.34% و35.29% على التوالي.

كما نلاحظ أن هناك علاقة ارتباط ايجابية مع البروتينات في الدرنات والسكريات في الأوراق وكذا مؤشر ثبات المحصول وكانت قيمة r تساوي0.799،0.757 و 0.972 على التوالي وعلاقة ارتباط سلبية مع كل من درجة تحطم الكلوروفيل والكاروتينويد وكذا مؤشر الحساسية وقدرت قيمة r بـ 0.826-، 0.938-،0.972- على التوالي . (الجدول02 في الملحق 04).

وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار الفقد النسبي للماء (RWL) الجدول (06) نجد أن الأصناف المدروسة خلال كل الأزمنة 2h، 4 و6 لا تختلف معنوياً في تأثرها بالملوحة ($P > 0.05$) وكذا نجد أن تأثير عامل الملوحة على المعيار خلال نفس الأزمنة جدّ عالي المعنوية ($P = 0.000$)، أما التباين لعامل الصنف خلال 2 h و6 فكان جد عالي المعنوية ($P = 0.000$) وخلال 4سا كان عالي المعنوية (002 .($P = 0.$



الوثيقة (15): التوازن المائي للصنفين National (V1) و(V2) Cerise بدلالة مستويات التلوث الملحي (C2 ، C1،C0) NaCl

II-1-2-6- درجة الامتلاء للورقة (S):

من خلال النتائج البينة في الجدول (06) نلاحظ أن متوسط درجة امتلاء الورقة (S) يتزايد بزيادة مستوى التلوث الملحي للتربة مقارنة بالعينة الشاهد حيث نجد أن متوسط (S) عند مستوى التلوث الملحي C1 قُدّرت عند الصنف V1 بـ $5.47\ g/mm^2$ وعند الصنف V2 بـ $5.41\ g/mm^2$، أما عند مستوى التلوث الملحي C2 فقُدّرت عند الصنف V1 بـ $5.97\ g/mm^2$ وعند الصنف V2 فقدرت بـ $5.51\ g/mm^2$.

وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار (S) الجدول(06) نجد أن الأصناف المدروسة لا تختلف معنوياً في تأثّرها بالملوحة ($P= 0.352$)، بينما نجد أن تأثير عامل الملوحة على المعيار معنوي ($P =$ 0.013) أما التباين لعامل الصنف فكان غير معنوي ($P = 0.392$).

II-1-2-7- عجز التشبع المائي (WSD):

استنادًا على النتائج المتحصل عليها في الجدول (06) نلاحظ أن متوسط (WSD) ينخفض بزيادة مستوى التلوث الملحي (Na Cl) للتربة حيث نلاحظ أن متوسط (WSD) عند المعاملة بالتركيز C1 نلاحظ تراجع لكلا الصنفين حيث قدر المتوسط بـ 25.462% عند V1 و26.591% عند V2،أما عند المعاملة بالتركيز العالي C2 فنلاحظ أن الصنف V1 كان أكثر استقرارًا من الصنف V2 الذي تراجع بشكل كبير حيث قدرت المتوسطات بـ 20.411% و12.313% على التوالي.

وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار (WSD) الجدول(06) نجد أن الأصناف المدروسة تختلف في تأثّرها بالتلوث الملحي اختلافًا جد عالي المعنوية ($P = 0.000$)، كما نجد أن تأثير عامل الملوحة على المعيار جد عالي المعنوية ($P = 0.000$)، بينما التباين لعامل الصنف فكان عالي المعنوية (P = 0.002).

II-1-2-8- المحتوى المائي عند التشبع (WCS):

توضح النتائج في الجدول (06) أن هناك تفاوت في متوسط المحتوى المائي عند التشبع حيث يتراجع بزيادة مستوى التلوث الملحي للتربة وهذا بالمقارنة مع العينة الشاهد، حيث نلاحظ أن متوسط (WCS) عند المعاملة بالتركيز C1 عند الصنف V2 كان أكثر ثباتا من الصنف V1 حيث قدرت المتوسطات بالقيمة 4.0754 g H_2O g^{-1} DM و3.437 على التوالي، أما عند المعاملة بالتركيز C2 فنلاحظ انخفاض كبير عند كلا الصنفين حيث قدر المتوسط بـالقيمة 1.6998 g H_2O g^{-1} DM عند الصنف V2 وبـالقيمة g 1.756 H_2O g^{-1} DM عند الصنف V1.

وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار (WCS) الجدول (06) نجد أن الأصناف المدروسة لا تختلف فيما بينها في تأثّرها بالملوحة اختلافات معنوية ($P = 0.117$)، في حين نجد أن تأثير عامل الملوحة على المعيار جد عالي المعنوية ($P = 0.000$)، أما تباين الأصناف في المحتوى المائي عند التشبع (WCS) فكان غير معنوي ($P = 0.348$).

II-1-2-9- محتوى الأوراق من صبغات التمثيل الضوئي :

من خلال الوثيقة (16) نلاحظ أن متوسط (Chl a+b) يتراجع بزيادة مستوى التلوث الملحي للتربة حيث نجد أن متوسط كمية (Chl a+b) عند المعاملة بالتركيز C1 يتراجع عند كلا الصنفين مقارنة بالعينة الشاهد حيث أن المحتوى عند الصنف V1 قدر بـ 5421 µg/g MF وعند الصنف V2 قدربـ µg/g MF 4245 أما عند المعاملة بالتركيز C2 فنجد أن متوسط محتوى الأوراق من الكلوروفيلات عند الصنف V1 قدّر µg/g MF 3994 ولدى الصنف V2 فقدربـ µg/g MF 2684.

وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار محتوى الأوراق من صبغات (Chl a+b) جدول (07) نجد أن الأصناف المدروسة لا تختلف فيما بينها اختلافات معنوية في درجة تأثرها بالملوحة ($P = 983$ 0.)، في حين نجد أن تأثير عامل الملوحة على المعيار جد عالي المعنوية ($P = 0.000$)، أما التباين بين الأصناف في المحتوى من (Chl a+b) فكان معنوي ($P = 0.012$).

أما بالنسبة لنتائج الكارتنويدات المبينة في الوثيقة (16) فنلاحظ أن متوسط (Car x+c) يتراجع بزيادة تركيز الأملاح في الوسط، حيث نجد أن متوسط (Car x+c) عند المعاملة بالتركيز C1 نجد أن متوسط المحتوى يتراجع عند كلا الصنفين بحيث متوسط المحتوى من الكارتنويدات لدى الصنف V1 قدر بـ µg/g MF 1846.3، أما الصنف V2 فقدّربـ µg/g MF 1592.5،أما عند المعاملة بالتركيز C2 فنجد أن المتوسط عند الصنف V1 µg/g MF 1554 وعند الصنف V2 قدربـ µg/g MF 1495.

كما وجدت علاقة ارتباط ايجابية بين المحتوى من الصبغات والبروتينات في الدرنات ووزن الدرنات وكذا المساحة الورقية ومؤشر ثبات المحصول حيث أعطت r قيمة 0.856،0.931،0.733 و0.791 على التوالي وعلاقة ارتباط سلبية مع كل من السكريات في الدرنات وكذا المحتوى المائي للدرنات مؤشر الحساسية حيث قدرت r بـ 0.809-،0.794-و0.795- على التوالي. (الجدول 02 في الملحق04).

وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار محتوى الأوراق من صبغات (Car x+c) جدول (07) نجد أن صنفي الفجل المدروسين لا يختلفان فيما بينهما اختلافا معنويا في درجة تأثّرهما بالملوحة (P=0.071)، في حين نجد أن تأثير عامل الملوحة على المعيار كان عالي المعنوية ($P = 0.003$)،أما التباين بين الأصناف في المحتوى من (Car x+c) فكان معنوياً ($P = 0.019$).

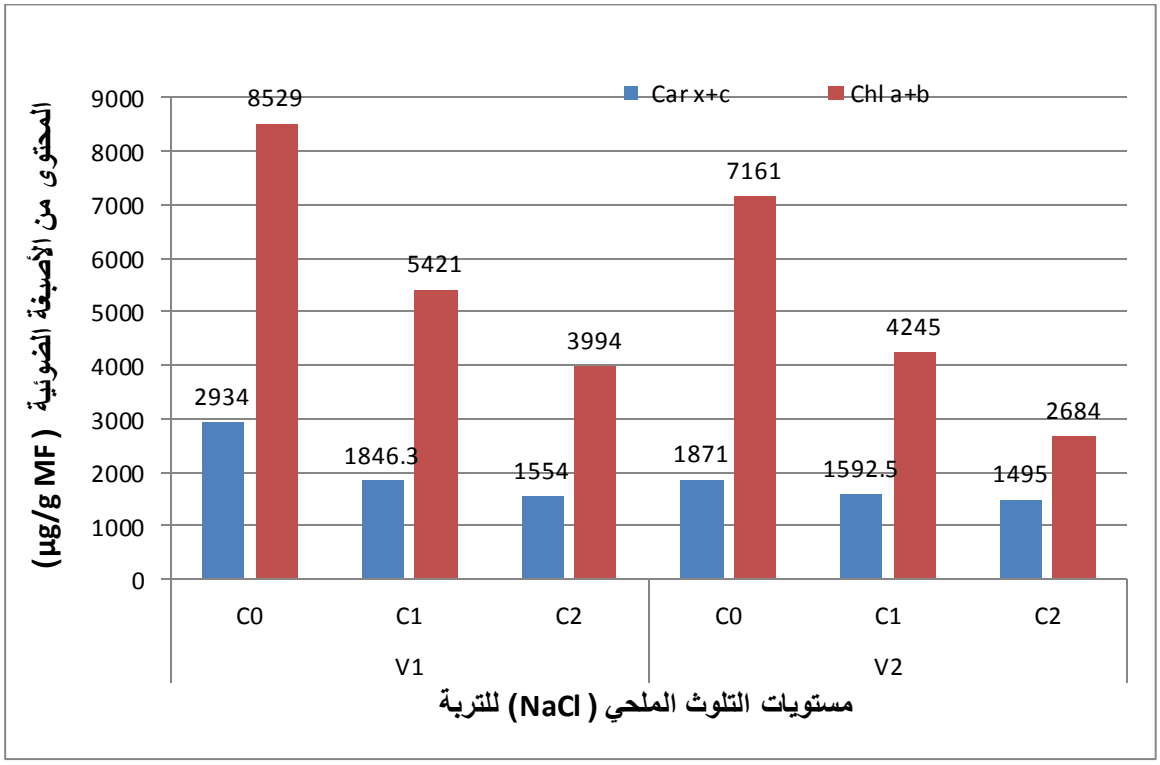
II-1-2-10- درجة تحطم صبغة الكلوروفيل (*Pd* Ch) :

من خلال نتائج الجدول(07) نلاحظ أن درجة تحطم صبغة الكلوروفيل تتزايد بالارتفاع تركيز التلوث الملحي للتربة مقارنة بالعينة الشاهد، حيث نلاحظ عند المعالجة بالتركيز C1 أن المحتوى عند كـــــــلا

الصنفين V1 وV2 يقدّر بـ 36.44 و40.72على التوالي. أما عند المعاملة بالتركيز C2 فتقدّر لدى الصنفين V1 و V2 بـ 53.17 و62.52على التوالي.

II-1-2-1-11- درجة تحطم صبغة الكاروتينويد (*Pd* Car) :

من خلال نتائج الجدول(07) نلاحظ أن درجة تحطم صبغة الكلوروفيل تتزايد بارتفاع تركيز التلوث الملحي للتربة مقارنة بالعينة الشاهد، حيث نلاحظ عند المعالجة بالتركيز C1 أن المحتوى عند كلا الصنفين V1 وV2 يقدّر بـ 37.07 و14.89على التوالي. أما عند المعاملة بالتركيز C2 فتقدّر لدى الصنفين V1 و V2 بـ 47.03 و20.10على التوالي.



الوثيقة (16): محتوى الأوراق من الصبغات الضوئية للصنفين National (V1) وCerise (V2) بدلالة مستويات التلوث الملحي NaCl (C0،C1 ، C2)

II-1-3- المعايير الفيتوكيميائية للأوراق:

II-1-3-1- المحتوى من الفينولات الكلية (PPT) :

بالنسبة لنتائج محتوى الأوراق من الفينولات الكلية (PPT) الموضحة في الوثيقة (17) فنلاحظ أن متوسط (PPT) تتزايد بزيادة مستوى التلوث الملحي عند الصنف V2حيث قدر عمد المعاملة C1و C2بـ 94.56 µgEAG/mg MS و132.1µgEAG/g MS على التوالي، أما بالنسبة للصنف V1 فعند المعاملة بالتركيز C1 نجد أن المتوسط يتراجع حيث قُدّر بـ 139 µgEAG/mgMS، أما بالمعاملة بالتركيز C2 فنجد أن متوسط محتوى (PPT) يتزايد حيث يقدّر بـ 174 µgEAG/mgMS.

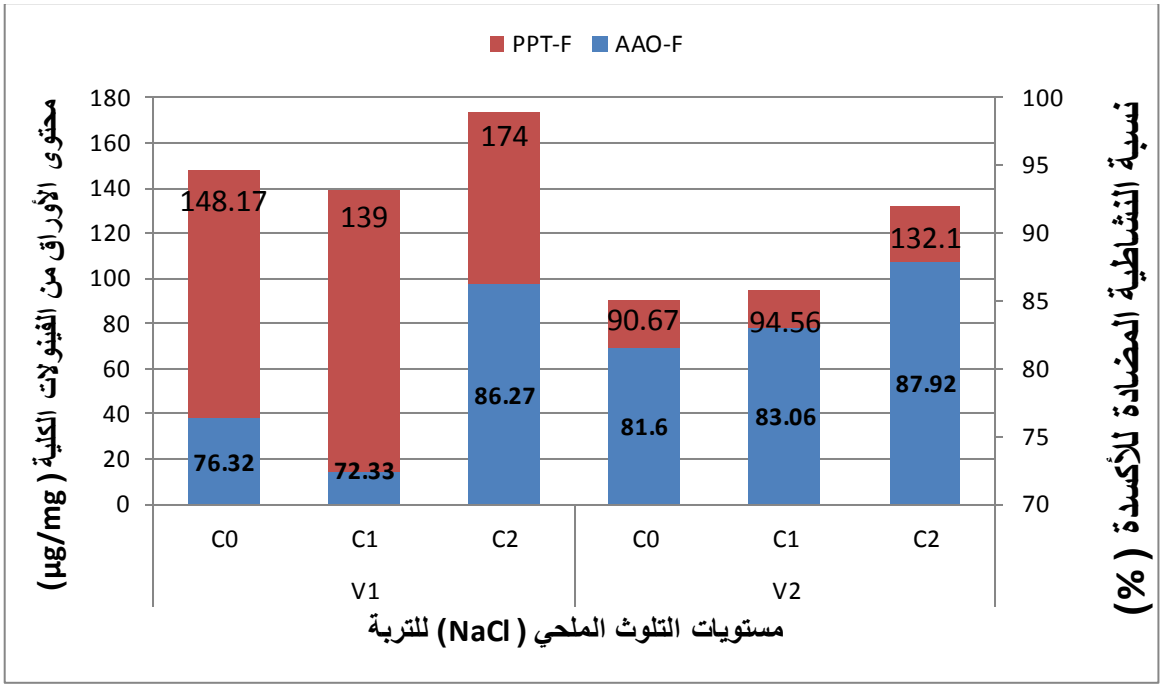
وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار محتوى الأوراق من الفينولات الكلية (PPT) الجدول(08) نجد أن الأصناف المدروسة لا تختلف فيما بينها اختلافات معنوية في درجة تأثرها بالملوحة ($P = 0.195$)، أما بالنسبة لتأثير عامل الملوحة على المعيار فكان جد عالي المعنوية ($P = 0.000$)، وكذا نجد أن التباين بين الأصناف جد عالي المعنوية ($P = 0.000$).

II-1-3-2- النشاطية المضادة للأكسدة (AAO):

من خلال الوثيقة(17) نلاحظ أن متوسط النشاطية المضادة للأكسدة ترتفع بزيادة مستوى التلوث الملحي للتربة حيث نجد أن نسبة (AAO) لمستخلص العينات عند المعاملة بالتركيز C1 تتزايد عند الصنفين V1 وV2 حيث قدّرت بـ 82.31% و83.06% على التوالي، أما عند المعاملة بالتركيز C2 فكانت نسبة (AAO) عند الصنف V1 تقدّر بـ 86.26% وعند الصنف V2 فقدّرت بـ 87.92 %.

كما وجدت علاقة ارتباط سلبية بين النشاطية المضادة للأكسدة في الأوراق والمادة الطرية في الدرنات والمساحة الورقية حيث كانت قيمة r تساوي 0.702-،0.712- على التوالي وعلاقة ارتباط ايجابية مع المحتوى النسبي للماء وكانت قيمة r تساوي 0.708 (الجدول 02 في الملحق04).

وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار تقدير النشاطية المضادة للأكسدة (AAO) الجدول(08) نجد أن الأصناف المدروسة لا تختلف فيما بينها اختلافات معنوية في درجة تأثرها بالملوحة ($P =$ 0.057)، أما بالنسبة لتأثير عامل الملوحة على المعيار فكان جد عالي المعنوية ($P = 0.000$)، أما أن التباين بين الأصناف فكان عالي المعنوية ($P = 0.001$).



الوثيقة (17): محتوى الأوراق من الفينولات الكلية والنشاطية المضادة للأكسدة للصنفين National (V1) و Cerise (V2) بدلالة مستويات التلوث الملحي NaCl (C0، C1 ، C2).

II-1-3-3- المحتوى من الفلافونويدات (Flv):

أما بالنسبة لنتائج محتوى الأوراق من الفلافونويدات (Flv) المبينة في الجدول (08) فنلاحظ أن المحتوى من (Flv) يتراجع بزيادة مستوى التلوث الملحي عند الصنف V1 حيث أن متوسط (Flv) فعند المعاملة بالتركيز C1 والتركيزC2 قدّر المتوسط بـ 61.67 µgEQ/mg MS و84.44 µgEQ/mg MS على التوالي أما عند الصنف V2 فيتزايد المتوسط بزيادة مستوى التركيز الملحي حيث تقدّر بـ 79.309 µgEQ/mg MS و 92.56µgEQ/mg MS على التوالي.

وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار محتوى الأوراق من الفلافونويدات (Flv) الجدول(08) نجد أن الأصناف المدروسة تختلف فيما بينها اختلافات جد عالية المعنوية في درجة تأثّرها بالملوحة و هذا ينطبق على كل من تأثير عامل الملوحة على المعيار والتباين بين الأصناف في المحتوى من Flv حيث كانت قيمة التباين ($P = 0.000$).

II-1-4-المعايير البيوكيميائية للأوراق :

II-1-4-1- تقدير المحتوى من السكريات:

من خلال الوثيقة (18) نلاحظ أن متوسط السكريات في الورقة يتغير خلال زيادة مستوى التلوث الملحي للتربة حيث نلاحظ اختلاف في استجابة الصنفين فكان المحتوى من السكريات لدى الصنف V2 يتراجع بزيادة تركيز ملح كلوريد الصوديوم في التربةµgEG/mg MS4225 وµgEG/mg MS 1776بينما لدى الصنفV1 فيتراجع المحتوى عند المعاملة بالتركيز C1 ثمّ يزداد عند التركيزC2 µgEG/mg MS 736 وµgEG/mg MS1032.

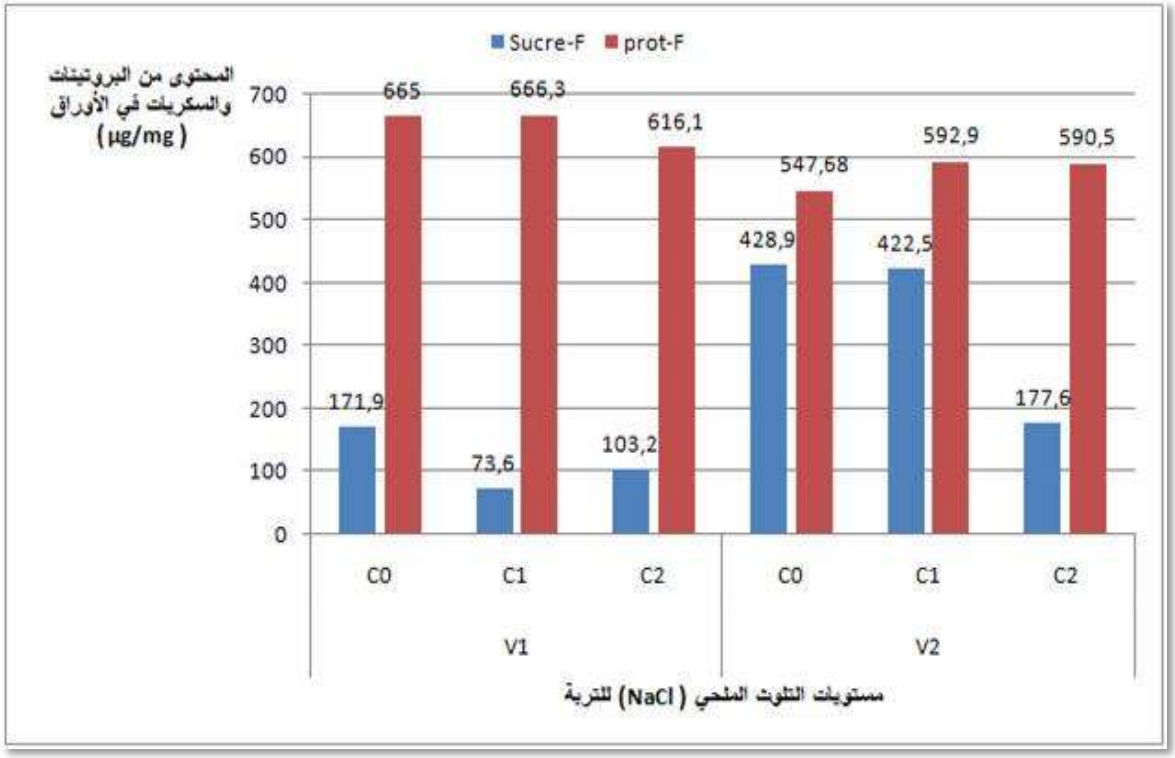
كما نلاحظ أن هناك علاقة ارتباط ايجابية بين السكريات في الأوراق والفقد المائي وكذا الفينولات الكلية للدرنات حيث قدرت قيمة r بـ0.757، 0.801 على التوالي وعلاقة ارتباط سلبية مع الفينولات الكلية والبروتينات في الأوراق وكانت قيمة r تساوي 0.904-، 0.754- على التوالي (الجدول02 في الملحق04).

وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار محتوى السكريات الجدول(08) نجد أن الصنفين المدروسين يختلفان فيما بينهما اختلافات جدّ عالية المعنوية ($P = 0.000$)، بينما نجد أن تأثير عامل الملوحة على المعيار عالي المعنوية ($P = 0.003$)، أما التباين بين تأثّر الصنفين بالملوحة لهذا المعيار فكان عالي المعنوية ($P = 0.007$).

II-1-4-2- المحتوى من البروتينات :

من خلال الوثيقة (18) نلاحظ أن محتوى الأوراق من البروتينات يتراجع بزيادة تركيز التلوث الملحي مقارنة بالعينة الشاهد، حيث نلاحظ عند المعالجة بتركيزC1 تراجع للمحتوى عند الصنف V1 وزيادة المحتوى عند V2 فقدّر المتوسط بـ µgEB.S.A./mg MS 66.63 وµgEB.S.A./mg MS 592.9 على التوالي، أما عند المعاملة بالتركيز C2 فنلاحظ تراجع في المحتوى عند كلا الصنفينV1 وV2 فقدّر المحتوى بـ µgEB.S.A./mg MS 616.1 وµgEB.S.A./mg MS 590.5 على التوالي.

وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار محتوى الأوراق من البروتينات الجدول(08) كان التباين للتداخل بين الأصناف وتأثّرها بالتلوث الملحي للتربة غير معنوي ($P = 0.471$)، أما التباين لعامل الصنف فكانت معنوي ($P = 0.045$)، بينما تأثير عامل الملوحة على المعيار غير معنوي ($P = 0.727$).



الوثيقة (18): محتوى الأوراق من البروتينات والسكريات للصنفين National (V1) وCerise (V2) بدلالة مستويات التلوث الملحي NaCl (C0، C1 ، C2).

II-1-5- المواصفات الكمية والنوعية للمحصول من الدرنات:

II-1-5-1- المواصفات الكمية للدرنات :

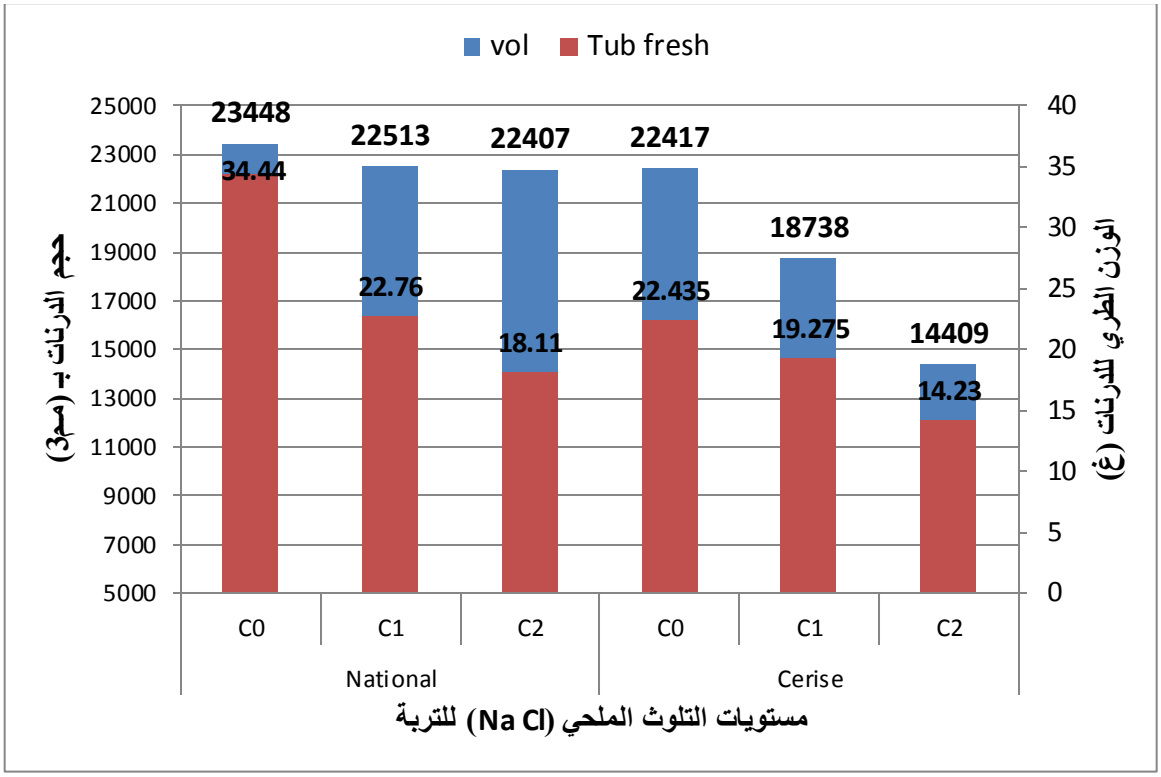
II-1-5-1-1- الوزن الطري وحجم الدرنة:

حسب الوثيقة (19) نلاحظ أن الفرق بين الحجم والوزن الطري للدرنة كبير جدا في العينة الشاهد للصنف V2بالمقارنة مع الصنفV1 كما نلاحظ أن حجم الدرنة ووزنها الطري يتناقصان معاً كلما زاد تركيز Na Cl عند الصنف V2 على العكس من الصنف V1 الذي يتناقص وزنه الطري بينما يبقى الحجم ثابتاً تقريبا بزيادة تركيز NaCl في التربة.

كما وجدت هناك علاقة سلبية بين الحجم وكذا الوزن الطري للدرنات ومحتوى الدرنة من السكريات حيث قدرت r بـ 0.972- و0.718- على التوالي.وعلاقة ارتباط ايجابية بين الوزن الطري للدرنة والبروتينات في الدرنات حيث أعطت r قيمة 0.862. وبين الوزن الطري والحجم مع الكلوروفيل وكانت قيمة r 0.926 و0.760 على التوالي (الجدول 02 في الملحق04).

وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار الوزن الطري للدرنة الجدول(09) نجد أن تأثير عامل الملوحة على المعيار كان عالي المعنوية ($P = 0.002$)، أما التباين بين الأصناف فكان معنويا ($P = 0.012$)، في حين نجد أن الاختلاف في تأثّر الصنفين بالملوحة غير معنوي ($P = 0.239$).

أما نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار حجم الدرنة الجدول(09) نجد أن تأثير عامل الملوحة على المعيار وكذا التباين لعامل الصنف لشكل الدرنة والاختلاف في تأثّر الصنفين بالملوحة غير معنوي (0.05 $P>$)



الوثيقة (19): الوزن الطري وحجم الدرنات للصنفين National (V1) و Cerise (V2) بدلالة مستويات التلوث الملحي NaCl (C0،C1 ، C2).

II-1-5-1-2- الوزن الطري للدرنات في المتر المربع:

من خلال النتائج الموضحة في الجدول (09) نلاحظ أن متوسط وزن الدرنات في المتر المربع الواحد للعينة الشاهد لدى الصنف V1 أكبر منه عند الصنف V2 بوزن Kg/m^2 1.389 و Kg/m^2 0.8502 على التوالي ويتناقص الوزن بزيادة تركيز ملح كلوريد الصوديوم في التربة لدى الصنفين V1وV2 حيث سجلا عند أعلى تركيز وزن Kg/m^2 0.5846 و Kg/m^2 0.4822 على التوالي.

وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار وزن الدرنات في المتر المربع الجدول(09) نجد أن تباين تأثّر الأصناف بالملوحة كان معنوياً ($P = 0.039$) وفيما يخص التباين بين الأصناف فكان عالي المعنوية ($P=0.003$) أما عامل الملوحة فكان ذو تأثير عالي المعنوية ($P = 0.003$) على المردود من الدرنات.

II-1-5-1-3- شكل (أبعاد) الدرنات (FT):

كما يوضح الجدول (09) أن مؤشر شكل الدرنات أبعاد الدرنات يتزايد بارتفاع تركيز التلوث الملحي في كلا الصنفين V1 و V2 حيث قدّر المتوسط عند التركيز C1 بـ 0.72 و1.08على التوالي أما عند التركيز C2 قدّر بـ0.77 و1.27 على التوالي. ومن خلال هذه النتيجة يمكن أن نبين أن الصنف V1 مفلطح الشكل والصنف V2 ذو شكل متطاول (الوثيقة 01 في الملحق 05).

حسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار شكل الدرنات الجدول(09) نجد أن التباين للتداخل بين الأصناف وتأثّرها بالملوحة كان معنوي ($P = 0.030$) وفيما يخص التباين لعامل الصنف فكان جد عالي المعنوية ($P = 0.000$) وكذا عامل الملوحة كان جد عالي المعنوية ($P = 0.000$).

II-1-5-1-4- مؤشر ثبات المحصول (YSI) :

من خلال نتائج الجدول(09) نلاحظ أن مؤشر ثبات المحصول **(YSI)** يتراجع بزيادة تركيز التلوث الملحي للتربة ، فعند التركيزC1 قدر المؤشر عند V1 وV2 بـ 0.59 و0.42 على التوالي. أما عند المعاملة بالتركيز C2 فتقدّر بـ 0.82 و0.57 على التوالي.

II-1-5-1-5- مؤشر الحساسية (IS%):

من خلال نتائج الجدول(09) نلاحظ أن. مؤشر الحساسية (IS%) يتزايد بزيادة تركيز التلوث الملحي للتربة ، فعند التركيزC1 قدر المؤشر عند V1 وV2 بـ % 40.99 و18.38على التوالي. أما عند المعاملة بالتركيز C2 فتقدّر بـ 57.90% و 43.28 على التوالي.

II-1-5-2- المواصفات النوعية للدرنات:

II-1-5-2-1- محتوى الدرنات من الكارتنويدات (Car x+c):

استنادًا على النتائج الموضحة في الجدول (10) نلاحظ أن تأثير الإجهاد الملحي على متوسط محتوى الكارتنويدات يختلف عند الصنفين بزيادة تركيز الأملاح حيث نلاحظ أن متوسط كمية Car(x+c) لدى الصنف V1 متذبذب بزيادة تركيز الأملاح، فعند المعاملة بالتركيزC1 نلاحظ تراجع في متوسط كمية Car (x+c) مقارنة بالعينة الشاهد حيث قدر بـ 18.94 µg/g MF أما عند المعاملة بالتركيز العالي C2 سجلنا تزايداً في كمية Car (x+c) إلى القيمة25.12 µg/gMF، أما محتوى الدرنات من Car (x+c) لدى الصنف V2 فتتزايد بزيادة تركيز الأملاح في التربة ففي العينة الشاهد بمحتوى 14.74 µg/gMF وفي التركيز العالي كانت 27.65 µg/gMF.

كما نشير إلى أن هناك علاقة ارتباط ايجابية بين محتوى الدرنات من الكاروتينويدات ومحتوى الدرنات من السكريات وكذا درجة تحطم الكلوروفيل حيث قدّرت قيمة r بـ 0.730،0.814 على التوالي، وعلاقة ارتباط سلبية مع نسيبة الفقد المائي حيث كانت قيمة r 0.683- (الجدول 02 في الملحق04).

وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار محتوى الدرنات من الكارتنويدات الجدول(10) فنجد أن التباين للتداخل بين الأصناف وتأثّرها بالإجهاد الملحي وكذا لعامل الصنف كان غير معنوي ($P>0.05$)، أما تأثير عامل الملوحة على المحتوى من الكارتنويدات معنوي ($P = 0.036$).

II-1-5-2-2- محتوى الدرنات من الماء (H%):

استنادًا على النتائج الموضحة في الجدول (09) نلاحظ أن متوسط محتوى الدرنات من الماء (H%) يتزايد عند كلا الصنفين بزيادة تركيز التلوث الملحي للتربة حيث نلاحظ عند المعاملة بالتركيز C1 عند الصنفين V1 وV2 قدّر بـ 82.31% و83.06% على التوالي، أما عند المعاملة بالتركيز C2 فقدّر بـ 86.267% و88.17% على الترتيب.

كما وجدت علاقة ارتبط سلبية بين المحتوى المائي للدرنات وكل من البروتينات في الدرنات وكذا الكثافة الورقية، الكاروتينويدات في الأوراق والفلافونويدات في الدرنات وكانت قيمة r 0.843-،0.798-، 0.982- و0.896- على التوالي (الجدول 02 في الملحق04).

وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار محتوى الدرنات من الماء (H%) الجدول(10) نجد أن الأصناف المدروسة تختلف فيما بينها في كل من تأثرها بالتلوث الملحي وتأثير عامل الملوحة على المعيار وعامل الصنف اختلافات جد عالية المعنوية ($P = 0.000$).

II-1-5-1-3- نسبة المادة الجافة للدرنات (MS):

من خلال النتائج الموضحة في الجدول (09) نلاحظ أن متوسط المادة الجافة للدرنات (MS) يختلف عند كلا الصنفين بزيادة تركيز التلوث الملحي حيث نلاحظ أن متوسط (MS) عند المعاملة بالتركيز C1 تراجع المتوسط عند كلا الصنفين 6.980% و5.756%على التوالي مقارنة بالعينة الشاهد، أما عند المعاملة بالتركيز C2 فنلاحظ ثبات كمية المادة الجافة (MS) عند الصنف V1 وزيادتها عند الصنف V2.

كما وجدت علاقة ارتباط ايجابية بين الوزن الجاف للدرنات ومحتوى الدرنات من البروتينات والمحتوى من الكلوروفيل المساحة الورقية حيث قدّرت r بـ 0.843،0.794و0.848 على التوالي (الجدول02 في الملحق04).

وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار المحتوى من المادة الجافة (MS) الجدول(09) نجد أن الأصناف المدروسة تختلف فيما بينها في كل من تأثرها بالتلوث الملحي وتأثير عامل الملوحة على المعيار وعامل الصنف اختلافات جد عالية المعنوية ($P < 0.001$).

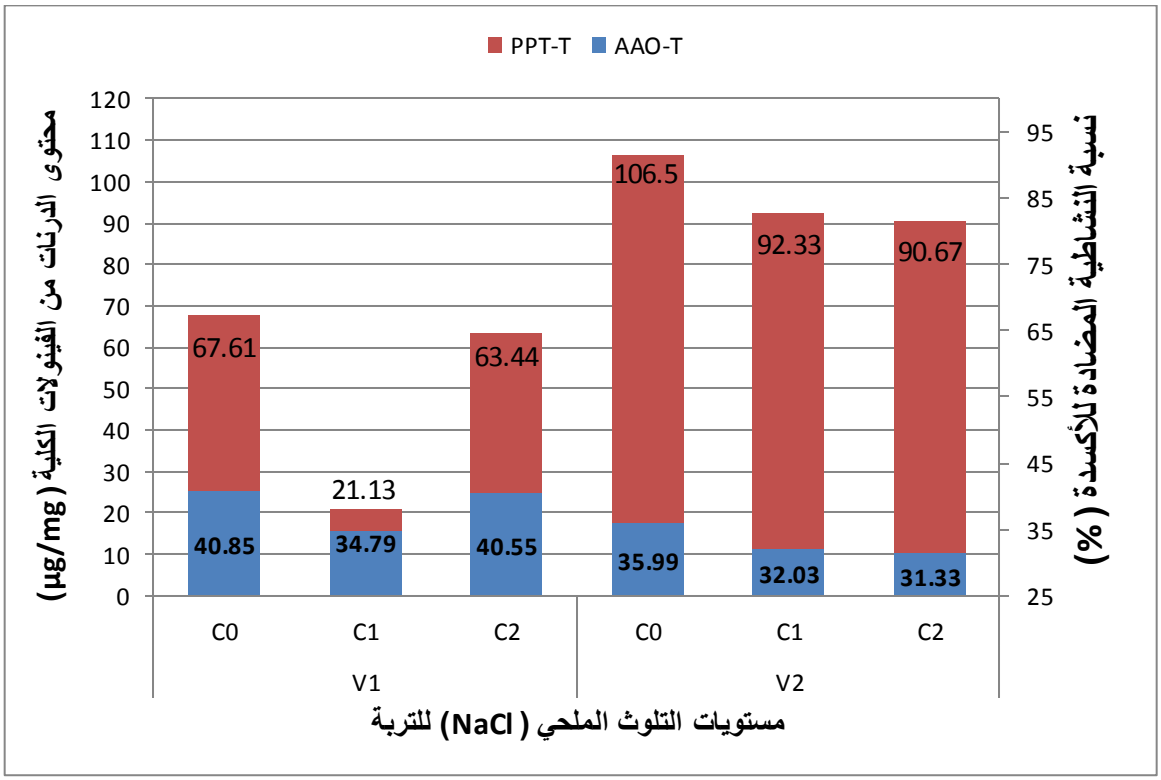
II-1-5-1-4- تقدير النشاطية المضادة للأكسدة (AAO) والفينولات الكلية (PPT):

من خلال الوثيقة (20) نلاحظ أن متوسط كمية الفينولات الكلية (PPT) ونسبة كبح الجذور الحرة (AAO) يتزايد بارتفاع تراكيز التلوث الملحي في كلا الصنفين V1 وV2حيث قدّرت النشاطية المضادة للأكسدة عند المعاملة بالتركيز C1 بـ 34.79 % و32.03 % على التوالي،أما متوسط الفينولات الكلية فقدّر بـ 21.13 µgEAG/mg MS و92.33 µgEAG/mg MS على التوالي عند نفس التركيز وعند المعاملة بالتركيز فقدر متوسط (AAO) بـ 40.55% و31.33 %على التوالي، أما متوسط (PPT) فقدّر بـ 63.44 µgEAG/mg MS و90.67 µgEAG/mg MS على التوالي عند نفس التركيز.

وكذا يوجد علاقة ارتباط ايجابية بين النشاطية المضادة للأكسدة في الدرنات وحجم الدرنات وكذا محتوى الدرنات من الفلافونويدات حيث قدرr بـ 0.792،0.771 على التوالي، وبين الفينولات الكلية والسكريات في الأوراق 0.801، وعلاقة ارتباط سلبية بين الفينولات الكلية ومحتوى الأوراق من البروتينات حيث قدرت r بـ0.859 - وبين النشاطية المضادة للأكسدة في الدرنات ومحتوى الدرنات من السكريات وكانت قيمة r تساوي 0.763 - (الجدول02 في الملحق04).

وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار (PPT) الجدول(10) نجد أن الأصناف المدروسة تختلف اختلافا جد عالي المعنوية في تأثّرها بالإجهاد الملحي ($P = 0.000$)، كما أن تأثير عامل الملوحة على المعيار جد عالي المعنوية ($P = 0.000$) وكذا التباين لعامل الصنف كان جد عالي المعنوية ($P = 0.000$).

أما بالنسبة لمعيار (AAO) فنجد أن الأصناف المدروسة لا تختلف اختلافا معنوياً في تأثرها بالإجهاد الملحي ($P = 0.218$)، كما أن تأثير عامل الملوحة على المعيار معنوي ($P = 0.046$) وكذا التباين لعامل الصنف كان جد معنوي ($P = 0.002$).



الوثيقة (20): محتوى الدرنات من الفينولات الكلية ونسبة النشاطية المضادة للأكسدة للصنفين National (V1) و(V2) Cerise بدلالة مستويات التلوث الملحي NaCl (C0،C1 ، C2).

II-1-5-2-5- المحتوى من الفلافنويدات (Flv):

من خلال الجدول (10) أن التلوث الملحي يؤثر على متوسط كمية الفلافنويدات (Flv) عند كلا الصنفين مقارنة بالشاهد، فعند معاملة الصنف V1 بالتركيز C1 نلاحظ تراجع في المتوسط من (Flv) بينما نلاحظ زيادة المتوسط عند التركيز C2 حيث قدّر بـ 6.76 µgEQ/mg MS و10.62 µgEQ/mg MS على الترتيب، أما الصنف V2 فيتراجع المتوسط عند المعاملة بالتركيزين.

وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار الفلافنويدات (Flv) الجدول (10) نجد أن الأصناف المدروسة تختلف في تأثرها بالإجهاد الملحي اختلافًا جد عالي المعنوية ($P = 0.000$) كما أن تأثير عامل الملوحة على المعيار جد عالي المعنوية ($P = 0.000$)، أما تأثير عامل الصنف على المحتوى من الفلافنويدات فكان جد معنوي ($P = 0.001$).

II-1-5-2-6- المحتوى من السكريات:

يوضح الوثيقة (21) أن محتوى الدرنات من السكريات يزيد بارتفاع تركيز التلوث الملحي للتربة مقارنة بالعينة الشاهد، كما نلاحظ عند المعاملة بالتركيز C1 أن المحتوى عند الصنفين V1 وV2 قدّر بـ 133.2µg/mg E G MS و799.40 µg/mg E G MS على الترتيب، وعند التركيزC2 قدّر المحتوى لدى الصنفين V1 وV2 بـ 1553 µg/mg E G MS و920.60 µg/mg E G MS على الترتيب.

كما وجدت علاقة ارتباط ايجابية بين السكريات في الدرنات والمساحة النوعية للـورقة حيث قدرت قيمة r بـ 0.716 وعلاقة ارتباط سلبية مع الكثافة الورقية وكانت قيمة r تساوي 00854- (الجدول 02 في الملحق04).

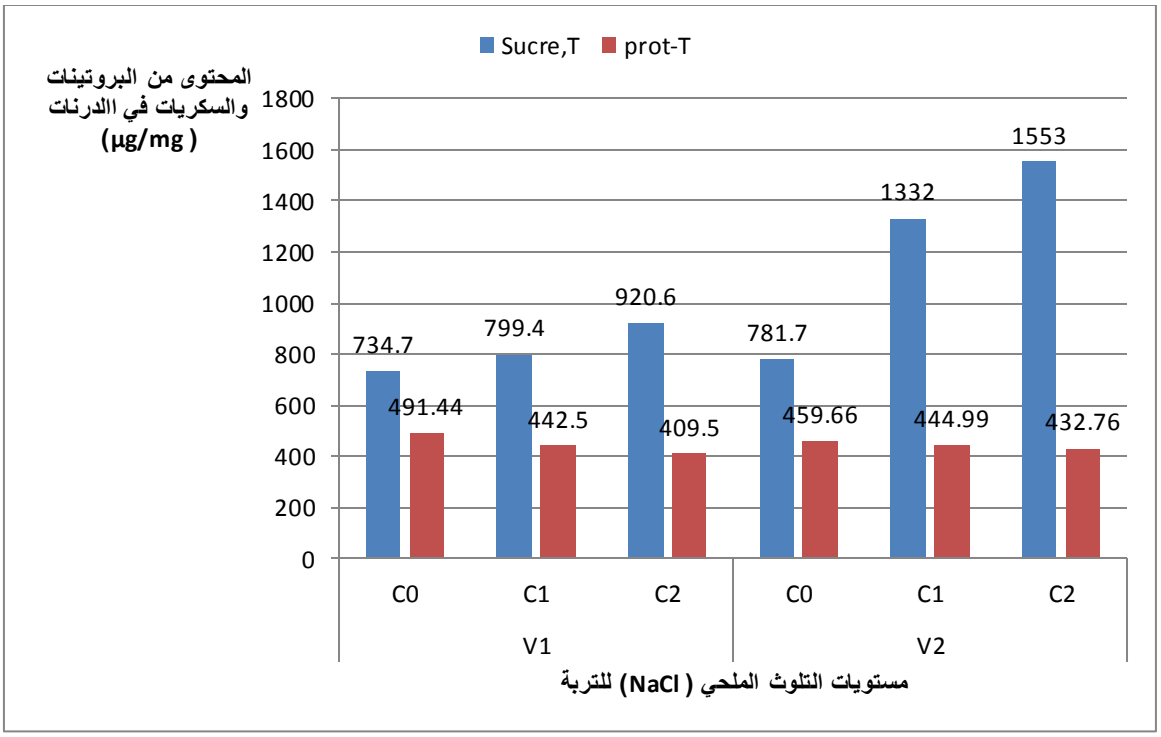
وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار محتوى الدرنات من السكريات الجدول(10) نجد أن الأصناف المدروسة لا تختلف في تأثرها بالملوحة اختلافاً معنويًا ($P = 0.106$) بينما نجد أن تأثير عامل الملوحة على المعيار معنوي ($P = 0.020$)، أما التباين لعامل الصنف فكان جد معنوي ($P = 0.007$).

II-1-5-2-7- المحتوى من البروتينات :

من خلال الوثيقة (21) نلاحظ أن محتوى الدرنات من البروتينات يتراجع بزيادة تركيز التلوث الملحي للتربة مقارنة بالعينة الشاهد، حيث نلاحظ عند المعالجة بالتركيز C1 أن المحتوى عند كلا الصنفين V1 وV2 يقدّر بـ 442.5 µg/mg MS و444.99 µg/mg MS على التوالي. أما عند المعاملة بالتركيز C2 فتقدّر لدى الصنفين V1 و V2 بـ 409.5 µg/mg MS و432.76 µg/mg MS على التوالي.

كما وجدت علاقة ارتباط ايجابية بين محتوى الدرنات من البروتينات والوزن الطري في المتر المربع وكذا المحتوى المائي عند التشبع ومؤشر ثبات المحصول حيث كانت قيمة r 0.903، 0.846 و0.893 على التوالي، وعلاقة ارتباط سلبية مع مؤشر الحساسية وكانت قيمة r تساوي0.894- (الجدول02 في الملحق 04).

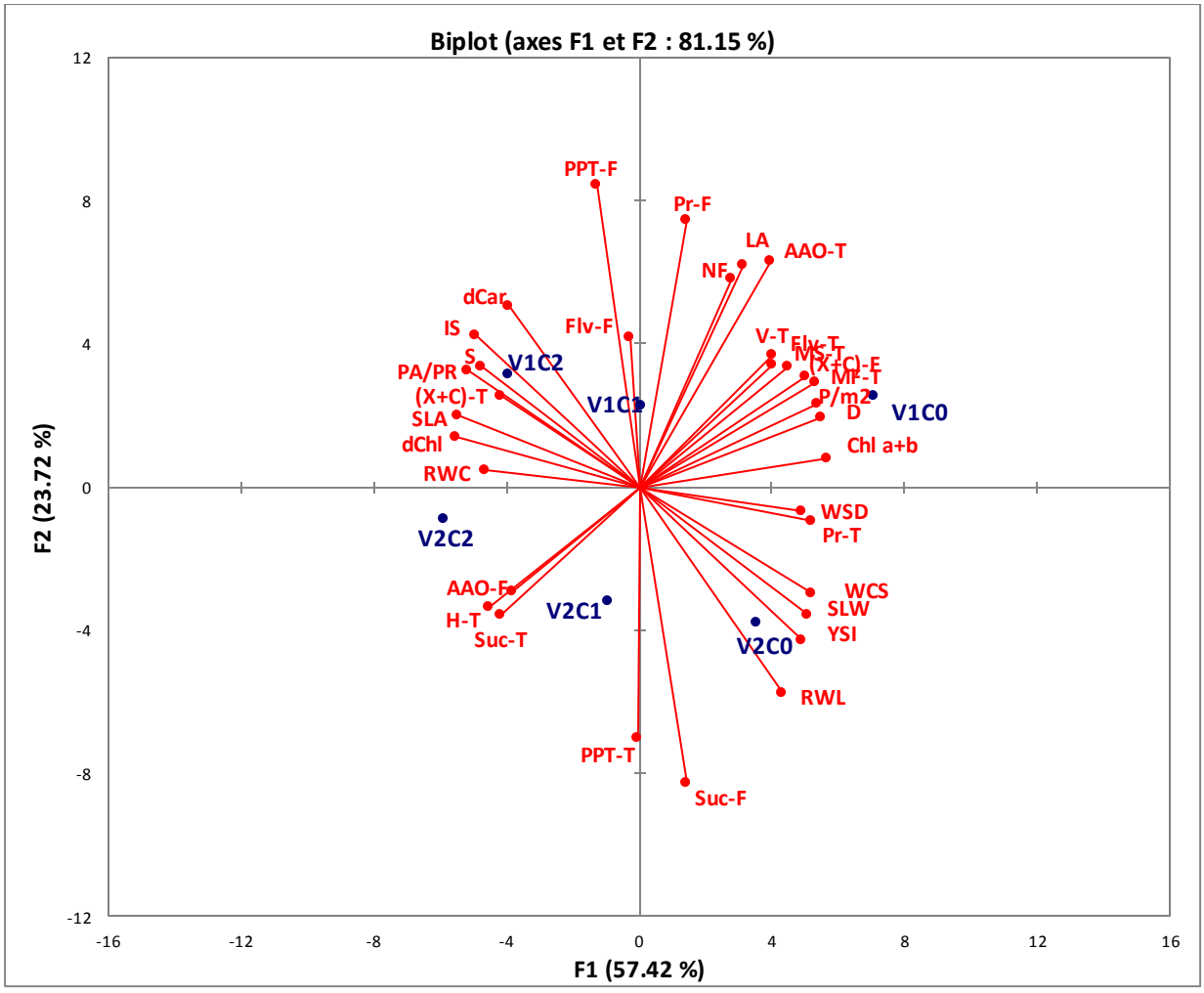
وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA لمعيار محتوى الدرنات من البروتينات الجدول (10) نجد أن تباين التداخل بين العاملين الصنف والملوحة غير معنوي ($P = 0.062$)، بينما نجد أن تأثير عامل الملوحة على المعيار عالي المعنوية ($P = 0.003$)، أما تباين عامل الصنف على محتوى الدرنات من البروتينات فكان غير معنوي ($P = 0.794$).



الوثيقة (21): محتوى الدرنات من السكريات والبروتينات للصنفين National (V1) و Cerise (V2) بدلالة مستويات التلوث الملحي NaCl (C0،C1 ، C2).

II-1-6- دراسة تحليل المكونات الأساسية (ACP) للمعايير المدروسة

توضح الوثيقة (22) التحليل للمكونات الأساسية (ACP) للمعايير المدروسة بما فيها الخصائص الكمية والنوعية للمحصول من درنات الفجل (*Raphanus sativus* L.) للصنفين National و Cerise، حيث أن المحور F1 يمثل 57.42 % أما المحور F2 فيمثل 23.72 % من النتائج المتحصل عليها، كما نشير هنا إلى أن المحورين F1 و F2 كانا أكبر المحاور تعبيرا عن النتائج حيث أعطيا ما نسبته 81.15 % في هذه الدراسة نكتفي بعرض للمحاور الثلاثة الأولى (F1, F2, F3) ونسبة مساهمتها في التعبير عن كل معيار في مخطط الـ ACP (جدول01 الملحق 04).



- صنفي الفجل Nationale: V1 وCerise: V2.
- مستويات التلوث الملحي: C0, C1, C2
- اختصارات تسمية المعايير (لاحظ الجدول 01 الملحق 04)

الوثيقة (22): تحليل المكونات الأساسية (ACP) لمعايير صنفي الفجل National و Cerise تحت تأثير مستويات التلوث الملحي (NaCl) للتربة.

بإسقاط أصناف الفجل المدروسة National (V1) و Cerise (V2) تحت تأثير مستويات التلوث الملحي للتربة (C0, C1, C2) في مخطط الـ ACPالتي تغطيها المحاورF1 وF2 (الوثيقة22) يبين أن توزع الصنفين كان متماثلا بشكل ملحوظ تحت تأثير التراكيز الملحية على المعايير المدروسة، حيث كان المحور F1 يصنع هذا التماثل.

من خلال مخطط الـ ACP يمكن استنباط النتائج التالية:

- تمركز الصنف V1 تحت تأثير التركيز الملحي C2 بالقرب من معيار تحطم أصبغة الكاروتنويدات (*Pd*Car) والتي من المحتمل أنها كانت سببا في تراجع المحصول بمؤشر حساسية (IS) معتبر مقارنة بالصنف V2.
- كما نلاحظ تمركز الصنف V2تحت تأثير التركيز الملحي C2 بالقرب من معيار النشاطية المضادة للأكسدة في الأوراق (AAO-F) وكذا المحتوى النسبي للماء في الأوراق (RWC) واللذين من المحتمل أنهما كانا سببا في ثبات المحصول بمؤشر حساسية أضعف.
- بالنسبة للارتباط والتداخل ما بين المعايير المدروسة توضح في جدول مصفوفة الارتباط لبيرسون((Pearson (n))(جدول 02 في الملحق 04) حيث استنتجنا جملة من العلاقات التي ذكرنا أهمها في عرض نتائج المعايير المدروسة ومن المِؤكد أنها تساهم بشكل مباشر أو غير مباشر في ثبات المحصول الكمي و النوعي لصنفي الفجل تحت تأثير مستويات التلوث الملحي للتربة.

II-2-المناقشة:

II-2-1-المعايير المورفولوجية :

إن المساحة الورقية LA لها دور كبير في الحفاظ على المحتوى المائي كما تبيّن الحالة المائية للنبات فمن خلال النتائج المتحصل عليها نجد أن المساحة الورقية تتراجع وهذا ما يتفق مع نتائج عولمي (2012) حيث يرى أن تقليص واختزال المساحة الورقية في ظروف الجفاف هي آلية فعّالة في التقليل من الاحتياجات المائية للنبات وتتفق هذه النتيجة مع ما توصّل إليه شاكر ومحمد (2014) الذين فسرا هذا التراجع بتأثير الإجهاد الملحي على الانقسام الخيطي والذي يؤدي إلى تناقص الخلايا المنقسمة وإطالة مدة الانقسام كما تؤثر سلباً على عملية التبعّد الخلوي.كما نجد أن عدد الأوراق يتراجع وهذا ما يتفق مع ما تحصلت عليه Nasri (2014) في دراستها على الأركان *Argania Spinosa* L وفسرت هذا التراجع بتأثير الملوحة على عملية تشكل الأوراق.

II-2-2- المعايير الفيسيولوجية :

II-2-2-1-المحتوى من صبغات التمثيل الضوئي :

إن المحتوى من الصبغات في الأوراق مؤشر فيسيولوجي مهم يعبّر عن معدّل التركيب الضوئي وكفاءة النبات في تركيب المادة الجافة. وعلى ضوء النتائج المتحصل عليها نلاحظ تراجع محتوى الأوراق من صبغات Chl (a+b) وكذا Car (c+x) تحت ظروف تلوّث التربة بـ NaCl وهذا يتفق مع نتائج التي تحصل عليها Jamil *et al.*, (2007) في دراسته حول تأثير الإجهاد الملحي على نبات الفجل *Raphanus sativus* L ونتائج Gao *et al.*, (2015) في نبات البطاطا *Solanum tuberosum* L وقد فسّر العديد من الباحثين تراجع محتوى الصبغات تحت ظروف الإجهاد الملحي بعدّة فرضيّات منها :

-أن سبب التراجع يعود إلى ارتفاع مستوى أيونات Na^+ وCl^- ونقص مستوى أيونات K^+ في الأوراق هذا التغيّر في المحتوى الكيميائي للنبات أدّى إلى تغيير في البنية الداخلية لخلايا الورقة حيث تظهر خلايا الميزوفيل بعض التغيرات وكذا نقص في عدد الصانعات (Gao *et al.*,2015).

-أمّا سعد (2004) فقد فسرّت هذا التراجع بانخفاض الماء الممتص والذي يعمل على نقص الجهد المائي للورقة والذي يسبّب نقص في إنتاج الطاقة في التفاعلات الضوئية تحت تأثير الأملاح. كما يؤثّر على نقص المحتوى من الكاروتينويدات وبالتالي معدّل البناء الضوئي لأن الكاروتينويدات من الصبغات الضوئية المساعدة في امتصاص الطاقة الضوئية ونقلها إلى Chl a، كما لها دور مهم في منع تأكسد

الكلوروفيل ضوئيا حيث أن الكلوروفيل يعتبر أساسي في تكوين كل من NADPH وATP فإذا حصل تراجع في الكاروتينويدات فسيؤثر حتما في عملية البناء الضوئي.

-أمّا شهيد وآخرون (2012) يفسّرون ذلك بانخفاض الماء الممتصّ الذي يسبّب تكوين جسور ثنائية الكبريت لبعض البروتينات ممّا يؤدي إلى صلابة الأغشية وحدوث تمزّق في أغشية البلاستيدات الخضراء وصفائح الغرانا بفعل الإنكماش الشديد والهدم الإنزيمي للأغشية. أو يعود إلى قلة امتصاص العناصر الضرورية لتكوين الكلوروفيل ومنها أيونات المغنزيوم Mg^{+2} التي هي جوهر جزيئة الكلوروفيل وأيونات الحديد المساعدة في تكوينه.

أما Gao *et al.*, (2015) و Jouyban (2012) فرأوا أن الإجهاد الملحي يحفّز إنتاج حامض الأبسيسيك الذي ينتقل إلى الخلايا الحارسة لغلق الثغور مما يؤدي إلى نقص في التركيب الضوئي وهذا راجع إلى ضعف في انتشار غاز ثاني أكسيد الكربون. من جهة أخرى فإن تراجع المحتوى من الكلوروفيل هو مؤشر للإجهاد التأكسدي أو قد يكون ناتج عن تحطّم الكلوروفيل أو بسبب صعوبة تشكله أو حدوث تغير في بنية التيلاكويد (Bacelar *et al.*, 2006).

II-2-2-2- التوازن المائي للأوراق :

تعتبر دراسة الحالة المائية للورقة من المعايير الهامّة التي تستعمل في تقييم وتحديد قدرة النبات على تحمّل الإجهادات. ومن خلال النتائج المتحصل عليها فإن الفقد النسبي للماء (RWL) يتراجع بزيادة مستوى التلوّث الملحي للتربة، وهذه النتيجة تتوافق مع نتائج (Ezatollah et Anita 2013) حول نبات القمح حيث فسّرا هذا الانخفاض بارتفاع معدل حمض الأبسيسيك ABA في أنسجة النبات وهذا يؤدي إلى تأثيرات فيزيولوجية مختلفة أهمها غلق الثغور عن طريق التحكم في عملية فتحها وغلقها، حيث تقوم الخلايا الحراسة بمراقبة عملية النتح من أجل تنظيم عملية فقد الماء. أما المحتوى النّسبي للماء (RWC) في الأوراق فإنه يتزايد بزيادة مستوى التلوث الملحي للتربة وهذا ما يتّفق مع نتائج Talebi *et al.*, (2013) على نبات الحمّص *Cicer arietinum* حيث يرجّح سبب ارتفاع الـ RWC إلى التعديل الأسموزي بواسطة تراكم المنظّمات الأسموزية (Osmoregulateurs) كالسكّريات في أنسجة النبات تحت ظروف الجفاف.كما لاحظنا تزايد في معدل امتلاء الورقة S وهذا يتفق مع نتائج عولمي (2012) حيث لاحظ زيادة معدل الامتلاء مع زيادة تركيز NaCl في الوسط وقد يعود ذلك لزيادة في الامتصاص وضغط امتلاء الخلايا نتيجة ارتفاع تركيز المحلول الخلوي.

II-2-2-3- الوصف الكمي للنسيج الورقي :

كما نلاحظ تراجع للمساحة النوعية للورقةSLA وهذا ما يتفق مع نتائج Bacelar *et al.*, (2006) حيث فسروا ذلك بحدوث تغيرات على مستوى كثافة النسيج الورقي*D* كذا سمك الورقة، أما الوزن النوعي

للورقة SLW فيتراجع عند كلا الصنفين وهذه النتيجة تتفق مع ما توصل إليه العودة (2007) حيث فسّر ذلك بتراجع في المساحة الورقية التي تؤدي إلى تقليص مساحة المسطح الأخضر الفعال في عملية التركيب الضوئي وهذا ما يؤدي إلى انخفاض في معدل تصنيع المادة الجافة. أما تراجع كثافة النسيج الورقي*D* فناتج عن التغير في نسبة الوزن الجاف على الوزن الطري للأوراق أو قد يرجع إلى تغير في سمك الورقة وكثافة خلايا البشرة والجدران وكذا زيادة الهواء داخل الفراغات البينية (Bacelar *et al.*, 2006).

II-2-2-4- نسبة الوزن الجاف للجزء الخضري على الجزء الجذري (PA/PR) :

من خلال النتائج المتحصل عليها فإن النسبة تتزايد مع زيادة تراكيز التلوث الملحي للتربة وهذه النتيجة تتفق مع ما توصل إليه Marcelis et Van hooijdonk (1999) حول تأثير الملوحة على نبات الفجل وقد أرجع ذلك إلى التأثير السمي للـ NaCl أو التراجع في امتصاص العناصر المغذية أو إلى تأثير الملوحة على توزع المادة الجافة الذي له علاقة بتأخير تشكل الدرنات.

II-2-3- المعايير البيوكيميائية:

II-2-3-1-محتوى الأوراق من السكريات:

يعتبر تراكم السكريات مؤشر لمقاومة النبات للإجهاد الملحي، ومن خلال النتائج المتحصل عليها فإن محتوى الأوراق من السكريات يتزايد عند التركيز الأعلى من ملح كلوريد الصوديوم لدى الصنف National وهذا يتفق مع النتائج التي تحصل عليها El Midaoui *et al.*, (2007) في دراسته حول تأثير الإجهاد الملحي على نبات دوار الشمس *Helianthus annuus* L.، والذي فسّر ذلك بقدرة النبات في تراكم المنظمات الأسموزية التي تلعب دورًا في التعديل الأسموزي وتكيّف النبات مع الإجهاد الأسموزي، ونفس النتائج لاحظتها Achour *et al.*, (2015) عند نبات البامية (القناوية) *Abelmos chusesculentus* L. و بعض الأصناف النباتية وهذا يعود إلى نشاط إنزيم هدم النشاء (Amidon-phosphorylase) الذي يؤدي إلى هدم جزيئات النشاء وتراكم السكريات.

كما أن تراجع محتوى الأوراق من السكريات تحت ظروف تلوّث التربة بأملاح كلوريد الصوديوم لدى الصنف Cerise يتفق مع النتائج التي تحصلت عليها سعد (2004) التي فسرت ذلك بنقص في عملية التركيب الضوئي كنتيجة في نقص نمو الأوراق،ونتائج مزعل وآخرون (2012) في نبات الباقلاء *Vicia faba* L. حيث فسّروا هذا التراجع بتأثير الملوحة على عمل الإنزيمات والعمليات الأيضية المتعلقة بتراكم السكريات.

II-2-3-2- محتوى الأوراق من البروتينات:

من خلال النتائج المتحصل عليها فمحتوى الأوراق من البروتينات يتراجع بزيادة تراكيز التلوث الملحي للتربة لدى صنفي الفجل وهذه النتيجة تتفق مع ما توصلت إليه سعد(2004) وشهيد وآخرون (2012) وشاكر (2014) حيث فسّر هؤلاء هذا التراجع بنقص في كفاءة النبات في تحويل الأحماض الآمينية إلى بروتينات أو إلى الزيادة في نشاط بعض الأنزيمات كإنزيم البروتياز(Protéase) المسؤول على تحلّل البروتينات مما يؤدي اختزالها والتراجع في محتواها أو انزيم ARN ribonuclease المسؤول عن هدم الأحماض النووية ARNومن ثم قلة تكوين البروتينات أوقد يرجع إلى تثبيط عملية البناء الضوئي الذي يعرض النبات إلى إجهاد الأكسدة وتكوين الجذور الحرة (ROS) التي تسبب ضررا لجميع الجزيئات الكبيرة في الخلية بما فيها البروتينات. أما فيما يخص الزيادة في محتوى الأوراق من البروتينات تحت نفس الظروف فقط لوحظ عند العديد من النباتات وهذه النتيجة تتفق مع ما تحصلت عليه Benani (2013) حيث فسّرت تراكم البروتينات بتوفير النبات لمخزون من النتروجين الذي يستعمل عند الإجهاد أوكمنظم أسموزي أو راجع إلى تنشيط الجينات التي تسمح بإنتاج البروتينات خاصة المرتبطة بالإجهاد مثل بروتين LEA (Late-embryogensis abundant) وهي مجموعة من البروتينات تنتج في المرحلة الأخيرة من تشكل الجنين كما يتم إنتاجها كاستجابة للجفاف حيث يحفز ذلك بواسطة حمض الأبسيسيك إذ يلعب دورا في حماية البنية السيتوبلازمية كما لوحظ تراكم للبروتينات التي تشارك في حماية النظام الضوئي مثل DSP22 وDSP21 التي تتـــمركز في التيلاكويد وDSP34 التي تتموضع في الحشوة Maury *et al.*, (2011) كما لوحظ تراكم لبروتينات أخرى تشارك في عملية تمثيل الكربون عن طريق إماهته للتسهيل من انتشاره وزيادة تركيزه داخل الصانعات (Dubos, 2011).

II-2-4- المعايير الفيتوكيميائية للأوراق :

II-2-4-1- النشاطية المضادة للأكسدة والمحتوى الفينولي الكلي للأوراق :

إن الإجهاد التأكسدي ينتج تحت الضغوط البيئية بما في ذلك التلوث الملحي.حيث أنّ زيادة النشاطية المضادة للأكسدة دليل مهم على قدرة النبات على مقاومة الإجهاد التأكسدي ولكنّها غير مرتبطة مباشرة بالنمو، ومن خلال النتائج المتحصل عليها فإنّ النشاطيّة المضادة للأكسدة وكذا محتوى الأوراق من الفينولات الكليّة يزداد تحت ظروف الإجهاد الملحي وهذا ما يتوافق مع نتائج Ouhibi *et al.* (2014) في نبات الخسّ *Lactuca sativa* L.، حيث علّل تزايد المحتوى من الفينولات بعلاقة الظروف المحيطية الصعبة في زيادة التركيب الحيوي للفينولات وكنتيجة لزيادة النشاطية المضادّة للأكسدة التي ترجع إلى تراكم مضادات الأكسدة غير الإنزيمية(Ouhibi *et al.* 2014).تحت ظروف الإجهاد عادة يزداد إنتاج الـ ROS ويقود إلى تحطيم أنظمة النقل الإلكتروني حيث أن المواقع الرئيسية لإنتاجها في الخلية النباتية هي عضيّات الميتوكوندريا والكلوروبلاست ولكن النباتات تمتلك آليات متنوعة لإزالة الأنواع الأوكسجينية

الفعّالة منها مضادات الأكسدة الإنزيمية مثل Superoxide dismutase, Catalase, Peroxidase وغير الإنزيمية مثل غلوتاتيون المؤكسد والمختزل وحمض الأسكوربيك حيث يلعب هذا الأخير دور أساسي في حماية العمليات الأيضية من بيروكسيد الهيدروجين ومشتقات الأوكسجين السّامة الأخرى (شهيد وآخرون.،2012)، إن اختبار DPPH اختبار خاص بمضادات الأكسدة القادرة على تحرير ذرة هيدروجين من أجل استقرار الجذر $DPPH^{\bullet}$، فقط بعض الفينولات قادرة على كسح جذر $DPPH^{\bullet}$ بالإضافة إلى بعض الفينولات الأخرى التي تحرر بروتون والتي تتفاعل مع جذر $ABTS^{\bullet+}$ أو تتمخلب مع الجذور الحرة الأخرى (Ouhibi *et al.* 2014) (الوثيقة 01 في الملحق03).

II-2-5- المواصفات الكمية و النوعية للمحصول من الدرنات :

II-2-5-1-المواصفات الكمية للدرنات:

من خلال النتائج المتحصل عليها فإن المادة الجافة للدرنات تتراجع مع تزايد أملاح كلوريد الصوديوم في التربة وهذه النتيجة تتفق مع ما توصل إليه كل من Chosh *et al* (2001) في درنات البطاطا (*Solanum tuberosum*L.) و(2007), Jamil *et al.* في درنات الفجل (*Raphanus sativus* L.)حيث لاحظوا أنّ المادة الجافة للدرنات تنخفض بدرجة أكبر مقارنة مع الأعضاء الأخرى للنبات تحت ظروف الملوحة و فسروا ذلك إلى حدوث خلل في توزع المادة الجافة بين الأعضاء وقد يعود إلى تراجع في عملية التركيب الضوئي، كما لاحظوا أيضا عجزا في النمو والذي يعود إلى التراكم الكبير لأيونات Na^{+} في النبات عند الملوحة المرتفعة أو إلى حدوث اختلال في مستوى أيض العناصر المغذية وتشكل المادة الجافة، إن هذا التراجع في النمو أثر سلباً على الحجم والوزن الطري للدرنات وهذا ما أكده الباحثون حيث أن الإجهاد الملحي يوقف استطالة ونمو الأنسجة النامية للجذور (باقر. ،2005) و الذي يعتبر سببا مباشرا في تراجع المحصول من درنات الفجل.

II-2-5-2- المواصفات النوعية للدرنات :

II-2-5-2-1- محتوى الدرنات من مضادات الأكسدة"الفينولات، الفلافونويدات والكاروتنويدات" :

من خلال النتائج فإن محتوى الدرنات من الفينولات الكلية والفلافونويدات وكذا النشاطية المضادة للأكسدة يتراجع بزيادة تراكيز التلوث الملحي للتربة وهذا عكس ما توصل إليه). Wegener et jensen (2013; Cheng *et al* .(2013 حيث لاحظوا ارتفاع في المحتوى من الفينولات الكلية بما في ذلك الفلافونويدات في درنات البطاطا تحت ظروف إجهاد الجفاف، ويفترض أن يعود هذا التراجع في المحتوى إلى أن النبات يقوم بتوفير مضادات الأكسدة للجزء الهوائي لتوفير حماية للأنظمة الحيوية في الأوراق،كما لاحظوا أيضا ارتفاع في المحتوى من الكاروتينويدات لدرنات البطاطا وهذا ما يتفق مع ما

تحصلنا عليه حيث فسّروا ذلك بتنشيط الجينات المسؤولة على البناء الحيوي للكاروتينويدات تحت نفس الظروف(الوثيقة 01 في الملحق 03)

II-2-5-2-2- محتوى الدرنات من السكريات :

من خلال النتائج المتحصل عليها فإن محتوى الدرنات من السكريات يتزايد بزيادة تراكيز التلوث الملحي للتربة وهذه النتيجة تتفق مع نتائج(2011). Maury *et al* حيث لاحظ تراكم السكريات في نبات البطاطا *Solanum tuberosum*L تحت ظروف الجفاف كاستجابة للإجهاد وفسروا ذلك بتنشيط تعبير الجينات المسؤولة على البناء الحيوي للمنظمات الأسموزية حيث أن السكريات لها دور في التعديل الأسموزي والحفاظ على استقرار بعض البروتينات أو ربما بتحفيز عملية تحويل جزيئة (2- Octulose) إلى السكروز(Saccharose) حيث يتحكم في هذه العملية المورثات المسؤولة على تخليق الأنزيمات (Saccharose synthase) و(Saccharose phosphate synthase) التي تتدخل في بناء السكروز.

II-2-5-2-3- محتوى الدرنات من البروتينات :

من خلال النتائج المتحصل عليها فإن محتوى الدرنات من البروتينات يتراجع تحت مستويات التلوث الملحي للتربة، وهذا ما توصّل إليه Barta et Bartova (2008) في درنات نبات البطاطا حيث فسرا تدني المحتوى من بروتين الـPatatine إلى انخفاض في عملية التركيب الضوئي وهذا ما يؤثر مباشرة على وزن الدرنات ويقلل من تراكم المادة الجافة فيها ومن ضمنها البروتينات.

II-2-5-2-4- محتوى الدرنات من الماء :

أما المحتوى المائي للدرنات فيزداد مع زيادة تركيز أملاح التربة وهذه النتيجة تتفق مع ما توصل إليه Hannachi *et al.* (2004) حيث يعتقد أن أيونات Cl^-وNa^+ تحفز النبات على التعديل الأسموزي للحفاظ على تدرج في المحتوى المائي بين الخلايا والوسط الخارجي.

خلاصة عامة

خاتمة عامة :

إن تقييم آليات مقاومة وتحمّل خلايا النبات للملوحة لها أهمية كبرى في توفير معلومات على المستوى الخلوي وبالتالي سهولة التعامل مع أصناف النباتات وأنواعها. حيث ارتأينا في عملنا هذا تسليط الضوء على أحد المحاصيل الدرنية من الأنواع النباتية التي تكتسي أهمية غذائية وعلاجية كبرى ألا وهو نبات الفجل (*Raphanus sativus* L.).

من خلال عملنا الذي اشتمل على دراسة المعايير المورفولوجية والفيسيولوجية (صبغات التمثيل الضوئي ومعايير التوازن المائي) والبيوكيميائية وكذا الفيتوكيميائية للأوراق، أما بالنسبة لتقييم المحصول من الدرنات فقمنا بدراسة المواصفات النوعية والكمية للدرنات، ودعّمنا عملنا هذا بحساب بعض المؤشرات المهمة (كدرجة تحطّم الأصبغة الضوئية (*Pd*)، ثبات المحصول (YSI) ومؤشر الحساسية (IS)) لصنفين من نبات الفجل (*Raphanus sativus* L.) هما Nationale وCerise تحت ظروف التلوّث الملحي للتربة في منطقة وادي سوف حيث استخلصنا النتائج التالية:

أن الصنف Cerise أظهر تفوّق في المعايير المورفولوجية والمعايير الفيزيولوجية للأوراق أما معيار صبغات التمثيل الضوئي وكذا عدد الأوراق الذي لم تظهر فيه أفضلية الصنفين، في حين أعطى الصنف Cerise أقل مساحة ورقية ($16.527mm^2$) عند التركيز العالي للأملاح، كما نلاحظ أنّه لا توجد أفضلية في حجم الدرنات بين الصنفين في حين يوجد تفوق للصنف National في وزن الدرنات في المتر المربع ($0.5846\ Kg/m^2$) عند التركيز الملحي العالي.

بالنسبة للتوازن المائي للنبات فإنّ الصنف Cerise كان أكثر نشاطًا حيث أعطى أكبر قيمة للمحتوى النسبي للماء RWC (87.69%) أيضا أكبر نسبة فقد للماء RWL (35.29%) وهذا ما يؤكده عجز التشبع المائي WSD الذي قدّر بـ20.41% عند الصنف National مقارنة بالصنف Cerise حيث أن الأصناف المتحملة تظهر محتوى مائي أفضل من الأصناف الحسّاسة، كما أن الأصناف التي تحقق أقل قيمة من المحتوى المائي عند التشبع تكون WCS أكثر مقاومة كما عند الصنف Cerise حيث أعطى أقل قيمة تقدّر بـ ($1.6998\ g\ H2O\ g^{-1}\ DM$) عند أعلى تركيز للملوحة وهذا ما يمنحه أفضلية مقارنة بالصنف National.

بالنسبة للدرنات فنجد أن نسبة الماء في الدرنة كانت 93.45%عند الصنف National أفضل من الصنف Cerise وهذا ما يؤكده الوزن الطري للصنف National حيث أعطى قيمة 18.11g عند أعلى تركيز للملوحة، بينما نجد أن الصنف Cerise استطاع أن يوفر نسبة مادة جافة أفضل من الصنف National، حيث قدرت بـ 6.542%. كما نلاحظ أيضا أفضلية للصنف Cerise في المحتوى من الفينولات

الكلية (90.67µgEAG/g MS) في حين يوجد هناك أفضلية للصنف National في المحتوى من الفلافونويدات حيث أعطى قيمة (10.62 µgEQ/g MS) عند نفس التركيز، في حين لا توجد أفضلية بين الصنفين في باقي المعايير الفيتوكيميائية، كما أكدت النتائج المتحصل عليها أن مستوى التلوث الملحي الأعلى للتربة سبب أضرارا بليغة على ميتابوليزم النبات وانخفاض كبير في المحصول من الدرنات، حيث كان الصنف Cerise أقل حساسية للإجهاد مقارنة بالصنف National وذلك بمؤشر حساسية 57.9% و43.27 ومؤشر ثبات المحصول 0.42 و0.57 لدى الصنفين على الترتيب.

بشكل عام فإن الإجهاد الملحي الناتج عن تلوث التربة بأملاح كلوريد الصوديوم يترجم على شكل تغيرات مورفولوجية وفيزيولوجية وبيوكيميائية في كلا الصنفين، وفي ظل ظروف التلوث الملحي للتربة يظهر الصنف Cerise أقل حساسية وأكثر ثباتا في المحصول مقارنة بالصنف National.

المراجع

قائمة المراجع:

❖ **المقالات :**

- ايشو ك. ب.، 2004. تقييم الأداء والارتباط لصفات النمو الخضري والحاصل ومكوناته في خمسة أصناف من الفجل. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 20، العدد2، ص63-72.
- باقر .ج.هـ.ر.، 2012. تأثير تراكيز مختلفة من الملوحة والتلوث بالرصاص في بعض الصفات الطبيعية لشتلات الباذنجان *Solanum melongena* صنف برشلونة. مجلة جامعة كربلاء العلمية المجلد10 ،العدد3 ، ص 73-78.
- جاسم .ح.ح .،عودة. س.م .،محمود .ع.ع .،2009. تقدير مدى تحمل أصناف من الحنطة لمستويات مختلفة من الملوحة .مجلة جامعة الأنبار للعلوم الصرفة العدد الأول ،المجلد الثالث ، ص 1-4.
- الجساس ف.، 2011. الزيوت والدهون الجزء الأول. مجلة العلوم والتقنية، العدد 98، الرياض، 5-9ص.
- حسين .ع .ع.،2014. مشكلة الملوحة في قضاء أبي الخصيب مخاطرها الزراعية وطرائق مكافحتها .مجلة دراسات البصرة، ص 60 -90.
- داخل. ر.ن .، علي .ح.ذ.، يحي. ج .ش .، 2011. تأثير التناوب بالري السيحي و التنقيط وملوحة ماء الري على خصائص التربة ونمو النبات في التربة الطينية 4-التوزيع الملحي أفقيا وعموديا في مقد التربة. مجلة العلوم الزراعية العراقية ، ص 55 -74.
- سعد. ر.ق .، 2004. تأثيرحمض الجبريليك وملوحة كلوريد الصوديوم على إنبات البذور والنمو والأيض في نبات السنا (السيسان) (*Sanna accidentalis*).جامعة الملك سعود المملكة العربية السعودية، ص 1 -131.
- السعدي ر. ك.، 2013. التأثير الوراثي الخلوي للمستخلص المائي الخام لجذور نبات الفجل *Raphanus sativus* L. على خلايا القمم النامية لجذور البصل *Allium cepa* L.. مجلة جامعة النهرين - العلوم – المجلد 16، العدد 1، بغداد، ص12-19.
- شاكر. ر.م.، محمد ع.أ.، 2014. التداخل بين الملوحة والهرمونات النباتية وأثره في نمو نبات الحنطة وتطوره .مجلة ديالى للعلوم ،المجلد 10 العدد1 ، ص 29 -41.
- شريف. م.ل.، 2013. مقارنة تحمل الملوحة في بعض أصناف الحنطة الناعمة والخشنة في طوري الإنبات والبادرة.مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية ،المجلد 13 ،العدد1 ، ص 135-142.
- شهيد .ع. إ.، جبر. م. ع.، صاحب .ح. م.، 2012. تأثير الإجهاد البيئي (الملوحة والجفاف) في مستوى مضادات الأكسدة الإنزيمية وغير الإنزيمية وبعض المؤشرات الفسلجية في عقد الماش *Vigna radiata* L. .مجلة الفرات للعلوم الزراعية ، ص 113-121.

- عدنان .ع .م .، عبد الكريم. ر. ع .،2013. مشكلة الملوحة وأثرها في الإنتاج الزراعي في قضاء الدجيل.مجلة آداب الفراهيدي ، ص 439 -454 .
- كاظم .هـ .م.ع .،حسن .م س.، محمد إ.،محيسن .ع .ج.،2008. تـأثير الغربلة و الإنتخاب في قابلية كالس تركيبين وراثيين من فول الصويا *Glycine max* L لتحمل الملوحة خارج الجسم. مجلة علوم المستنصرية ،المجلد19 .العدد 3، ص 47-62 .
- مدحت م. س.، مصطفى .ج .خ.،2014. آلية التحمل لشد الملوحة . كلية الزراعة جامعة بغداد، ص 430-438.
- مزعل .ح. و.، عباس .ح .ك .م.، 2012. تأثير الملوحة والرش بالجبريلينوالكلتارفي بعض صفات النمو والحاصل لصنفين من الباقلاء.*Vicia faba* L. مجلة القادسية للعلوم الزراعية، المجلد 2 العدد1 ص ،2-13.

❖ **المذكرات :**

- بوشارب ر .،2008. مدى توازن الأحماض النووية و الآمينية في القمح الصلب(*Triticum durum* Desf) النامي تحت الظروف الملحية . مذكرة ماجيستير ، جامعة منتوري قسنطينة ،57ص.
- شايب غ .،2012. شروط ومصير تراكم البرولين في الأنسجة النباتية تحت نقص الماء : إنتقال صفة التراكم إلى الأجيال . مذكرة دكتوراه ،جامعة منتوري قسنطينة ،236 ص.
- طويل أ.، 2009. دراسة نواتج الميتابوليزم الثانوي لبعض نباتات منطقة الهقار. رسالة مقدمة لنيـــل درجة دكتوراه علوم في الكمياء العضوية تحت تخصص كيمياء النباتات' جامعة منتوزي قسنطـــــينة ،168ص.
- عولمي ع.،2010. المساهمة لدراسة تباين المحتوى المائي النسبي درجة حرارة الغطاء النباتي و البنية الورقية للجيل الثالث عند القمح الصلب Desf. *Triticum durum* مذكرة ماجستير، جامعة فرحات عباس سطيف، 190ص.

❖ **كتب:**

- أرحيم ع. ع.، 2002. محاصيل الخضر غذاء وشفاء.، دار النشر منشأة جلال حزي وشركاؤه، الإسكندرية، 301ص.
- أسمير. ر.ع .،حاجي. أ. أ.، 2011. تأثير معاملة البذور بمنظمات النمو النباتية في تحمل الملوحة لمحصول الرز .*Oryza sativa* L المزروع في تربة مالحة.مجلة زراعة الرافدين ،المجلد 39 العدد3 ،ص11.
- أمين ع.، حلمي م.، مجدي م.، 2002. كيمياء تحليل الأغذية. دار الشروق للنشر، 405ص.

- حسن أ. ع.، 2006. إنتاج الفجل شركة وادي النيل للتنمية الزراعية لمشروع الشمس. هيئة كير الدولية المعونة الأمريكية، مصر، 16ص.
- حسن م.، 2008. الكيمياء الحيوية، تخصص سلامة الأغذية. المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني ،74ص.
- حليس ي .،2007. الموسوعة النباتية لمنطقة سوف،النباتات الصحراوية الشائعة في منطقة العرق الشرقي الكبير .مطبعة الوليد، الوادي. 252ص.
- السيد ح. ص.،2005. تربية النباتات تحت ظروف الإجهادات المختلفة و الموارد الشحيحة (Low Input) والأسس الفسيولوجية لها.دار النشر للجامعات،جمهورية مصر العربية. 124ص.
- علي ح.،2012 .استجابة نبات الطماطم للرش بالسايكوسيل والمغذيات NPK المزروعة في تربة صحراوية.مجلة الكوفة للعلوم الزراعية،ص156.
- العودة .أ .ش .، 2007.تقويم أهمية التحريض وطبيعته في تحسين تحمل بعض السلالات النباتية.جامعة دمشق، ص 36.
- الكردي ف.، ديب ب.،1977. أساسيات في كيمياء الأراضي وخصوبتها الجزء النظري .مطبعة خالد بن الوليد.332ص.
- اللوزي س.، 2008. دليل مسميات السلع والمنتجات الزراعية في الدول العربية. المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الخرطوم، 32ص.
- كذلك م.، 2000. مقدمة في زراعة الخضروات (التقييم-احتياجات النمو –الحصاد والتخزين). دار النشر منشأة المعارف، الإسكندرية 288 ص.
- مقبول أ.،1990.كيمياءالنباتات الطبية. Relamawi، 55 ص.
- المضفر س.، 2001. أساسيات الكيمياء الحياتية. دار المسيرة للطباعة والنشر، 413ص.

❖ **المراجع باللغة الأجنبية**

❖ **Articles :**

- Achour A., Bidai Y., Belkhodja M.,2015. L'impact de la salinité sur le comportement hydrique et métabolique d'une variété de Gombo (Abelmoschusesculentus L.). International Journal of Innovation and AppliedStudies, vol: 12 n° 4, p 943-953.
- Andesson C.,wennstron P., 2003. Nicoline alkaloids in Solanaceaus food plants.Nordic council of Ministers, Danmark, p 32.
- Ankita S., Prasad K.,2015. Characterization of dehydrated functional fractional radish leaf powder. Scholar Research Library. N:7(1),India,p269-279.
- Bacelar E., Santos D., Moutinho-Pereira J.,Berta G., Ferreira H., Correia C., 2006.Immediate responses and adaptative strategies of three olive cultivars under

contrasting water availability regimes: Changes on structure and chemical composition of foliage and oxidative damage.Plant Science journal, p 596–605.

- Barta J., Bártová V.,2008. Patatin, The Major Protein of Potato (*Solanumtuberosum* L.) Tubers and its Occurrence as Genotype Effect: Processing Versus Table Potatoes. Journal Food Sci. Czech , vol:26 .n° 5 , p 347–359.
- Bennani K .,2013.*Trifolium isthmocarpum* Brot a salt-tolerant wild leguminous forage crop in salt-affected soils . Journal of Stress Physiology & Biochemistry, vol.: 9 n°3, p 299-317.
- 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.
- Bisun D.,1999. Remote Sensing of Water Content in Eucalyptus Leaves. Bot Journal Aust, p 909-923.
- Bizid E., Zid E., Grignon C.,1988. Tolérance à NaCletsélectivité K+ /Na+ chez les Triticales. Agronomie EDP Sciences, p 23-27.
- Cheng Y., Kim M., Deng X., Kwa S., Chen W., 2013. Enhanced Salt Stress Tolerance in Transgenic Potato Plants Expressing IbMYB1 a Sweet Potato Transcription Factor. The Korean Society for Microbiology and Biotechnology. vol: 23.n° 12, p 1737–1746.
- Corwin D L., Rhoadesb J D., Simunek J.,2007. Leaching requirement for soil salinity control:Steady-state versus transient models. Agricultural water management journal, p 165-180.
- 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.
- Ezatollah H., Anita Y., 2013. Investigation of water retention capacity (WRC) as a new physiological indicator related to plant water status for screening drought tolerant genotypes in wheat.Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES). vol : 3 ,p 133-45.
- Gao H., Yang H., Bai J., Liang X.,L Yan., Zhang J.,Wang D., J Zhang., NiuS ., Chen Y., 2015. Ultrastructural and physiological responses of potato (*Solanumtuberosum* L) plantlets to gradient saline stress. Frontiers of plant science .vol: 5, p 14.

- Ghosh S., Asanuma K., Akihito K.,Masanori T.,2012. Effect of salt stress on some chemical components and yield of potato.Soil Science and Plant Nutrition journal,p 467-475.
- Hannachi C., Debergh P .,Zid E., Messaï A ., Mehouachi T .,2004. Tubérisation sous stress salin de vitroplants de pomme de terre (*Solanumtuberosum* L) .Biotechnol. Agron. Soc. Environ journal, p 9–13.
- Haq Z., Jamil Y., Irum S., Randhawa M., Iqbal M., Amin N.,2012. Enhancement in Germination, Seedling Growth and Yield of Radish (*Raphanussativus*) Using Seed Pre-Sowing Magnetic Field Treatment. Journal Environ Stud. vol.21. n°. 2, Pakistan, p 369-374.
- Hasanuzzaman M., Nahar K., Fujita M.,2013. Plant Response to Salt Stress and Role of Exogenous Protectants to Mitigate Salt-Induced Damages (Chapter 2).Spring edition, p 25-86.
- Hasheminasab H., Farshadfar E., Yaghotipoor A.,2013. Investigation of water retention capacity (WRC) as a new physiological indicator related to plant water status for screening drought tolerant genotypes in wheat.Journal of Biodiversity and Environmental Sciences. vol:3, n°11, p 133-145.
- Ishrat R., Shaista A., andHidayatullah A., 2008. Antimicrobial potential of seed extract of *Raphanussativus*. Pak. J. Bot. vol: 4, n°4, Janshoro, p 1793-1798.
- Bahorun T., Gressier B., Trotin F.,Brunet C., Dine T.M., Vasseur J., Cazin M., Cazin J.C., Pinkas M .,1996. Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. Arzneimittel-forschung. vol 46. n° 11, p 1086-1089.
- Bradford M.M., 1976.A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical biochemistry. vol 72. n° 1-2, p 248-254.
- Chaum S., Kirdmanee C., 2009. Effect of salt stress on proline accumulation, photosynthetic ability and growth characters in two maize cultivars. Pak. J. Bot., vol 41. n°1.p 87-98.
- Dubois M.,Gilles K.A., Hamiton J. K.,Rebers p.,Smith ., F.,1956. Colorimetric methods determination of sugars and related subetances .journal analytical chemistry,vol 28. n°3.p350-356
- Blois M.S., 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical DPPH.journal of chimical physics .vol 28.n° 5p774-776

- Jamil M., Rehman S., Lee K., Jeong M; Kim.,ShikRha E.,2007. Salinity reduced growth PS2 photochemistry and chlorophyll content in radish.SciAgric journal. . vol: 64, n° 2, p 111-118.
- Jan M., Badar A., 2012- Effet of crude extract of *Raphanussativus* roots on isolated trachea of albino rat. Pak. Journal Physiol. vol: 1, N° 1, Kingdom of Saudi Arabia, p 23-26.
- Jedmowski C.,AshoubA. , Momtaz O.,Brüggemann W.,2015. Impact of Drought, Heat, and Their Combination on Chlorophyll Fluorescence and Yield of Wild Barley (*Hordeum spontaneum*). Journal of Botany, p 09.
- Jouyban Z., 2012. The effects of salt stress on plant growth .Technical Journal of engineering and applied sciences. Iran, p 1-4.
- MarcelisL.F.M ., VanHooijdonk J.,1999. Effect of salinity on growth, water use and nutrient use in radish (*Raphanussativus* L.).Kluwer Academic Publishers Netherlands , p 57–64.
- Maury P., Langlade N., Grieu P., Rengel D., Sarrafi A., Debaeke P., Vincourt P.,2011. Ecophysiologie et génétique de la tolérance à la sécheresse chez le tournesol. Innovations Agronomiques, p 123-138.
- Munns R.,2002. Comparative physiology of salt and water stress. Blackwell science Ltd Plant Cell and Environment Australia, p 239-250.
- Nahi N.,2010. The effect of salinity on the growth, soluble sugar and mineral ions content of barley plant (*Hordeumvulgare* L.) and soil properties.Department of Biology –College of Education –University of ThiQar. vol: 2, p 34-43.
- Ouahibi C., Attia H.,Rebah F ., MsiliniN ., ChebbiaM., AarroufJ., UrbanL ., LachaalM.,2014.Salt stress mitigation by seed priming with UV-C in lettuce plants:Growth, antioxidant activity and phenolic compounds.Plant Physiology and Biochemistry , p 126-133.
- Perez R.M.M.G., Perez R.L.P., 2004.*Raphanus sativus* (Radish): Their Chemistry and biology. The Scie. World Journal. vol: 4, n° 131, Mexico, p 811-837.
- Shobha K., Zubair A., Ramabhima-aha S., et Prabhakar P., 2013.Anti-inflammatory activity of *Raphanus sativus* L. in Acute and chronic experimental models in albino rats. Biomedical and Pharmacology Journal, vol: 6, n° 2, India, p 315-320.
- Singh P., Singh J., 2013. Medicinal and therapeutic utilities of *Raphanus sativus* L. Int. J. of plant animal and environmental Sciences. vol: 3, India, p 103-105.

- Talebi R., Ensafi M., Baghebani N., Karami E., Mohammadi K.,2013. Physiological responses of chickpea (*Cicer arietinum*) genotypes to drought stress .Environmental and Experimental Biology journal, p 9–15.
- Thorman H., 2001. Lipide and essential oils. John willey and sons, USA, 206 p.
- Vermerris W., Nicholson R., 2008. Phenolic compound biochemistry. Spinger science Business Media,Florida, p 267.
- Wegener C., Jansen G.,2013. Antioxidants in Different Potato Genotypes: Effect of Drought and Wounding Stress. Agriculture journal, p 131-146.

❖ **Thèses :**

- 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.
- Boukachabia E., 1993. Contribution à l'étude de quelques mécanismes morphologiques et biochimiques de tolérance à la salinité chez cinq génotypes de blé dur (Triticum durum Desf.). Thèse de magistère en production et Physiol.Veg.Univ. Annaba., 108p.
- Dubos C.,2001. Réponse moléculaire de jeunes plants de pin maritime soumis à un stress hydrique en milieu hydroponique. Thèse de Doctorat, Univ Henri Poincaré Nancy-I, 202 p.
- 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.
- Nasri S., 2014. Effet de la contrainte saline sur la germination et la croissance de quelques provenances algériennes d'arganier (*ArganiaSpinosa* L) ,Mém. magister Univ Abou BekrBelkaid, 64 p.

❖ **Livres :**

- Balz R., 1996. The healing power of essential oils. Lotus press, India, p 202.
- Bohm A., 1986. Introducton to flavonoids. Harwood academic publishers, Amsterdam, p 479.
- Bruneton J., 2009. pharmaco-genecesie. Lavoisies, Paris, p 1266.
- Cheeke P., 1989. Toscicantsof plant origin. CRC press, florida, p 274.
- Cheze C., vercauteren J., verpoorte R., 2001. Poly phenols wine and health. Kluwes academic Puplishers, Netherlands, p 200.
- Connolly J., Hill R., 1991. dictionary of terpenoids. Chapman and HALL ,London, p 447.
- Damian P. and Damian K; 1995- Aromathierapy scent and psyche. Healing arts Press, American, 243p.

- Davies K., 2004. Plant pigmente and their manipulation. Black well publishing LTd, Australia, p 342.
- Dupont F. et Guignard J.L., 2012. Botanique; les familles de plantes. Ed. Elsevier Masson. Edition n° 15, Paris, 300p.
- Edwin H., 1989. Plant polyphenols. Cambridge university press, Australia, p 223.
- Fuller M., 2004. The encyclopedia of form animal nutrition. CABI publishing. London, p 581.
- George M., 2003. The healing trail essential oils of madagascar. Geargeshalpen, America, p 166.
- Harborne J., 1973. Phytochemical méthode. Chapman et hall, London, p 295.
- HarrewijnP., Van Oosten A., Piron P., 2001. Natural terpenoids as messengers. Kluwes Academic puplishers, America, p 425.
- Herman A., 2007. Experimentation en biologieetphysiologievegetales. Edition quae. Paris, p 295.
- Janardhanan M., Thoppil J., 2004. Herb and spice essential oils. Discovery publishing house, India, p 107.
- Jedmowski C., Ashoub A. , Momtaz O., Brüggemann W., 2015.Impact of Drought, Heat, and Their Combination on Chlorophyll Fluorescence and Yield of Wild Barley (*Hordeum spontaneum*) . Journal of Botany, p 09.
- Judd W.S., Campbell C.S., Kelloogg E.A. et Stevens P.F., 1999.Botanique systématique une perspective phylogénétique. Ed. Sinaver Associates, Inc. 1ère Ed, Paris, 445p.
- Kenneth w., 1998.The isoquinline alkaloids. Harwood academic publishers, Netherlands, p 487.
- Macheisc J., Fleuriet A., Jay C., 2005. Les composés phénoliques des végétaux. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Italie, p 185.
- Makkar H., 2003. Quantification of tanine in tree and shrub foliage. Kluwer academic publishers, America, p 101.
- Marfak A., 2003. Radiolyse gamma des flavonoïdes. Etude de leur réactivité avec les radicaux issus des alcools formation de diopsides. Thèse pour obtenir le grade de docteur. Université de Limoges, p 187.
- Martinez F., Gonzalez-Gallego J., CulePras J., 2002. Losvflavonoidespropiedades y accionesantioscidantes. NutricionHospitslaria, Espan, p 78.
- Nadjah A., 1971. Les Oasis de Souf, Edit Maison de livre, Algérie.174 p.

- Ozenda P., 1977. Flore du Sahara. Editions du Centre nationale de la recherche scientifique. 2éme Ed, Paris. 622p.
- Packer L., 2001. Flavonoids and other polyphenols. Academic press, USA, p 433.
- Quézel P., Santa, S., 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Éditions du Centre national de la Recherche scientifique, Tome 2, Paris, p663.
- Rizk A., 1991. Naturally occuvingpyrrolizinealkaloide. CRC press, Florida, p 227.
- Roberte M., Wink M., 1998. Alkaloids biochemistry. Ecology and medicinal application. Plenum press, New York, p 479.
- Rose J; 1999. 375 essential oils and hydrosols. Frg, LTD, California, 211p.
- Saxena P., 2007. Chemistry of alkaloide. Dixovery publishing house, India, 328p.
- Scalbert A., B. Monties., G. Janin., 1989- Tannins in wood: comparison of different estimation methods. Journal of Agricultural and Food Chemistry. vol 37. n° 5, p 1324-1329.
- Shahidi F., 1997. Natural antioxidants. AOCS Press, USA, p 405.
- Shijlem E., 2007. Genetic engineering of flavonoid biosynthesis in tomato. MVA2-DARE ,Amsterdam, p 161.
- Singh. G., 2007. Chemistry of terpenods and carotenoids. Discovery puplinyhouses, India, p 268.
- Tadeusz A., 2007. Alkaloids-Secrete of life. Elsevier B Amsterdam, p 315.
- Thorman H., 2001. Lipide and essential oils. Jahn wiley and sons, USA, 206 p.
- Yang C., tanaka O., 1999. Advances in plant glycoside chemistry and biology. Elsevies science, Amsterdam, p 425.

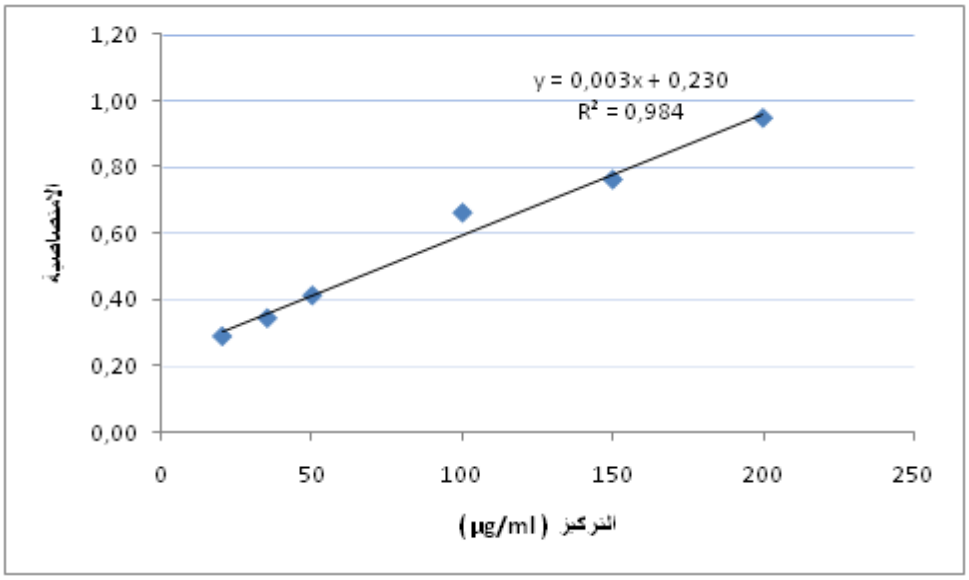
❖ **Administrations**

- O.N.M. (Office Nationale de Météorologie)., 2015 - Fiche des données Météorologiques (2004- 2013) Station Guemar. W.Eloude.

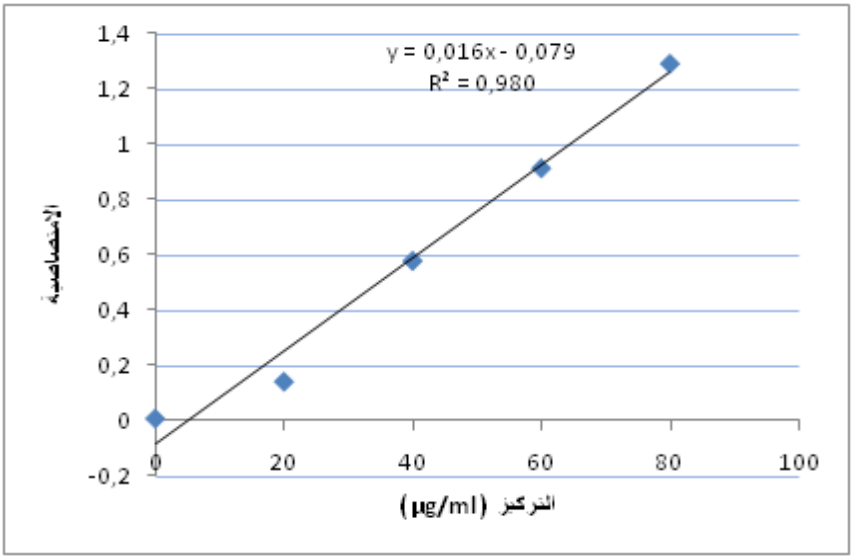
❖ **Site d'Internet**

- www.plants.usda.gov.com, consulter le 09/04/2016, 23h:30min.

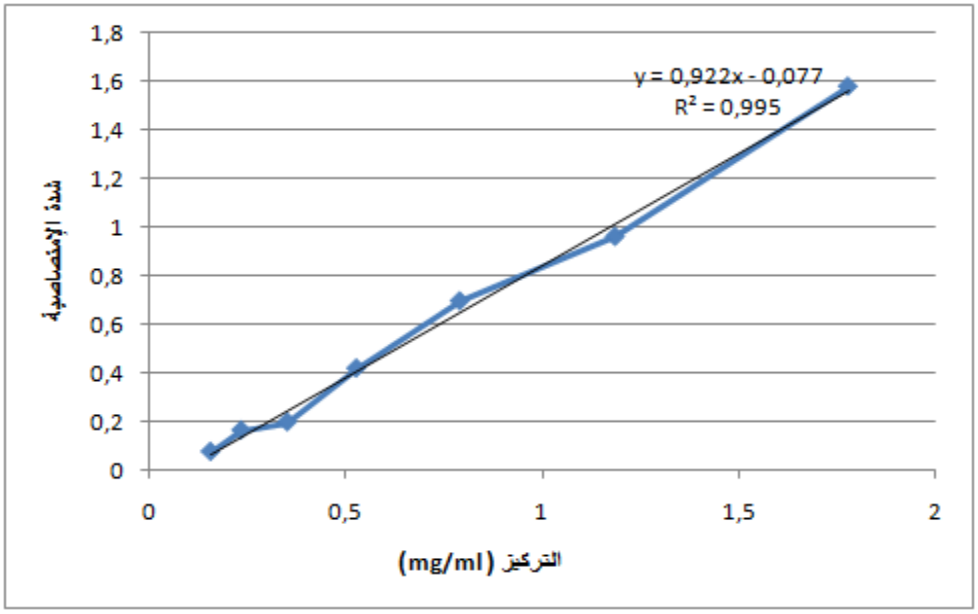
الملاحق



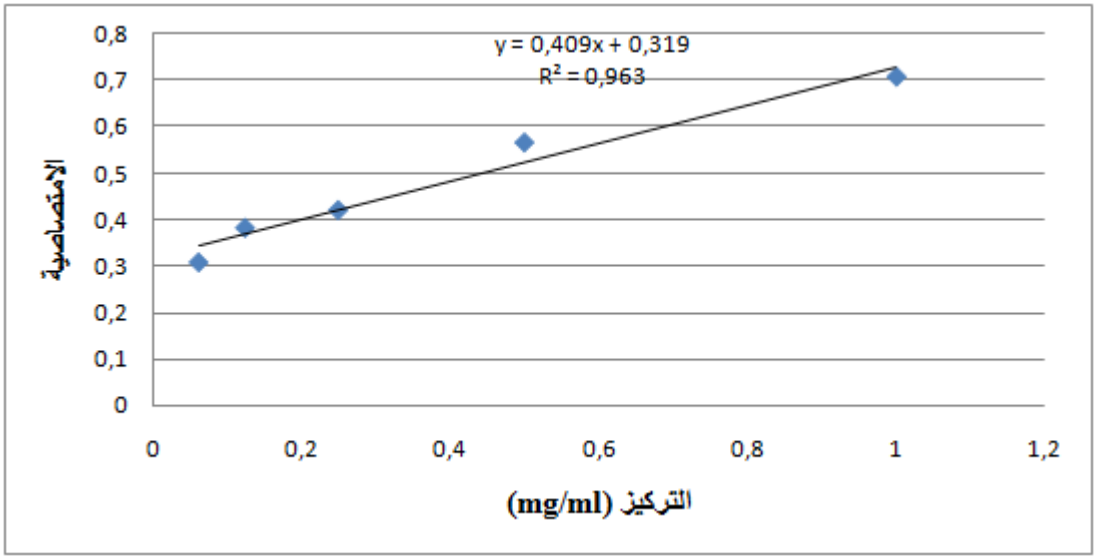
الوثيقة 01: المنحنى القياسي لحمض الغاليك لمعايرة الفينولات الكلية.



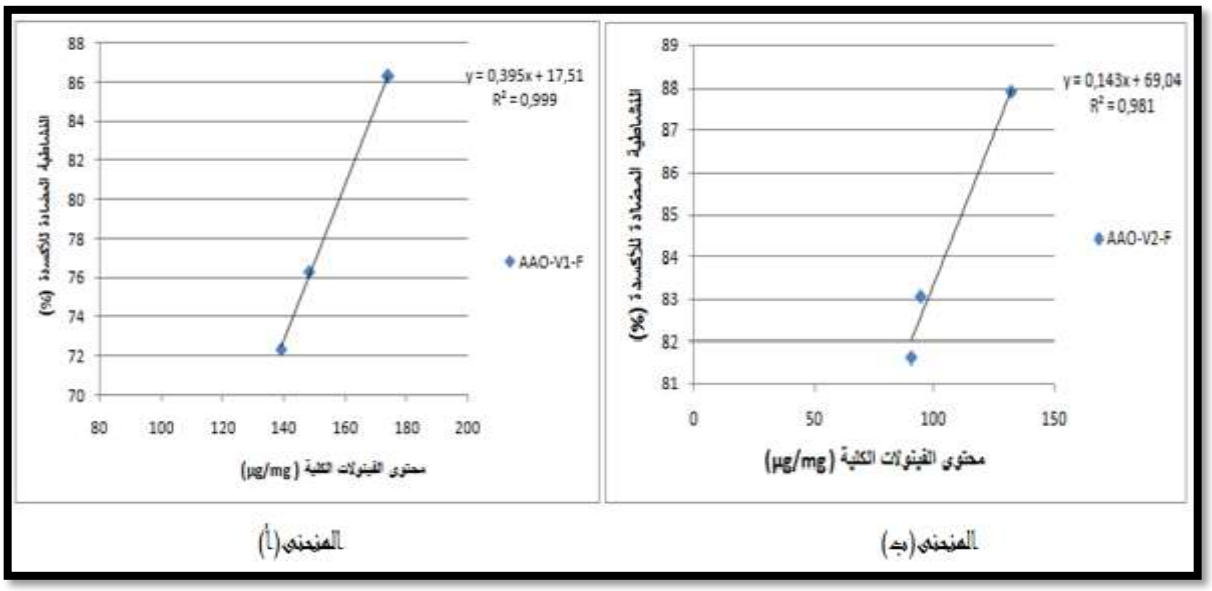
الوثيقة 02: المنحنى القياسي للكرستين لمعايرة الفلافنويدات



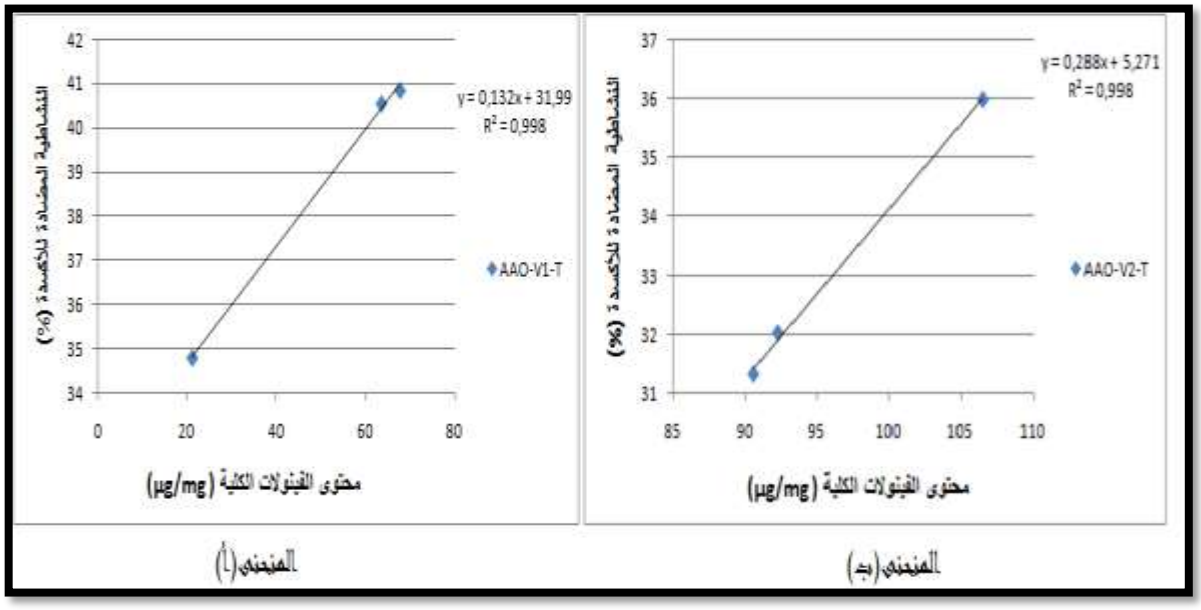
الوثيقة 01: المنحنى القياسي للغلوكوز لمعايرة السكريات.



الوثيقة 02: المنحنى القياسي للألبومين لمعايرة البروتينات.



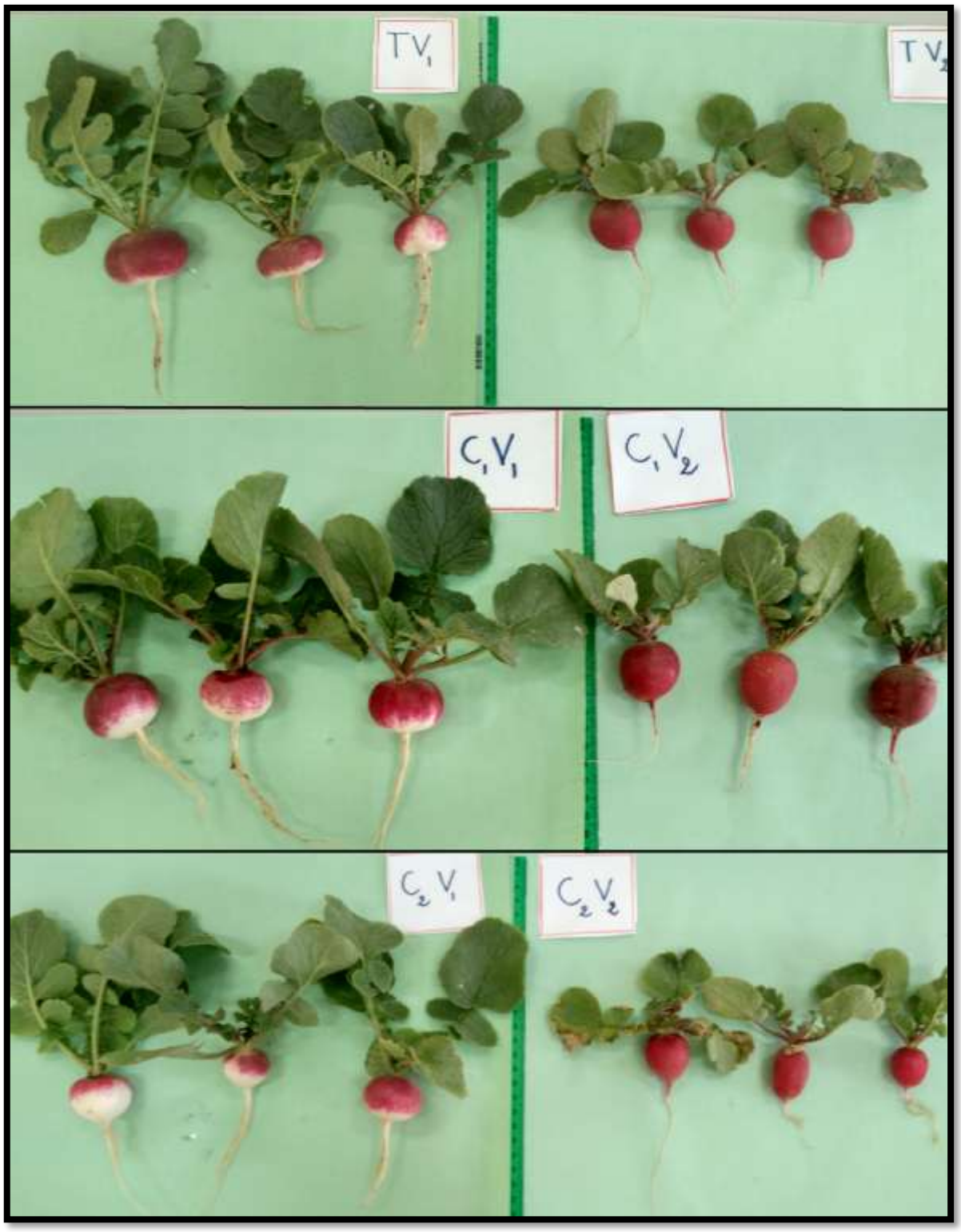
الوثيقة 01: منحنى الارتباط الخطي للنشاطية المضادة للأكسدة والمحتوى الفينولي الكلي لدى الدرنات لصنفي الفجل تحت تأثير مستويات التلوث الملحي (NaCl) للتربة (أ) الصنفNational ، (ب) الصنف Cerise.



الوثيقة 02: منحنى الارتباط الخطي للنشاطية المضادة للأكسدة والمحتوى الفينولي الكلي لدى الدرنات لصنفي الفجل تحت تأثير مستويات التلوث الملحي (NaCl) للتربة (أ) الصنفNational ، (ب) الصنف Cerise.

الجدول 01: نسبة مساهمة (%) المحاور F1، F2 و F3 في التعبير عن كل معيار في مخطط الـ ACP.

المعيار	الرمز	F1	F2	F3
محتوى الدرنات من السكريات	Suc-T	2.7997	2.0727	6.4172
محتوى الدرنات من البروتينات	Pr-T	4.3234	0.1503	3.0201
محتوى الدرنات من الكارتنويدات	(X+C)-T	2.7612	1.0173	9.2899
نسبة الماء في الدرنات	H-T	3.2567	1.7929	6.2961
نسبة المادة الجافة في الدرنات	MS-T	3.2567	1.7929	6.2961
الوزن الطري للدرنات	MF-T	4.5568	1.3848	0.5670
الوزن الطري للدرنات في المتر المربع	P/m2	4.6750	0.8791	1.0310
حجم الدرنات	V-T	2.5710	2.1515	6.9140
نسبة المجموع الخضري/ الجذري	PA/PR	4.2613	1.6832	0.0358
عدد الأوراق	NF	1.5581	6.2096	2.0573
المحتوى المائي عند عجز التشبع	WCS	4.3459	1.4295	0.2667
عجز التشبع بالماء	WSD	3.8959	0.0732	3.4316
الفقد النسبي للماء	RWL	2.9707	5.3241	0.3017
الكثافة الورقية	D	4.8868	0.6139	0.3063
الوزن النوعي للورقة	SLW	4.1519	2.0408	1.2019
المساحة النوعية للورقية	SLA	4.7566	0.6391	1.0293
المساحة الورقية	LA	2.5601	6.3887	0.1670
محتوى الأوراق من الكلوروفيلات	Chla+b	5.1188	0.0983	0.0494
محتوى الأوراق من الكارتنويدات	(X+C)-F	4.0320	1.5248	3.0044
درجة تحطم أصبغة الكلوروفيل للأوراق	dChl	4.9223	0.3049	0.1207
درجة تحطم أصبغة الكارتنويدات للأوراق	dCar	2.4847	4.0531	5.1314
محتوى الأوراق من السكريات	Suc-F	0.3244	10.9224	0.0000
محتوى الأوراق من البروتينات	Pr-F	0.3262	8.9560	0.0317
النشاطية المضادة للأكسدة للدرنات	AAO-T	1.2455	5.4446	0.0428
المحتوى الفينولي للدرنات	PPT-T	0.0002	7.8925	4.5803
محتوى الدرنات من الفلافنويدات	Flv-T	2.6081	1.8545	5.7581
المحتوى النسبي للماء	RWC	3.4280	0.0333	5.2314
درجة الإمتلاء	S	3.5756	1.8129	1.7840
النشاطية المضادة للأكسدة للأوراق	AAO-F	2.3540	1.3634	3.9690
المحتوى الفينولي للأوراق	PPT-F	0.2481	11.4772	0.3249
محتوى الأوراق من الفلافنويدات	Flv-F	0.0103	2.7892	19.2427
مؤشر الحساسية	IS	3.8820	2.8869	1.0324
مؤشر ثبات المحصول	YSI	3.8521	2.9424	1.0680



الوثيقة 01 : مقارنة بين صنفي الفجل National (V1) وCerise (V2) تحت تأثير مستويات التلوث الملحي (NaCl) للتربة (T، C1، C2).

بحمد الله