رقم الترتيب:

رقم التسلسل:

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم البيولوجيا

مذكرة تخرج

لنيـــــــل شهـــــــادة مـــاستـــــــــــر أكـــــــــــاديمي

ميدان: علوم الطبيعة والحياة

شعبة: العلوم البيولوجية

تخصص: تنوع حيوي وفيزيولوجيا النبات

الموضوع:

تأثير الإجهاد الملحي (NaCl) على بعض المحاصيل الجذرية اللفت (*Brassica rapa* subsp rapa)، الفجل (*Raphanus sativus* L.) والشمندر السكري (*Beta vulgaris* L.) في مرحلة مبكرة من النمو

من اعداد:

صالحي نجاة - عناد آمال - فريجات داود

نوقشت يوم 2023/06/19 من طرف لجنة المناقشة:

علالي أحمد	أستاذ محاضر(ب)	جامعة الـوادي	رئيسا
عسيلة اسماعيل	أستاذ محاضر(أ)	جامعة الـوادي	مشرفا
قادري منيرة	أستاذ محاضر(أ)	جامعة الـوادي	ممتحنا

الموسم الجامعي: 2023/2022

بسم الله الرحمن الرحيم

شكر وتقدير

اللهم لك الحمد حتى ترضى ولك الحمد اذا رضيت ولك الحمد بعد الرضا ،

الشكر لله العلي القدير الذي أنعم علينا بنعمة العقل والدين القائل في محكم التنزيل «**وفوق كل ذي علم عليم**» سورة يوسف الآية 76 .

والشكر لمنارة العلم ونعمة الانتساب الى أمة حبيبنا وشفيعنا يوم القيامة سيدنا محمد عليه أفضل الصلاة والسلام .

ثم نتوجه بخالص الشكر والتقدير وعظيم امتناننا الى من رعانا وأطر لنا عملنا هذا الى أستاذنا المشرف الفاضل الدكتور **عسيلة اسماعيل** الذي له الفضل بعد الله تعالى على البحث منذ ان كان الموضوع عنوانا وفكرة الى أن صار مذكرة، وعلى ما قدمه لنا من توجيهات ونصائح سديدة وملاحظات مستمرة فله منا الشكر كله والتقدير والعرفان .

كما نتقدم بالشكر الخالص الى الدكتور **علالي أحمد** على قبوله رئاسة اللجنة، والدكتورة الفاضلة **قادري منيرة** لقبولها عضوية اللجنة وإثراء بحثنا بالتوجيه القيم والنصح النير الذي يفيدنا في زيادة تحسين بحثنا هذا .

وأخيرا نتوجه أسمى عبارات الشكر والعرفان الى كامل عمال وتقني مخابر كلية العلوم الطبيعية والحياة على كل مجهوداتهم في توفير كل الاحتياجات لإتمام هذا العمل .

والى كل من ساهم من قريب أو بعيد بكلمة طيبة أو دعاء، فجزاهم الله عنا كل الاحترام والتقدير .

نجاة، أمال و داود

إهداء

قال تعالى: أعوذ بالله من الشيطان الرجيم

"الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي هَدَانَا لِهَذَا وَمَا كُنَّا لِنَهْتَدِيَ لَوْلَا أَنْ هَدَانَا اللَّهُ"

سورة الأعراف الآية 43

أشكر الله أولا وآخرا الذي هداني وأعانني على إنجاز هذا العمل وأرجوا أن يجعله شمعة تنير المكتبات العربية

إلى معلم الأمة ورحمة الله للبشرية الحبيب المصطفى ﷺ

إلى من أفضلها على نفسي ولا فلقد ضحت من أجلي، ولم تدخر جهداً في سبيل إسعادي على الدوام

(أمي الحبيبة)

إلى من أطفأ من شموع أيامه كي يبقى الطريق أمامي نورا ساطعا أغلى وأعز البشر

(والدي الحبيب)

إلى جسر المحبة والعطاء والصدق والوفاء "**إخوتي وأخواتي**

إلى من يشرفهم مقامي هذا "**عائلتي الكريمة** "

إلى رفيقات الدرب الطويل والمشوار الدراسي الصعب "صديقاتي الغاليات" وإلى جميع طلبة دفعة ماستر 2023

إلى رواد الفكر وورثة الأنبياء "أساتذتي الكرام"

إلى كل يد قدمت العون في السر والعلن برحاب صدورهم وذللوا لنا الصعاب في إعداد هذه المذكرة

ووجهونا إلى طريق العلم

إلى منبر العلم الذي أفخر به وأتمنى أن يرفع رأسه بي. جامعتي جامعة الشهيد حمه لخضر. الوادي

إلى كليتي المبدعة كلية علوم الطبيعة والحياة

إلى كل من مر من هنا ونزين عملي بنظراته، إليكم جميعا

أهدي ثمرة جهدي هذا.....

صالحي نجاة

اهداء

الحمد لله الذي جعل العلـم نورا وجعلني اقتبس من نوره،

ويسر لي طريق العلـم بقدرته وفضله سبحانه

اهدي ثمرة جهدي الى من قال فيهما الرحمان واخفض لهما جناح الذل من الرحمة وقل رب ارحمهما كما

ربياني صغيرا . الآية (24) من سورة الاسراء

إليك اماه . . . قطرة في بحرك العظيم . . . حبا وطاعة وبرا، جزاك الله خيرا . . . وأمد في عمرك

بالصالحات فأنت زهرة الحياة ونورها الى ولدي الذي أطال الله بقاءه، والبسه ثوب الصحة والعافية ومتعني ببره ورد

جميلة الى كل من علمني حرفا في هذه الدنيا الفانية

عناد أمال

اهداء

الحمد لله رب العالمين و الصلاة و السلام على النبي الكريم صلى الله عليه وسلم

تم بفضل الله إنجاز هذا العمل

أهديه إلى أخواني و أخواتي و إلى كل الأصدقاء

و الأساتذة و إلى كل من هم في قلبي و لم يذكرهم قلمي

فريجات داود

الملخـــص

الملخص

بهدف معرفة تاثيرات الإجهاد الملحي على بعض المحاصيل الجذرية في مرحلة مبكرة من النمو، قمنا بدراسة تأثيرمستويات مختلفة من الملوحة في مرحلة الإنبات والبادرة لثلاث أنواع: اللفت (*Brassica rapa subsp rapa*) والفجل (*Raphanus sativus* L.) والشمندر السكري (*Beta vulgaris* L.). أجري هذا العمل في ظروف مخبرية، حيث تمت عملية إنبات البذور في أطباق بيتري معقمة واستعمال تراكيز من ملح (NaCl): 50، 100، 150 و 200 mM، ودراسة خصائص الانبات ونمو البادرات للأنواع النباتية، بينت النتائج المتحصل عليها بالنسبة للمعايير المدروسة أن بذور الأنواع الثلاثة أبدت استجابات مختلفة للإجهاد الملحي في جميع التراكيز. حيث انعدمت كل من متوسط نسبة وطاقة الإنبات لبذور اللفت والشمندر السكري عند اعلى تركيز (200 mM) وانخفضت الى اقل نسبة عند بذور الفجل مقارنة بالشاهد، أما بالنسبة لخصائص نمو البادرات: طول البادرة الكلي (TSL) والسويقة (SHL) والجذير (RTL)، أكدت النتائج المتحصل عليها تناقص في طول كل من السويقة والجذير للأنواع النباتية الثلاثة بزيادة تراكيز كلوريد الصوديوم (NaCl) في الوسط، على ضوء النتائج المتحصل عليها فان للإجهاد الملحي NaCl تأثيرات متفاوتة على إنبات البذور ونمو البادرات للأنواع النباتية المدروسة، وكان الفجل أكثر تحملا، يليه اللفت كما أن الشمندر السكري أبدى أكثر حساسية.

الكلمات المفتاحية: المحاصيل الجذرية، الإجهاد الملحي، اللفت (*Brassica rapa subsp rapa*)، الفجل (*Raphanus sativus* L.)، الشمندر السكري (*Beta vulgaris* L.)، الإنبات، البادرات.

Résumé

Dans le but de comprendre les effets du stress salin sur certaines cultures racinaires au stade précoce de croissance, nous avons étudié l'impact de différents niveaux de salinité (NaCl) lors de la germination et de la croissance de plantules de trois espèces: le navet (*Brassica rapa subsp rapa*), le radis (*Raphanus sativus* L.) et la betterave sucrière (*Beta vulgaris* L.). Ce travail a été réalisé en laboratoire, où les graines ont été germées dans des boîtes de Pétri stérilisés et des concentrations de sel (NaCl) ont été utilisées : 0 (H_2O), 50, 100, 150 et 200 mM. Les caractéristiques de la germination et de la croissance des plantules ont été étudiées pour les différentes espèces végétales. Les résultats obtenus ont confirmé que les graines des trois espèces ont montré des réponses différentes au stress salin à toutes les concentrations. Les moyennes de taux de germination et de vigueur des graines de navet et de betterave sucrière étaient nulles à la concentration la plus élevée (200 mM), tandis que le radis présentait le taux le plus bas par rapport au témoin. En ce qui concerne les caractéristiques de croissance des plantules, la longueur totale de la plantule (TSL), la longueur de l'hypocotyle (SHL) et la longueur des radicules (RTL), les résultats ont montré une diminution de la longueur de l'hypocotyle et des radicules pour les trois espèces végétales avec une augmentation des concentrations de chlorure de sodium (NaCl) dans le milieu. Sur la base des résultats obtenus, le stress salin NaCl a des effets variables sur la germination des graines et la croissance des plantules des espèces végétales étudiées, le radis étant le plus tolérant, suivi du navet, tandis que la betterave sucrière a montré une plus grande sensibilité.

Mots-clés: Cultures racinaires, Stress salin, navet (*Brassica rapa subsp rapa*), radis (*Raphanus sativus* L.), Betterave sucrière (*Beta vulgaris* L.), Germination, Plantules.

الفهـــرس

الفهرس

تقدير والشكر..... I
الاهداء..... II
الملخص..... VI
الفهرس..... 10
قائمة الجداول..... XIV
قائمة الوثائق..... XVI
قائمة الاختصارات..... XVIII
المقدمة..... 2

الجزء النظري: الفصل الأول
المحاصيل الجذرية

I- المحاصيل الجذرية..... 6
I-1 نبذة تاريخية..... 6
I-2 نبات الفجل (*Raphanus sativus* L.)..... 7
I-2-1 تعريف نبات الفجل..... 7
I-2-2 الموطن والتوزيع الجغرافي لنبات الفجل..... 7
I-2-3 التصنيف والوصف المورفولوجي لنبات الفجل..... 8
I-2-4 أصناف نبات الفجل..... 9
I-2-5 القيمة الغذائية..... 11
I-2-6 استعمالاته..... 11
I-3 الشمندر السكري (*Beta vulgaris* L.)..... 12
I-3-1 تعريف نبات الشمندر السكري..... 12
I-3-2 الموطن والتوزيع الجغرافي..... 12
I-3-3 التصنيف والوصف المورفولوجي لنبات الشمندر السكري..... 13
I-3-4 أصنافه..... 17

I-3-5 القيمة الغذائية 17
I-3-6 استعمالاته 18
I-4 نبات اللفت (*Brassica rapa subsp rapa*) 19
I-4-1 تعريف نبات اللفت 19
I-4-2 الموطن والتوزيع الجغرافي 19
I-4-3 التصنيف والوصف المورفولوجي لنبات اللفت 19
I-4-4 أصناف اللفت 21
I-4-5 القيمة الغذائية لنبات اللفت 21
I-4-6 استعمالاته 22

الجزء النظري: الفصل الثاني

الاجهاد الملحي

I- الاجهاد الملحي 24
I-1 تعريف الإجهاد البيئي 24
I-2 أنواع الإجهادات البيئية 24
I-3 تعريف الإجهاد الملحي 25
I-4 تعريف الملوحة 25
I-5 أنواع الملوحة 26
I-5-1 الملوحة الأولية (الابتدائية) 26
I-5-2 الملوحة الثانوية (التملح الثانوي) 26
I-6 تأثير الإجهاد الملحي على النبات 26
I-6-1 أثر الملوحة على عملية الإنبات 26
I-6-2 تأثير الإجهاد الملحي على النمو 27
I-6-3 تأثير الإجهاد الملحي على التمثيل الضوئي 27
I-6-4 تأثير الإجهاد الملحي على المحتوى الأيوني 28
I-7 آليات تكيف النبات للإجهاد الملحي 28

I-7-1 التحمل أو تحمل الأملاح (Salt tolerance) 28
I-7-2 التأقلم (التكيف) 29
I-7-3 المقاومة 29
I-7-4 التعديل الأسموزي (Ajustement osmotique) 29
I-7-5 آلية إستبعاد وتوزيع الآيونات (Exclusion et inclusion des ions) 29
I-7-6 إفراز الأملاح 30
I-7-7 تجميع الأملاح 30
I-7-8 الطرد أو الإقصاء 30

الجزء التطبيقي: الفصل الأول
المواد وطرق الدراسة

I- المواد وطرق الدراسة 33
I-1 موقع التجربة 33
I-2 المادة النباتية 33
I-3 الأدوات والمحاليل المستعملة 34
I-4 خطوات العمل 34
I-4-1 تحضير المحاليل الملحية والبذور 34
I-4-2 تخطيط وتنفيذ التجربة 34
I-4-3 المعايير المدروسة 35
I-4-3-1 النسبة المئوية للإنبات (GP%) 35
I-4-3-2 طاقة الانبات (GE%) 35
I-4-3-3 مؤشر قوة البذور (SVI) 35
I-4-3-5 الكفاءة الأيضية للبذور 35
I-4-3-5 الوزن الجاف للفلقتين (CWr) 36
I-4-3-6 خصائص البادرات 36
I-5 الدراسة الإحصائية 37

الجزء التطبيقي: الفصل الثاني

النتائج والمناقشة

I- النتائج 39

I-1 تأثير الملوحة على مواصفات الإنبات 39

I-1-1 نسبة الإنبات % (GP%) 39

I-1-2 طاقة الإنبات % (GE %) 39

I-1-3 مؤشر قوة البذور (SVI) 40

I-2 تأثير الملوحة على كمية مواد التنفس (SMR) وكفاءة أيض البذور(SME) 41

I-3 تأثير الملوحة على خصائص نمو البادرات 43

I-3-1 طول السويقة (SHL) 43

I-3-2 طول الجذير (RTL) 44

I-3-3 طول الكلي للبادرة (TSL) 44

II- المناقشة 46

الخلاصة العامة 51

قائمة المراجع 55

الملاحق 65

قائمة الجداول

قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	رقم الصفحة
01	تصنيف نبات الفجل (*Raphanus sativus* L.)	8
02	بعض أصناف الفجل (*Raphanus sativus* L.)	10
03	التصنيف العلمي لنبات الشمندر السكري (*Beta vulgaris ssp vulgaris*)	13
04	متوسط محتوى الشمندر السكري حديث الحصاد	18
05	التصنيف العلمي لنبات اللفت (*Brassica rapa*)	19
06	الخصائص التقنية لبذور أنواع المحاصيل الجذرية المدروسة	34
07	مجموعة الأدوات والأجهزة والمحاليل المستعملة في التجارب المخبرية	35
08	طول البادرة (TSL)، طول السويقة (SHL)، وطول الجذير(RTL)، والنسبة طول السويقة / طول الجذير(SHL / RTL) لدى بادرات أصناف الفجل واللفت والشمندر السكري المدروسة بدلالة مستويات أملاح كلوريد الصوديوم (NaCl) في الوسط	46

قائمة الوثائق

قائمة الوثائق

رقم الوثيقة	عنوان الوثيقة	رقم الصفحة
01	الإنتاج العالمي من الخضروات بحسب الإقليم في عام 2018	7
02	رسم تخطيطي لأوراق وسيقان وزهور وقرون نبات الفجل (*Raphanus sativus* L.)	9
03	صورة لنبات بنجر السكر (*Beta vulgaris* L.)	15
04	صورة ساق واوراق نبات بنجر السكر (*Beta vulgaris* L.)	16
05	صورة لبذور نبات بنجر السكر (*Beta vulgaris* L.)	17
06	صورة لمختلف أعضاء نبات اللفت Turnip (*Brassica rapa*)	20
07	تصنيف أنماط الإجهادات البيئية	24
08	مسارات إشارات الإجهاد الآيونية التي تحافظ على التوازن الآيوني	25
09	نسبة الإنبات (GP%) لدى بذور الشمندر السكري واللفت والفجل بدلالة مستويات أملاح كلوريد الصوديوم (NaCl) في الوسط	39
10	طاقة الإنبات (GE %) لدى بذور الشمندر السكري واللفت والفجل بدلالة مستويات أملاح كلوريد الصوديوم (NaCl) في الوسط	40
11	مؤشر قوة البذور (SVI) لدى الأنواع الثلاثة المدروسة بدلالة مستويات أملاح كلوريد الصوديوم (NaCl) في الوسط	41
12	كمية مواد التنفس (SMR) وكفاءة الأيض للبذور (SME) للفجل بدلالة مستويات أملاح كلوريد الصوديوم (NaCl) في الوسط	41
13	كمية مواد التنفس (SMR) و كفاءة الأيض للبذور (SME) للفت بدلالة مستويات أملاح كلوريد الصوديوم (NaCl) في الوسط	42
14	كمية مواد التنفس (SMR) وكفاءة الأيض للبذور (SME) لشمندر الأحمر بدلالة مستويات أملاح كلوريد الصوديوم (NaCl) في الوسط	43

قائمة الاختصارات

قائمة الاختصارات

الرمز	الكلمة الدالة
NaCl	أملاح كلوريد الصوديوم
GP %	نسبة الإنبات %
GE %	طاقة الإنبات %
SVI	مؤشر قوة البذور
SHL	طول السويقة
RTL	طول الجذير
TSL	الطول الكلي للبادرة
SMR	كمية مواد التنفس
SME	كفاءة أيض البذور
Na^{+}	أيونات الصوديوم
Cl^{-}	أيونات الكلور
Ca^{++}	كالسيوم
K^{+}	بوتاسيوم
$NO3^{-}$	أيونات النترات
$N^{-}NO^{3}$	نترات النتروجين
CWr	الوزن الجاف للفلقتين
NGS	عدد البذور المنتشة
TNS	عدد البذور الكلي
SDWI	الوزن الجاف الأولي للبذور
SHW	الوزن الجاف للسويقة
RTW	الوزن الجاف للجذير
SHL/RTL	نسبة طول السويقة على الجذير

المقدمة

المقدمة

إن الإنتاج العالمي من الخضروات قد زاد بمقدار النصف تقريبًا بين عامي 2000 و2018 وكانت أكبر زيادة مطلقة في آسيا، خاصة شرق آسيا (حيث تُعدّ الصين المنتج الأكبر على الإطلاق)، ومن الناحية النسبية، حصلت أكبر الزيادات في آسيا الوسطى (حيث زاد إنتاج الفواكه والخضروات على السواء أكثر من ثلاثة أضعاف) وأفريقيا الوسطى (حوالي ثلاثة أضعاف كمية الفواكه وضعف كمية الخضروات، وإن كانت هذه الزيادة منطلقة من قاعدة منخفضة للغاية)، وتَضاعف أيضًا إنتاج الخضروات في شرق أفريقيا وغربها (FAO, 2018).

وتتصدر منتجات العائلة الباذنجانية قائمة الخضروات حيث تحتوي على حوالي 2000 نوع من النباتات منها عشبي أو شجيري ومنها أشجار وتنتشر هذه النباتات في المناطق الحارة والمعتدلة (بوروينة،1990)، ومن أكثر الخضروات الشائعة والمزروعة على نطاق واسع في كل أنحاء ما يسمى بالمحاصيل الجذرية كالفجل (*Ruphanus sativus* L.) واللفت (*Brassica rapa subsp rapa*)، والشمندر السكري (*Beta vulgaris* L.) التابع للعائلة الرمرامية والذي يعد مصدراً رئيساً لإنتاج السكر الأبيض (Arzate, 2005) حيث يعتبر المصدر الثاني عالميا بعد قصب السكر للحصول على مادة السكر الأبيض (عبود، 2004).

تواجه الزراعة بصفة عامة عدة مشاكل، فمعظم الأراضي المخصصة لها لسوء الحظ أخذت في التراجع شيئا فشيئا خاصة في الجزائر بسبب عدة عوامل محددة (عوامل مناخية قاسية، معرفة غير كافية بالوسط الفيزيائي المحلى، عدم التحكم بتقنيات الري، غياب أنظمة الصرف، تطبيق غير ملائم للتسميد، تطور سريع للأعشاب الضارة وغياب التأطير والدعم التقني للفلاحين، وتعتبر الملوحة أحد أهم هذه العوامل التي تحد من الإنتاج الخضروات (Safdar et *al*., 2019).

تؤدي إشعاعات الشمس القوية وندرة الأمطار في المناطق الجافة وشبه الجافة إلى تفاقم الملوحة بسبب تكدس الأملاح في الآفاق السطحية للتربة، وتؤدى هذه الأملاح بحسب طبيعتها وتركيزها إلى حدوث أضرار في المنطقة المحيطة بالجذور وإلى الحد من توزع النباتات في منابتها الطبيعية (عالم، 2017)، فهي تؤدي إلى حدوث اضطرابات مورفولوجية وفسيولوجية خطرة في النباتات خلال المراحل المختلفة لنموها وهذا بدءا من طور الإنبات حتى طور النضج الكامل (جاسم الجدي، 1998).

وعليه ارتأينا في عملنا هذا معرفة مدى تحمل ثلاث أنواع من المحاصيل الجذرية (الفجل، الشمندر السكري، الفت) للملوحة، في مرحلة مبكرة من النمو، من خلال إنباتها في أوساط مختلفة التراكيز من أملاح كلوريد الصوديوم التي تعتبر في أغلب الأحيان المتسبب الأساسي في ملوحة الأراضي.

وبهدف تحديد مختلف الفروقات بين أنواع المحاصيل الجذرية وتقييم مدى استجابتها للإجهاد الملحي المطبق، يستلزم طرح الاشكال التالي:

ما مدى تأثير مستويات الاجهاد الملحي على الخصائص المورفولوجية والفسيولوجية لإنبات البذور ونمو البادرات؟

حيث اشتملت هذه الدراسة على مقدمة وجزئيين:

الجزء النظري: يشمل فصلين، الأول تطرقنا فيه الى دراسة نظرية لبعض المحاصيل الجذرية الفجل، الشمندر السكري واللفت، والفصل الثاني تم التعريف بالإجهاد الملحي وأنواعه وتأثيراته المختلفة على نمو النباتات وآليات تكيف النباتات للإجهاد الملحي.

الجزء التطبيقي: قسم الى فصلين الأول أدرجنا فيه كافة المواد والطرق المتبعة وعرض المعايير المدروسة، اما الفصل الثاني هو عبارة عن استعراض لنتائج الدراسة ومناقشتها ومقارنتها بدراسات سابقة، وفي الأخير ختم البحث بخلاصة عامة بها توصيات مهمة.

الجزء النظري

الفصل الأول:

المحاصيل الجذرية

I- المحاصيل الجذرية

I-1 نبذة تاريخية

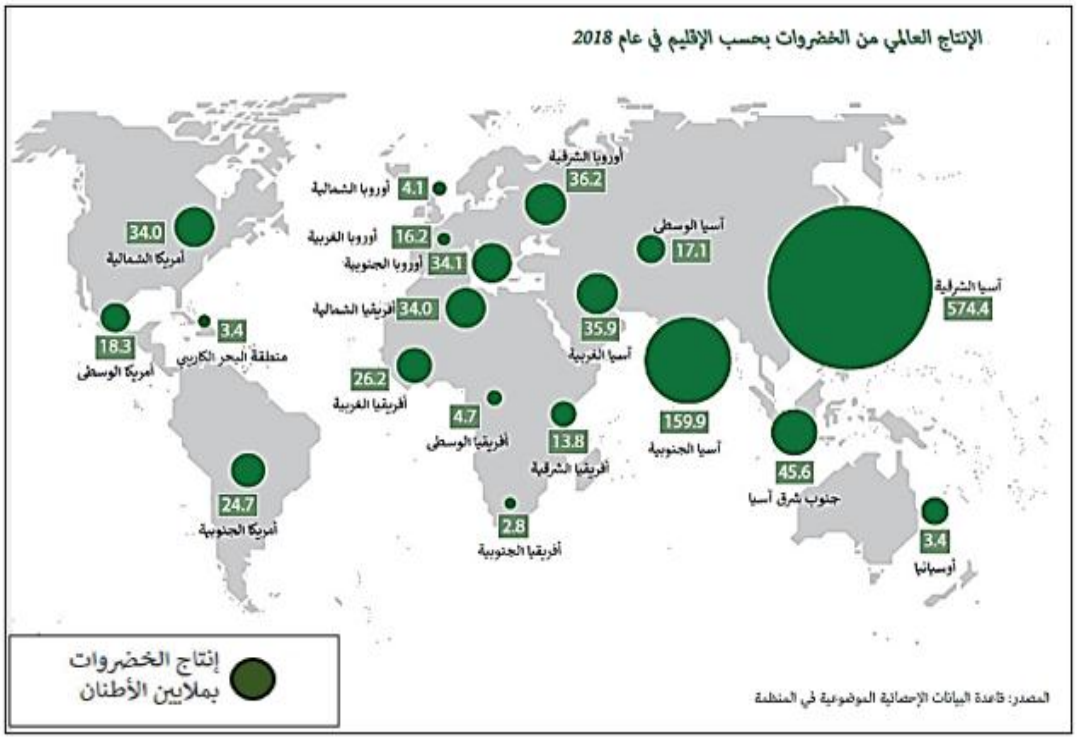
الخضروات هي محاصيل عشبية حولية وبعضها ذات حولين والقليل منها معمر وتختلف في طبيعة نموها (قائمة - زاحفة - متسلقة - جارية ...) تحتاج إلى عناية خاصة ابتداء من زراعتها إلى حصادها وتسويقها **(الوثيقة 01)** وتزرع محاصيل الخضر إما لغرض الحصول على مجموعها الخضري أو الثمري مجموعها الجذري أو أزهارها أو بذورها أو سيقانها المتحورة وجذورها النامية تحت سطح التربة، وتعتبر الخضروات من الأغذية النباتية وهي مصدر مهم للمعادن والألياف في الوجبة الغذائية فهي تمد الجسم بالفيتامينات، مثل فيتامين أ، ج، كما تمده بالمعادن، مثل الحديد، والماغنسيوم. وتعتبر الخضروات من الأغذية قليلة الدهون وتمتاز الخضر بكونها موردًا للمواد الكربوهيدراتية (NIC, 2010).

إن من أهم محاصيل الخضراوات ما يسمى بالمحاصيل الجذرية والتي تنمو درناتها وجذورها تحت التربة، ويمكن تصنيفها حسب الأهمية الاستراتيجية إلى المحاصيل الجذرية رئيسية وثانوية (Ibrahim et *al.*, 2008).

ذكر حسن (1991) للخضر أهمية خاصة من الناحيتين الغذائية والطبية وذلك:

1- لأن الخضروات تمد الجسم بحاجته من العناصر الغذائية المختلفة.
2- تسهيل عملية الهضم وتمنع الإمساك وخاصة الغنية بالألياف منها كالخضر الورقية والجذرية.
3- تعمل على معادلة الحموضة الناتجة من تمثيل الأغذية الحيوانية المصدر ومعادلة حموضة الدم الناتج من استهلاك البروتين الحيواني، كما إنها تساعد على إذابة الأملاح المترسبة على جدران الأوعية الدموية وتمنع تصلبها.
4- تعتبر فقيرة بمحتواها من الدهون ولذلك فإن تناولها لا يؤدي إلى البدانة باستثناء البقوليات والبطاطا ذات المحتوى العالي من النشويات.
5- تعتبر مصدر رخيص للبروتين النباتي
6- تعمل بعض الخضار كمضادات للإصابات السرطانية وذلك لأنها:

ذات محتوى مرتفع من مضادات الأكسدة وبعض الفيتامينات مثل بيتاكارونين وفيتامين C وفيتامين E والتوكوفيرول Tocopherol والكلوناثيون Glulathione، ومحتواها المرتفع من الألياف، ومحتواها المرتفع من بعض الفلافونات Flavones.



الوثيقة 01: الإنتاج العالمي من الخضروات بحسب الإقليم في عام 2018 (FAO, 2018)

I-2 نبات الفجل (*Raphanus sativus* L.)

I-2-1 تعريف نبات الفجل

يعتبر الفجل (Radish) احد أنواع الخضروات الشائعة بنوعيه الأحمر والأبيض التي تتبع العائلة الصليبية (Brassicaceae) واسمه العلمي *Ruphanus sativus* L. وهو نبات حولي شتوي يعود وهو من أنواع الخضراوات المستخدمة منذ القدم حيث عرفه الإغريقيون والمصريون (خلف واخرون،2021)، ويسمى في بعض الدول الروبد، ويعد الفجل أحد محاصيل الخضر المعروفة في معظم دول العالم والذي تنتشر زراعته في الوطن العربي، ويزرع لأجل أوراقه وجذوره التي تؤكل طازجة، كما تطهى جذور بعض اصنافه (حمادة،2015) والغني بالعناصر الطبية الفعالة المتمركزة فيهما (حبه واخرون،2017).

I-2-2 الموطن والتوزيع الجغرافي لنبات الفجل

الفجل من أكثر الخضروات الشائعة والمزروعة على نطاق واسع في كل من المناطق الاستوائية والمعتدلة (Amur et *al.*, 2019)، يعتقد إن الموطن الأصلي للفجل هو الصين ومنها انتقل إلى بلدان العالم (خلف واخرون،2021).

كان من أوائل الخضروات التي تمت زراعتها، تُظهر الكتابات القديمة أن الفجل (*Raphanus sativus* L.) كان يؤكل منذ حوالي 4000 عام من قبل البابليين والمصريين، وكان ذو قيمة خاصة لخصائصه الطبية، كان من الممكن أن يتم تقديمه في الصين قبل حوالي 500 عام من عصرنا، حيث طور الصينيون أنواعًا جديدة من الفجل، بجذور أكبر وأطول. يمكن الآن العثور على الفجل كمحصول في جميع أنحاء العالم في العديد من الأشكال المختلفة، بدءًا من الحولية الورقية الصغيرة إلى ثنائية الحول الكبيرة ذات الجذور اللحمية (Schippers, 2004).

I-2-3 التصنيف والوصف المورفولوجي لنبات الفجل

- **التصنيف العلمي لنبات الفجل (*Raphanus sativus*)**

يصنف نبات الفجل حسب Cronquist (1981) **(الجدول 01)** كما يلي:

جدول 01: تصنيف نبات الفجل (*Raphanus sativus* L.)

Règne	Plantae
Embranchement	Phanerogame
Class	Dicotyledone
Ordre	Capparales
Famille	*Brassicacea*
Genre	*Raphanus*
Espèce	*Raphanus sativus* L.

- **الوصف المورفولوجي**

الفجل من النباتات العشبية الحولية ينتمي الى العائلة الصليبية (Cruciferae) أو عائلة الخردل (Brassicacea)، أحد العائلات النباتية المهمة، سميت بهذا الاسم كونها مصدرا للخردل وسميت بالصليبية أن التويج مؤلف من أربعة أجزاء منفصلة ومتصالبة وتعد العائلة مصدرا لكثير من النباتات الغذائية، حيث تضم العائلة 3709 نوع موزعة ضمن 338 جنس في جميع انحاء العالم (المسعودي والشمري،2017)، ويمتلك الفجل ألوانا مختلفة (الأبيض، الأحمر، الوردي، الارجواني، الأصفر والأسود) مع ذلك يكون لُب الجذر أبيض اللون مع نكهة لاذعة وملمس هش (Podsędek, 2007).

حسب GEVES (1995) تم وصف نبات الفجل مورفولوجيا كالتالي **(الوثيقة 02)**:

- **الأوراق:** خضـراء زاهيـة اللـون، خشـنة الملمـس ومتموجـة الحاشـية ومسـننه، ويمكـن أن تكـون الأوراق الوسطية مقسمة الى فصوص بشكل حاد.
- **الساق:** طوله من 50 إلى 80 سم متفرع ومنتصب وأجوف.
- **الازهار** ثنائية الجنس، شعاعية التناظر، سفلية الأجزاء، بيضاء أو أرجوانية اللون.
- **الجذر:** لحمي وأسطواني أو كروي الشكل ويكون لونه أحادي أو ثنائي.
- **الثمـار:** تسمى الخردلـة (Siliques) عبـارة عن قرون منتفخـة، اسفنجية، غير مفصـلية، ملسـاء، بـدون خنق، مستطيل الشكل، ضعيف بشكل غير محسوس في المنقار. يمكن ان تنتشر القرون او تنتصب.
- **البذور:** تكون البذور محمرة اللون، مدورة أو بيضوية الشكل، وعادة مـا تكون جوانبهـا مسطحة إلـى حد مـا.

الوثيقة 02: رسم تخطيطي لأوراق وسيقان وزهور وقرون نبات الفجل (*Raphanus sativus* L.)

(BDNFF, 2023)

I-2-4 أصناف نبات الفجل

كما ان هناك العديد من أصناف الفجل في العالم وتختلف هذه الأصناف عن بعضـها البعض فـي لـون وحجم وشكل الجذر وكذلك من ناحية الطول والوزن وقطره.

يمكن تقسيم أصناف الفجل حسب الأسس التالية (حسن، 2003):

تقسيم الأصناف حسب طول موسم النمو

- أصناف ذات موسم نمو قصير Spring Cultivars.
- أصناف ذات موسم نمو متوسط الطول Summer Cultivars
- أصناف ذات موسم نمو طويل Winter Cultivars.

تقسيم الأصناف حسب لون الجذر وشكله مع موعد النضج

- **الأصناف المبكرة النضج**
  - الجذور صغيرة كروية أو زيتونية الشكل.
  - الجذور متوسطة الطول.
  - الجذور الطويلة.
- **الأصناف المتوسطة في موعد النضج**
  - ذات جذور بيضاء.
  - ذات جذور ذهبية وكروية.
- **الأصناف المتأخرة النضج**
  - الجذور الكروية.
  - الجذور الطويلة.

تقسيم الأصناف حسب حجم الجذور

تقسم أصناف الفجل حسب حجم جذورها إلى فئتين صغيرة وتشمل جميع الا التي أسلفنا بيانها في هذا التقسيم وضخمة وتشمل مجموعة من الأصناف الياباني جذور كبيرة الحجم جدا.

جدول 02: بعض أصناف الفجل (حسن، 2006)

النوع الفجل	الشكل
Cherry Belly	
French Breakfast	

	Petit White
	Blanc Daikon
	Sparkler
	Radis Noir

(حسن، 2006)

I-2-5 القيمة الغذائية

يمتاز الفجل بقيمة غذائية تعود لإحتوائه على العديد من المغذيات الرئيسة والتي تتضمن البروتين والدهون والكربوهيدرات وبنسب (0.10، 0.86، 3.40غم / 100غم) على التوالي وقد تصل نسبة البروتين في بذوره 26 % حيث يعد مصدرا للأحماض الأمينية ويحوي بعض الفيتامينات الضرورية للإنسان منها C، A، B، K، E ومجموعة فيتامين B المعقد (B، B1، B2، B3، B5، B6، B9) وهو غني بالمعادن الرئيسة وهي الكالسيوم والبوتاسيوم والفسفور والحديد والمغنسيوم والزنك (خلف واخرون،2021).

تحتوي جذور وأوراق نبات الفجل على العديد من المركبات الفعالة والتي لها فعالية علاجية: منها الكومارينات، القلويدات ومركبات نيتروجينية، كلايكوساينوليت، أحماض عضوية (Ankita et , 2015 Prasad ؛ السعدي 2013) وكذلك الفينولات الفلافونويدات والتانينات والسكريات المتعددة (خلف واخرون،2021).

I-2-6 استعمالاته

يزرع الفجل لأجل جذوره، حيث تطهى وتأكل وتستعمل في عمل المخللات، ويطلق اسم الجذر - مجازا - على الجزء المستخدم في الغذاء، ولكنه يتكون - نباتيا - من السويقة الجنينية السفلى، والجزء العلوى من الجذر(حسن،2003).

كما ان نبات الفجل غني بالعناصر الطبية الفعالة المتمركزة في الأوراق والجذور، تستعمل أوراقه وبذوره وكذلك جذور هذا النبات لمعالجة مشاكل الصدر والربو والتهاب الرئوي (خلف واخرون،2015).

كما يستعمل لمعالجه عسر الهضم وانتفاخ البطن والتقيؤ الحامضي وحالات الإسهال ويعمل على تقليل هرمون الغدة الدرقية فضلا عن دوره في معالجة العديد من الامراض التي تصيب الكبد والكلى والمعدة والمثانة كما يستعمل كمدر للبول ومسهل (Gutiérrez et Perez, 2004)، تعمل ألياف الفجل على تنظيم مستويات السكر في الدم، فضلا عن دوره في الحماية من المسرطنات والطفرات مثل السايتوكاينينات وغيرها (Kim et *al*., 2011; Nakamura et *al*., 2008)، وأكدت بعض الدراسات ان عصيره يفيد في تفتيت حصيات الكليتين، وحصيات الصفراء، ويذوب الرمال البولية، ويشفي من النوب الكبدية، ويساعد على الهضم، ويستعمل في بعض الدول المتقدمة عالجا لمكافحة السعال الديكي (Aziz et Hassan, 2020 ;خلف واخرون، 2015).

I-3 الشمندر السكري (*Beta vulgaris* L.)

I-3-1 تعريف نبات الشمندر السكري

يتبع نوع الشمندر (*Beta vulgaris* L.) الأسرة الرمرامية أوالسرمقية (Chenopodiaceae) (Yakoubi et *al*., 2016) وهي واحدة من أحدى عشرة عائلة متطورة من الرتبة Caryophyllales، وتعد من العائلات الكبيرة إذا تضم أكثر من 100 جنس ويحدد 1400- 1700 نوعاً، النباتات التي تشكل مكوناً مهماً من الفلورات والغطاء النباتي للمناطق الجرداء من العالم (العبيد، 2015).

وهي فصيلة تشتمل على السبانخ والسلق ولها القدرة على التأقلم في مختلف الظروف المناخية ويعد مصدراً رئيساً لإنتاج السكر الأبيض (Arzate, 2005)، حيث يعتبر المصدر الثاني عالميا بعد قصب السكر للحصول على مادة السكر الأبيض يزرع منه سنويا" ما بين 7.5 إلى 8 مليون هكتار موزعة في 42 دولة من دول العالم التي تقع خارج خطي العرض 30 شمالا وجنوبا، بلغت المساحة العالمية المزروعة عام 1997م بهذا المحصول مساحة 7.742 مليون هكتار أنتجت 36.4 مليون طن من السكر (عبود، 2004).

للشمندر السكري تسميات أخرى تختلف حسب المناطق منها الشمندر السكري وكذلك البنجر السكري، فشكل الشمندر السكري مخروطي وأبيض اللون، وهو نبات عشبي من ثنائيات الحول التي تشكل، في السنة الأولى، المجموع الخضري والجذور، وفي السنة الثانية الشماريخ والبذر، وقد يختصر الشمندر السكري أحياناً موسم النمو الثاني، ويسلك سلوك الحوليات، ويعطي الشماريخ الزهرية في نفس العام وفي بعض مناطق العالم ينمو حولياً، مثل المملكة المتحدة، وشمال أوربا ووسطها (رقية واخرون، 2008).

I-3-2 الموطن والتوزيع الجغرافي

يعتبر الموطن الاصلي لمحصول الشمندر السكري هو منطقة الشرق الاقصى أو منطقة القوقاز بروسيا، اي أن هذا النبات هو محصول مناخ بارد إلى معتدل مائل للبرودة.

الظروف البيئية فى منطقة النشوء يسودها البيئة الباردة وقد أدى هذا إلى الانتخاب الطبيعي للأنواع المتأقلمة مع المناخ البارد كما أدى بالتبعية إلى انتشار الشمندر السكري فى البيئات المشابهة مما جعل بعض المهتمين به يطلقون عليه اسم المحصول الأوروبى، العديد من المصادر تجمع على أن أول زراعة للشمندر كانـت للنوعين البريين *B. v. maritime* و*B.v. perennis* اللذين ينتشران بريا حتى الآن على طول الساحل الجنوبى لأوروبا وسواحل البحر المتوسط، ويعتقد بعضهم أن أصل الشمندر هو غربي آسيا (مسعود، 2018).

وذكر العبيدي ورمضان (2008) ان بعض الباحثون يعتقدون انه نشأ في مرتفعات ايران ومنها انتشر الى بقاع العالم المختلفة.

زراعة الشمندر السكري/البنجر انتشرت في الكثير من دول العالم وازدادت المساحة المزروعة به في السنوات الأخيرة حتى بلغت 836.497.5 هكتار في عام 2004م وإنتاجية قدرها حوالي 44 طن/هكتار (FAO, 2004)، و تتصدر مصر في المنطقة العربية ثم المغرب زراعة الشوندر السكري/البنجر من حيث المساحة (منها واخرون، بدون سنة).

I-3-3 التصنيف والوصف المورفولوجي لنبات الشمندر السكري

- **التصنيف العلمي لنبات الشمندر السكري**

حسب Elliott & Weston (1993) تم تصنيف نبات الشمندر السكري كما هو موضح في **الجدول 03** كالتالي:

الجدول 03: التصنيف العلمي لنبات الشمندر السكري (*Beta vulgaris ssp vulgaris*)

Règne	**Plantae**
Embranchement	Phanerogame
Class	Dicotylédone
Famille	Chenopodiaceae
Ordre	Caryophyllales
Espèce	*Beta vulgaris* L. *Beta vulgaris ssp vulgaris*

(Elliott & Weston, 1993)

الوصف المورفولوجي

الشمندر السكري **(الوثيقة 03)** نبات عشبي ثنائي الفلقة وثنائي الحول، ينتمي للعائلة السرمقية ويمتد نموه على موسمين، أزهاره خنثى مائلة للون الأخضر، خلطي اللقاح بشكل كامل تقريبا إضافة الى عدم توافق زمن نضج المياسم والمآبر، تتم عملية التأبير بواسطة الرياح والحشرات (وكالة الإرشاد والتكوين الفلاحية،2021).

ينمو نبات الشوندر في عامه الاول، مكونا مجموعا ورقيا وساقا قرصية وجذرا وتديا متضخما مخروطي الشكل، يُطلق عليه عادة "المحور" (Pivot) حيث تتراكم فيه منتجات التمثيل الضوئي، يحتوي على مواد مخزونة أهمها السكروز بنسبة 16 - 20 % حسب الأصناف ومواعيد الزراعة، ونوعية التربة، وطبيعة المناخ.

نقطة اتصال الأوراق على الجذر هي العنق (Collet)، وتمثل الباقة الورقية عادة على شكل وردة مع شفرات بيضاوية ومزخرفة بنمو غير محدد، السنة الثانية هي مرحلة التكاثر الجنسي أو النضج (Didier, 2013)، وتحول فيها النبتة المواد السكرية المخزونة في الجذر لتكوين شمراخاً زهريا قويا متفرعا يحمل كمية من البذور (وكالة الإرشاد والتكوين الفلاحية،2021).

- **المجموع الجذري:** وتدي متعمق فى التربة لمسافة تزيد عن 150 سم ويقسم إلى:

منطقة التاج:

وتمثل الجزء القمي من الرأس وهي منطقة اتصال الساق القزمية بالمجموع الجذرى تقع فوق سطح الأرض بارتفاع من 3 إلى 8 سم ويحتوي على سكر يصعب استخراجه (Almohammed, 2017)، وتكون ذات شكل مخروطى، وتمثل هذه المنطقة 10-15 % من وزن الجذر الطري للنبات البالغ، وتحتوى على نسبة منخفضة من السكر تتراوح بين 11.8-16.5% ودرجة نقاوة العصير في هذه المنطقة 70% (مسعود، 2018).

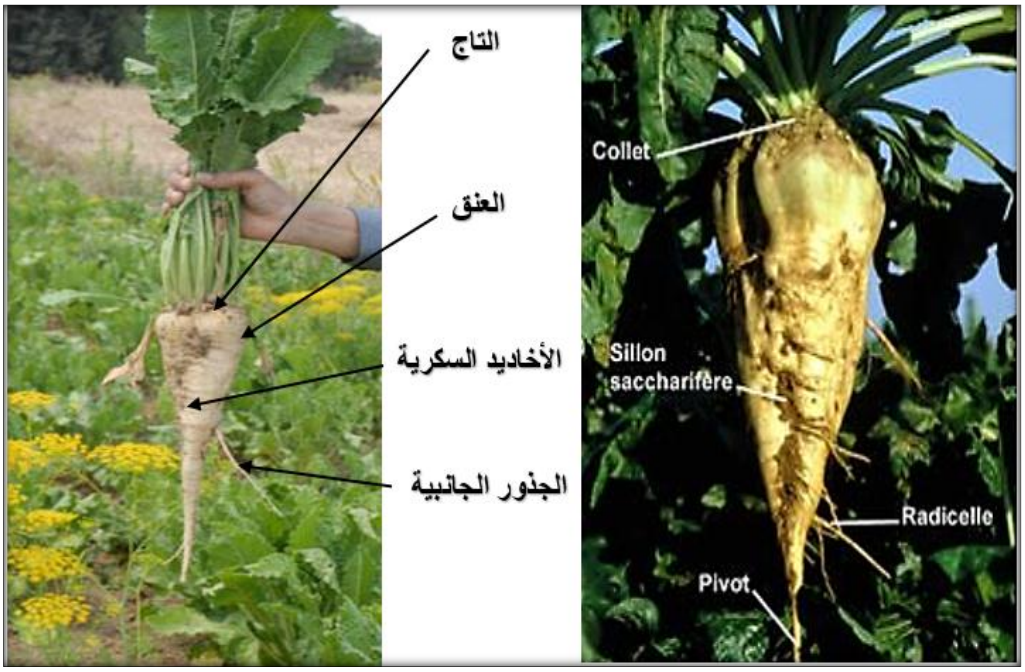
منطقة العنق:

وهي المنطقة التى تلي التاج وتعتبر أعرض منطقة فى المجموع الجذرى للنبات، ولا تحمل أوراق أو جذور ثانوية فهي تمثل السويقة الجنينية السفلى، وتعتبر هذه المنطقة الجزء الإقتصادي لجذر الشوندر السكري حيث نسبة السكروز بها هي الأعلى عن باقي المجموع الجذرى، حيث تتراوح بين 16.5-20 % وتمثل هذه المنطقة 10-20 % من طول الجذر، وتبلغ درجة نقاوة العصير في هذه المنطقة 80% (مسعود، 2018).

منطقة الجذر:

وهي المنطقة التي تلي العنق وهي عبارة عن خزان يتراكم فيه السكر المنتج في المجموع الورقي، يكون جذر بنجر السكر خشن، ومخروطي الشكل، ويبلغ طوله من 15 إلى 35 سم، يوجد اثنان من الاخاديد سكري (Sillons Sacharifères) واضحة المعالم.

تتصل الجذور الجانبية بالجذر الرئيسي ويمكن أن يصل طولها إلى 2.5 متر، يغوص المحور الذي يقل قطره عن 10 مم في الأرض حتى عمق 2 متر. ويدل مدى تعمق الأخدودين الموجودين على جانبى الجذر على إرتفاع نسبة السكر فى الصنف المزروع ويمثل الجذر 65-80 % من طول المجموع الجذرى. فالجــذر الرئيســي هــو أغنــى منطقــة بالســكر ويحتــوي علــى حــوالي 95 ٪ ســكروز (مســعود، Almohammed, 2017; 2018).



الوثيقة 03: صورة لنبات بنجر السكر (*Beta vulgaris* L.)

(وكالة الإرشاد والتكوين الفلاحية، 2021; Almohammed, 2017)

الساق:

الشمندر السكري في العام الأول من الزراعة يكون ساقا قزمية قصيرة جداً وتمثل الجزء القمي من المجموع الجذري للنبات، أما في العام الثاني من الزراعة تستطيل الساق مكونة الشمراخ الزهري الذي يصل طوله من 60- 120 سم وتصبح السوق متفرعة وتحمل أوراق قصيرة وتتكون البذور والثمار في آباط هذه الأفرع **(الوثيقة 04)** (مسعود،2018).

الأوراق:

يتم توزيع الأوراق على شكل باقة حيث يتم إنتاج السكروز من خلال عملية التمثيل الضوئي (Almohammed, 2017) ويكون شكل الورقة بسيطة معلقة كبيرة الحجم نسبياً وعريضة - مجعدة ذات لون أخضر ونصل الورقة بيضاوي الشكل أو قلبي أو مثلث أو متطاول حسب الصنف والنصل سميك وغض ومجعد والتعريق في النصل شبكي، أما عنق الورقة يكون طويل وسميك، تترتب الأوراق على الساق ترتيباً حلزونيا فيكون أكبرها عمراً وحجماً الموجودة في الخارج أما أحدثها عمراً وحجماً فالأقرب إلى مركز أو قمة الساق القزمية **(الوثيقة 04)** (مسعود ،2018).

الثمار:

عبارة على مجموعة بذور التحمت أزهارها من منطقة القاعدة (الكأس) حيث تحتوي الثمرة الواحدة من 2 الى 5 بذور ونادرا 7 لذلك تسمى هذه البذور بمتعددة الأجنة (Polygermes) (وكالة الإرشاد والتكوين الفلاحية،2021).

الوثيقة 04: صورة ساق واوراق نبات بنجر السكر (*Beta vulgaris* L.)

(وكالة الإرشاد والتكوين الفلاحية،2021)

البذور:

البذرة صغيرة الحجم كلوية الشكل منبسطة طولها 3 مم وعرضها 2 مم وسمكها 1.5 مم توجد داخل غلاف هش سهل الكسر ذو لون بني داكن أو بنى محمر وفي النهاية المستديرة للبذرة والمقابلة للجذير توجد أوراق الإنبات التي يحيط به الغذاء المخزن والاندوسبرم والذي يحيط بقمة الجذير **(الوثيقة 05)** (مسعود ،2018).

الوثيقة 05: صورة لبذور نبات بنجر السكر (*Beta vulgaris* L.)

(وكالة الإرشاد والتكوين الفلاحية،2021)

I-3-4 أصنافه

وتنقسم أصناف بنجر السكر إلي 3 طرز:

- **الطرز الأول**: ويتميز بمحصول عالي من الجذور ونسبة سكر منخفضة نسبياً.
- **الطرز الثاني**: وتتميز بمحصول متوسط من الجذور ونسبة سكر متوسطة.
- **الطرز الثالث**: وتتميز بمحصول منخفض من الجذور ونسبة سكر عالية جداً.

وعادة يتم زراعة الأصناف العالية في السكر في العروة المبكرة وهي التي تزرع خلال شهر أغسطس ويتم حصادها في أوائل فبراير أي بعد 170 - 180 يوم من الزراعة ويكون محصول الجذور منخفض نسبياً إلا أن نسبة السكر تكون عالية وبذلك يساهم ذلك في زيادة نسبة الاستخلاص.

أما في حالة الأصناف من الطرز الأول يجب حصادها عند عمر لا يقل عن 210 يوم، والحصاد قبل ذلك تكون نسبة السكر منخفضة 13 - 14% ويحدث نتيجة ذلك مشاكل كبيرة في عمليات التصنيع وتكون هناك صعوبة في عمليات الاستخلاص (عبد الجواد، 2002).

I-3-5 القيمة الغذائية

يعتبر الشمندر (*Beta vulgaris*) ذا أهمية كبيرة للمستهلكين في القرن الحادي والعشرين نظرًا لخصائصه متعددة والمعززة للصحة، من بين جميع الخضروات الجذرية، يتميز الشمندر بكميات عالية من الكربوهيدرات (9.56 جم / 100 جم) والألياف (2.8 جم / 100 جم)، ويعتبر بشكل عام مصدرًا للحديد (Fe)، والعنصر الأكثر وفرة هو K، وكذلك يحتوي على الفوسفور (P)، و Mg، و Ca، وفيتامين C (Knez et *al*., 2022).

يختلف التركيب الكيميائي الشمندر السكري باختلاف البذور وظروف النمو ووقت الحصاد، يتكون جذر البنجر من حوالي 23.5٪ مادة جافة و76.5٪ ماء، يشكل السكروز حوالي 70٪ من المادة الجافة والباقي يتكون من مواد قابلة للذوبان وغير قابلة للذوبان وهي غير سكرية، يحتوي الجزء القابل للذوبان على مركبات عضوية نيتروجينية أو غير نيتروجينية وأملاح ورماد، يتكون الجزء غير القابل للذوبان، المسمى

Marc، أساسًا من السليلوز، والهيميسليلوز والبكتين، يتم توزيع السكروز بشكل متكامل في الجذر ويختلف محتواه بين الأجزاء المختلفة وقت الحصاد، الجذر الرئيسي هو أغنى منطقة في النبات ويحتوي على حوالي 95 ٪ سكروز.

دائمًا ما يكون الانخفاض في كمية السكروز مصحوبًا بزيادة في كمية المركبات الغير سكرية وبالتالي انخفاض في نقاوة العصير، فهذه المركبات في الجذر تتكون أساسًا من البكتين والبروتينات والمعادن مثل البوتاسيوم والصوديوم والأحماض العضوية **(الجدول 04)** (Almohammed, 2017).

الجدول 04: متوسط محتوى الشمندر السكري حديث الحصاد

المركبات	المحتوى %
الماء	75.9
المركبات غير سكرية	2.6
سكر	16
اللب	5.5
المجموع	%100

(Arzate, 2005)

I-3-6 استعمالاته

يعد محصول بنجر السكر من المحاصيل السكرية الهامة، ويستخدم كمصدر مهم لإنتاج مادة السكروز ذات القيمة الغذائية العالية والتي تستعمل في غذاء الانسان كمصدر للطاقة العالية، كما يدخل السكر في غالبية الصناعات الغذائية سواء في انتاج العجائن والحلويات والمشروبات وغيره، بالإضافة إلي إنتاج عدد من المنتجات الغذائية الهامة والأعلاف المركزة من مخلفات صناعة انتاج السكر من البنجر ويستخدم مجموعه الخضري في تغذية الحيوانات المزرعية (حسين، 2023).

يعتبر السكر أحد أهم وارخص مصادر الطاقة اللازمة للإنسان وخاصة في الدول النامية حيث يستهلك الفرد وسطيا 120 غ يوميا (FAO, 2000)، حيث يشكل الشمندر السكري اليوم المصدر الثاني في العالم لإنتاج السكر بعد قصب السكر وهو يستعمل في العديد من الصناعات الغذائية (مهنا وآخرون، بدون سنة).

I-4 نبات اللفت (*Brassica rapa subsp rapa*)

I-4-1 تعريف نبات اللفت

ينتمي نبات اللفت إلى العائلة الصليبية (Cruciferae/ Brassicaceae) وهو عشبه حولية أو ثنائية الحول، جذورها درنية، من النوع المتضخم اللحمي بيضاء اللون وقد تحتوي قليلا من اللون الارجواني.

تطلق لفظة اللفت (Turnip) على الشلغم في اصطلاح الحديث ومنذ القرن التاسع عشر، أما في المعاجم القديمة فقد أطلق علية اسم (السلجم - الشلجم)، أما مصطلح الشلغم فهي عن التركية المنقولة عن الفارسية، كما تختلف تسمية النبات في الموطن العربي، ففي العراق ودول الخليج يسمى شلغم، أما في مصر يطلق عليه أبو ركبة، في حين يسمى كرنب في الشام، اما في بلدان شمال افريقيا معروف باللفت (علي وآخرون، 2010).

I-4-2 الموطن والتوزيع الجغرافي

اللفت هو نبات عشبي شهير من الخضروات التي تزرع في جميع أنحاء العالم. إن موطنه الأصلي أوروبا وآسيا وأمريكا وروسيا ويتم زرعه الآن على نطاق واسع كمصدر بعيد للزيت.

إنه نوع محصول قديم جدًا يظهر تنوعًا كبيرا هائلاً ويحتل توزيعًا وانتشارا واسعا في العالم، براسيكا (Brassica) هي أهم جنس من العائلة الصليبية، وهي عائلة كبيرة من والخضروات تشمل العديد من النباتات المزروعة والأنواع البرية ذات السمات المورفولوجية المتميزة على نطاق واسع (اللفت، والملفوف، والبروكلي، والقرنبيط) (Khader et *al*., 2021).

I-4-3 التصنيف والوصف المورفولوجي لنبات اللفت

- **التصنيف العلمي لنبات اللفت**

أظهرت البيانات النباتية أن تصنيف نبات اللفت (*Brassica rapa*) غير واضحة **(الجدول 05)**، وتم اقتراح عدة تصنيفات غير محددة، كل منها يحاول التقاط التباين الواسع جدًا للأنواع المزروعة في نظام تصنيف واحد، لكن النتيجة لم تكن مرضية أبدًا (Denton, 2004).

الجدول 05: التصنيف العلمي لنبات اللفت (*Brassica rapa*)

Règne	**Plantae**
Embranchement	Phanerogame
Class	Dicotylédone
Famille	Brassicaceae
Genre	*Brassica* L.
Espèce	*Brassica rapa* L.

الوصف المورفولوجي

اللفت نبات عشبي يكون حوليا في المناطق المعتدلة، وذا حولين في المناطق الباردة، يكون النمو فيهما خضريا في موسم النمو الأول، وزهريا في موسم النمو الثاني.

تتضخم السويقة الجنينية السفلى والجزء العلوي من الجذور ليشكلا معا الجزء الذي يؤكل من اللفت، ويظهر تاج الجزء المتضخم فوق سطح التربة، وقد يكون شكل هذا الجزء المتضخم كرويا، أو مخروطيا (حسن،1991).

تنمو لنبات اللفت ساق قصيرة جدا وأوراق مستطيلة إلى بيضاوية الشكل في موسم النمو الأول وقد تكون الأوراق كاملة الحافة أو منشارية، ومفصصه أو غير مفصصه حسب الصنف وهي فاتحة اللون وخشنة الملمس. أما في موسم النمو الثاني - عند الإزهار- فإن الساق تنمو لارتفاع يصل إلى 45 - 120 سم، وتكون الأوراق التي تظهر على الساق الرئيسية أو على أفرع النورة أصغر حجما، ومستطيلة أو سهمية وكاملة الحافة أو مسننة.

في تركيب الزهرة، والنورة يتشابه اللفت مع الكرنب، ويكون لون الأزهار أصفر زاهيا في الأصناف ذات الجذور البيضاء، ويكون أصفر برتقاليا فاتحا في الأصناف ذات الجذور الصفراء، والتلقيح الخلطي هو السائد لوجود ظاهرة عدم التوافق الذاتي.

ثمرة اللفت خردلة، يتراوح طولها من 4-6 سم، ولها منقار طويل مدبب، البذور صغيرة كروية، لونها بني مائل إلى الأحمر، وهي أصغر من بذرة الكرنب **(الوثيقة 06)** (حسن،1991).

الوثيقة 06: صورة لمختلف أعضاء نبات اللفت Turnip (*Brassica rapa*)

(https://www.gbif.org)

I-4-4 أصناف اللفت

يمكن تقسيم أصناف اللفت حسب الصفات التالية (حسن،2003):

- **تقسيم الأصناف حسب اللون الداخلي للجذر، حيث تقسم إلى:**
  - أصناف جذورها بيضاء من الداخل.
  - أصناف جذورها صفراء من الداخل والخارج.
- **تقسيم الأصناف حسب اللون الخارجي للجذر، حيث تقسم إلى:**
  - أصناف جذورها بيضاء من الخارج.
  - أصناف جذورها أرجوانية اللون من أعلى وبيضاء من أسفل.
  - أصناف جذورها أرجوانية اللون من أعلى وبيضاء من أسفل.
  - أصناف جذورها صفراء من الخارج.
  - أصناف جذورها خضراء اللون من أعلى، وصفراء من أسفل.
  - أصناف جذورها قرمزية اللون من الخارج.
- **تقسيم الأصناف حسب شكل الجذر حيث تقسم إلى:**
  - الجذر مبطط.
  - الجذر كروى.
  - الجذر بيضي.
- **تقسيم الأصناف حسب الجزء المستعمل في الغذاء، حيث تنقسم الى:**
  - أصناف تزرع لأجل جذورها، وأوراقها مثل الأصناف التي سبق ذكرها.
  - أصناف تزرع لأجل أوراقها فقط.

I-4-5 القيمة الغذائية لنبات اللفت

يعد نبات من الخضروات التي تستهلك على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم وتحظى باهتمام أكبر لأنها تحتوي على مكونات كيميائية نباتية تلعب دورًا في تغذية الإنسان Akhlaghiand et Bandy, (2010)، تعتبر الجذور والأوراق والسيقان وبراعم الزهور أجزاء صالحة للأكل (Fernandes et al.,2007) فهي غنية بعدة أنواع من الأملاح المعدنية، منها: الكالسيوم Ca، والفسفور P، والبوتاسيوم K، والصوديوم Na، والمنغنيز Mn، والكبريت S، واليود I، والزرنيخ Ar. إذ يعد الفت النبات الوحيد مع الملفوف الذي يحتوي على عنصر الزرنيخ، فضلاً عن وجود الحديد Fe، والنحاس Cu، كما يحتوي اللفت على السكريات والبروتين وكميات قليلة من الدهون، اما زيت بذوره فتحتوي كمية كبيرة من Erucic وLinoleic acid (علي وآخرون، 2010).

كما تحتوي أوراق اللفت على مركبات نشطة بيولوجيًا مثل الفلافونويد بما في ذلك Isorhamnetin و Kaempferol وكيرسيتين جليكوسيدات ومشتقات Phenyl Propanoid وقلويدات إندول وجلوكوزيدات ستيرول، كما أظهرت دراسة قام بها Zaki (2019) ان مسحوق الأوراق له قيمة غذائية عالية مثل البروتين والمعادن والألياف الخام والمركبات النشطة بيولوجيا والتي تلعب دورًا مهمًا لتعزيز نظام الدفاع عن مضادات الأكسدة وتقليل الإجهاد التأكسدي.

I-4-6 استعمالاته

استعمل النبات في الطب العربي بجوانب عدة، وكذلك في الطب الحديث فوجد انه مجدد لنشاط الجسم ومطهر، ومدر للبول، ومرطب، وملين، ومزيل للتعب، ومفتت للحصى، ومهدئ للسعال، ونافع للصرع والوهن النفسي والعقلي، والنزلات الصدرية، والاكزيما، وحب الشباب، والسمنة، كما يستعمل ماء سلقه كغرغرة ضد الخناق، وينصح بأكله من قبل الأشخاص المعرضون للإصابة بالأمراض الجلدية لغناه بالكبريت (علي وآخرون ،2010).

كما يحتوي اللفت كغيره من أنواع هذا الجنس *Brassica* على مجموعة كبيرة من المركبات الكيميائية النباتية المهمة في منع حدوث السرطان، وكذلك في قتل أنواع عدة من الخلايا السرطانية، فضلاً عن دورها في الحماية ضد المسرطنات والمطفرات التي تعمل كمضادات للأكسدة وحماية جسم الإنسان (Shewmaker, 1999).

الفصل الثاني:

الاجهاد الملحي

I- الاجهاد الملحي

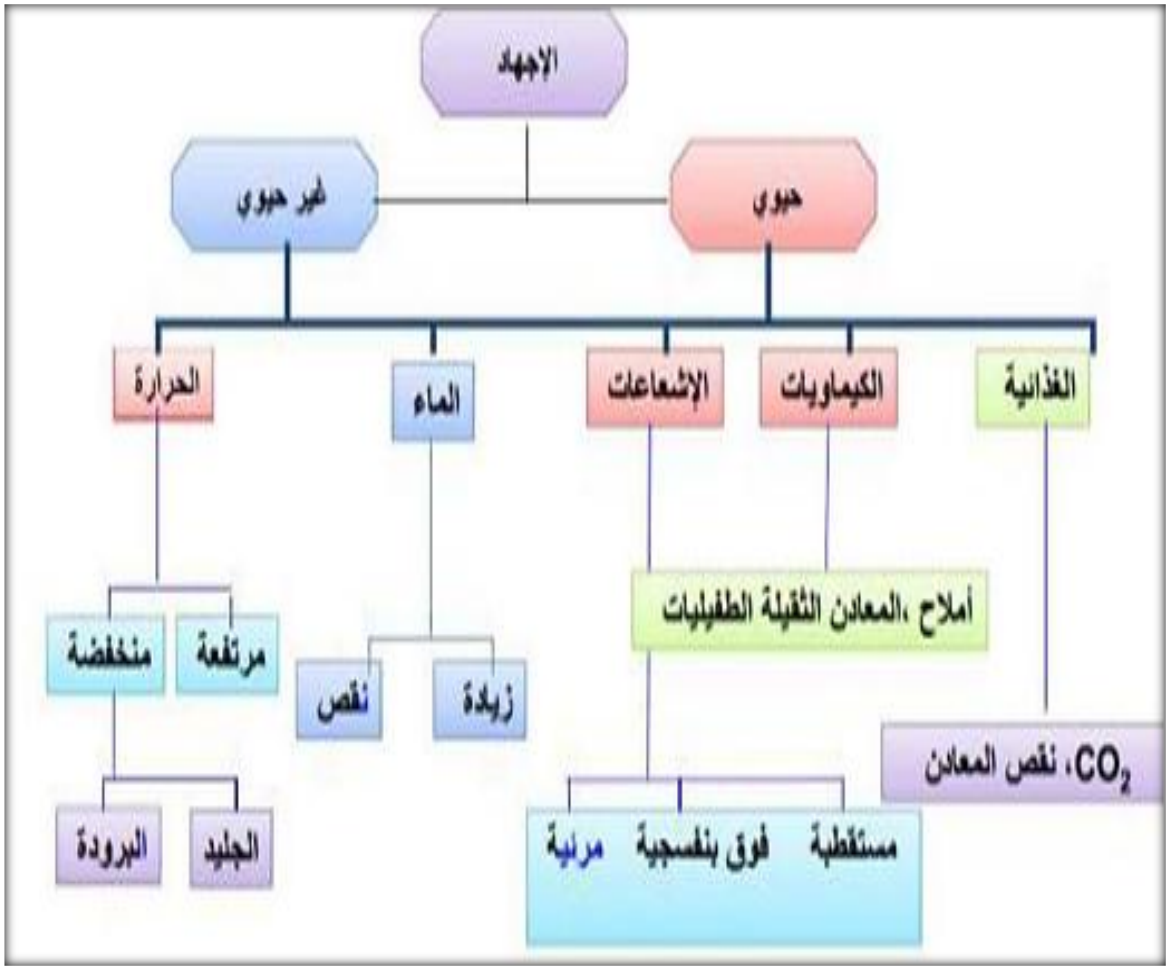
I-1 تعريف الإجهاد البيئي

يعرف الإجهاد بأنه قوة معادية أو تأثير يميل إلى منع النظام البيئي من العمل (Jones *et al.*, 1989)، و قد عرف الإجهاد أيضا في علوم الحياة على أنه مجموعة من الاضطرابات الفسيولوجية أو الأسباب المرضية التي تسببها العوامل الحيوية أو اللاحيوية في الكائن الحي والتي تخل بالوظيفة المعتادة له (Dutuit et *al.*, 1994).

وبمفهوم آخر هو مجموعة من الظروف التي تتسبب في إحداث تغيرات ملموسة في العمليات الفسيولوجية التي تؤدي تدريجيا إلى إحداث الضرر (الصعيدي، 2005).

I-2 أنواع الإجهادات البيئية

تصنف الاجهادات البيئية الى غير حيوية وأخرى حيوية، حسب **(الوثيقة 07)** كالتالي:



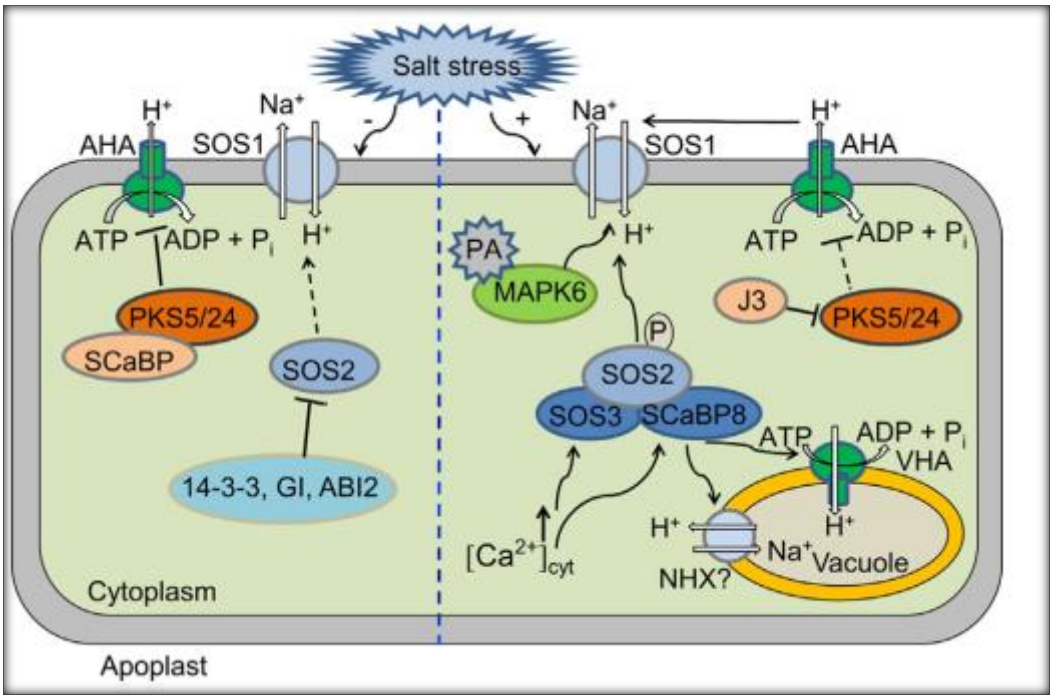
الوثيقة 07: تصنيف أنماط الإجهادات البيئية

(Ernst *et al.*, 2002؛ شايب، 2012)

I-3 تعريف الإجهاد الملحي

هو عامل بيئي رئيسي يحد من نمو النبات والإنتاجية، فالإجهاد الملحي واسع التأثير فهو يؤثر على تراكم المادة الجافة و استيعاب الكلوروفيل و استطالة الأوراق ونمو النبات، وتختلف آثاره حسب عمر النبات و نوعية الأعضاء و طبيعة الأيونات المرتبطة بالصوديوم، كما أنه يؤثر على المراحل الأولى للنبات (إنبات-بادرة) كما يمكن أن يؤدي إلى الإجهاد الأيوني والإجهاد الأسموزي والثانوي وخاصة الإجهاد التأكسدي في النباتات لذلك للتكيف مع الإجهاد الملحي تعتمد النباتات على الإشارات والمسارات (**الوثيقة 08**) (Yang et Guo, 2018).

كما يعرف أيضا على أنه كل عائق خارجي يقلل من الإنتاجية إلى حدود أدنى التي يفترض أن تحققه القدرات الوراثية للنبات (Ernst et *al*., 2002).



الوثيقة 08: مسارات إشارات الإجهاد الآيونية التي تحافظ على التوازن الآيوني

(Yang et Guo, 2018)

I-4 تعريف الملوحة

هي أحد أهم الأسباب الرئيسية للإجهاد اللاإحيائي في النباتات، التي تؤدي إلى اثار سلبية على نمو المحصول و الإنتاجية، خاصة في المناطق القاحلة والشبه قاحلة (Miguel et *al*., 2021) أما من الناحية الزراعية هي زيادة الأملاح فوق المستوى الذي يتطلبه النبات (Sangeete et *al*., 2011).

كما تعرف أيضا أنها تجمع أو تراكم الأملاح الذائبة بشدة أو بدرجة تفوق معدلاتها الطبيعية في التربة (عزام، 1977).

I-5 أنواع الملوحة

I-5-1 الملوحة الأولية (الابتدائية)

الملوحة الأولية وهي التي تحدث بشكل طبيعي وتنتج من تراكم الأملاح لفترات طويلة وفق العمليات الطبيعية حيث يحدث في بادئ الأمر تجويف للصخور الحاوية على أملاح ذائبة مختلفة تشخص بصورة رئيسية إلى كلوريدات الكالسيوم و الصوديوم والمغنسيوم (Wanjogu et *al*., 2001).

العوامل المناخية تؤدي إلى تسريب المياه المالحة وبالتالي تسريع عملية التملح في الأراضي القاحلة والشبه قاحلة، كذلك عملية التبخر لها دور مهم للغاية في تكوين المحلول الملحي (Wanjogu et *al*., 2001)

I-5-2 الملوحة الثانوية (التملح الثانوي)

وهي التربة المتأثرة بالملح التي تحتوي على ملوحة بفعل عوامل من صنع الإنسان بشكل رئيسي نتيجة طرق الري الغير سليمة (Mermoud, 2006).

I-6 تأثير الإجهاد الملحي على النبات

تعد الملوحة أو ما يعرف بالإجهاد الملحي من أبرز عوامل الاجهاد الغير حيوي التي تقلل بشكل كبير من الانتاجية النباتية في البيئات الطبيعية حيث تؤثر سلبا على نمو النبات وتطور من خلال إعاقة إنبات البذور ونموها كما تؤدي إلى تغيرات فيسيولوجية وجزيئية مختلفة التي تعيق نمو النبات عن طريق تثبيط التمثيل الضوئي وبالتالي التقليل من الموارد المتاحة ومنع انقسام الخلايا و توسعها Zhao et *al*., (2021)، كما أشار (Kamh, 1996) أن التأثير متعلق بنوع التربة و خصائصها الفيزيائية والكيميائية، نوع الأملاح وحركة الأيونات ونوع النبات (عمراني، 2005 ;Guignard,1998).

تحمل الملح ليس ثابتا لنفس النوع أو الصنف، يمكن أن يتغير تبعا للأنواع و النمط الوراثي والعمر والحالة الفسيولوجية للعضو، على سبيل المثال الفجل والشمندر السكري واللفت مقاومون للملوحة بشكل خاص بعد الانبات (Djennade et Attalaoui, 2019).

I-6-1 أثر الملوحة على عملية الإنبات

يعد الإنبات أول طور فيزيولوجي يتأثر بالملوحة حيث أشارت كثير من الدراسات إلى انخفاض نسبة إنبات معظم البذور في الأراضي الملحية نتيجة عدم مقدرة البذور حيويا على الإنبات بسبب تلف الأعضاء الجنينية، وارتفاع ضغط محلول التربة الذي يعيق امتصاص البذور للماء وتسمم الجنين نتيجة للتركيز المرتفع لبعض الأيونات كاللكلور (الشحات، 2000).

كما تؤدي الملوحة أيضا إلى انخفاض الإنبات ويعود ذلك إلى زيادة في الضغط الأسموزي لمحلول التربة و هذا يؤدي إلى إبطاء التشرب و الحد من امتصاص الماء اللازم لتحريك مختلف عمليات الأيض (Hajlaoui et *al*., 2007).

كما أن إنبات بذور النباتات سواء كانت متحملة للملوحة أو غير ملحية (حساسة) تتأثر بالملوحة حسب النوع وتأثير الإجهاد الملحي على عملية الإنبات يمكن أن يكون أسموزي أو أيوني.

- **التأثير الأسموزي**

وهو الدرجة الأولى في تأثير الإجهاد الملحي، ينتج عن خلل في التوازن المائي للنبات الضروري لاستمرار مختلف العمليات الأيضية الناتجة عن انخفاض كمية الماء الممتص من قبل البذور حيث يؤدي إلى انخفاض كبير في سرعة ونسبة الإنبات أي عدم ظهور أو بروز الجذير و استطالة السويقة وعدم انقسام الخلايا أي توقف النشاط الحيوي من هضم للغذاء و تمثيله (Hameed et *al*., 2021)، كما يؤدي نقص امتصاص الماء الذي يعد أول مرحلة من مراحل إنتاش النبات إلى التأثير على سلامة غلاف البذرة (Hussain et *al*., 2019).

- **التأثير الأيوني أو السمي**

وهو الدرجة الثانية من تأثير الإجهاد الملحي، و ينجم عن تراكم الأملاح في الخلايا، التي تؤدي إلى تأثيرات سمية خلوية مسببة اضطراب في الإنزيمات المشاركة في أيض إنبات البذور (Rejili et *al*., 2006)

كتأثيرها على كإنزيم تحول النشاء إلى كاربوهيدرات ذائبة، وذلك من خلال تأثيرها في تثبيط إنزيم Anylase (Almansouri et *al*., 2001).

I-6-2 تأثير الإجهاد الملحي على النمو

تؤثر الملوحة علي نمو النبات وذلك بإحداث تغيرات فسيولوجية ومورفولوجية وجزيئية مختلفة مما يعيق نمو النبات عن طريق تثبيط التمثيل الضوئي وبالتالي التقليل من الموارد المتاحة ومنع انقسام الخلايا وتوسعها والاختزال في المجموع الخضري من خلال الانخفاض في طول الساق والاختزال في عدد الأوراق (Zhao et *al*., 2021)، كما تعمل على تقليل الفروع الجانبية (معارفية، 2009)، و يعمل أيضا على انخفاض الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري والجذري (Gasmi, 1998).

I-6-3 تأثير الإجهاد الملحي على التمثيل الضوئي

نمو النباتات يعتمد أساسا على التمثيل الضوئي و بالتالي أي ضغوطات بيئية تؤثر على النمو تؤثر أيضا على التمثيل الضوئي (Taiz et Zeiger, 1998)، أظهرت الدراسات التي أجراها عدد من الباحثين أن الملوحة تقلل من التمثيل الضوئي (Romero-Aranda et *al*., 2001)، حيث يؤدي تراكم الأملاح على

المستوى الخلوي (تأثير سمي) لتحطيم الأغشية ومنه انخفاض في معدل التمثيل الضوئي الذي يعود إلى نقص اليخضور أي نقص في الصانعات الخضراء كما أنه يؤثر في عملية التنفس فيزيد استهلاك الطاقة على شكل ATP (باقة، 2010).

كما أشار (Iyengar et Reddy, 1996) أن انخفاض معدل التمثيل الضوئي نتيجة الملوحة يعود لعدة عوامل ومن بينها:

- تراكم الأملاح في الخلية يؤدي إلى تحطيم الأغشية و بذلك نقص في عملية التركيب الضوئي الراجع إلى نقص اليخضور أي نقص في الصانعات الخضراء.
- سمية الأملاح الناتجة بشكل خاص عن أيونات +Na و Cl (Banuls et *al*., 1990) حيث شوارد Cl تعيق عملية التمثيل الضوئي من خلال تثبيط امتصاص الجذور ل NO3-N (Fisarakis et *al*,. 2001).
- الحد من توفير CO2 بسبب انغلاق الثغور وبالتالي انخفاض معدل التنفس (Brugnoli et 1992 Bjorkman, ، كما أفاد Iyengar et Reddy (1996) أن النقص المائي يؤدي إلى انغلاق الثغور ومنه يؤدي إلى تلف النظام الإنزيمي للبلاستيدات الخضراء وتحويل الطاقة.

I-6-4 تأثير الإجهاد الملحي على المحتوى الأيوني

تؤدي التراكيز العالية للأملاح في التربة إلى حدوث خلل و اضطرابات في التوازن الأيوني مما يؤدي إلى تراكم الأيونات في أنسجة النبات كالجذور من بين هذه الأيونات الصوديوم والكلور فتعمل هذه الأيونات على زيادة مستويات الملوحة في وسط النمو مما يؤدي إلى انخفاض في امتصاص العناصر الغذائية المعدنية كالبوتاسيوم والنترات والكالسيوم NO^{-3}، +K، ++Ca الضرورية لاستمرار فعالية وحياة النبات (محب، 2002).

يؤدي تراكم عنصر الصوديوم في الفجوات العصارية إلى مشاكل السمية في الخلايا، إذ تؤدي التراكيز العالية لعنصر الصوديوم إلى منافسة كبيرة على مواقع الارتباط بين +Na و Ca^{+2} أي حدوث سمية أيونية أي نقص غذائي بسبب التأثيرات التنافسي (Hamdoud, 2012)، والحد من امتصاص الماء والعناصر المعدنية المغذية عن طريق جذور النبات بفعل الضغط الأسموزي المرتفع (عوينات وهامل، 2018).

I-7 آليات تكيف النبات للإجهاد الملحي

I-7-1 التحمل أو تحمل الأملاح (Salt tolerance)

تحمل النبات للملوحة هو تراكم الأيونات في منطقة الجذر مع غياب التأثيرات السلبية على النمو (Hamdoud, 2012)، فإمكانية مقاومة النبات للملوحة مرتبط بقدرتها على التنظيم والنمو والتطور ونوع

النبات (مقاوم، حساس)، حيث وضحت تحاليل المقارنة للتغذية المعدنية أن النوع الأكثر تحملا هو الذي له القدرة على نقل الصوديوم Na في الأجزاء الهوائية للنبات (عمراني، 2006).

I-7-2 التأقلم (التكيف)

وهو إمكانية النبات للتكيف مع ظروف الوسط الملحي و تختلف بحسب الأنواع النباتية (فرشة، 2001)، للتكيف يستعمل النبات العديد من الآليات الفيسيولوجية منها التخفيض من امتصاص الأيونات المتجمعة والمتراكمة في القمم النامية والأعضاء الفتية في الجزء الهوائي (هاملي صوفيا، 2003).

فالكلور مثلا في الأوساط المالحة يوقف امتصاص ونقل الأيونات الضرورية للنمو فتأقلم النباتات الملحية يدل على الطاقة والميتابوليزم (عمراني، 2006).

I-7-3 المقاومة

مقاومة النبات للملوحة متعلقة بتركيز الأملاح في الوسط الخارجي، فمقاومة الملوحة من طرف النباتات آلية معقدة، وهذا يعود لتدخل العوامل المورفولوجية والتطورية الخاصة بالعملية الفيزيائية والبيوكيمائية (Kadri et *al*., 2001)، حيث تحدث المقاومة وفقا لعدة ميكانيزميات وآليات التي تسمح للوسط البيئي بمواصلة نشاطاته الأيضية دون أن يتأثر بعوامل الوسط الخارجي (حراث، 2003).

I-7-4 التعديل الأسموزي (Ajustement osmotique)

أطلق هذا المصطلح أول مرة من قبل العالم برينشطاين 1961، على التغيرات التي تحدث على الجهد الأسموزي في الأوراق ،وهذا راجع إلى تغير في الجهد الأسموزي بسبب الملوحة (هاملي، 2003)، والمقصود بالتعديل الأسموزي هو إرتفاع الضغط الأسموزي للمحتوى الخلوي ويعود ذلك تراكم الأملاح والزيادة في تركيز المواد الذائبة الآيونات اللاعضوية خاصة البوتاسيوم، السكريات، الأحماض الأمينية كالبرولين) (سعيد، 2006) هذا التراكم غير ثابت عند جميع النباتات فهو يختلف من نبات لآخر حسب مرحلة النمو ودرجة الملوحة والتنوع النباتي، حيث تسمح هذه المواد بالمحافظة على ضغط الامتلاء والضغط الأسموزي وحماية العديد من الوظائف الفيسيولوجية كالتمثيل الضوئي والنمو (El midaoui et *al*., 2007; Munns, 2002) .

I-7-5 آلية إستبعاد وتوزيع الآيونات (Exclusion et inclusion des ions)

من أهم آليات مقاومة النبات للملوحة لتجنب السمية الأيونية عملية توزيع الآيونات بين الأعضاء كالجذور و الأنسجة والأجزاء الخلوية كالسيتوبلازم (عولمي، 2010)، حيث تقوم النباتات الملحية المتحملة لظروف الإجهاد بواسطة مضخة صوديوم – بوتاسيوم بإستبعاد آيونات الصوديوم التي غالبا ما تكون في الجذور إلى الأجزاء الهوائية و تعمل على إعادة الصوديوم إلى البيئة الخارجية (محمد، 1999)، فيؤدي إلى

تراكم الأملاح في خلايا الأوراق المنتقلة مع تيار النتح مما يزيد من تركيز الأملاح في خلايا الأوراق المسنة أكثر من خلايا الأوراق الفتية (العودة، 2007؛ Munus, 2002)، مساحة سطح الجذور التي تمتص الماء تتم بفضلها هذه العملية (باقر، 2012) يقوم النبات بالتقاط الأملاح التي تنتقل إلى الأوراق وطرد أيونات الصوديوم لتجنب سميتها (Jouyban, 2012; Berthomieu et *al*., 2003) وتتم هذه العملية بفضل مضخة الصوديوم – البروتون فيعمل النبات على الزيادة من نشاط هذه المضخة ومنه إبعاد وعزل الأملاح عن باقي أجزاء الخلية ومنه زيادة كفاءة عملية تخزين الأملاح في الأجزاء الهوائية للنبات وبالتالي ضمان حماية الأنظمة الإنزيمية و سيتوبلازم الخلية (Berthomieu et *al*., 2003).

I-7-6 إفراز الأملاح

بعض النباتات تحتوي على غدد خاصة تسمى الغدد الملحية تقوم بطرح وإفراز الأملاح الموجودة داخل النبات عن طريق هذه الغدد وبالتالي الحفاظ على تركيز ثابت للأملاح داخل الخلايا (Luttge, 1983).

I-7-7 تجميع الأملاح

تعمل بعض النباتات على تجميع الملح في أنسجتها حتى إذا وصلت تركيز معين يموت النبات (سعيد، 2006 ; محمد، 1999).

I-7-8 الطرد أو الإقصاء

ويكون بالحد من دخول أيونات الصوديوم Na^+ والكلور داخل النبات حيث يتم إيقافها عند مراكز الامتصاص، وتتراكم داخل أنسجة الجذور بفضل تأثيرات أيونات الكالسيوم على النفاذية الخلوية (الشحات، 1990).

الجزء التطبيقي

الفصل الأول:

المواد وطرق الدراسة

I- المواد وطرق الدراسة

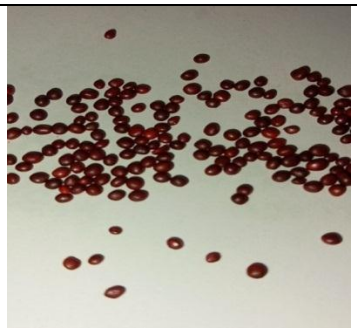
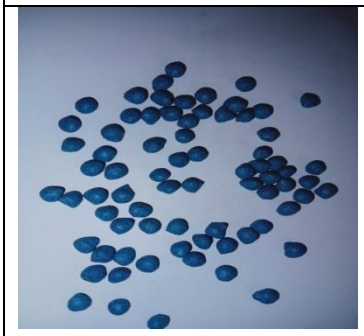
I-1 موقع التجربة

أجريت التجربة في المخبر 17 بكلية علوم الطبيعة والحياة بجامعة الشهيد حمه لخضر للموسم 2022/2023.

I-2 المادة النباتية

استعملت في هذه الدراسة بذور ثلاث أصناف من أنواع المحاصيل الجذرية وهي اللفت والشمندر السكري والفجل ذات الخصائص التقنية الموضحة في الجدول التالي:

الجدول 06: الخصائص التقنية لبذور أنواع المحاصيل الجذرية المدروسة

النوع / الخصائص	الفجل *Raphanus sativus* L.	اللفت *Brassica rapa subsp rapa*	الشمندر السكري *Beta vulgaris* L.
الصنف	NATIONAL	MARTEAU	KOALA
الصور			
الإنبات	85%	87%	85%
النقاوة	99%	99%	99%
تاريخ الحصاد	2021	2021	2021
تاريخ الإغلاق	2022/05	2021/08	2021
البلد الأصلي	فرنسا	فرنسا	بلجيكا
المعالجة	ميتالاكسيل-م	ميتالاكسيل-م	ميتالاكسيل-م

I-3 الأدوات والمحاليل المستعملة

يلخص (**الجدول 07**) مجموعة الأدوات والأجهزة والمحاليل المستعملة في التجارب المخبرية

الجدول 07: مجموعة الأدوات والأجهزة والمحاليل المستعملة في التجارب المخبرية

الأدوات	الأجهزة	المحاليل
- ورق ألمنيوم - ورق نشاف - مقص - ملقط - علب بيتري - أنبوبة مدرجة	- الحاضنة الحرارية Etuve من نوع (Memmert) - ميزان مخبري حساس ب (0.1 مغ) من نوع (KERN)	- ملح NaCL - ماء مقطر - ماء جافيل (12°)

I-4 خطوات العمل

I-4-1 تحضير المحاليل الملحية والبذور

تحضير المحاليل الملحية

تم استعمال الماء المقطر وملح NaCl لتحضير المحاليل الملحية، الشاهد (الماء المقطر) وهو عبارة على تركيز صفر (H_2O)، كما تم تحضير محاليل املاح كلوريد الصوديوم وفق التراكيز التالية: 50، 100، 150 و 200 mM (NaCl).

تحضير البذور

تم اختيار البذور بمواصفات متجانسة في الحجم والشكل واللون، 500 بذرة لكل نوع من الأصناف المدروسة أين عوملت بنفس المعاملة حيث تم غسلها بالماء جيدا وتعقيمها وذلك بنقعها في محلول هيبوكلوريد الصوديوم (ماء الجافيل) ذو تركيز 12° لمدة 10 دقائق ثم غسلت البذور بالماء المقطر جيدا.

I-4-2 تخطيط وتنفيذ التجربة

لتنفيذ التجربة حددت 5 معاملات من التراكيز الملحية NaCl لكل معاملة أربع تكرارات وذلك لكل صنف من الأنواع النباتية الثلاث المدروسة وبالتالي احتوت التجربة على:

(5 معاملات × 4 تكرارات) 3 أصناف = 60 وحدة تجريبية

أجري اختبار الإنبات في أطباق بيتري بأبعاد 9 سم، احتوت على طبقتين من الورق الصحي المعقم، حيت تم وضع 20 بذرة من كل صنف بكل طبق بيتري، و تم سقيها بمعدل 7 ملل / طبق يوميا، تمت التجربة في ظروف مخبرية (ظلام، درجة حرارة 25= C°)، تعتبر البذور منتشة عند بروز الجذير 2ملم، كما تم إحصاء البذور المنتشة كل يومين الى غاية اليوم العاشر (10) من بداية التجربة من (2023/02/23 إلى غاية 2023/03/4).

I-4-3 المعايير المدروسة

I-4-3-1 النسبة المئوية للإنبات (GP%)

يعبر عنها بالنسبة المئوية للبذور المنتشة من المجموع الكلي للبذور، تم حسابها حسب Kandil et *al.*, (2012) وتم اعتماد اليوم الاخير من التجربة لتحديد نسبة الانبات النهائية وفق المعادلة التالية:

$$(GP\%)= (NGS/TNS)\times100$$

حيث أن: NGS: عدد البذور المنتشة ، TNS: عدد البذور الكلي

I-4-3-2 طاقة الانبات (GE%)

يتم حساب نسبة طاقة الإنبات حسب Ruan وآخرون (2002) وفق المعادلة التالية:

$$GE\ (\%)= (NGS_{\ 4\ day} / TNS\ )\ x\ 100$$

حيث: NGS: عدد البذور المنتشة لليوم الرابع ، TNS: عدد البذور الكلي

I-4-3-3 مؤشر قوة البذور (SVI)

تم حساب مؤشر قوة البذور لليوم الثامن، لتقييم أداء إنبات البذور تحت المعاملات الملحية المطبقة عليها حسب طريقة (Abdel Baki et Anderson, 1973) باستعمال المعادلة التالية:

$$SVI= TSL \times GP\%$$

حيث أن: TSL: الطول الكلي للبادرة، GP %: النسبة المئوية للإنبات لليوم الثامن

I-4-3-4 الكفاءة الأيضية للبذور

يمكن تعريف الكفاءة الأيضية للبذور حسب Rao et Sinha, (1993) على أنها قيمة الوزن الجاف للسويقة وللجذير (g) المنتجة من 1 وحدة (g) من وزن مدخرات البذور الجافة التي تم استنفادها، بالتالي يمكن القول على أنه كلما ارتفعت قيمة الكفاءة الأيضية للبذور (SME) ارتفعت معه كفاءة إنبات البذور، حيث يتم استعمال المزيد من المدخرات لنمو الجذور و السويقات.

تم وزن 20 بذرة جافة قبل الإنبات وأخذ متوسط هذه الأوزان كوزن أولي SDWI وتم حساب كمية مواد التنفس (SMR) كالتالي (Rao et Sinha, 1993).

$$SMR = SDWI – (SHW + RTW + CWr)$$

حيث أن: SDWI: الوزن الجاف الأولي للبذور، SHW: الوزن الجاف للسويقة.

RTW: الوزن الجاف للجذير، CWr: الوزن الجاف للمتبقى من الفلقات.

تم حساب كفاءة الأيض البذور **(SME)** باستخدام الصيغة التالية (Rao et Sinha, 1993)

$$SME= SHW + RTW / SMR$$

I-4-3-5 الوزن الجاف للفلقتين (CWr)

تم تقدير الأوزان الجافة للفلقتين (CWr) باستخدام ميزان حساس وذلك بأخذ الفلقات للبادرات التي قيست أطوالها مسبقا لكل معاملة عند كل نوع.

I-4-3-6 خصائص البادرات

طول البادرة (TSL)، طول السويقة (SHL)، طول الجذير (RTL) والنسبة طول السويقة /الجذير (SHL/RTL)، تم قياس أطوال كل من الجذير والسويقة باستخدام ورق مليمتري لـ 40 عينة لكل معاملة عند كل صنف.

I-5 الدراسة الإحصائية

تم اعتماد طريقة تحليل التباين ANOVA مع اعتبار مستوى المعنوية ($P>0.05$). بخصوص المعايير المدروسة وذلك باستخدام البرنامج الاحصائي Minitab 16 وذلك لتحديد نمط التباين بين العينات، كما تم أيضا اعتماد على برنامج Excel 2010 لرسم مخططات الأعمدة.

الفصل الثاني

النتائج والمناقشة

I- النتائج

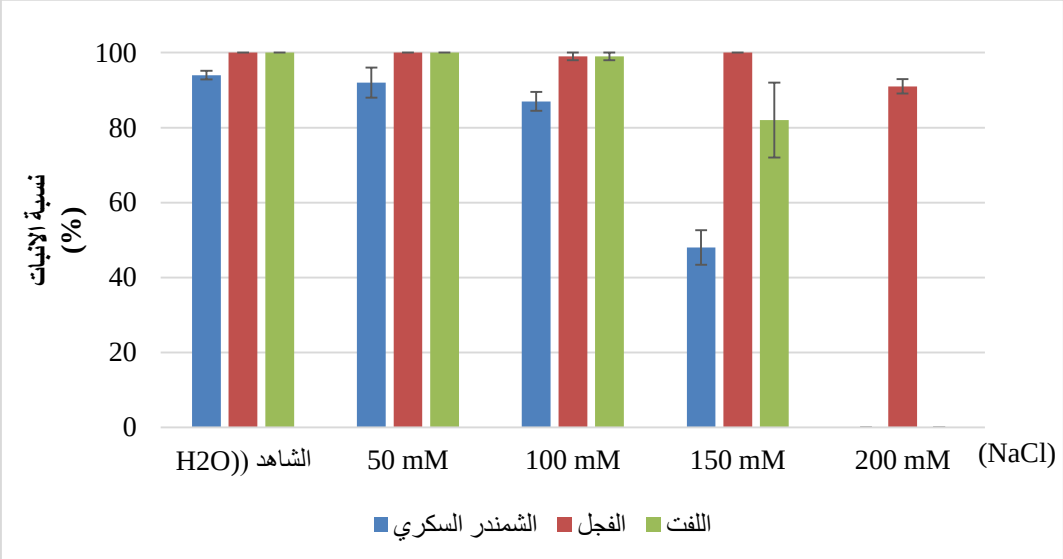
I-1 تأثير الملوحة على مواصفات الإنبات

I-1-1 نسبة الإنبات % (GP %)

أكدت نتائج التحليل الاحصائي ANOVA أن تأثير عامل الملوحة على بذور الأنواع النباتية الثلاثة المدروسة كان جد عالي المعنوية (P=0.000)، حيث نلاحظ من خلال (**الوثيقة 09**) انخفاض في متوسط نسبة الإنبات لبذور الشمندر السكري كلما زاد تركيز أملاح كلوريد الصوديوم في الوسط، حيث سجلت أعلى نسبة متوسط إنبات عند الشاهد بقيمة 92% في حين سجلت نسبة إنبات ضعيفة (48%) عند التركيز mM 150 كما أن الإنبات كان منعدما تماما عند التركيز 200 mM.

أما بالنسبة لبذور الفجل واللفت فقد سجلت أعلى متوسط نسبة الإنبات عند الشاهد وعند التركيز 50mM بقيمة 100% وانخفاض في متوسط نسبة الإنبات عند التركيز 200 mM (90%) بالنسبة لبذور الفجل، في حين سجلت بذور اللفت انخفاض نسبة متوسط إنبات عند التركيز 150 mM بقيمة 82% وانعدمت تماما عند التركيز 200 mM.

أكدت الدراسة الإحصائية حسب نتائج التحليل الإحصائي ANOVA أن تأثير عامل الملوحة والنوع كان جد عالي المعنوية (P=0.000) (الملحق 01، الجدول 01).



الوثيقة 09: نسبة الإنبات (GP%) لدى بذور الشمندر السكري واللفت والفجل بدلالة مستويات أملاح كلوريد الصوديوم (NaCl) في الوسط

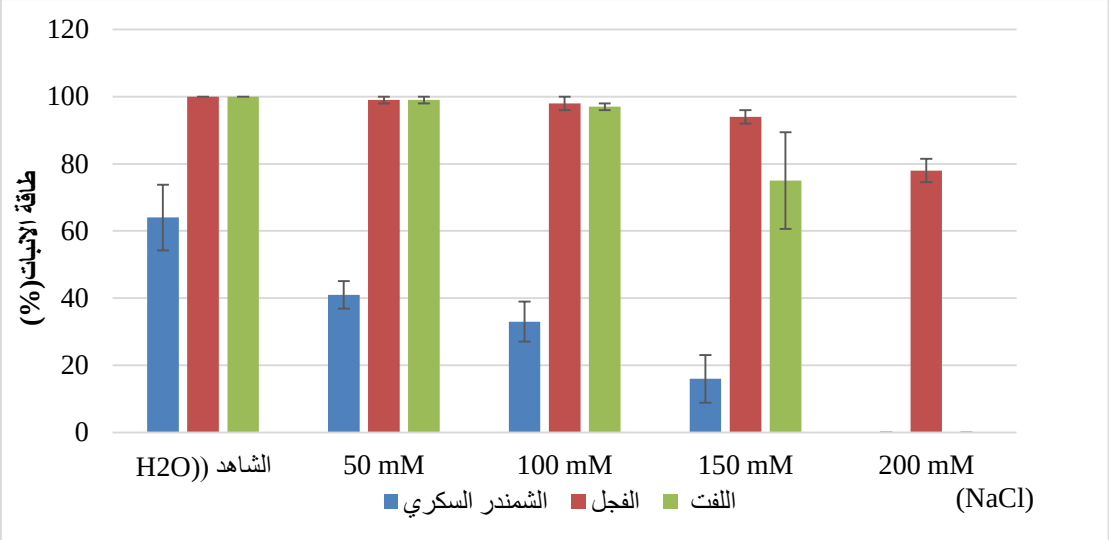
I-1-2 طاقة الإنبات % (GE %)

أكدت نتائج التحليل الاحصائي ANOVA أن تأثير عامل الملوحة على الأنواع الثلاثة المدروسة كان جد عالي المعنوية (P=0.000)، حيث نلاحظ من خلال (**الوثيقة 10**) ان أعلى نسبة متوسط طاقة الإنبات كانت عند بذور كل من الفجل واللفت عند المعاملة الشاهد بقيمة 100%، وسجلت بذور الفجل أدنى

نسبة متوسط الإنبات عند التركيز 200 mM بقيمة 78 %، كما شهدت بذور اللفت انخفاض أيضا في نسبة متوسط طاقة الإنبات عند التركيز 150 mM (70%)، كما انعدمت تماما عند المعاملة بالتركيز mM 200.

كما شهدت بذور الشمندر السكري تناقص في نسبة متوسط طاقة الإنبات كلما زاد تركيز أملاح كلوريد الصوديوم في الوسط حيث سجلت أعلى نسبة متوسط طاقة إنبات عند الشاهد بقيمةَ 65% وسجلت أقل قيمة 48% عند التركيز 150 mM، كما انعدمت تماما عند المعاملة بالتركيز 200 mM.

بناءا على نتائج تحليل التباين ANOVA تبين وجود اختلاف جد عالي المعنوية (P=0.000) لتأثير عامل الملوحة والنوع (الملحق 01، الجدول 02).

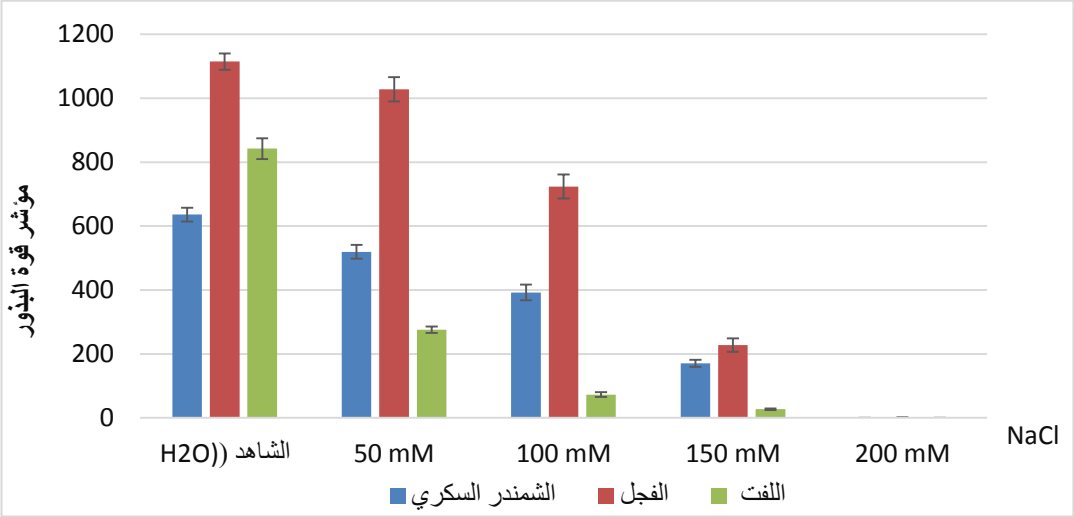


الوثيقة 10: طاقة الإنبات (GE %) لدى بذور الشمندر السكري واللفت والفجل بدلالة مستويات أملاح كلوريد الصوديوم (NaCl) في الوسط

I-1-3 مؤشر قوة البذور (SVI)

أكدت نتائج التحليل الاحصائي ANOVA أن تأثير عامل الملوحة على الأصناف الثلاثة المدروسة كان جد عالي المعنوية P=0.000، فنلاحظ من خلال **(الوثيقة 11)** انخفاض في متوسط مؤشر قوة البذور للأصناف الثلاثة كلما زاد تركيز أملاح كلوريد الصوديوم في الوسط حيث سجلت أعلى قيمة عند الأنواع الثلاثة عند العينات الشاهد: الشمندر السكري بقيمة 630 والفجل 1100 واللفت 840 وأدنى قيمة كانت عند التركيز 150 mM الشمندر السكري بقيمة 180 والفجل 220 واللفت 20، ثم انعدمت تماما للأنواع الثلاثة عند التركيز 200 mM.

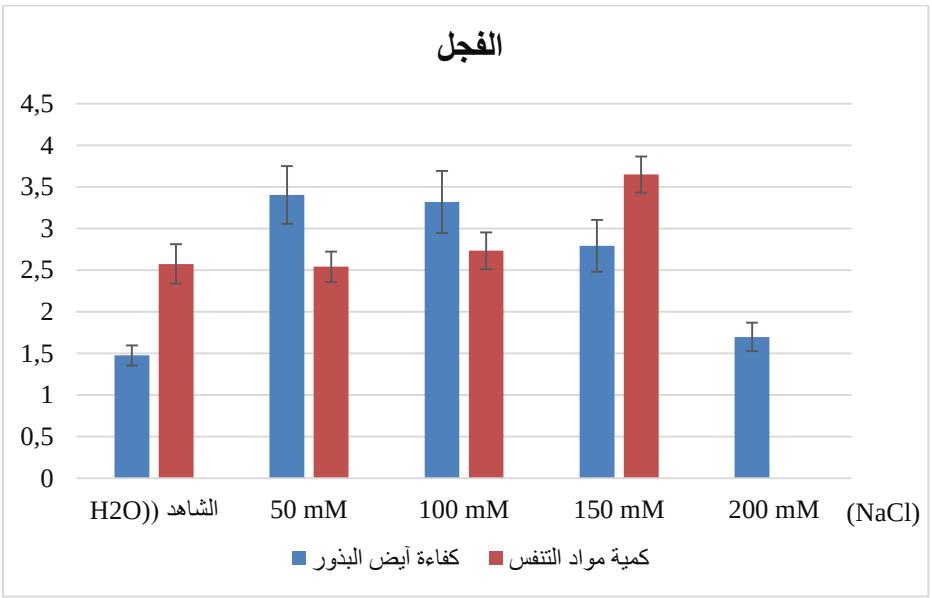
وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA تبين وجود اختلاف جد عالي المعنوية (P=0.000) لعامل الملوحة والأنواع والتداخل (النوع * الملوحة) (الملحق 01، الجدول 03).



الوثيقة 11: مؤشر قوة البذور (SVI) لدى الأنواع الثلاثة المدروسة بدلالة مستويات أملاح كلوريد الصوديوم (NaCl) في الوسط

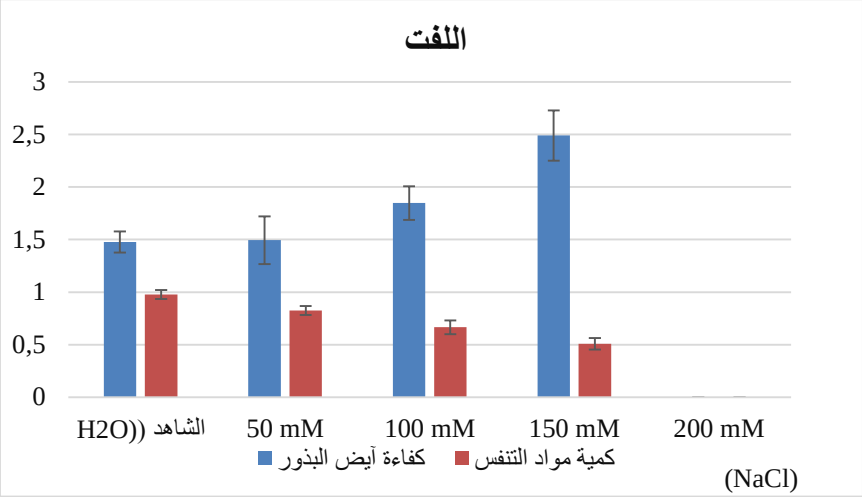
2-I تأثير الملوحة على كمية مواد التنفس (SMR) وكفاءة أيض البذور (SME)

أكدت نتائج التحليل الاحصائي ANOVA أن تأثير الملوحة على بذور الفجل كان جد عالي المعنوية P=0.000 (الملحق 02، الجدول 01، الجدول 02)، فنلاحظ من خلال **(الوثيقة 12)** عموما زيادة في كمية مواد التنفس (SMR) وكفاءة الأيض للبذور (SME) حيث سجلت أعلى قيمة على 3.5 عند التركيز mM 150 وأدنى قيمة 2.5 عند التركيز 50 mM وانعدمت تماما عند التركيز 200 mM، أما بالنسبة لكفاءة أيض البذور سجلت أعلى قيمة 3.2 عند التركيز 50 mM أدنى قيمة 1.5 عند الشاهد.



الوثيقة 12: كمية مواد التنفس (SMR) وكفاءة الأيض للبذور (SME) للفجل بدلالة مستويات أملاح كلوريد الصوديوم (NaCl) في الوسط

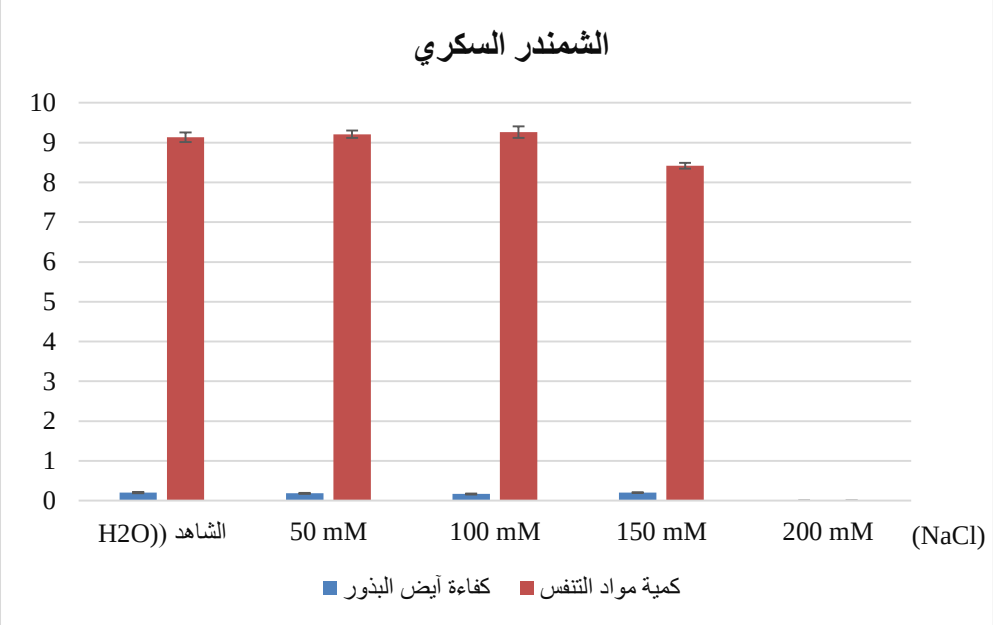
أكدت نتائج التحليل الاحصائي ANOVA أن تأثير الملوحة على بذور اللفت كان جد عالي المعنوية P=0.000 (الملحق 02، الجدول 03، الجدول 04)، فنلاحظ من خلال **(الوثيقة 13)** انخفاض في كمية مواد التنفس (SMR) كلما زاد تركيز كلوريد الصوديوم في الوسط حيث سجلت أعلى قيمة 1.9عند التركيز mM 150 وأدنى قيمة 0.4 عند التركيز 150 mM وانعدمت تماما عند التركيز 200 mM أما بالنسبة لكفاءة أيض البذور فنلاحظ زيادة كلما زاد تركيز كلوريد الصوديوم في الوسط حيث سجلت أعلى قيمة 2.5 عند التركيز 150 mM أدنى قيمة 1.5 عند الشاهد و التركيز 50 mM وانعدمت تماما عند التركيز 200 mM.



الوثيقة 13: كمية مواد التنفس (SMR) و كفاءة الأيض للبذور (SME) للفت بدلالة مستويات أملاح كلوريد الصوديوم (NaCl) في الوسط

أكدت نتائج التحليل الاحصائي ANOVA أن تأثير الملوحة على بذور الشمندر السكري كان جد عالي المعنوية P=0.000 (الملحق 02، الجدول 05، الجدول 06)، فنلاحظ من خلال **(الوثيقة 14)** ارتفاع في كمية مواد التنفس (SMR) عند التراكيز الأولى بقيمة 9 وأدنى قيمة 8.4 عند التركيز 150 mM وانعدمت تماما عند التركيز 200 mM أما بالنسبة لكفاءة أيض البذور فكانت شبه منعدمة.

وحسب نتائج تحليل التباين ANOVA تبين وجود اختلاف جد عالي المعنوية (P=0.000) لعامل الملوحة والنوع والتداخل (النوع * الملوحة) (الملحق 02، الجدول 07، الجدول 08).



الوثيقة 14: كمية مواد التنفس (SMR) وكفاءة الأيض للبذور (SME) لشمندر الأحمر بدلالة مستويات أملاح كلوريد الصوديوم (NaCl) في الوسط

I-3 تأثير الملوحة على خصائص نمو البادرات

I-3-1 طول السويقة (SHL)

يوضح **(الجدول 08)** تناقص في طول السويقة للأنواع النباتية الثلاثة المدروسة بزيادة تراكيز كلوريد الصوديوم (NaCl) في الوسط، حيث سجلت بادرات الفجل أعلى طول للسويقة عند الشاهد بقيمة 3.930cm وأدنى طول للسويقة عند التركيز 200 mM بقيمة 0.5150 cm، حسب دراسة تحليل التباين ANOVA تبين أن تأثير عامل الملوحة على طول السويقة كان جد عالي المعنوية (P=0.000) (الملحق 03، الجدول 01)، عند بادرات الفجل.

بالنسبة لبادرات اللفت والشمندر السكري فقد سجل أعلى طول للسويقة عند الشاهد: اللفت بقيمة 6.345cm والشمندر السكري بقيمة 3.930 cm وأدنى طول للسويقة عند التركيز 150 mM: اللفت بقيمة 0.2525cm والشمندر السكري 2.000 cm في حين كان طول السويقة معدوم عند التركيز 200 mM **(الجدول 08)**.

حسب دراسة تحليل التباين ANOVA تبين أن تأثير عامل الملوحة على طول السويقة كان جد عالي المعنوية (P=0.000) (الملحق 03، الجدول 02، الجدول 03)، عند بادرات اللفت، أيضا الشمندر السكري.

I-3-2 طول الجذير (RTL)

يوضح **(الجدول 08)** تناقص في طول الجذير لدى الأنواع الثلاثة المدروسة تحت تأثير عامل كلوريد الصوديوم في الوسط، حيث سجلت بذور الفجل أعلى طول للجذير عند الشاهد بقيمة 4.928 cm وأدنى طول عند التركيز 200 mM بقيمة 0.3200cm، حسب دراسة تحليل التباين ANOVA تبين أن تأثير عامل الملوحة على طول الجذير كان جد عالي المعنوية (P=0.000) (الملحق 03، الجدول 05).

بالنسبة لبادرات الشمندر السكري واللفت فقد سجلت أعلى طول للجذير عند الشاهد: الشمندر السكري بقيمة 2.835cm واللفت (2.080 cm) وأدنى طول للجذير عند التركيز 150 mM: الشمندر السكري بقيمة 1.563cm واللفت (0.08000 cm) في حين كان طول الجذير منعدما عند التركيز 200 mM **(الجدول 08)**.

حسب تحليل التباين ANOVA تبين أن تأثير عامل الملوحة على طول الجذير كان جد عالي المعنوية (P=0.000) (الملحق 03، الجدول 06، الجدول 07).

I-3-3 الطول الكلي للبادرة (TSL)

يوضح **(الجدول 08)** تناقص في الطول الإجمالي للبادرة بزيادة تركيز أملاح كلوريد الصوديوم في الوسط (NaCl) لدى الأنواع الثلاثة المدروسة، حيث سجلت بادرات الفجل أعلى طول للبادرة عند الشاهد بقيمة 11.147cm، وادنى طول عند التركيز 200 mM بقيمة 0.8350cm، حسب دراسة تحليل التباين ANOVA تبين أن تأثير عامل الملوحة على طول البادرة كان جد عالي المعنوية (P=0.000) (الملحق 03، الجدول 09).

بالنسبة لبادرات الشمندر السكري واللفت فسجلت أعلى طول للبادرة عند الشاهد: الشمندر السكري 6.765 cm واللفت 8.425 cm وأدنى طول للبادرة عند التركيز 150: الشمندر السكري 3.563 cm واللفت 0.3325 cm في حين كان طول البادرة معدوما عند التركيز 200 mM **(الجدول 08)**، حسب تحليل التباين ANOVA تبين أن تأثير عامل الملوحة على طول البادرة كان جد عالي المعنوية (P=0.000) (الملحق 03، الجدول 10، الجدول 11).

أكدت الدراسة الإحصائية ANOVA أن تأثير عامل الملوحة وعامل النوع وكذا التداخل (النوع*الملوحة) كان جد عالي المعنوية (P=0.000) (الملحق 03، الجدول 12).

الجدول 08: طول البادرة (TSL)، طول السويقة (SHL)، وطول الجذير(RTL)، والنسبة طول السويقة / طول الجذير(SHL / RTL) لدى بادرات أصناف الفجل واللفت والشمندر السكري المدروسة بدلالة مستويات أملاح كلوريد الصوديوم (NaCl) في الوسط

الأنواع	التراكيز NaCl (mM)	TSL (cm)	SHL (cm)	RTL (cm)	RTL / SHL
الشمندر السكري	الشاهد (H_2O)	6,765 ± 0,227	3,930 ± 0,139	2,835 ± 0,195	0,7571 ± 0,0554
	50	5,648 ± 0,240	3,905± 0,193	1,743 ± 0,104	0,4907 ± 0,0414
	100	4,510 ± 0,277	2,938± 0,180	1,573 ± 0,131	0,5487± 0,0331
	150	3,563 ± 0,232	2,000 ± 0,132	1,563 ± 0,103	0,8150± 0,0213
	200	0	0	0	0
قيمة P ومستوى التباين		0,000 جد عالي المعنوية	0,000 جد عالي المعنوية	0,000 جد عالي المعنوية	0,000 جد عالي المعنوية
الفجل	الشاهد (H_2O)	11,147 ± 0,257	6,220 ± 0,213	4,928 ± 0,247	0,8596 ± 0,0682
	50	10,278 ± 0,380	7,697 ± 0,280	2,580± 0,172	0,3431± 0,0243
	100	7,238 ± 0,377	4,700 ± 0,223	2,538 ± 0,223	0,5699 ± 0,0572
	150	2,303 ± 0,212	1,683 ± 0,174	0,6200 ± 0,623	0,4323 ± 0,0386
	200	0,8350 ± 0,0366	0,5150 ± 0,0222	0,3200 ± 0,0266	0,6587± 0,0638
قيمة P ومستوى التباين		0,000 جد عالي المعنوية	0,000 جد عالي المعنوية	0,000 جد عالي المعنوية	0,000 جد عالي المعنوية
اللفت	الشاهد (H_2O)	8,425± 0,326	6,345 ± 0,185	2,080 ± 0,200	0,3218 ± 0,0287
	50	2,7600± 0,0989	2,3750 ± 0,0838	0,3850 ± 0,0497	0,1718 ± 0,0252
	100	0,7350 ± 0,0731	0,6050± 0,0620	0,1300 ± 0,0187	0,1821 ± 0,0296
	150	0,3325 ± 0,0303	0,2525 ± 0,0365	0,08000 ± 0,00641	0,6375 ± 0,0620
	200	0	0	0	0
قيمة P ومستوى التباين		0,000 جد عالي المعنوية	0,000 جد عالي المعنوية	0,000 جد عالي المعنوية	0,000 جد عالي المعنوية
مصدر التباين		قيمة P و مستوى التباين			
النوع		0,000 جد عالي المعنوية	0,000 جد عالي المعنوية	0,000 جد عالي المعنوية	0,000 جد عالي المعنوية
الملوحة		0,000 جد عالي المعنوية	0,000 جد عالي المعنوية	0,000 جد عالي المعنوية	0,000 جد عالي المعنوية
النوع * الملوحة		0,000 جد عالي المعنوية	0,000 جد عالي المعنوية	0,000 جد عالي المعنوية	0,000 جد عالي المعنوية

القيم في الجدول: المتوسط ± الخطأ المعياري (SE)، حيث n=40

II- المناقشة

تعتبر مرحلة الإنبات من المراحل الحرجة في حياة النبات وتتمثل في مقدرة البذرة على إعطاء بادرة واستئناف نمو الجنين بعد توقفه عن النمو أو سكونه مؤقتا لحين تهيئ الظروف الملائمة للإنبات وتشمل عملية الإنبات عمليات طبيعية، وكيميائية وفسيولوجية حيوية (Bensaadi, 2011)، حيث يعتبر توفر الماء بكميات كافية ومتاحة من أهم ضروريات الإنبات فتركيز الملوحة الزائد في الخارج تعطل قدرة البذرة على امتصاص الماء الخارجي فلا يحدث الإنبات أو يكون بنسبة ضعيفة (Yon-bing et *al*., 2000).

لذا فأن مرحلة الإنبات ونمو البادرات من المراحل الحرجة في حياة النبات كما أن مقدرة البذور على الإنبات والنمو تعتبر من العوامل المحددة لإنتاجية المحاصيل، فالمحاصيل النامية تحت تأثير الملوحة تكون ذات إنتاجية منخفضة نتيجة انخفاض معدل إنبات بذور هذه المحاصيل، ولهذا فإنه من الضروري أن يكون مستوى الملوحة أقل من حدود مقاومة المحاصيل خلال مرحلة الإنبات وتكوين البادرات (الزويك، 2010).

تأثير الملوحة على خصائص الإنبات

تشير النتائج إلى أن هناك انعدام في نسبة إنبات بذور اللفت والشمندر السكري عند ارتفاع مستوى الملوحة أو زيادة تركيز ملح كلوريد الصوديوم عند التركيز 200mM مقارنة بالشاهد، مما يشير إلى الأثر الضار لملح كلوريد الصوديوم على النبات الموجود في وسط النمو (حسين، 2014)، إلا أن بذور الفجل سجلت انخفاض في متوسط نسبة الإنبات عند نفس التركيز (90%) وهدا قد يعود الى أن بذور الفجل تملك قدرة تحمل للملوحة معتبرة عن بذور اللفت والشمندر السكري في هذه المرحلة، أكدت الدراسة الإحصائية حسب نتائج التحليل الإحصائي ANOVA أن تأثير عامل الملوحة والنوع كان جد عالي المعنوية (P=0.000).

يرجع السبب في عدم إنبات البذور وتأخر نموها إلى أن امتصاص الماء من قبل بذور المحصول منخفض عند ارتفاع مستويات الملوحة. وذلك يسبب تقييد حركة الماء وقلة كميته الممتصة نتيجة لزيادة الشد الأسموزي الذي تسببه الملوحة، مما يؤدي إلى انخفاض في معدل إنبات البذور أو نتيجة لزيادة تركيز بعض العناصر مثل الصوديوم والكلور في البذور لحد السمية (الزويك، 2010).

وقد يعزى انخفاض نسبة الإنبات كذلك الى أن زيادة تركيز الملح يؤدي الى زيادة الجهد الأسموزي للوسط وبالتالي تثبيط أو منع دخول الماء الى البذور ومن ثم إعاقة سير التفاعلات الكيميائية التي تساعد الى الشروع بالإنبات أو الإسراع به كإنتاج الجبرلين، كما أن زيادة تركيز الأملاح وتراكمها في داخل البذرة

يكون ذو تأثير سمي فيثبط عمل الإنزيمات مما يؤدي الى إعاقة إنبات البذور من خلال التأثير في الأفعال الحيوية في الجنين والمرتبطة بعملية الإنبات (حسين، 2014).

كما وان للملوحة تأثير في نباتات المحاصيل خلال مراحل نموها المختلفة يتركز في تقليل كل من الإنبات وسرعته وبعض مؤشرات النمو والإنتاج كنتيجة لتأثير عدد من العمليات الحيوية المهمة (الموسوي،2001).

من خلال نتائج التحليل الإحصائي ANOVA أكدت أن تأثير عامل الملوحة على الأنواع الثلاثة المدروسة كان جد عالي المعنوية (P=0.000) وان متوسط طاقة الإنبات تتناقص كلما زاد تركيز الملوحة في الوسط عند كل من بذور الفت والشمندر السكري، أما بالنسبة لبذور الفجل تنخفض متوسط طاقة الإنبات عند 30 % مقارنة بالشاهد وقد يرجع ذلك الى أن بذور الفجل تملك مواصفات البذور السليمة والقدرة على تحمل الإجهاد الملحي.

حيث نجد أن هناك علاقة توافق بين نسبة الإنبات (**GP**) وطاقة الإنبات (**GE**)، أي أنه كلما انخفضت طاقة الإنبات وانخفضت معها نسبة الإنبات كذلك، كما قد يرجع انخفاض طاقة الإنبات الى سببين كما أشارت عالم (2017):

- عجز البذور على امتصاص الكمية اللازمة من الماء لإنتاشها في وجود تراكيز معتبرة من الأملاح .
- تسمم الجنين نتيجة للتراكيز المرتفعة لبعض الأيونات السامة مثل: الكلور.

أما بالنسبة لتحمل بذور الفجل تراكيز العالية من الملح قد يعود لاستجابتها للإجهاد الملحي حيث تستخدم آليات مختلفة للتخفيف من كلوريد الصوديوم مثل استيعاب شوارد الصوديوم عن طريق نقلها أو تخزينها في الخلايا النسيج البرانشيمية (Hajlaoui, 2007).

يعتبر مؤشر قوة البذور كمحدد لمستوى نشاط البذرة أثناء الإنبات، وكمؤشر للاحتمال الظهور السريع والكامل للبادرات (Mondo et *al*., 2013)، اتضح من خلال النتائج أن هناك علاقة طردية بين مؤشر قوة البذور والتراكيز (NaCl)، حيث انخفض متوسط مؤشر قوة البذور لأصناف الأنواع النباتية الثلاثة عند زيادة تركيز أملاح كلوريد الصوديوم في الوسط مقارنة بالعينات الشاهد، وذلك يعود الى التأثيرات الأسموزية السلبية للري بالماء المالح التي ينتج عنها اختلال في توازن جهد الماء داخل وخارج البذرة مما يسبب توقف أو تقليل امتصاص البذرة للماء ومن ثم التأثير السلبي في العمليات ذات الصلة بتوفير المغذيات ونمو الجنين وتطوره وحدوث السمية الأيونية إذ من الممكن أن تكون مكونات الملح والأيونات سامة للجنين ولاسيما أيون الصوديوم مما ينعكس سلبا على قوة إنبات البذور وبزوغ البادرات

(سعودي،2017). كما يمكن اعتبار تأثير مستويات الإجهاد الملحي على قوة البذور كمتغير مستقل عن نسب الإنبات، فتناقص مؤشر قوة البذور لا يعني بالضرورة أن نسب الإنبات غير تامة.

تأثير الملوحة على كمية مواد التنفس (SMR) وكفاءة أيض البذور (SME)

ذكر Hajlaoui et *al.*, (2007) أن خلال عملية الإنبات يتم انتقال المدخرات بعد تحللها إلى الجنين ثم إلى البادرة لتستعمل كمادة أيض وإنتاج الطاقة اللازمة للنمو وتشكل أعضاء النبات ليصبح ذاتي التغذية. كما يعبر نشاط الاستقلاب الخلوي من العمليات المهمة والحاسمة لعملية الإنتاش البذور (Bewley et *al.*, 2013; Cheng *et al.*, 2013).

وعلى ضوء النتائج التي تحصلنا لكل من كمية مواد التنفس وكفاءة أيض البذور نلاحظ اختلاف بذور أنواع المحاصيل فيما بينها وكذلك للإجهاد الملحي المطبق عليها الذي يؤثر في عملية التنفس فيزيد من استهلاك الطاقة على شكل ATP (باقة، 2010)، ومن ناحية أخرى يعيق حركة واستعمال المواد اللازمة لإنتاج البادرات من خلال التأثير على الأنشطة الإنزيمية الضرورية لهذه التفاعلات؛ حيث أنه هناك مستوى عتبة للهدراتية ومن أجل اصطناع أنزيمات الإماهة المسؤولة على تحلل المواد المخزنة حيث تستعمل نواتج الإماهة لبناء أنسجة البادرة، كما تؤدي الى عرقلة استقلاب المدخرات البذرية ونمو الجنين؛ ففي في بداية الإنتاش يتم اصطناع الإنزيمات وتغير النمط الأيضي، لكن الملوحة تعمل على إعاقة بناء المواد الأيضية النوعية المطلوبة للإنبات (Ramagopal, 1990; Pessarakli et *al.*, 2011).

تأثير الملوحة على خصائص نمو البـادرات

بينت النتائج التي حصلنا عليها انخفاض متوسط طول السويقات للأنواع النباتية الثلاثة المدروسة بزيادة تراكيز كلوريد الصوديوم (NaCl) في الوسط، إذ أن سبب هذا انخفاض يعود لزيادة الضغط الحلولي في الوسط مع زيادة تراكيز الملوحة التي تلعب دورا في تناقص متوسط أطوال السويقات (العوض، 2014).

حسب النتائج وتحليل التباين ANOVA تبين أن تأثير عامل الملوحة على طول الجذير كان جد عالي المعنوية (P=0.000) في الأنواع المدروسة، فزيادة تركيز الأملاح الذائبة في الوسط يؤدي الى زيادة قيمة الجهد الأسموزي فيصبح الشد الأسموزي أكثر سالبية، وكلما زاد جهد ماء الوسط تنقص قوة امتصاص البذور للماء، كما أن زيادة تركيز الأيونات السامة لاسيما أيون الصوديوم في وسط النمو يسبب ضعف أداء البادرات البازغة وتطورها وانعكاس ذلك سلبا على النمو وما يؤكد ذلك هو انخفاض متوسطي صفتي طول الجذير وطول الرويشة بزيادة مستويات الإجهاد الملحي في وسط الإنبات (سعودي،2017).

أكد الموسوي (2001) أن الملوحة تؤثر على نمو النباتات من خلال نمو المجموع الجذري والخضري للنباتات، كما أن زيادة جهد الأملاح في محمول التربة يسبب إخلال في العمليات الفسيولوجية للجذر وبالتالي يسبب انخفاض في عمليات امتصاص الماء والمغذيات، كما يحدث موت للنباتات يبدأ بالقمم النامية للجذور ويمتد إلى باقي أنسجة الجذر(حسن،2003).

بالنسبة للطول الكلي للبادرة نجد انه كذلك من خلال ما تحصلنا عليه من نتائج للكل من اللفت والشمندر السكري والفجل أنها تأثر عند زيادة التركيز الملحية حيث أدت الى التقليل من الطول الكلي مقارنة بالشاهد. وذلك راجع كما أشار سعودي (2017) الى توقف نمو البادرات الناتج عن تراكم الأيونات السامة مثل أيونات Na^+ وأيونات Cl^- في أنسجة للبادرات البازغة، وتأثيرها السلبي على نقص انقسام واستطالة الخلايا الداخلة في تكوين المحاور الجنينية الأمر الذي أدى إلى إعطاء بادرات ضعيفة تنمو وتتطور بشكل بطيء، بسبب نقص تراكم المواد الغذائية في أنسجة البادرات وانعكاس ذلك سلبا على نموها (حسن ،2003).

الخلاصة العامة

الخلاصة العامة

إن الاجهاد الملحي هو احد أهم الإجهادات الفسيولوجية ومن أهم المشاكل والعوائق التي يعاني منها القطاع الزراعي وذلك لما لها من آثار سلبية على إنبات ونمو البادرات لأغلب أنواع المحاصيل الزراعية، وكما يؤثر كذلك في مراحل النمو الأخرى نتيجة تجمع أو تراكم الاملاح الذائبة بدرجة تفو ق معدلاتها الطبيعية في التربة، كما تختلف درجة تأثيرها من نوع لآخر ومن صنف لآخر .

ومن هذا المبدأ أجريت دراستنا على ثلاثة أنواع من المحاصيل الجذرية اللفت *Brassica rapa* (*var. rapa* L.) صنف Marteau والشمندر السكري (*Beta vulgaris* L.) صنف Koala، والفجل (*Raphanus sativus* L.) صنف National، حيث تهدف دراستنا إلى معرفة مدى تحمل هذه الأنواع للملوحة واستجابتها لتراكيز المتزايدة من أملاح كلوريد الصوديوم NaCl (50، 100، 150 و 200 mM) في الوسط، حيث تطرقت دراستنا الى عدة معايير مورفولوجية و فيسيولوجية.

أما بالنسبة لتأثير الإجهاد الملحي على الأنواع النباتية الثلاثة المدروسة فقد أظهرت النتائج المتحصل عليها تباينا في استجابة هذه الأنواع للإجهاد الملحي، أوضحت النتائج أن المعاملات الملحية المختلفة أثرت سلبا على الإنبات وخصائصه تبعا لدرجة التركيز الملحي مقارنة بالشاهد.

- بينت النتائج انخفاض في نسبة الإنبات (GP) تبعا لدرجة التركيز الملحي مقارنة بالشاهد الذي سجل نسبة 100% لكل من الفجل واللفت و95% لشمندر السكري ،كما سجلنا انعدام الإنبات عند كل من بذور اللفت والشمندر السكري عند تركيز 200 mM وتراجع بسيط عند بذور الفجل (90%)عند نفس التركيز.
- كما شهدت الأنواع الثلاثة تناقص في نسبة متوسط طاقة الإنبات كلما زاد تركيز أملاح كلوريد الصوديوم في الوسط حيث سجلت أعلى نسبة متوسط طاقة إنبات عند الشاهد بقيمةَ 100% في اللفت والفجل ،وانعدمت تماما عند المعاملة بالتركيز 200 mM عند اللفت والشمندر السكري.
- بالنسبة لمؤشر قوة البذور (SVI) لدى الأنواع الثلاثة المدروسة بدلالة مستويات أملاح كلوريد الصوديوم (NaCl) في الوسط، تناقصت قيم مؤشر قوة البذور تناقص تدرجيا بتزايد تراكيز الملح في الوسط ووصلت الى أدنى قيمة عند اللفت 50 والشمندر السكري 190 والفجل 240 عند التركيز 150 mM وانعدمت هذه القيم كليا عند اعلى تركيز 200 mM.
- أما بالنسبة لكمية مواد التنفس (SMR) و كفاءة الأيض للبذور (SME) بدلالة مستويات أملاح كلوريد الصوديوم (NaCl) في الوسط نجد تناقصت SMR وزيادة SME بزيادة التركيز الملح عند اللفت وتنعدم القيمتين عند اعلى تركيز 200 mM، اما عند الشمندر السكري كمية SMRكانت كبيرة تناقصت قليلا عند زيادة التركيز مقارنة بالشاهد، اما كمية SME كانت ضئيلة حيث انعدمت القيم عند اعلى تركيز

كذلك، أما بالنسب لنبات الفجل كمية SMR وSME ارتفعت بزيادة التراكيز الملحية مقارنة بالشاهد وسجلت أعلى قيمة عند تركيز 150 mM و100 mM على التوالي ثم وانعدمت عند اعلى تركيز SMR و SME تناقصت الى 1.8 واكثر من الشاهد 1.5.

- يفسر انعدام الإنبات عند النوعين اللفت والشمندر السكري بالتأثير السلبي والسام للإجهاد الملحي على المحاور الجنينية وبالتالي على إنبات ونمو البادرات وهذا راجع لأن التراكيز العالية من أملاح كلوريد الصوديوم (NaCl) تأثر على البذور عن طريق الحد من امتصاص الماء وتقييد حركته وبالتالي الحد من عملية التحلل المائي الاحتياطيات الغذائية المخزنة ، وبالتالي يكون انتقالها الى محاور الجنين جد محدود مما يؤخر أو يمنع عملية الإنبات. أما بنسبة تحمل بذور الفجل تراكيز العالية من الملح قد يعود لاستجابتها للإجهاد الملحي حيث تستخدم آليات مختلفة للتخفيف من كلوريد الصوديوم .

- كذلك بالنسبة خصائص النمو: طول السويقة والجذير والطول الكلي للبادرة، سجلت الأنواع الثلاث تراجع في الأطوال بزيادة التراكيز الملحية، حيث بين تحليل التباين ANOVA تأثير عامل الملوحة على طول كان جد عالي المعنوية (P=0.000).

- سجلت بادرات الفجل أعلى SHL عند الشاهد بقيمة 3.930cm وأدنى طول للسويقة عند التركيز 200mM، وبالنسبة لبادرات اللفت والشمندر السكري فقد سجل أعلى SHL عند الشاهد: اللفت بقيمة 6.345cm والشمندر السكري بقيمة 3.930cm وأدنى طول للسويقة عند التركيز 150 mM: اللفت بقيمة 0.2525cm والشمندر السكري 2.000cm في حين كان SHL معدوم عند التركيز 200 mM.

- كما حدث تناقص في RTL لدى الأنواع الثلاثة المدروسة تحت تأثير عامل كلوريد الصوديوم في الوسط، حيث سجلت بادرات الفجل أعلى طول للجذير عند الشاهد بقيمة 4.928cm وأدنى طول عند التركيز 200 mM بقيمة 0.3200cm، بالنسبة للبادرات الشمندر السكري واللفت فقد سجلت أعلى RTLعند الشاهد: الشمندر السكري بقيمة 2.835cm واللفت 2.080 cm وأدنى طول للجذير عند التركيز 150 mM: الشمندر السكري بقيمة 1.563cm واللفت 0.08000 cm في حين كان RTL منعدما عند اعلى تركيز.

- تناقص في الطول الإجمالي للبادرة (TSL) بزيادة تركيز أملاح كلوريد الصوديوم في الوسط (NaCl) لدى الأنواع الثلاثة المدروسة، حيث سجلت بادرات الفجل أعلى TSLعند الشاهد بقيمة 11.147cm، وأدنى طول عند التركيز 200 mM بقيمة 0.8350 cm، بالنسبة لبادرات الشمندر السكري واللفت فسجلت أعلى طول للبادرة عند الشاهد: الشمندر السكري 6.765 cm واللفت 8.425 cm وأدنى طول للبادرة عند التركيز 150: الشمندر السكري 3.563 cm واللفت 0.3325 cm في حين كان TSL معدوما عند التركيز 200 mM ، وهذا راجع لزيادة تركيز الأيونات السامة لاسيما أيون الصوديوم في وسط النمو يسبب ضعف أداء البادرات البازغة وتطورها وانعكاس ذلك سلبا على النمو.

على الأغلب أظهرت بذور الفجل تحملا للإجهاد الملحي أثناء مرحلة الإنبات وعليه نوصي باستغلالها وزراعتها في الأراضي العالية الملوحة لما لها من خصائص إيجابية وقدرة تحمل لأملاح كلوريد الصوديوم (NaCl).

قائمة المراجع

قائمة المراجع

- الحسن أ، ع م. (2003). انتاج الخضر الكرنبية والرمرامية. سلسلة محاصيل الخصر: تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة. دار العربية للنشر والتوزيع. القاهرة. مصر. ص:196-180.
- الزويك س. م.،(2010)- دراسة تأثير مستويات مختلفة من الملوحة على مرحلة الإنبات والأطوار اللاحقة لبعض المحاصيل الحقلية. المجلة الأفريقية للعلوم البيولوجية ،المجلد 6(3):61-72.
- السعدي ر. ك.، (2013) - التأثير الوراثي الخلوي للمستخلص المائي الخام لجذور نبات الفجل *Raphamus sativus* L. على خلايا القمم النامية لجذور البصل. Allium *Cepa* L. مجلة جامعة النهرين - العلوم - المجلد 16، العدد 1، بغداد، ص12-19.
- الشحات نصر أبو زيد. (2000) .الهرمونات النباتية و التطبيقات الزراعية، الدار العربية للنشر و التوزيع القاهرة الشحات، ن. أ. 1990،2000. القاهرة. مؤسسة عز الدين للطباعة و النشر . مصر .ص :485-539.
- الصعيدي السيد حامد (2005) تربية النباتات تحت ظروف الاجهادات المختلفة والموارد الشحيحة ((Low inputو أسس الفسيولوجية لها دار النشر للجامعات – مصر جامعة طنطا الطبعة الأولى.
- العبيد ن م.، (2015) - دراسة تصنيفية حياتية لضرب*vulgaris Beta var. saccharifera* من العائلة الرمرامية Chenopodiaceaeفي صالح الدين- العراق. مجلة تكريت للعلوم الصرفة .20(1). ص:80-81.
- العبيدي ن.، رمضان ن أ.، (2008) - مقاومة الفطريات المعزولة من بذور البنجر السكري كيمياويا وبيولوجيا. مجلة تكريت للعلوم الصرفة، مجلد15، عدد (1). ص:50.
- العودة .أ .ش .، 2007.تقويم أهمية التحريض و طبيعته في تحسين تحمل بعض السلالات النباتية .جامعة دمشق، ص 36
- العوض د.،(2014)- تأثير الملوحة (NaCl) في إنبات البذور ونمو البادرات المزروعة في المختبر لصنفين من نبات فول الصويا [*Glycine max* (L) Merr.] . مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد((36) العد(6).ص :1-11.
- الكنيتين والامينوغرين النامي تحت الإجهاد الملحي، رسالة ماجستير، جامعة قسنطينة.
- المسعودي ر.، الشمري خ.، (2017) - دراسة مظهرية لحبوب اللقاح والبذور لثمانية انواع من العائلة الصليبية (Cruciferae) في العراق. مجلة بغداد للعلوم، مجلد 14 .(4)ص:669-670.
- الموسوي ن. س.،(2001)- تأثير مستويات الملوحة وفترات الري في نمو نبات الحنطة، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة القادسية.

- الهلال ، ع ا، (2000)-فسيولوجيا النبات تحت إجهاد الجفاف والملوحة ، جامعة الملك سعود ،عمادة شؤون المكتبات ،الرياض.
- الوهيبي محمد. (1999). التغذية المعدنية في النباتات، النشر العلمي والمطابع، جامعة الملك سعود، ص 196-202.
- باقة م., (2010). مطبوعات السنة الثالثة بيولوجيا وفيزيولوجيا النبات، الإجهاد الممحي، جامعة قسنطينة .
- باقر .ج. هـ.ر.، 2012. تأثير مراكز مختلفة من الملوحة والتلوث بالرصاصفي بعض الصفات الطبيعية لشتلات الباذنجان *Solanum melongena* صنف برشلونة، مجلة جامعة كربلاء العلمية المجلد 10، العدد3 ،ص 73-78
- بوروينة ع.، (1990)- مغلفات البذور علن التقسيم النباتي، ديوان المطبوعات الجامعية، جامعة الهواري بومدين، الجزائر. ص :280.
- جاسم الجدي ع.، (1998). تملح التربة الزراعُة. مجلة الخسفجي، المملكة العربية السعودية، العدد الثاني ص: 18-20.
- حبه أ.، بنيد ص.، مزعل ش.، عبد الرسول أ.، (2017) - دراسة تأثير بعض العزالت الفطرية على انبات بذور الفجل *Ruphanus sativus* . مجلة علوم المستنصرية، المجلد 22 (1). ص:36-37.
- حراث ن.، (2003)دراسة وراثة التحطيم الخاوي وسرعة فقد الماء الورقي عند القمح الصلب. رسالة ماجيستير، جامعة قسنطينة، ص -3ص.5
- حسن أ. ع .،(2003)-إنتاج الخضر. مركز جامعة القاهرة .437 ص.
- حسن أ. ع.، (2006) - إنتاج الفجل. شركة وادي النيل للتنمية الزراعية لمشروع الشمس هيئة كير الدولية المعونة الأمريكية، مصر، 16ص.
- حسن ع .أ.،(1991)- إنتاج محاصيل الخضر. الطبعة الأولى .الدار العربية للنشر والتوزيع .القاهرة .437 ص.
- حسين ج.،(2023)- دراسة اقتصادية لتقدير استجابة العرض لمحصول بنجر السكر في مصر. المجلة المصرية للإقتصاد الزراعي ، مجلد 33 العدد 1.ص:21-23.
- حسين ه .،(2014)- تأثري مستويات مختلفة من الملوحة في إنبات ونمو بذور الخيار *Cucumis sativus*. مجلة المثنى للعلوم الزراعية، العدد 1، المجلد 3، 11 ص.
- حماد م، (2015) - دراسة تأثير الرش بمستخلص هيومكس(أي ان تي) على نمو وانتاجية نبات الفجل *Ruphanus sativus* L. مجلة الإسكندرية للتبادل العلمي- مجلد ٣٦ العدد (2). ص:292-293.

- خلف أ.، الحديدي ي.، هجيج ج.، (2021) - دراسة بعض الخواص الفيزيوكيمياوية لمسحوق وزيت بذور الفجل الأحمر *Ruphanus sativus* L. مجلة سامراء للعلوم البحتة والتطبيقية. المجلد 3(3):64-71.
- رقية ن.، الجداوي س.، عاقل س.، (2008)- تاثير منشأ بذار الشوندرالسكري في إنتاجية البذور ونوعيتها . مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية. سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (30) العدد (1). ص:220-230.
- سارة معارفية.(2009): تأثير الاجهاد الملحي علي التوازن الهرموني لدي المحاصيل الحقلية, مذكرة لنيل الماجستير .-جامعة قسنطينة
- سعودي ا .ح.،(2017)-تأثير معاملات التنشيط تحت الإجهاد الملحي في حيوية وقوة بذور فول الصويا. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية، مجلد (15) ،عدد(1) :111-130.
- شايب غ .،2012. شروط و مصير تراكم البرولين في الأنسجة النباتية تحت نقص الماء : إنتقال صفة التراكم إلى الأجيال . مذكرة دكتوراه، جامعة منتوري قسنطينة ، 236ص .
- ضيف ع م .،(2016)- دراسة اقتصادية لإنتاج وتصنيع سكر البنجر بمحافظة الشرقية. المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي.المجلد 26(1).ض: 395-396.
- عالم س.، (2017) - استجابة باذرات القمح الصلب (*Triticum durum* Desf) للإجهاد الملحي ومعاكسة تأثيره الضار بالأوكسين.مذكرو ماجستير، جامعة منتوري، قسنطينة .84ص.
- عبد الجواد، م. (2002). بنجر السكر. مركز البحوث العلمية وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي. جمهورية مصر العربية.
- عبود ل.، (2004) - دراسة تأثير عامل الحرارة والموقع الزراعي على إنتاجية الشوندر السكري ودرجة حلاوته. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم الزراعية المجلد (26) العدد (2). ص:103-104.
- عزام ح.، (1977) أساسيات إنتاج المحاصيل الحقلية .محاصيل الحبوب والحقول– دمشق. - تعريف الملوحة
- علي آ. م.، عبيد ه. ح.، بركات ن. ط.، حسن أ. ع.، عباس ز. ع.، (2010) - التأثير السمي للمستخلص المائي لجذور نبات الشلغم في الخلايا السرطانية خارج الجسم الحي. المجلة العراقية للعلوم، المجلد 51، العدد4. ص:5550-551.
- عمراني ن. (2005). النمو الخضري والتكاثري المحتوى الكيميائي للفول المعامل بمنظمي النمو

- عمرانـــي ن.، (2006) النموالخضـــري والمحتـــوى الكيميـــائي للفـــول(*vicia faba*) الصـــنف (Aquadulce) المعامـــل بمنظمـــي النمـــو للكينيتـــين والأمينـــوغرين 2 النـــامي تحـــت ظـــروف الإجهاد الملحي –جامعة قسنطينة.
- عمرانـــي ن.، (2006) النمـــو الخضـــري والمحتـــوى الكيميـــائي للفـــول(*vicia faba*)الصـــنف (Aquadulce) المعامـــل بمنظمـــي النمـــو للكينيتـــين والأمينـــوغرين النـــامي تحـــت ظـــروف الإجهاد الملحي –جامعة قسنطينة.
- عولمي ع.،2010. المساهمة لدراسة تباين المحتوى المائي النسبي درجة حرارة الغطاء النباتي و البنية الورقية للجيل الثالث عند القمح الصلب *Triticum durum* Desf مذكرة ماجستير، جامعة فرحات عباس سطيف ، 190ص .
- عوينات م وآخرون، 2018. أثر الملوحة على الإنبات والإنتاجية لبعض أصناف قمح الواحات k(Blé oasiens)جامعة حمه لخضر الوادي، ص 11,12,20.
- فرشة عز الدين. 2001 .دراسة تأثير الملوحة على نمو و انبات القمح الصلب Triticum durum Desf وامكانية معاكسة ذلك بواسطة الهرمونات النباتية (الكينيتين،GA3،AIA) رسالة ماجيستير فيزيولوجيا النبات كلية علوم الطبيعة و الحياة . جامعة منتوري قسنطينة.
- محبط ط .، (2002) فسيولوجيا الإجهاد، كلية الز ارعة جامعة المنصورة، ص 2-17.
- مسعود إ.(2018)-الشمندر السكري *Beta vulgaris* L. V. saccharifera. محاضرة التاسعة . - كلية الهندسة الزراعية أساسيات المحاصيل الحقلية و إنتاجها/السنة الثانية. جامعة حماة .سورية .ص:1-21.
- منغور.س، بوسنة.أ، زلاقي.ز، (2006). تأثير نقص الماء على الخصائص المورفولوجية و منظمات الأسموز خلال مراحل دورة حياة النبات عند 10أصناف من القمح الصلب، بحث لنيل شهادة الدراسات العليا (DES) في فيزيولوجيا النبات جامعة قسنطينة.
- مهنـا أ .، حـاج قاسـم أ.، العـش أ.، الشـويري ا.، يوسـف س.،(بـدون سـنه)- الفيروسـات التـي تصـيب المحاصيل السكرية / الفيروسات التي تصيب محصولي الشوندر السكري/البنجر وقصب السكر.الجمعية العربية لوقاية النبات .ص:433-460.
- هـاملي ص.، (2003)، دراسـة اسـتجابة بـاذ ارت القمـح الصـلب (*Triticum durum Desff*) للإجهاد المائي والعلاقة مع تصرف النبات في الميدان ، رسالة ماجيستير، ص.
- وكالـة الإرشـاد والتكـوين الفلاحـي، (2021)-زراعـة اللفـت السـكري. وزارة الفلاحـة والمـوارد المائيـة والصيد البحري.الجمهورية التونسية .42 ص.

المراجع الأجنبية

- Akhlaghi, M., & Bandy, B. (2010). Dietary broccoli sprouts protect against myocardial oxidative damage and cell death during ischemia-reperfusion. *Plant Foods for Human Nutrition*, *65*, 193-199.
- Almansouri M., Kinet J. M., and Lutts S., (2001). Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum Desf.*) .Plant and soil.23:243-254.
- Almohammed F. (2017) - Application Des Electrotechnologies Pour Une Valorisation Optimisée De La Betterave A Sucre Dans Un Concept De Bioraffinerie. Thèse De Doctorat. Université De Technologie De Compiègne. Sorbonne Universités. Syrie.P:11-12.
- Amur a. H. Al – juboori shamil. Y. H. Al-hamdani merwa. M. Hamdon.(2019).. Effect of sowing date on growth and yield of four radish (*Raphanus Sativus* L.) Varieties. mesopotamia j. Of agric. Vol. (47) no. (2). p:96-9.7
- Ankita S., Prasad K. 2015. Characterization of dehydrated functional fractional radish leaf powder. Scholar Research Library. N:7(1), India, p269-279.
- Arzate, A. (2005) - Extraction Du Sucre De Betterave. Centre De Recherche, De Développement Et De Transfert Technologique En Acériculture (Le Centre ACER Inc.). Saint-Norbert d'Arthabaska.P:6-9.
- Ayuso-Calles, M., Flores-Felix, J. D., & Rivas, R. (2021). Overview of the Role of Rhizobacteria in Plant Salt Stress Tolerance. Agronomy 2021, 11, 1759.
- Ayuso-Calles, M., Flores-Felix, J. D., & Rivas, R. (2021). Overview of the Role of Rhizobacteria in Plant Salt Stress Tolerance. Agronomy 2021, 11, 1759.
- Aziz, F. M., & Hassan, D. H. (2020). Radish juice promote kidney stone deposition in ethylene glycol-induced urolithiasis in rats. Cihan University-Erbil Scientific Journal, 4(1), 57-61.
- BÃNULS, J., LEGAZ, F. & PRIMO-MILLO, E., 1990. Effect of salinity on ion content, water relations and gas exchange parameters in some scion-rootstock combinations. J. Hort. Sci. 65, 714-724.
- Base de Données Nomenclaturale de la Flore de France (BDNFF). Tela Botanica. *Raphanus sativus* L.(consultée 03/05/2023).
- Bell, D. T. (1999). Australian trees for the rehabilitation of waterlogged and salinity-damaged landscapes. *Australian Journal of Botany*, *47*(5), 697-716.
- Bensaadi N. -(2011) Effet du stress salin sur l'activité des α-amylases et la remobilisation des réserves des graines d'haricot (Phaseolusvulgaris L.) en germination. Mémoire de magistère. Université d'Oran

- 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.
- Bewley, J., Bradford, K., Hilhorst, H., Nonogaki, H., (2013). Physiology of development, germination and dormancy. New York: Springer eBooks.
- *Brassica rapa subsp. sylvestris (Lam.) Janch.* (2023). Gbif.org. https://www.gbif.org/species/3042720
- BRUGNOLI, E. & BJORKMAN, O., 1992. Growth of cotton under continuous salinity stress: influence on allocation pattern, stomatal and non-stomatal components of photosynthesis and dissipation of excess light energy. Planta 128, Ecolepolytechniquefédérale de Lausanne, 23 p .
- Cheng, X., Cheng, J., Huang, X., Lai, Y., Wang, L., Du, W., Wang, Z.,Zhang, H., (2013). Dynamic quantitative trait loci analysis of seed reserve utilization during three germination stages in rice.
- Denton, O., Schippers, R., Oyen, L., & Siemonsma, J. (2004). Ressources végétales de l'Afrique tropicale 2 Légumes.
- Didier, A. (2013) - Modélisation De La Croissance, Des Relations Sources-Puits Et Du Rendement En Sucre De La Betterave Sucrière (*Beta Vulgaris* L.) Sous Des Régimes Contrastés De Nutrition Azotée. Thèse De Doctorat. L'Institut Des Sciences Et Industries Du Vivant Et De l'Environnement (Agroparistech). Paris.P:27-29.
- Djennade N H et al., 2019, Effets de la salinité sur la germination des graines de Peganum harmala , diplôme de Master, Université MOHAMED BOUDIAF - M'SILA ,p 19,22
- Dutuit P., Pourrat Y., Dutuit J M. (1994). La notion de stress de la cellule et effet de la
- 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.
- Elliott, M. C., & Weston, G. D. (1993). Biology And Physiology of The Sugar-Beet Plant. The Sugar Beet Crop, 37–66. Doi :10.1007/978-94-009-0373-9_2
- Ernest D.S., Erwinbk., Muller H., 2002. Plant ecology, ISBN, spring verlag Berlin Heidelberg, New York. 6p. espèces ornementales, Tropicultura,Vol.23. P220-225. développement. Ed.

- Fernandes, F., Valentão, P., Sousa, C., Pereira, J. A., Seabra, R. M., & Andrade, P. B. (2007). Chemical and antioxidative assessment of dietary turnip (*Brassica rapa* var. rapa L.). *Food Chemistry*, *105*(3), 1003-1010.
- GASMI, A. A., 1998. Effect of salinity on growth proline accumulation chlorophyll content during vegetative growth, flowering and seed formation of *Brassica Juncea* L. Agric. Sci, Vol. 10 (2):145.
- GEVES (Groupe d'Etude et de contrôle des Variétés et des Semences Domaine de La Boisselière). (1995) - Description et classification des variétés de Radis. Fiches descriptives et classification des variétés de Radis inscrites au catalogue officiel français plantes potagères en 1994 Mise à jour 1995. Édité La Minière, 78285 GUYANCOURT cedex,France .p:1-2.
- Guignard G. L. (1998). Botanique 11eme edition. Masson, Paris. France. 144-159 .
- Gutiérrez, R. M. P., & Perez, R. L. (2004). *Raphanus sativus* (Radish): their chemistry and biology. TheScientificWorldJournal, 4, 811-837
- Hajlaoui, H., Denden, M., & Bouslama, M. (2007). Etude de la variabilité intraspécifique de tolérance au stress salin du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) au stade germination. Tropicultura, 25(3), 168-173
- Hamdoud N, 2012, Effet de stress salin sur la croissance et la physiologie de la féverole (*Vicia faba* L), Diplôme de Magister, Ecole nationale supérieure qgrono,iaue El-harrach –Alger,p6,7,11.
- Hussain et al., 2019. Benadjaoud, A., Dadach, M., El-Keblawy, A., & Mehdadi, Z. (2022). Impacts of osmopriming on mitigation of the negative effects of salinity and water stress in seed germination of the aromatic plant Lavandula stoechas L. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, *31*, 100407.
- Ibrahim. M. M ., Amin.E ., Farag A.,(2008)- Farm Machinery And Developing A Multi Purpose Digger For Harvesting Root Crops. Misr J. Ag. Eng., 25(4): 1225-1239.
- Iyengar and Reddy, 1996) Safdar, H., Amin, A., Shafiq, Y., Ali, A., Yasin, R., Shoukat, A., ... & Sarwar, M. I. (2019). A review: Impact of salinity on plant growth. *Nat. Sci*, *17*(1), 34-40.
- Jones H G., Flowers T J., Jnoes M B. (1989). Plants under stress. Cambridge ,
- Jouyban Z., 2012. The effects of salt stress on plant growth .Technical Journal of engineering and applied sciences. Iran, p 1-4.
- Kafi M., and Goldani M., (2001). Effect of water potential and type of osmoticum on seed germination of three crop species of wheat . sugarbeet and

chickpea. Agric .Sci and Tech. 15:121-33. levels and nitrogen sources under different soil moisteur regines. Desertinste. Bull. Egypt

- Kamh R. N. (1996). Sol salinity, Ph and redox potenttial as influence by organic matter Ayuso-Calles, M., Flores-Felix, J. D., & Rivas, R. (2021). Overview of the Role of Rhizobacteria in Plant Salt Stress Tolerance. Agronomy 2021, 11, 1759.
- Khider, S., Abd El-Rahman, A., & El-Rakhawy, H. (2021). Potential Effect of Turnip (Leaves and Root) on Alloxan-Induced Diabetic Rats. Journal of Home Economics-Menofia University, 31(2), 65-81
- Kim, W. K., Kim, J. H., Jeong, D. H., Chun, Y. H., Kim, S. H., Cho, K. J., & Chang, M. J. (2011). Radish (*Raphanus sativus* L. leaf) ethanol extract inhibits protein and mRNA expression of ErbB2 and ErbB3 in MDA-MB-231 human breast cancer cells. Nutrition research and practice, 5(4), 288-293.
- Knez, E., Kadac-Czapska, K., Dmochowska-Ślęzak, K., & Grembecka, M. (2022). Root Vegetables—Composition, Health Effects, and Contaminants. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(23), 15531.
- Luttge U. 1983 .mineral nutrition : salinity, progress in botany; vol 45 springer verlag; Berlin 76-86
- MAAS E. V etPOSS J.A., 1989 : Salt sensitivity of wheat at different growth stages. Irrig.Sci.
- MASSON, FISARAKIS, I., CHARTZOULAKIS, K. & STAVRAKAS, D., 2001. Response of sultana vines (V. vinifera L.) on six rootstocks to NaCl salinity exposure and recovery. Agric. Water Manage.
- Mermoud A., (2006). Cours de physique du sol : Maîtrise de la salinité des sols.
- Mondo, V. H. V., Cicero, S. M., Dourado-Neto, D., Pupim, T. L., & Dias, M. A. N. (2013). Seed vigor and initial growth of corn crop. *Journal of Seed Science*, *35*(1), 64-69.
- Munns R.,2002. Comparative physiology of salt and water stress. Blackwell science Ltd Plant Cell and Environment Australia, p 239-250. Paris.96 P .
- Nakamura, Y., Nakamura, K., Asai, Y., Wada, T., Tanaka, K., Matsuo, T., & Ohtsuki, K. (2008). Comparison of the glucosinolate− myrosinase systems among daikon (*Raphanus sativus*, Japanese white radish) varieties. Journal of agricultural and food chemistry, 56(8), 2702-2707.
- Podsędek, A. (2007). Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. LWT - *Food Science and Technology*, 40(1), 1–11. Doi: 10.1016/j.lwt.2005.07.023

- REJILI, M., VADEL, A. M., & NEFFATI, M. (2006). Comportements germinatifs de deux populations de Lotus creticus (L.) en présence du NaCl. Revue des régions arides, (17), 65-78.
- ROMERO-ARANDA, R., SORIA, T. & CUARTERO, J., 2001. Tomato plant-water uptake and plant-water relationship sunder saline growth conditions. Plant Sci.160,265-272.
- Safdar, H., Amin, A., Shafiq, Y., Ali, A., Yasin, R., Shoukat, A., ... & Sarwar, M. I. (2019). A review: Impact of salinity on plant growth. *Nat. Sci*, *17*(1), 34-40.
- Schippers RR (2004). *Raphanus sativus* L. [Internet] Fiche de Protabase. Grubben, G.J.H. & Denton, O.A. (Editeurs). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Pays Bas.
- Shewmaker, C. K.; Sheehy, J. A., Daley; M.; Colburn, S. and Ke, D. Y. 1999. Seed specific overexpression of phytoene synthase: increase in carotenoids and other Metabolic effects. *Plant J*. **20**: 401- 412
- TAIZ, L. & ZEIGER, E., 1998. Plant Physiology. 2nd edn, Sinauer Associates Publishers, Sunderland, Massachusetts
- Yadav, S., Irfan, M., Ahmad, A., & Hayat, S. (2011). Causes of salinity and plant manifestations to salt stress: a review. *Journal of environmental biology*, *32*(5), 667.
- Yakoubi, M., Boulal, A., Bakache, Y., Gaffour, H., & Benali, B. (2016). Valorisation Energétique De La Betterave Sucrière. Journal Of Bioresources Valorization, 1(1), 52.
- Yon-bing, W., Zhen,M.Y.and Da,F.(2010).Effect of NaCl stress on germination and seedling growth of wheat .Bioinformation and Biomedical Engineering (ICBBE) 4th international conference. Chengdu China, pp 1- 3
- Zaki D, A. (2019). Study the effect of turnip leaves on tumor cells in vitro and in vivo. Journal of Home Economics. 29 (1) :37-38.
- Zhao, S., Zhang, Q., Liu, M., Zhou, H., Ma, C., & Wang, P. (2021). Regulation of plant responses to salt stress. *International Journal of Molecular Sciences*, *22*(9), 4609.

مواقع الإنترنت

- المركـز الـوطني للمعلومـات (NIC) .،(2010)-محاصـيل الخضـروات- الزراعـة فـي الـيمن، الجمهورية اليمنية. (2023/05/27).

https://yemennic.info/agri/agrin_yemen/production/plant/khathroat.php

- منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO) (2018) -الزراعة الخضراء

https://www.fao.org/3/cb2395ar/online/src/html/growing-green.html

الملاحق

الملاحق

الملحق 01: جداول تحليل التباين ANOVA لمعايير الانبات

جدول 01: تحليل التباين للنسبة المئوية للإنبات (GP%) للأنواع الثلاثة المدروسة

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Species	2	11745	5872,27	16,94	0,000
Salt (mM)	4	39911	9977,73	28,78	0,000
Error	53	18375	346,71		
Lack-of-Fit	8	16567	2070,93	51,54	0,000
Pure Error	45	1808	40,18		
Total	59	70031			

جدول 02: تحليل التباين للنسبة طاقة الإنبات (GE%) للأنواع الثلاثة المدروسة

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Species	2	41578	20789,1	66,46	0,000
Salt (mM)	4	28670	7167,6	22,91	0,000
Error	53	16579	312,8		
Lack-of-Fit	8	11403	1425,4	12,39	0,000
Pure Error	45	5176	115,0		
Total	59	86828			

جدول 03: تحليل التباين لمؤشر قوة البذور (SVI) للأنواع الثلاثة المدروسة

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Species	2	15107893	7553947	414,48	0,000
Salt(mM)	4	58214398	14553599	798,54	0,000
Species*Salt(mM)	8	10608210	1326026	72,76	0,000
Error	585	10661721	18225		
Total	599	94592222			

الملحق 02: جداول تحليل التباين ANOVA لحركية المدخرات

الجدول 01: تحليل التباين لكمية مواد التنفس لبذور الفجل SMR

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Salt (mM)	4	90,45	22,613	8,41	0,000
Error	195	524,52	2,690		
Total	199	614,97			

الجدول 02: تحليل التباين لكفاءة أيض البذور الفجل SME

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Salt (mM)	4	130,3	32,587	10,18	0,000
Error	195	624,5	3,202		
Total	199	754,8			

الجدول 03: تحليل التباين لكمية مواد التنفس لبذور اللفت SMR

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Salt (mM)	4	22,64	5,65964	65,60	0,000
Error	195	16,82	0,08627		
Total	199	39,46			

الجدول 04: تحليل التباين لكفاءة أيض البذور اللفت SME

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Salt (mM)	4	141,7	35,426	30,65	0,000
Error	195	225,4	1,156		
Total	199	367,1			

الجدول 05: تحليل التباين لكمية مواد التنفس لبذور الشمندر السكري SMR

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Salt (mM)	4	2615,05	653,761	1655,73	0,000
Error	195	77,00			
Total	199	2692,04			

الجدول 06: تحليل التباين لكفاءة أيض البذور للشمندر السكري SME

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Salt (mM)	4	1,1675	0,291871	66,94	0,000
Error	195	0,8503	0,004360		
Total	199	2,0177			

الجدول 07: تحليل التباين لكمية مواد التنفس SMR للأنواع الثلاثة المدروسة

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Species	2	4447,0	2223,52	2103,65	0,000
Salt (mM)	4	937,4	234,36	221,73	0,000
Species*Salt (mM)	8	1790,7	223,84	211,77	0,000
Error	585	618,3	1,06		
Total	599	7793,5			

الجدول 08: تحليل التباين لكفاءة أيض البذور SME للأنواع الثلاثة المدروسة

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Species	2	570,0	285,008	196,10	0,000
Salt (mM)	4	163,7	40,937	28,17	0,000
Species*Salt (mM)	8	109,4	13,669	9,40	0,000
Error	585	850,2	1,453		
Total	599	1693,3			

الملحق 03: جداول تحليل التباين ANOVA **لمعايير النمو**

الجدول 01: تحليل التباين لطول سويقة الفجل SHL (mm)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Salt (mM)	4	1458,9	364,731	223,49	0,000
Error	195	318,2	1,632		
Total	199	1777,2			

الجدول 02: تحليل التباين لطول سويقة اللفت SHL (mm)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Salt (mM)	4	1119,35	279,837	753,16	0,000
Error	195	72,45	0,372		
Total	199	1191,80			

الجدول 03: تحليل التباين لطول سويقة الشمندر السكري SHL (mm)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Salt (mM)	4	427,8	106,955	125,85	0,000
Error	195	165,7	0,850		
Total	199	593,5			

الجدول 04: تحليل التباين لطول السويقة SHL (mm) للأنواع الثلاثة المدروسة

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Species	2	536,5	268,228	282,01	0,000
Salt (mM)	4	2380,0	595,001	625,57	0,000
Species*Salt (mM)	8	626,1	78,261	82,28	0,000
Error	585	556,4	0,951		
Total	599	4099,0			

الجدول 05: تحليل التباين لطول جذير الفجل RTL (mm)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Salt (mM)	4	549,1	137,283	118,71	0,000
Error	195	225,5	1,156		
Total	199	774,6			

الجدول 06: تحليل التباين لطول جذير اللفت RTL (mm)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Salt (mM)	4	122,67	30,6680	89,66	0,000
Error	195	66,70	0,3421		
Total	199	189,37			

الجدول 07: تحليل التباين لطول جذير الشمندر السكري RTL (mm)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Salt(mM)	4	163,6	40,9116	66,72	0,000
Error	195	119,6	0,6131		
Total	199	283,2			

الجدول 08: تحليل التباين لطول الجذير RTL (mm) للأنواع الثلاثة المدروسة

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Species	2	280,4	140,189	199,17	0,000
Salt (mM)	4	678,4	169,592	240,94	0,000
Species*Salt (mM)	8	157,1	19,636	27,90	0,000
Error	585	411,8	0,704		
Total	599	1527,6			

الجدول 09: تحليل التباين لطول البادرة لبذور الفجل TSL (mm)

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Salt (mM)	4	3441,0	860,259	269,73	0,000
Error	195	621,9	3,189		
Total	199	4063,0			

الجدول 10: تحليل التباين لطول البادرة لبذور اللفت TSL (mm)

Source	**DF**	**Adj SS**	**Adj MS**	**F-Value**	**P-Value**
Salt (mM)	4	1969,0	492,243	502,42	0,000
Error	195	191,0	0,980		
Total	199	2160,0			

الجدول 11: تحليل التباين لطول البادرة لبذور الشمندر السكري TSL (mm)

Source	**DF**	**Adj SS**	**Adj MS**	**F-Value**	**P-Value**
Salt (mM)	4	1070,6	267,639	139,41	0,000
Error	195	374,4	1,920		
Total	199	1444,9			

الجدول 12: تحليل التباين لطول البادرة الكلي TSL (mm) للأنواع الثلاثة المدروسة

Source	**DF**	**Adj SS**	**Adj MS**	**F-Value**	**P-Value**
Species	2	1541	770,54	379,65	0,000
Salt (mM)	4	5396	1348,98	664,64	0,000
Species*Salt (mM)	8	1085	135,58	66,80	0,000
Error	585	1187	2,03		
Total	599	9209			