دراسة تأثير الإجهاد الملحي والحراري في نباتات ثلاثية ورباعية الكربون

سرى جمال خلف[*1] وشاكر مهدي صالح[**]

*كلية التربية للعلوم الصرفة – جامعة تكريت ** كلية الزراعة – جامعة تكريت

الخلاصــة

الكلمات المفتاحية :
الاجهاد الملحي ، الاجهاد الحراري ، نباتات ثلاثية الكربون ، نباتات رباعية الكربون .

للمراسلة :
سرى جمال خلف
كلية التربية للعلوم الصرفة ، جامعة تكريت ، العراق .

نفذت دراسة فسلجية وتشريحية لتأثير الإجهاد الملحي والحراري في صفات النمو لثلاثة نباتات تعود لثلاث عائلات نباتية مختلفة تعود نباتاتها الى مسارات مختلفة للبناء الضوئي (مسارات C3 و C4).تمت الدراسة في عام 2012-2011 في مختبرات كلية التربية وحقول كلية الزراعة في جامعة تكريت .

اعتمدت ثلاثة أنواع من النباتات في الدراسة هي نبات زهرة الشمس *Helianthus annuus* عائد للعائلة المركبة Asteraceae ونبات الكتان *Linum usitatissim* الذي يعود للعائلة الكتانية Linaceae وهذان النباتان يعودان إلى مجموعة نباتات ثلاثية الكربون C3Plants. بينما نبات الدخن *Pancium miliaceum* وهو من العائلة النجيلية Poacea يمثل مجموعة نباتات رباعية الكربون C4 Plants . طبقت أربع نسب من الملوحة هي (0,0.5,0.1,0.2%) مع ثلاثة درجات حرارة هي (15,25,35مْ) نُفذ البحث بتجربتين الأولى مختبرية والثانية حقلية .

كانت النتائج كما يأتي :-

1. تأثرت الصفات التشريحية لنباتات مجموعة ثلاثية الكربون بشكل معنوي وسلبي عند زيادة التركيز الملحي مقارنة بمعاملة السيطرة ، إذ أنخفض عدد الصفوف لخلايا القشرة وقل سمك القشرة والأسطوانة الوعائية ، بينما كان تأثير الملوحة اقل في نباتات رباعية الكربون .

2. لم تتأثر صفات النمو لنباتات رباعية الكربون بشكل معنوي مع التراكيز الملحية ودرجات الحرارة . بينما في نباتات زهرة الشمس والكتان تأثرت سلباً بزيادة التركيز الملحي وانخفاض درجة الحرارة .

3. أرتفع تركيز البرولين في خلايا الأوراق لنباتات C3 بشكل معنوي بارتفاع تركيز الملوحة أو بانخفاض درجات الحرارة .

4. لم يتأثر البناء الحيوي للبروتينات (تراكم البرولين) في نبات الدخن بارتفاع الملوحة أو بانخفاض درجات الحرارة .

EFFECT SALT STRESS AND TEMPERATURE IN C3AND C4 PLANTS

Sura Jamal Khalaf[*] and Shaker M. Saleh[**]

*College of Agriculture – Tikrit Uni. ** College of Education For Pure Sciences – Tikrit Uni.

ABSTRACT

Key words :
Salt stress, Hight Temperature stress, C_3 & C_4 Plants.

Correspondence:
S. J. Khalaf
College of Education For Pure Sciences – Tikrit Uni. – Iraq.

The current study was conducted to investigate the effect of salinity and thermal stress on the physiological ,anatomical and growth characters of three plants belonging to three families, which photosynthesis pathways different (C3,C4Pathways).The study conducted during 2011-2012 season in Laboratories of the college of Education and the fields of the college of Agriculture at the University of Tikrit .

The three plants types which adopted in the study were the Sunflower *Helinthus annuus* (return to Asteraceae family),flax *linum usitatissimim* (return to linaceae

[1] البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الاول

family) these plants represents to C3plant group . and Millet *Pancium miliaceam* (belong to Poacea family) this plant return to C4 Plant group .
Four concentrations of salinity Applied (Zero,0.5,1.0,2.0)% with three temperatures (15,25,35C^{o}) in two experiment ,the first one is laboratory experiment and the second one was field experiments
The results were :-

1. The anatomical characters of C3plants in flounced negatively significawat with increasing salinity concentration as compared to the control treatment ,The epidermis row cells ,cortex thickness and vascular cylinder were reduced by increasing the salinity consent rations .while the salinity conc .affected on C4plant was lesser on this characters .
2. All growth characters of C4 plants not affected when salinity and temperatures rises .while these characters in C3 plants (Sun flower and flax)were signifgant negative affected .
3. The Amino acid Prolin significantly rises in C3plants leafs when salinity conc. rise and temperature reduced .
4. The Proteins biosynthesis in millet plants(C4 group)was not affected whey salinity rises and temperatures reduced.

المقدمـة Introduction:

لقد اتجهت العديد من البحوث إلى اعتماد معايير جديدة في تصنيف النباتات الزهرية إلى جانب التصنيف التقليدي ومن أحدث هذه المعايير وأهمها هو مسار البناء الضوئي Photosynthetic pathway في النباتات وما يترتب على هذا المسار من نواحٍ تركيبية وتشريحية وفسلجية وكيمياوية ، وفي ضوء ذلك تم تقسيم النباتات على ثلاثة أنواع رئيسة هي : نباتات ثلاثية الكربون C_3 plants (نسبةً لأول مركب مستقر ينتج عن عملية البناء الضوئي فيها هو مركب ثلاثي الكربون (PGA) (Phosphogleceric acid) ونباتات رباعية الكربون C4 plants(نسبةً لأول مركب مستقر ناتج عن عملية البناء الضوئي فيها هو مركب رباعي الكربون (OAA) (Oxaloacetic acid) والنباتات العصارية Crassulacean Acid (CAM) metabolism التي تعد نباتات رباعية الكربون محورة وتنتشر في المناطق الجافة . هذا وتوجد أنواع وسطية بين هذه النباتات Intermediates (أي تجمع صفات من نباتات ثلاثية ورباعية الكربون) (Avers ، 1976و André ، 2001) .

تعد ظاهرة التملح في الوقت الحاضر من المشاكل الرئيسة المعيقة للتطور الزراعي في بلدان العالم وبخاصة تلك الواقعة في المناطق الجافة وشبه الجافة والتي تعتمد على الري بوصفها وسيلة رئيسة في الزراعة. (الزبيدي ، 1975) . وفي العراق فإن أكثر من ثلثي مساحة العراق تعاني من مشكلة الملوحة (الياسري والزبيدي ، 1989)، إذ تؤثر الملوحة في نباتات المحاصيل خلال مراحل نموها المختلفة حيث تختزل نسبة وسرعة الإنبات وطول المجموع الجذري والمجموع الخضري والأوزان الطرية والجافة والمساحة الورقية. كما تتأثر العمليات الفسلجية المختلفة كبناء البروتين والتنفس والبناء الضوئي ونقل الايونات والجزئيات عبر الأغشية الخلوية (Helal و Mengel ،1981 و Katerji وجماعته ، 1998;1994 و Khan وجماعته، 2000 و Al-Rahmani وجماعته ، 2002) كما أن درجة الحرارة تتحكم في توزيع وانتشار الكائنات الحية إذ إن لكل كائن حي درجة حرارة مثلى للنمو Optimum temperature فضلا عن مدى معين من درجات الحرارة . وهذا المدى غير متجانس لجميع الكائنات الحية او مختلف مراحل حياتها . كما أن المدى الحراري يعتمد على عدد من العوامل الداخلية والخارجية كالصفات الوراثية والعمر والعوامل الفيزياوية المحيطة بالكائن الحي وقد تتأقلم بعض انواع الكائنات في بيئات ذات درجة حرارة عالية او منخفضة خارج نطاق المدى المحدد لذلك النوع .(الهلال ،1997)

كما أن عامل الحرارة يعد من العوامل المهمة في العمليات الأيضية كالبناء الضوئي في النباتات الخضراء والتنفس والتفاعلات الانزيمية المختلفة في الكائنات الحية .

إن ارتفاعها ينشط من تلك العمليات ولحدود معينة إذ إن تأثير الحرارة يعبر عنه بالإجهاد Stress وهناك نوعان من الإجهاد الحراري هما :إجهاد الحرارة المنخفضة Low temperature stress و إجهاد الحرارة المرتفعة High temperature stress تختلف النباتات بمدى تحملها لهذه الاجتهادات وهذه الاختلافات تعتمد على المواصفات المورفولجية والتشريحية والفسلجية التي بدورها تعتمد على العائلات التي تنتمي لها هذه النباتات.

ونظرا لأهمية مسارات البناء الضوئي وتأثير الملوحة والحرارة عليها من الناحية الاكاديمية والاقتصادية والطبية لذا فإن البحث الحالي تضمن الاهداف الآتية :

1. تأثير الإجهاد الملحي والحراري على نباتات تعود لعائلات مختلفة ومسارات بناء ضوئي مختلف.

2. تحديد النباتات الاكثر تحملاً للملوحة ومقاومة للحرارة من خلال دراستها فسلجياً .

3. دراسة تشريحية لأوراق وسيقان وجذور النباتات قيد الدراسة .

المواد وطرائق البحث :

شملت الدراسة تنفيذ تجربة مختبريه وتجربة الأصص وذلك باستخدام ثلاثة انواع من بذور النباتات هي بذور زهرة الشمس *Helianthus annuus* وبذور الكتان *Linum usitatissimum* وبذور الدخن *Panicum miliaceum* وذلك خلال الموسم 2011–2012 لمعرفة تأثير مستويات مختلفة من الملوحة ودرجة الحرارة ومدى تأثير الشد الملحي والحراري في بذور تلك النباتات .

مصدر البذور :

تم الحصول على بذور زهرة الشمس والكتان والدخن من الاسواق المحلية وذلك لعدم توافرها في (الهيأة العامة لفحص وتصديق البذور فرع محافظة صلاح الدين).

تعقيم البذور وزراعتها:

غسلت البذور بالماء لإزالة الأتربة والشوائب عنها، وغمرت بعد ذلك في محلول القاصر التجاري (هايبوكلورات الصوديوم بتركيز 6.4%) والمخفف بالماء المقطر بنسبة حجم واحد من محلول القاصر التجاري إلى حجمين من الماء المقطر ولمدة 10 دقائق مع التحريك المستمر وغسلت البذور بالماء المقطر المعقم بعد ذلك عدة مرات لإزالة التأثيرات الضارة للمواد المعقمة . وضعت البذور بعد اكتمال عمليتي التعقيم والغسل على ورق الترشيح المعقم لغرض التخلص من الماء. ونقلت البذور بعد جفافها إلى أطباق بتري وتم زراعتها (الدليمي ، 1990) .

التجربة المختبرية :

أجريت التجربة المختبرية في مختبر كلية الزراعة قسم المحاصيل الحقلية في شباط (2011) إذ زرعت ثلاثة اصناف من البذور المحلية (الدخن –زهرة شمس–الكتان). في اطباق بتري Petri dishes قطره 13.8 إذ تم تغطية الطبق بأوراق Whitman ترشيح نوع (1) من الأسفل والأعلى ووضع في كل طبق25 بذرة لكل من الدخن والكتان و15 بذرة لزهرة الشمس إذ استخدم كلوريد الصوديوم النقي ودرجة نقاوته (99.8%) إذ تم قياس درجة ملوحة المحلول الملحي بجهاز التوصيل الكهربائي (EC) والتأكد من قابلية النبات لتحمل هذه التراكيز من الملوحة وتم إضافة أربعة تراكيز من محلول كلوريد الصوديوم(NaCl) إليها وبتراكيز (0 – 0.5 – 1.0–2.0)% مع ثلاث درجات حرارة هي (15–25–35مْ) إذ وزعت الأطباق على ثلاث حاضنات إذ وضع في كل حاضنة 36 طبق لثلاثة تراكيز ملحية و معاملة الماء المقطر(معاملة السيطرة) إذ تم إضافة التراكيز الملحية للأطباق كل ثلاثة أيام وبمقدار 2 مل لكل طبق حتى تم إنباتها .

الصفات المدروسة :

نسبة الانبات :

حسبت نسبة الإنبات للبذور المزروعة في التجربة بعد ثمانية ايام من زراعة البذور النابتة لكل معاملة بعد اكتمال الإنبات وفق المعادلة الآتية:

$$\text{نسبة الإنبات} = \frac{\text{عدد البذور النابتة}}{\text{عدد البذور المزروعة}} \times 100\ \%$$

معدل طول الرويشة و الجذير للبادرة باستخدام المسطرة : إذ تم قياس طول الرويشة والجذير للبذور النابتة لكل من الدخن والكتان وزهرة الشمس بعد مرور أسبوعين من زراعتها وذلك باستخدام المسطرة المدرجة وتم قياس أطوال خمسة بادرات من كل طبق.

الصفات الحقلية المدروسة :

نسبة لإنبات :

تم حساب المجموع الكلي للبذور النابتة لكل معاملة بعد اكتمال الإنبات ومنها تم ايجاد النسبة المئوية وكما يأتي:

$$\text{نسبة الإنبات} = \frac{\text{عدد البذور النابتة}}{\text{عدد البذور المزروعة}} \times 100\%$$

تقدير تركيز الكلوروفيل في أوراق النباتات :

قدرت كمية الكلوروفيل في أوراق النباتات المدروسة تحت تأثير إجهادي الملوحة والحرارة ، حسب طريقة Makinny / Arnon (Makinny ، 1941 و Arnon ، 1949) والمعتمدة من قبل (الطيبي ،2009) إذ أخذ وزن200 ملغم من الأوراق النباتية الطرية وسحقت مع 20 مل أسيتون بتركيز 80% بواسطة هاون خزفي ثم أجريت عملية الطرد المركزي على قوة 3000 دورة / دقيقة ولمدة 5 دقائق أخذ الراشح في قنينة حجميه وأكمل الحجم إلى 20 مل بإضافة الأسيتون 80% و تمت قراءة الامتصاصية على الطولين الموجيين 663 و 645 نانوميتر باستخدام جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer / Cam كما واستخدمت المعادلة الآتية لحساب كمية كلوروفيل A و B والكلي :

Chlorophyll A= (12.7 x A663)-(2.69 x A645) x V / (1000x W)

Chlorophyll B= (22.9 x A645)-(4.68 x A663) x V / (1000x W)

Total Chlorophyll = 20.2 (A645) + 8.02 (A663) x V / (1000x W)

النتائج والمناقشة :

أولاً : الكتان(ثلاثي الكربون) :

التجربة المختبرية:

نسبة الانبات :

بينت نتائج جدول (1) للدراسة الحالية عند إضافة كلوريد الصوديوم وجود فروقاً معنوية في نسبة الإنبات إذ كانت أعلى نسبة للإنبات عند التركيز الملحي 0.5% إذ كانت قيمتها 61.11% إذا ما قورنت بمعاملة السيطرة أما اقل نسبة فكانت عند التركيز الملحي 2.0% وكان مقدراها 42.22% . وفيما يخص متوسط الحرارة فكانت هناك فروق معنوية أيضا إذ كان أعلى معدل لنسبة الإنبات المختبرية عند درجة حرارة 25مْ وكانت 85.83% أما اقل نسبة فكانت عند درجة حرارة 15مْ وهي 32.50% أما

بالنسبة للتداخلات بين درجات الحرارة والملوحة فكانت هناك فروق معنوية فكانت أعلى نسبة للإنبات عند التركيز الملحي1.0% وكانت قيمتها 100.00%عند درجة حرارة 25مْ ، أما اقل نسبة فكانت عند التركيز الملحي 2.0% وكانت نسبة الإنبات هي0.00%عند درجة حرارة 15مْ ، وسبب ذلك يعود إلى التركيز الملحي العالي الذي لا يتحمله هذا النبات لكونه من نباتات ثلاثية الكربون على الرغم من كونه من المحاصيل الشتوية فأنه لا يتحمل درجات حرارة منخفضة إلى هذا الحد إذ تتراوح درجة الحرارة التي يتحملها من(32-28) مْ.

جدول (1) تأثير معاملات الملوحة ودرجات الحرارة في نسبة الإنبات المختبرية لنبات الكتان

الحرارة / الملوحة	T_1	T_2	T_3	متوسط الملوحة
C_0	83.33 c	90.00 b	100.00 a	91.11 a
C_1	40.00 e	70.00 d	73.33 d	61.11 b
C_2	6.67 f	100.00 a	40.00 e	48.89 c
C_3	0.00 f	83.33 c	43.33 e	42.22 c
متوسط الحرارة	32.50 c	85.83 a	64.17 b	

طول الجذير(سم):

تشير نتائج الجدول(2) إلى أن إضافة تراكيز مختلفة من كلويد الصوديوم أدت إلى حدوث اختلافات معنوية لأطوال جذير نبات الكتان وتم التعرف عليها من خلال النتائج التالية إذ كان أعلاها عند التركيز الملحي 1.0% إذ بلغت 2.760سم، أما اقل قيمة لطول الجذير عند التركيز الملحي 2.0% وكانت 0.156 سم ويعود سبب ذلك إلى تأثير كلوريد الصوديوم الذي يثبط نمو الجذور فأن الملوحة تسبب خفض معدل نمو الجذور وتفرعاتها وهذه النتائج تتفق مع الطائي (2000) والعكيدي (2012) . وبالنسبة لمتوسط الحرارة فكانت أعلى قيمة لطول للجذير عند درجة حرارة 15مْ وكانت 2.588سم، أما اقل طول للجذير فكانت عند درجة حرارة 25مْ وتبين أن مقدارها 2.108سم ، وذلك ؛ لأن هذا النبات من المحاصيل الشتوية ؛ لذلك يكون إنباته جيد في درجات الحرارة هذه ، أما التداخلات بين الحرارة والملوحة فأظهرت النتائج التالية لطول الجذير أعلى قيمة كانت عند التركيز الملحي 0.5 % وكانت 3.733سم عند درجة حرارة 25مْ ، واقل قيمة له كانت عند التركيز الملحي 2.0% وكانت 0.000 سم عند درجة حرارة 35 مْ، وتبين من النتائج السابقة أن هذا النبات يكون محباً لدرجات الحرارة المنخفضة ولا يستطيع تحمل درجات الحرارة المرتفعة لذلك لم يظهر إنبات في درجة حرارة 35مْ لكونه من نباتات C3 التي لا تتحمل الحرارة والملوحة المرتفعة ، وكذلك لأن الأملاح الموجودة في مهد البذرة تمنع الإنبات وتأخر الإنبات لما تسببه من ارتفاع في الضغط الازموزي بحيث لا تستطيع البذور الاستفادة من الماء الموجودة فيها إذ وجد أن المدة اللازمة لإنبات البذور تتناسب طردياً مع الضغط الازموزي للمحلول أي مع قدرة البذور على امتصاص الماء .

جدول (2) تأثير معاملات الملوحة ودرجات الحرارة في طول الجذير لنبات الكتان

الحرارة / الملوحة	T_1	T_2	T_3	متوسط الملوحة
C_0	7.667 a	3.233 bc	4.700 b	5.200 a
C_1	1.847 e	3.733 e	2.700 e	0.156 c
C_2	0.483 de	1.380 bc	2.133 cd	2.760 b
C_3	0.353 e	0.350 de	0.000 d	1.322 bc
متوسط الحرارة	2.588 a	2.108 a	2.383 a	

طول الورقة الجنينية (سم) :

أظهرت نتائج جدول (3) من خلال الدراسة لهذا النوع النباتي أنَ هناك انخفاضاً معنوياً بين أطوال الورقة الجنينية ، وتبين ذلك من خلال النتائج التالية إذ كانت أعلى نسبة لطول الورقة الجنينية بين التراكيز الملحية الثلاث عند التركيز الملحي 0.5 % وكان 6.956 سم واقل قيمة لها عند التركيز الملحي 2.0% وكان 0.362 سم ، وسبب ذلك يعود إلى أنَ زيادة تركيز كلوريد الصوديوم في وسط النمو أدى إلى اختلال في التوازن الهرموني والفعاليات الحيوية مثل البناء الضوئي والتنفس فضلاً عن التأثيرات الأزموزية وهذه تتفق مع ما توصل إليه الساعدي (2001) . وفيما يخص متوسط درجات الحرارة فلا توجد بينها فروق معنوية فكانت أعلى قيمة لطول للورقة الجنينية عند درجة حرارة 35مْ وكانت 4.782 سم، أما اقل قيمة فكانت عند درجة حرارة 25مْ وكانت 3.472سم ، وفيما يتعلق بالتداخلات بين الحرارة والملوحة تم الحصول على النتائج التالية إذ كان أعلى طول للورقة الجنينية هو عند التركيز الملحي 0.5% وكان 8.133 سم وعند درجة الحرارة 25مْ ، أما أقل قيمة لها فكانت عند التركيز الملحي 2.0 % وكان 0.027 سم عند درجة الحرارة 35 مْ ، ويعود سبب ذلك إلى التأثيرات الأزموزية كما تعمل زيادة تركيز الأملاح على تقليل الماء الممتص مما يؤثر في عملية انقسام واستطالة الخلايا وهذا ينعكس سلباً على طول الرويشة وهذه النتائج تتفق مع ما توصل إليه (Maas ،1986 والعكيدي ، 2012) .

جدول (3) تأثير معاملات الملوحة ودرجات الحرارة في طول الورقة الجنينية لنبات الكتان

الحرارة / الملوحة	T_1	T_2	T_3	متوسط الملوحة
C_0	9.900 a	3.600 c	6.867 b	6.789 a
C_1	5.767 b	8.133 a	6.967 b	6.956 a
C_2	2.317 cd	1.867 de	5.267 b	3.150 b
C_3	0.773 e	0.287 e	0.027 e	0.362 c
متوسط الحرارة	4.689 a	3.472 a	4.782 a	

ثانياُ:الدخن (رباعي الكربون):

التجربة المختبرية:

نسبة الانبات :

تشير نتائج الجدول (4) إلى أن إضافة كلوريد الصوديوم إلى الأطباق في التجربة المختبرية وأنَ أعلى نسبة إنبات للتراكيز الملحية الثلاث كانت عند التركيز الملحي 0.5% وكانت نسبته 95.56% أما اقل نسبة للإنبات فكانت عند التركيز الملحي 2.0% وكانت النسبة 66.67% . بالنسبة لمتوسطات الحرارة فكانت أعلى نسبة عند درجتي الحرارة 25 و35مْ فكانت النسبة 100.00% أما اقل نسبة للإنبات فكانت عند درجة الحرارة 15مْ وكانت نسبتها 48.33% وذلك ؛ لأن الدخن من النباتات صيفية النمو لذلك لا تتحمل درجات الحرارة المنخفضة لذلك انخفضت نسبة الإنبات وبصورة عامة فإنَ درجة الحرارة التي تتحملها النباتات تتراوح بين 24–32مْ . وفيما يتعلق بالتداخلات بين الحرارة والملوحة كانت هناك فروق معنوية واضحة فكانت أعلى نسبة للإنبات عند التركيز الملحي 0.5% وكانت 100.00% وجميع التراكيز عند درجتي الحرارة 25 و35مْ كانت 100.00% ، أما اقل نسبة للإنبات فكانت عند التركيز الملحي 2.0% وكانت0.00% عند درجة الحرارة 15مْ ، وتعد نسبة الإنبات لنبات الدخن أكثر الأنواع إنباتا بسبب كون هذا النبات من نباتات C4 التي تمتاز بمقاومتها للملوحة والحرارة ؛ لذلك أظهرت أعلى نسبة إنبات .

جدول (4) تأثير معاملات الملوحة ودرجات الحرارة في نسبة الإنبات المختبرية لنبات الدخن

الحرارة / الملوحة	T_1	T_2	T_3	متوسط الملوحة
C_0	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
C_1	86.67 b	100.00 a	100.00 a	95.56 a
C_2	6.67 c	100.00 a	100.00 a	86.89 b
C_3	0.00 d	100.00 a	100.00 a	66.67 b
متوسط الحرارة	48.33 b	100.00 a	100.00 a	

طول الجذير(سم) :

يتضح من نتائج جدول (5) أن إضافة تراكيز ملحية مختلفة أدت إلى حدوث فروقات معنوية لأطوال الجذير إذ كانت أعلى قيمة لطول الجذير عند التركيز الملحي 0.5% وكانت 3.911سم ، أما اقل قيمة فكانت عند التركيز الملحي 2.0% وكانت 0.212 سم ويعود سبب ذلك إلى أن الملوحة تعمل على تثبيط نمو النبات وتطوره وتعتمد درجة التثبيط هذه على مستوى كلوريد الصوديوم وحساسية الأنواع النباتية فقد حصل نقص في طول الجذير بزيادة تراكيز كلوريد الصوديوم بسبب تأثير الملوحة على نمو الجذور، إذ تتأثر الجذور بالملوحة إذ تؤدي إلى خفض معدل نموها وعدد تفرعاتها وتكون الجذور ذات خلايا سميكة الجدران يكثر فيها اللكنيين مما يؤدي إلى زيادة مقاومة الجذور لدخول الماء وهذه النتائج تتفق مع الطائي (2000) والعكيدي (2012) أما بخصوص متوسط الحرارة فلا توجد فروق معنوية فيما بينها فكان أعلى معدل لطول الجذير عند درجة حرارة35مْ وكانت 3.061سم ، أما اقل قيمة لطول الجذير فكانت عند درجة الحرارة 25مْ وكانت 2.001 سم . وبالنسبة للتداخلات بين الحرارة والملوحة فوجدت

هناك فروق معنوية فكان أعلى لطول للجذير عند التركيز الملحي 0.5% عند درجة الحرارة 15مْ وكانت قيمتها 5.600 سم أما اقل طول فكان عند التركيز الملحي 2.0% وبلغت قيمته 0.020 سم عند درجة الحرارة 15مْ .

جدول (5) تأثير معاملات الملوحة ودرجات الحرارة في طول جذير نبات الدخن

الحرارة / الملوحة	T_1	T_2	T_3	متوسط الملوحة
C_0	3.567 b	4.517 ab	4.533 ab	4.206 a
C_1	5.600 a	1.933 c	4.200 ab	3.911 a
C_2	0.613 c	1.430 c	3.017 b	1.687 b
C_3	0.020 c	0.123 c	0.493 c	0.212 c
متوسط الحرارة	2.450 a	2.001 a	3.061 a	

طول الرويشة(سم) :

أظهرت نتائج جدول(6) أن إضافة تراكيز مختلفة من الملوحة أدت إلى حدوث فروق معنوية بأطوال الرويشة لهذا النبات إذ كان أعلى معدل لطول الرويشة عند التركيز الملحي 0.5% وكان 2.650 سم ، أما اقل طول للرويشة فكان عند التركيز الملحي 2.0% وكان 0.357 سم وأدى هذا إلى حدوث انخفاض معنوي في طول الرويشة ويعود سبب ذلك إلى زيادة تركيز كلوريد

جدول (6) تأثير معاملات الملوحة ودرجات الحرارة في طول الرويشة لنبات الدخن

الحرارة / الملوحة	T_1	T_2	T_3	متوسط الملوحة
C_0	3.933 b	6.100 a	6.667 a	5.567 a
C_1	3.933 b	0.850 c	3.167 b	2.650 b
C_2	0.300 c	0.250 c	2.617 b	1.056 b
C_3	0.060 c	0.000 c	1.010 c	0.357 c
متوسط الحرارة	2.057 a	1.800 a	3.365 a	

الصوديوم في وسط النمو أدى إلى اختلال التوازن الهرموني والفعاليات الحيوية مثل البناء الضوئي والتنفس فضلاً عن التأثيرات الازموزية كما تعمل زيادة تراكيز الأملاح على تقليل الماء الممتص مما يؤثر في عملي انقسام واستطالة الخلايا وهذا ينعكس سلباً

على طول الرويشة (Maas ،1986) وهذه النتائج تتفق مع الساعدي (2001) والعكيدي (2012) . أما بالنسبة لمتوسط الحرارة فكان أعلى طول للرويشة عند درجة حرارة 35مْ وكانت 3.365سم أما اقل طول فكان في درجة الحرارة 25مْ وكان 1.800سم . أما التداخلات بين الحرارة والملوحة فكانت هناك فروق معنوية فكان أعلى معدل لطول الرويشة عند التركيزْ 0.5% فكانت 3.933 سم عند درجة الحرارة 15مْ، أما اقل معدل لطول الرويشة فكان عند التركيز الملحي 2.0% وتبين أنها 0.000 سم عند درجة الحرارة 25مْ .

المصادر :

الدليمي ، حمزة نوري عبيد (1990). تأثير مستويات مختلفة من الملوحة في بعض المثبتات المورفولوجية والفسيولوجية لصنفين من نبات الشعير *Hordeum vulgare* L. ، رسالة ماجستير ، كلية التربية / ابن الهيثم ، جامعة بغداد .

الزبيدي ، أحمد حيدر (1989) . ملوحة التربة – الأسس النظرية والتطبيقية ، بيت الحكمة، جامعة بغداد .

الساعدي ، ميسون موسى كاظم (2001). استجابة نباتات الطماطم لملوحة مياه الري والبرولين . رسالة ماجستير . كلية الزراعة . جامعة البصرة . العراق.

الشلال ، علاء حسين علي (2005) . تأثير معوق النمو مبكويتكلورايد (Pix) ورطوبة التربة في بعض الصفات المظهرية والفسلجية والإنتاجية لصنفين من الحنطة الناعمة (*Triticum aestivum* L.) . رسالة ماجستير . كلية التربية . جامعة الموصل .

الطائي ، مثنى جاسم محمد (2000) . دراسات على النمو والتحمل الملحي لنبات السعد *Cyperus rotudus* L. تحت مستويات مختلفة من الحرارة والنتروجين . رسالة ماجستير . كلية التربية . قسم علوم الحياة . جامعة الموصل .

العروسي ، حسين وأسامة عبد الحميد المنوفي (2007) . النبات العام . مكتبة المعارف الحديثة . الأسكندرية ، مصر . ص575 .

العكيدي ،عبد الله ياسين علي (2012) . دراسة تأثير الاجهاد الملحي وبعض منضمات النمو والتداخل بينهما في بعض النباتات النجيلية والبقلية . رسالة دكتوراه .كلية التربية . قسم علوم الحياة . جامعة تكريت .

الهلال ، علي عبد المحسن حسين (1999) . فسيولوجيا النبات تحت إجهادي الجفاف والاملاح كلية العلوم . جامعة الملك سعود . مطبعة النشر العلمي والمطابع .

الياسري ، صالح عزيز ، أحمد حيدر الزبيدي (1975) . العلاقة بين ملوحة التربة والضغط الأزموزي للنبات في مراحل النمو المختلفة ، بحوث زراعية ، المؤتمر العلمي الثاني ، مؤسسة البحث العلمي بغداد العراق .

Alam , S . M. ; Azmi ; S. A. Ala; S . S . Naqvi and R. Ansri (1998) . Effect of Aqueous Leaf extract of field bind weed (*Convolvulus arvensis* L.) and salinity on growth of wheat . Rachis 17 .

André , M. (2011) . Photosynthesis and Photorespiration – II . C4 Plants: Advantages and Paradoxes. IJBSM 2(2) : 191 – 202.

Avers , C.J. (1976) . Cell Biology . D. VareNostrand Co., N.Y. , U.S.A.

Barroso, G. M. (1986). Sistematica de Angiospermas de Brasil. Vicosa: Universidade Federal de Vicosa.

Bentham, G. (1873).Compositae in Bentham and Hooker. Genera Plantarum, Vol. 2. Reevo& Co., Williams &Norgate, Londini: 163 – 864 .

Bernacchi, C.J. , D.M. Rasenthal , C. Pimentel , S.P. Long and G.D. Farquhar (2009). Modeling the temperature of C3 photosynthesis . In : A . Laisk , L. Nedbal and Govindjee (eds.) , Photosynthesis in Sringer Science + Business Media B. V. , The Netherlands .

Bowes , G. , W.L. Ogren and R.H. Hageman (1971) . Phosphoglycolate production catalyzed by ribulose diphosphate carboxylase . Biochem. Biophys. Rev. Commun. 45 : 716 – 722.

Brown , N.J. , K. Parsley , and J.M. Hibberd (2005) . The Future of C4 Research : Maize , Flaveria , or Cleome . Trends in Plant Science .Vol.10 (5) : 215 – 221 .

Celik, S., I., Uysal and Y. Menemen (2008). Morphology, Anatomy, Ecology and Plainology of Two Centaurea Species from Turkey. Bangladesh. J. Bot. 37 (1): 67-74.

Cronquist, A. (1977) . The Compositae Revisited Brittonia, 29 (2): 137 – 153.

Davis, P. H. (1975). Flora of Turkey& The EastAegeanIsland. Edinburg , Univ. Press, Vol. 5: 814 – 841.

Delane, R.; Greenway, H.; Munns, R. and Gibbs, J. (1982): Iron concentration and carbohydrate status of the elongating leaf a new carboxylation reaction and the pathway of sugar formation . Biochem. J. Vol. 10 ,p: 103 – 111 .

Heywood, V. H. (1976). Plant Taxonomy. 2nd Ed. Edward Arnold, London. (1978). Flowering Plants of the World. Oxford Univ. Press.

Keely, J.E.(1998). CAM Photosynthetic in submerged aquatic plants . Botanical Review 64 : 121 – 175 .

Levitt, J. (1956). Hardiness of plants. Vol.6. Monographs of Am. Soc. Agron. Academic press Inc., New York .

Mass, E.V. (1986). Salt tolerance of plants . Appl. Agric. Res. 1:12-26 .