

تأثير المعاملة بحمض الجبريليك في انبات البذور ونمو شتلات الخس تحت ظروف الإجهاد الملحي

سوسن البشارة¹، د. رولا بايريلي²

¹ طالبة دكتوراه، قسم علوم البستنة، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

² أستاذة فيزيولوجيا نباتية، قسم علوم البستنة، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

المخلص:

نفذت هذه التجربة في كلية الزراعة - جامعة دمشق، خلال الفترة (2019-2020)، بهدف دراسة تأثير حمض الجبريليك في انبات بذور نبات الخس (صنفي كبوس، شنشار) تحت ظروف الإجهاد الملحي.

نقعت بذور الصنفين المدروسيين بحمض الجبريليك (0،50،100 ppm) لمدة 24 ساعة، ثم زرعت في خلطة من التورب والبيرلايت (1:1) مع إضافة أملاح كلوريد الصوبوم (0،50،100،150mM).

أدت الزيادة التدريجية في تراكيز الملح المستخدمة (NaCl) إلى انخفاض في جميع المؤشرات المدروسة، من جهة أخرى، أدت المعاملة بحمض الجبريليك إلى زيادة في كل من نسبة وسرعة الإنبات، طول المجموع الخضري والجذري، عدد الأوراق والمساحة الورقية إن إضافة حمض الجبريليك أدت إلى تحسين جميع خصائص الإنبات تحت ظروف الإجهاد الملحي.

الكلمات المفتاحية: انبات، الخس، الإجهاد الملحي، حمض الجبريليك.

تاريخ الابداع: 2022/8/21

تاريخ القبول: 2022/11/16



حقوق النشر: جامعة دمشق -

سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق

CC النشر بموجب الترخيص

BY-NC-SA 04

Effect of Gibberellic acid application on Seed Germination of Lettuce under salt stress conditions

Sawsan Albshara¹, Dr. Roula Bayerli²

1 PhD. Student, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria.

2 Professor, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria.

Abstract:

This experiment was carried out in the Faculty of Agriculture, Damascus University, during the period (2019 – 2020), to study the effect of Gibberellic acid on seeds germination of lettuce plant (cv. Kabous and Shinshar) under salt stress conditions.

Seeds of studied species were soaked in gibberellic acid (0,50,100ppm) for 24h, then cultured in a mixture of tourp and perlite (1:1), Sodium chlorid was applied at (0,50,100,150ppm).

The gradual increase in salt concentrations resulted in a decrease of all studied parameters. On the other hand, Gibberellic acid application resulted in increase of germination percentage and rat, shoots and roots length, leaf number and area under salt stress treatments.

Application of gibberellic acid resulted in improving all germination characters under salt stress conditions.

Keywords: Germination, Lettuce, Salt Stress, Gebrilic Acid.

Received: 21/8/2022

Accepted: 16/11/2022



Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

المقدمة Introduction:

يعدّ الخس من أكثر الخضار الورقية استهلاكاً وذلك لأهميته الغذائية في أنحاء العالم (Coelho et al.,2005,1026). ينتمي الخس *Lactuca sativa L* إلى الفصيلة المركبة (النجمية) *Compositae*، (Pink and Keane,2000,543). بلغت المساحة المزروعة بالخس في سورية 2.797 هكتار بإنتاجية 56.516 طن، (إحصائية الزراعة والإصلاح الزراعي، 2020). يمتاز الخس بقيمة غذائية عالية حيث يحتوي على نسبة عالية من الكالسيوم والحديد. كما أنه مصدراً جيداً للفيتامينات A و C ويوصف للأشخاص الذين يعانون من السمّة لمحتواه المنخفض من الحريرات، وهو مصدر هام للعديد من مضادات الأكسدة كالفينولات، والغلوكوسينولات (USDA National Nutrient Database,2010,23).

تنجح زراعة الخس في مختلف أنواع الأراضي، لكن تتاسبها الأراضي الخصبة والغنية بالمواد العضوية وقليلة الحموضة (درجة الحموضة pH = 5.8 - 6.5) وقليلة الملوحة (أقل من 1 ميليوموز/سم) (Conns and Simons, 2010, 70)، ويصنف الخس على أنه من النباتات متوسطة التحمل للملوحة (De Pascale and Barbieri, 1995, 145).

تعد مشكلة الملوحة في الزراعة ذات طابع عالمي وهي من أهم الإجهادات الرئيسة التي تؤثر سلباً في نمو الأنواع النباتية وإنتاجيتها، حيث تحد وبشكل كبير من إنتاج العديد من الأنواع النباتية (Parida and Das,2005,324)، يؤثر الإجهاد الملحي في جميع العمليات الرئيسة مثل النمو، والتمثيل الضوئي، وتصنيع البروتينات، واستقلاب الطاقة، وقد توقف استطالة الخلايا النباتية بشكل كامل عند ازدياد تركيز الأملاح بشكل كبير (Wang and Nil, 2000,623).

تختلف حساسية بذور الخس للملوحة باختلاف الأصناف، فعند معاملة أربعة أصناف من الخس (Romaine - Augusta - Vista - Verte) بأربعة تراكيز من أملاح كلور الصوديوم (0 - 50 - 100 - 150 mM) تبين أن بذور الصنفين Vista و Verte أكثر حساسية للملوحة، حيث انخفضت نسبة إنباتهما بشدة عند التراكيز المرتفعة بينما كان الصنفان الآخران أقل حساسية (Safdara et al,2019,17)، وكانت النتائج مشابهة لما بيّنه Neumann (2008,193) بأن الاستجابة للملوحة تختلف باختلاف الصنف المدروس .

بينت دراسة Tzortzakis (2009,226) أنّ أصناف الخس رومين "romaine" كانت الأكثر تحملاً للملوحة في مرحلة الإنبات من أصناف "iceberg"، بينما على العكس أوضح (Sivritepe et al, 2013,229) بأن أربعة أصناف من الخس تشمل الصنف رومين "romaine" كانت الأكثر حساسية للملوحة في تلك المرحلة.

يتطلب انبات البذرة نظاماً انزيمياً فعالاً للقيام بعملية البناء والهدم، وقد وجد أن هذا النظام الأنزيمي يقع تحت تأثير الهرمونات النباتية. يعد حمض الجبريليك أحد أهم هذه الهرمونات والذي يؤدي إلى زيادة سرعة الإنبات من خلال تحفيز إنزيمات التحلل المائي الضرورية لتحلل المواد الغذائية وانقسام الخلايا كالألفا أميلاز وبيتا أميلاز، بالإضافة إلى عدد من الإنزيمات أهمها الرايبونوكليز. (Ashraf and Rasul.2002,49).

ذكر Starck (2014,111) أن GA₃ تسبب في زيادة امتصاص عنصر الفوسفور والكالسيوم، بينما قلل من امتصاص عنصر الصوديوم، مما ساهم بتعديل نسب الأيونات جزئياً.

بينت دراسة (Waleed and Abido,2019,51) أن تأثير GA₃ المطبق خارجياً في التقليل من الإجهاد الملحي قد يكون ناتجاً عن تنشيط إنزيمات خاصة تشارك في تركيب البروتين مثل أنزيم الفوسفاتاز الحمضي.

أفاد Baskinm (2014,5) أن الجبريلينات تعمل على كسر طور سكون البذور، وقد تحسن بشكل كبير من إنبات البذور لدى الكثير من الأنواع، وذلك بشكل رئيسي من خلال تنشيط الجنين وزيادة المدخرات الغذائية، وإضعاف طبقة السويداء. تعتبر الملوحة من أهم الإجهادات اللاحيوية التي تؤثر سلباً في نمو وانتاجية النباتات، ويصنف نبات الخس من النباتات متوسطة الحساسية للملوحة حيث لاتجود زراعته في الترب المالحة. يعد هرمون الجبريلين من هرمونات النمو ذات التأثير المباشر في تحفيز الإنبات تحت ظروف الإجهاد الملحي، ومن هنا هدف هذا البحث إلى دراسة تأثير المعاملة بحمض الجبريلين في إنبات بذور نبات الخس تحت مستويات ملحية مختلفة.

مواد البحث وطرائقه

مكان وزمان تنفيذ البحث: نُفذ البحث في كلية الزراعة - جامعة دمشق، وتم اجراء التحاليل في مخابر كلية الزراعة بدمشق، خلال عام 2020.

المادة النباتية: نُفذت الدراسة على صنفين من الخس، الصنف الأول (Shinshar) وهو صنف مدخل، لا يكون رأساً مندمجاً يتميز بأوراقه المشرشرة الشكل (1)، والصنف الثاني (Kabous) وهو صنف محلي، حجمه متوسط لونه أخضر فاتح، يتكون الرأس من التفاف الأوراق حول بعضها الشكل (2)، تم الحصول على البذار من مراكز معتمدة لبيع البذار في دمشق وتستخدم من قبل المزارعين في أغلب المناطق.

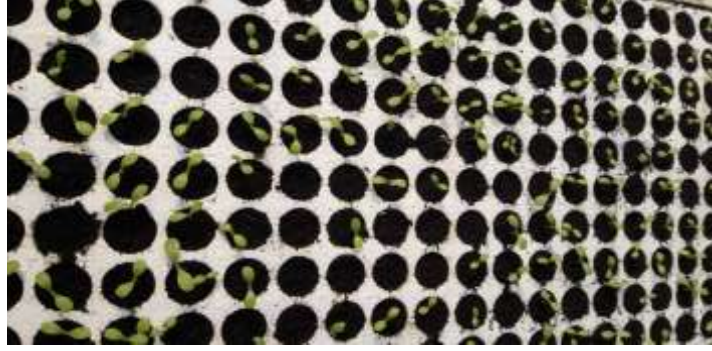


الشكل (2): صنف الخس كبوس



الشكل (1): صنف الخس شنشار

عُقدت البذور بوضعها في محلول هيبوكلووريد الصوديوم (10%)، ثم غسلت بالماء المقطر ثلاث مرات، بعد ذلك نقعت بحمض الجبريليك لمدة 24 ساعة، ثم وزرعت بعد النقع في صواني الإنبات السريع باستخدام تورب-بيرلايت (v:v) الشكل (3)، وذلك بمعدل بذرة في كل ثقب، وضعت الصواني داخل البيت البلاستيكي ضمن الشروط (درجة الحرارة 22°م، الرطوبة 90%، مع وجود 16 ساعة إضاءة)، وفي اليوم السابع بعد الإنبات تمت عملية التشتيل في البيت البلاستيكي ووضعت الشتلات في اصص بلاستيكية بخلطة تحوي (تورب وبيرلايت) بنسبة (v:v) مع وضع بلاستيك في أسفل الأصص حتى لا يحدث تسرب للأملح خارج منطقة الجذور، حيث زرعت عشرة نباتات في المكرر الواحد، وفي كل معاملة ثلاثة مكررات، وأضيف محلول هوجلاند المغذي، وروبت كل 48 ساعة أمّا البدء بتطبيق الإجهاد الملحي للصنفين فكانت في اليوم 21 للبذور المنبتة وذلك بإضافة محلول كلوريد الصوديوم NaCl (0,50,100,150 mM) مع مياه السقاية مرتين اسبوعياً بمعدل 0.25L لكل صينية، وحتى نهاية التجربة أي بعد 45 يوم من بدء الزراعة، بينما نباتات الشاهد تم ريها بمحلول هوجلاند، وقُطفت النباتات بعد 45 يوم من بدء الزراعة.



الشكل(3): صنية الإنبات السريع

شملت مرحلة الإنبات على 7 معاملات لكل صنف مدروس، كررت كل معاملة 3 مرات حيث كل مكرر يحتوي على 10 نباتات. وقد كانت المعاملات على النحو التالي:

1. معاملة الشاهد وفيه تم الري بالماء المقطر .
2. الري بمحلول ملحي من NaCl (50 mM) للبذور المنقوعة بحمض الجبريليك بتركيز 50 ppm .
3. الري بمحلول ملحي من NaCl (50 mM) للبذور المنقوعة بحمض الجبريليك بتركيز 100 ppm .
4. الري بمحلول ملحي من NaCl (100 mM) للبذور المنقوعة بحمض الجبريليك بتركيز 50 ppm .
5. الري بمحلول ملحي من NaCl (100 mM) للبذور المنقوعة بحمض الجبريليك بتركيز 100 ppm .
6. الري بمحلول ملحي من NaCl (150 mM) للبذور المنقوعة بحمض الجبريليك بتركيز 50 ppm .
7. الري بمحلول ملحي من NaCl (150 mM) للبذور المنقوعة بحمض الجبريليك بتركيز 100 ppm .

المؤشرات المدروسة: نسبة الإنبات (% GP)، سرعة الإنبات (بذرة/يوم)، متوسط عدد الأوراق في الشتلة الواحدة (ورقة/نبات)، مساحة المسطح الورقي (سم²/ورقة)، طول المجموع الخضري والمجموع الجذري للشتلات (سم)، حيث تم قياس طولي المجموع الخضري والجذري للشتلات في نهاية تجربة الإنبات، بعد سبعة أيام من بدء الزراعة، وذلك بإزالة الشتلات من الأطباق وقطعها من منطقة اتصال الساق مع الجذر، ومن ثم قيس طولي المجموع الخضري والجذري (سم).
تم حساب نسبة الإنبات وفق المعادلة التالية:

$$GP = \frac{Ni}{N} \times 100$$

حيث إن: Ni: عدد البذور النابتة، و N: العدد الكلي للبذور.

تم حساب سرعة الإنبات وفق المعادلة التالية:

سرعة الإنبات (بذرة/يوم) = (مجموع عدد البذور النابتة كل يوم × رقم اليوم) / عدد البذور النابتة في نهاية فترة الاختبار (نسبة الإنبات)

التصميم التجريبي والتحليل الإحصائي: صممت التجربة وفق القطاعات العشوائية الكاملة *Completely Rhandomized Block Design (CRBD)*، وحللت البيانات باستخدام برنامج التحليل الإحصائي *SPSS*، وقورنت المتوسطات وفق اختبار دونكان، لحساب قيمة أقل فرق معنوي (*LSD*) على مستوى ثقة 95%.

النتائج Results :

تأثير المعاملة بحمض الجبريليك في نسبة إنبات البذور تحت ظروف الإجهاد الملحي (%): بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P \leq 0.05$) في متوسط نسبة إنبات البذور بين المستويات الملحية المختلفة (NaCl)، إذ يُلاحظ أنّ متوسط نسبة إنبات البذور كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (بدون NaCl) (99.25%) وذلك في الصنف كبوس، وانخفض متوسط نسبة إنبات البذور طردياً مع ازدياد تركيز ملح كلوريد الصوديوم في وسط النمو، حيث كان متوسط نسبة إنبات البذور لأدنى معنوياً عند التركيز الملحي الأعلى (150 mM) (37.12%) وذلك للصنف شنتشار (الجدول، 1). بينما أظهرت معاملة نقع البذور بحمض الجبريليك وجود فروقاتٍ معنوية في نسبة الإنبات ($P \leq 0.05$) بين تركيزي حمض الجبريليك المدروسة، حيث تبين أنّ متوسط نسبة إنبات البذور كان الأدنى معنوياً في المعاملة الشاهد (بدون GA3) (78.14%)، وارتفع متوسط نسبة إنبات البذور مع ازدياد تركيز حمض الجبريليك في وسط النمو، حيث كان متوسط نسبة إنبات البذور لأعلى معنوياً عند التركيز (GA3 100ppm) (85.31%) للصنف كبوس الجدول (1). ويُلاحظ بالنسبة للتفاعل بين حمض الجبريليك والمستويات الملحية المختلفة وصنفي الدراسة، أنّ متوسط نسبة إنبات البذور كان الأعلى معنوياً لدى الصنف كبوس في المعاملة الشاهد (بدون NaCl) ومعاملة GA3 100ppm (99.42%)، في حين الأدنى معنوياً عند التركيز الملحي الأعلى (150mM) لدى الصنف شنتشار في المعاملة الشاهد (بدون NaCl وبدون GA3) (30.02%) (الجدول 1).

تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه (Bartha, 2012, 47)، إذ وجد أنّ سرعة الإنبات تقلّ تدريجياً بزيادة مستوى الملوحة، كما تتفق مع (Matsuoka, 2013, 123) الذي بين أن حمض الجبريليك سبب زيادة في نسبة إنبات شتلات الخس عند ازدياد الملوحة في وسط النمو.

الجدول (1): تأثير المعاملة بحمض الجبريليك في نسبة إنبات البذور تحت التراكيز الملحية المستخدمة من NaCl في صنف الخس.

	150		100		50		الشاهد 0		تركيز NaCl (mM)
	شنتشار	كبوس	شنتشار	كبوس	شنتشار	كبوس	شنتشار	كبوس	
°78.14	30.02	50.45	73.54	87.72	92.11	97.89	94.34	99.12	الشاهد 0
^b 83.26	39.23	71.23	81.42	90.12	92.87	97.92	94.12	99.23	GA ₃ 50
^a 85.31	42.12	75.86	85.92	92.65	93.11	98.34	95.06	99.42	GA ₃ 100
	^g 37.12	^f 65.84	^e 80.29	^d 90.16	^d 92.69	^b 98.05	^c 94.50	^a 99.25	المتوسط

LSD الأصفان: 0.17، التراكيز الملحية: 0.22، التفاعل: 0.27

تدل الأحرف المختلفة ضمن العمود بالنسبة لمتوسط التراكيز الملحية المختلفة وضمن السطر بالنسبة للمعاملات على وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة 95%.

تأثير المعاملة بحمض الجبريليك في سرعة إنبات البذور تحت ظروف الإجهاد الملحي (بذرة/يوم): أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P \leq 0.05$) في متوسط سرعة إنبات البذور بين المستويات الملحية المختلفة من NaCl، وبين تراكيز حمض الجبريليك وصنفي الخس المدروسين والتفاعل المتبادل بينهما. ويلاحظ أنّ متوسط سرعة إنبات البذور كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (بدون NaCl) (9.46 بذرة/يوم) لدى الصنف كبوس، وانخفض متوسط سرعة إنبات البذور طردياً مع

ازدياد تركيز ملح كلوريد الصوديوم في وسط النمو، حيث كان الأدنى معنوياً عند التركيز الملحي الأعلى (NaCl 150mM) (1.56 بذرة/يوم) لدى الصنف شنشار (الجدول،2). إلا أن المعاملة بحمض الجبريليك بينت وجود فروقاً معنوية في سرعة إنبات البذور ($P \leq 0.05$) بين تركيزي حمض الجبريليك المدروسة، فكان متوسط سرعة إنبات البذور الأدنى معنوياً في المعاملة الشاهد (بدون GA_3) (5.85 بذرة/يوم)، وارتفع متوسط سرعة إنبات البذور مع ازدياد تركيز حمض الجبريليك في وسط النمو والمتوسط، حيث كان الأعلى معنوياً عند التركيز (GA_3 100ppm) (7.05 بذرة/يوم) للصنف كبوس (الجدول،2). أما بالنسبة للتفاعل بين حمض الجبريليك والمستويات الملحية المختلفة وصنفي الدراسة، تبين أن متوسط سرعة إنبات البذور كان الأعلى معنوياً لدى الصنف كبوس في المعاملة الشاهد (بدون NaCl) ومعاملة GA_3 100ppm (9.71 بذرة/يوم)، في حين الأدنى معنوياً عند المعاملة (NaCl 150 mM وبدون GA_3) (1.03 بذرة/يوم) لدى الصنف شنشار (الجدول،2).
توافقت هذه النتائج مع نتائج (Zare and Zadeh, 2017, 855) التي بيّنت أن سرعة الإنبات تزداد عند الاستخدام الخارجي لحمض الجبريليك تحت ظروف الإجهاد الملحي.

الجدول (2): تأثير المعاملة بحمض الجبريليك في متوسط سرعة الإنبات البذور (بذرة/اليوم) حسب التراكيز الملحية المستخدمة من NaCl في صنف الخس.

المتوسط	150		100		50		الشاهد 0		تركيز NaCl (mM)
	كبوس	شنشار	كبوس	شنشار	كبوس	شنشار	كبوس	شنشار	
°5.85	1.03	2.14	3.71	5.65	7.89	9.01	8.25	9.12	الشاهد 0
^b 6.64	1.65	4.11	5.34	6.25	8.12	9.32	8.79	9.56	GA3 50
^a 7.05	2.01	4.72	5.98	7.16	8.35	9.56	8.94	9.71	GA3 100
^f 1.56	^e 3.65	^d 5.01	^c 6.35	^b 8.12	^a 9.29	^b 8.66	^a 9.46		المتوسط

LSD الأصناف: 0.09، التراكيز الملحية: 0.07، التفاعل: 0.13

تدل الأحرف المختلفة ضمن العمود بالنسبة لمتوسط التراكيز الملحية المختلفة وضمن السطر بالنسبة للمعاملات على وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة 95%.

تأثير المعاملة بحمض الجبريليك في طول المجموع الخضري تحت ظروف الإجهاد الملحي (سم): بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P \leq 0.05$) في صفة متوسط طول المجموع الخضري للشتلة بين المستويات الملحية المختلفة (NaCl)، وبين تراكيز حمض الجبريليك المستخدمة، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلاحظ أن متوسط طول المجموع الخضري للشتلة كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (بدون NaCl) (3.4 سم) لدى الصنف كبوس، وانخفض متوسط طول المجموع الخضري للشتلة طردياً مع ازدياد تركيز ملح كلوريد الصوديوم في وسط النمو، حيث كان الأدنى معنوياً كان عند التركيز الملحي الأعلى (150 mM) (1.41 سم) في الصنف شنشار (الجدول،3). كما أظهرت نتائج التحليل نفسه وجود فروقاً معنوية في طول المجموع الخضري للشتلة ($P \leq 0.05$) عند المعاملة بحمض الجبريليك تحت ظروف الإجهاد الملحي، فكان متوسط طول المجموع الخضري للشتلة

الأدنى معنوياً في المعاملة الشاهد (بدون GA₃) (2.13 سم)، وارتفع متوسط طول المجموع الخضري للشتلة مع ازدياد تركيز حمض الجبريليك في وسط النمو، فكان الأعلى معنوياً عند التركيز (GA₃100ppm) (2.77 سم). أما بالنسبة للتفاعل بين تراكيز حمض الجبريليك والمستويات الملحية المختلفة وصنفي الدراسة، فقد كان متوسط طول المجموع الخضري للشتلة الأعلى معنوياً لدى الصنف كبوس عند المعاملة (بدون NaCl ومعاملة GA₃100ppm) (4.24 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً في المعاملة (NaCl 150mM وبدون GA₃) (1.14 سم) لدى الصنف شنشار الجدول (3).

وهذا ما أكده Wen وآخرون (2019,170)، حيث لاحظوا زيادة في طول المجموع الخضري لنبات الخس بعد معاملته بحمض الجبريليك وذلك عند ارتفاع الملوحة في مياه الري.

الجدول رقم (3): تأثير المعاملة بحمض الجبريليك في متوسط طول المجموع الخضري (سم) حسب التراكيز الملحية المستخدمة من NaCl في صنف الخس.

المتوسط	150		100		50		الشاهد 0		تركيز NaCl (mM)
	شنشار	كبوس	شنشار	كبوس	شنشار	كبوس	شنشار	كبوس	
2.13 ^c	1.14	1.54	1.71	2.03	2.42	2.78	2.51	2.95	الشاهد 0
2.32 ^b	1.35	1.64	1.89	2.65	2.15	2.98	2.94	3.01	GA3 50
2.77 ^a	1.76	1.93	2.14	2.81	2.24	3.94	3.11	4.24	GA3 100
	1.41 ^f	1.70 ^e	1.91 ^e	2.49 ^c	2.27 ^d	3.23 ^{ab}	2.85 ^b	3.4 ^a	المتوسط

LSD الأصفاف: 0.11، التراكيز الملحية: 0.14، التفاعل 0.17

تدل الأحرف المختلفة ضمن العمود بالنسبة لمتوسط التراكيز الملحية المختلفة وضمن السطر بالنسبة للمعاملات على وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة 95%.

تأثير المعاملة بحمض الجبريليك في طول المجموع الجذري تحت ظروف الإجهاد الملحي (سم): أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P \leq 0.05$) في صفة متوسط طول المجموع الجذري للشتلة بين المستويات الملحية المختلفة (NaCl)، وبين تراكيز حمض الجبريليك المستخدمة، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلاحظ أنّ متوسط طول المجموع الجذري كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (بدون NaCl) (4.88 سم) لدى الصنف شنشار، وانخفض متوسط طول المجموع الجذري للشتلة طردياً مع ازدياد تركيز ملح كلوريد الصوديوم في وسط النمو، حيث كان الأدنى معنوياً عند التركيز الملحي الأعلى (150 mM NaCl) (2.01 سم) في الصنف كبوس (الجدول 4). كما أظهرت نتائج التحليل نفسه وجود فروقاتٍ معنوية في طول المجموع الجذري للشتلة ($P \leq 0.05$) عند المعاملة بحمض الجبريليك تحت ظروف الإجهاد الملحي، فكان متوسط طول المجموع الجذري للشتلة الأدنى معنوياً في المعاملة الشاهد (بدون GA₃) (2.97 سم)، وارتفع متوسط طول المجموع الجذري للشتلة مع ازدياد تركيز حمض الجبريليك في وسط النمو، حيث كان الأعلى معنوياً عند التركيز (GA₃100ppm) (3.97 سم). أما بالنسبة للتفاعل بين تراكيز حمض الجبريليك والمستويات الملحية المختلفة وصنفي الدراسة، فقد كان متوسط طول المجموع الجذري للشتلة الأعلى معنوياً لدى الصنف شنشار عند المعاملة (بدون NaCl ومعاملة GA₃100ppm) (5.65 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً في المعاملة (NaCl 150 وبدون GA₃) (1.54 سم) لدى الصنف كبوس الجدول (4).

توافقت هذه النتيجة مع ما أظهرته نتائج (Ashraf and Karim,2016,49)، حيث لاحظنا زيادة في طول المجموع الخضري عند المعاملة بحمض الجبريليك تحت ظروف الإجهاد الملحي.

الجدول (4): تأثير المعاملة بحمض الجبريليك في متوسط طول المجموع الجذري (سم) حسب التراكيز الملحية المستخدمة من NaCl في صنف الخس.

المتوسط	150		100		50		الشاهد 0		تركيز NaCl (mM)
	كبوس	شنشار	كبوس	شنشار	كبوس	شنشار	كبوس	شنشار	
°2.97	2.47	1.54	3.52	2.11	3.97	2.91	4.13	3.18	الشاهد 0
^b 3.53	2.76	1.95	3.85	2.98	4.16	3.12	4.86	4.56	GA3 50
^a 3.97	3.04	2.56	4.15	3.11	4.02	4.11	5.65	5.13	GA3100
	^e 2.75	^f 2.01	^c 3.84	^d 2.73	^b 4.05	^d 3.38	^a 4.88	^b 4.29	المتوسط

LSD الأصناف: 0.12، التراكيز الملحية: 0.15، التفاعل 0.19

تدل الأحرف المختلفة ضمن العمود بالنسبة لمتوسط التراكيز الملحية المختلفة وضمن السطر بالنسبة للمعاملات على وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة 95%.

تأثير المعاملة بحمض الجبريليك تحت ظروف الإجهاد الملحي في متوسط عدد الأوراق (ورقة/نبات): بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) في صفة عدد الأوراق بين المستويات الملحية المختلفة (NaCl)، وبين تراكيز حمض الجبريليك المستخدمة، والتفاعل بينهما. يُلاحظ أنّ متوسط عدد الأوراق للشتلة انخفض مع ازدياد الملوحة في الوسط حيث كان الأعلى معنوياً في المعاملة الشاهد (بدون NaCl) (16.6 ورقة/نبات) لدى الصنف شنشار، بينما كان الأدنى معنوياً كان عند التركيز الملحي الأعلى (150mM) (5.4 ورقة/نبات) في الصنف نفسه (الجدول، 5). كما أظهرت نتائج التحليل نفسه وجود فروقاً معنوية في متوسط عدد الأوراق للشتلة ($P \leq 0.05$) عند المعاملة بحمض الجبريليك تحت ظروف الإجهاد الملحي، فكان متوسط عدد الأوراق للشتلة الأدنى معنوياً في المعاملة الشاهد (بدون GA₃) (9.6 ورقة/نبات)، وارتفع متوسط عدد الأوراق مع ازدياد تركيز حمض الجبريليك في وسط النمو، وكان الأعلى معنوياً عند التركيز (GA₃100ppm) (13.6 ورقة/نبات). أمّا بالنسبة للتفاعل بين تراكيز حمض الجبريليك والمستويات الملحية المختلفة وصنفي الدراسة، فقد كان متوسط عدد الأوراق للشتلة الأعلى معنوياً لدى الصنف شنشار عند المعاملة (بدون NaCl ومعاملة GA₃100ppm) (18.1 ورقة/نبات)، في حين كان الأدنى معنوياً في المعاملة (NaCl 150mM وبدون GA₃) (2.3 ورقة/نبات) لدى الصنف شنشار نفسه الجدول (5). كانت هذه النتائج مماثلة لنتائج الدراسة التي أجراها (Toyomasu et al,2010,127)، والتي أظهرت ازدياد عدد أوراق نبات الخس عند زيادة تركيز حمض الجبريليك في وسط النمو وذلك تحت مستويات مختلفة من الملوحة.

الجدول (5): تأثير المعاملة بحمض الجبريليك في متوسط عدد الأوراق (ورقة/نبات) حسب التراكيز الملحية المستخدمة من NaCl في صنف الخس.

المتوسط	150		100		50		الشاهد 0		تركيز NaCl (mM)
	شنتشار	كبوس	شنتشار	كبوس	شنتشار	كبوس	شنتشار	كبوس	
9.6 ^c	2.3	4.8	6.4	7.9	13.3	13.1	15.2	14.3	الشاهد 0
11.6 ^b	5.6	6.2	10.3	9.2	15.3	14.6	16.7	15.4	GA3 50
13.6 ^a	8.5	8.1	13.2	12.2	17.4	16.1	18.1	17.3	GA3100
	5.4 ^d	6.3 ^d	9.9 ^c	9.7 ^c	15.3 ^b	14.6 ^b	16.6 ^a	15.6 ^a	المتوسط

التفاعل: 6.77 التراكيز الملحية: 5.53، الأصناف: 4.54، LSD

تدل الأحرف المختلفة ضمن العمود بالنسبة لمتوسط التراكيز الملحية المختلفة وضمن السطر بالنسبة للمعاملات على وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة 95%.

تأثير المعاملة بحمض الجبريليك في متوسط المساحة الورقية تحت ظروف الإجهاد الملحي (سم²): أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) في صفة متوسط المساحة الورقية بين المستويات الملحية المختلفة (NaCl)، وبين تراكيز حمض الجبريليك المستخدمة، والتفاعل المتبادل بينهما. يُلاحظ أنّ متوسط المساحة الورقية كان الأعلى معنويًا في المعاملة الشاهد (بدون NaCl) (96.35 سم²) لدى الصنف شنتشار، وانخفض متوسط المساحة الورقية طردًا مع ازدياد تركيز ملح كلوريد الصوديوم في وسط النمو، حيث كان الأدنى معنويًا عند التركيز الملحي الأعلى (150 mM) (24.47 سم²) في الصنف كبوس (الجدول 6). كما أظهرت نتائج التحليل نفسه وجود فروقات معنوية في متوسط المساحة الورقية ($P \leq 0.05$) عند المعاملة بحمض الجبريليك تحت ظروف الإجهاد الملحي، فكان متوسط المساحة الورقية الأدنى معنويًا في المعاملة الشاهد (بدون GA₃) (60.02 سم²)، وارتفع متوسط المساحة الورقية مع ازدياد تركيز حمض الجبريليك في وسط النمو، حيث كان الأعلى معنويًا عند التركيز (GA₃ 100ppm) (67.25 سم²). أمّا بالنسبة للتفاعل بين تراكيز حمض الجبريليك والمستويات الملحية المختلفة وصنفي الدراسة، فقد كان متوسط المساحة الورقية الأعلى معنويًا لدى الصنف شنتشار عند المعاملة (بدون NaCl ومعاملة GA₃ 100ppm) (97.91 سم²)، في حين كان الأدنى معنويًا في المعاملة (NaCl 150mM وبدون GA₃) (22.15 سم²) لدى الصنف نفسه (الجدول 6).

توافقت هذه النتائج مع ما بينته نتائج (Swamy and Bruce, 2014, 243)، والتي أكدت دور حمض الجبريليك في زيادة المسطح الورقي للنبات المزروع في وسط ملحي.

الجدول(6): تأثير المعاملة بحمض الجبريليك في متوسط المساحة الورقية (سم²) حسب التراكيز الملحية المستخدمة من NaCl في صنف الخس.

المتوسط	150		100		50		الشاهد 0		تركيز NaCl (mM)
	شنتشار	كبوس	شنتشار	كبوس	شنتشار	كبوس	شنتشار	كبوس	
60.02 ^c	22.15	30.22	44.61	52.11	71.03	74.65	95.12	90.32	الشاهد 0
63.58 ^b	24.63	34.92	48.36	57.96	75.12	79.13	96.03	92.56	GA3 50
67.25 ^a	27.45	39.45	53.74	63.55	79.51	82.61	97.91	94.12	GA3100
	24.74 ^h	34.86 ^g	48.90 ^f	57.87 ^e	75.22 ^d	78.79 ^c	96.35 ^a	92.33 ^b	المتوسط

التفاعل: 6.77 التراكيز الملحية: 5.53، الأصناف: 4.54، LSD

تدل الأحرف المختلفة ضمن العمود بالنسبة لمتوسط التراكيز الملحية المختلفة وضمن السطر بالنسبة للمعاملات على وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة 95%.

المناقشة Discussion:

تؤدي زيادة تركيز الأملاح الذوابة في محلول التربة وبخاصة ملح كلور الصوديوم إلى السمية الأيونية، وإلى تأثير أسموزي نتيجة انخفاض جهد التربة المائي مما يقلل من معدل امتصاص الماء (Munns and Teste, 2010, 651).

يعزى السبب في انخفاض معدل وسرعة الإنبات إلى زيادة تركيز الملح في ماء الري والذي يؤدي دور المعيق لعملية الإنبات، وهذا ما يؤدي إلى صعوبة امتصاص الماء من قبل البذرة وبالتالي يؤدي إلى خلل في عملية الاستقلاب (Zhu, 2011, 1) إلا أن معاملة البذور بنقعها بحمض الجبريليك قد أدى إلى زيادة نسبة الإنبات، لأنه يعمل على تحفيز إطلاق أنزيمات التحلل المائي مثل الألفا أميلاز والبيتا أميلاز وغيرها من الأنزيمات المسؤولة عن الإنبات والتي لها دور فعال في تحلل المواد الرئيسية الموجودة في السويداء مثل الليبيدات والبروتينات والكربوهيدرات إلى مواد أبسط تنتقل إلى الجنين، بالإضافة إلى زيادة نسبة الأحماض الأمينية في الجنين مما ينعكس إيجابياً على سرعة الإنبات، (Singh and Daram 2010, 998).

من المعلوم أن ازدياد تركيز الأملاح الذوابة في التربة وماء الري يؤدي إلى خفض الجهد المائي، وتقليل كمية الماء الحر المتاحة للنباتات، ويزداد عجز الإشباع المائي داخل الخلايا النباتية مما يؤدي إلى تثبيط استطالة الخلايا النباتية ولا يحدث النمو إلا إذا استطالت الخلايا النباتية المنقسمة، لأن النمو هو حصيلة انقسام واستطالة غير عكوسة للخلايا النباتية وبالتالي سيدد من المساحة الورقية المتاحة للتمثيل الضوئي، وبالتالي سيقبل عدد الأوراق (Zahra et al, 2010, 35)، إلا إن نقع البذور بالتركيز المناسب من حمض الجبريليك قد أدى دوراً مهماً في التغلب على التأثيرات الناتجة عن الإجهاد الملحي مثل الإجهاد الأسموزي، إضافة لدوره في إحداث توازن هرموني تحت تأثير الإجهاد الملحي، مما انعكس إيجابياً على زيادة طول كل من المجموعتين الخضري والجذري وكذلك عدد الأوراق والمساحة الورقية (Srivastava, 2016, 156).

الاستنتاجات Conclusions

1. سبب ازدياد شدة الإجهاد الملحي في وسط النمو تراجعاً معنوياً في الصفات المدروسة بالمقارنة مع الشاهد.
2. سببت المعاملة بحمض الجبريليك زيادة معنوية في الصفات المدروسة تحت ظروف الإجهاد الملحي.

التوصيات والمقترحات Recommendations

1. ينصح بمعاملة بذور نبات الخس بحمض الجبريليك قبل زراعتها بالترب المالحة لما له من دور مباشر في تحسين جميع خصائص الإنبات.
2. اجراء دراسات باستخدام تراكيز مختلفة من حمض الجبريليك على أصناف متعددة من نبات الخس قبل الزراعة في الترب المالحة.

التمويل: هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

References:

1. المجموعة الإحصائية السنوية لوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي لعام 2020. الجمهورية العربية السورية.
2. Ashraf, M. and E.Rasul,2002. Interactive effects of gibberellic acid (GA3) and salt stress on growth, ion accumulation and photosynthetic capacity of tow spring wheat(*Triticum aestivum L.*) cultivars differing in salt tolerance. *Plant Growth Regul.*,36(1):49-59.
3. Ashraf,M.,Karim,F.,2016. Interactive effects of Gibberellic cid (GA3) and salt strees on growth, ion accumulation and photosynthetic capacity of plant cultivars differing in salt tolerance. *Plant Growth Regul.*, 36(1):49-59.
4. Bartha,L.2012. Physiological diversity of lettuce varieties exposed to salinity stress. *Contrib Bot.*45:47-56.
5. Baskinm, C. 2014. Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. San Diego, USA:Academic Press.23:5-12
6. Coelho, A. F. S.; Gomes, E. P.; Sousa, A. P.; Gloria, M. B. A.,2005. Effect of irrigation level on yield and bioactive amine content of American lettuce. *Journal. Sci. Food. Agric.*, 85: 1026-1032.
7. Coons, J. K. and N. Simons. 2010. Germination of several lettuce cultivars with high temperature and salt. *Journal. Sci. Food. Agric.*, 85: 70-81.
8. De Pascale, S. and Barbieri, G.,1995. Effects of soil salinity from long-term irrigation with saline-sodic water on yield and quality of winter vegetable crops. *Sci. Hort.*, 64: 145–157.
9. Matsuoka,M.,2013. Gibberellic signaling: How do plant cell respond to GA signals. *J.Plant growth Regul.*,22:123-125.
- 10.Munns, R. and Tester, M., 2010. Mechanism of salinity tolerance. *Annl. Rev. Plant Biol.*, 59: 651–681.
- 11.Neumann,P.,2008. Salinity resistance and plant growth revisited. *Plant Cell Environ.*,20:193-198.
- 12.Parida,K.A. and Das B. A. 2005.Salt Tolerance and Salinity Effects on Plants: A Review.*Ecotoxicol. Environ. Saf.*60:324-349.
- 13.Pink,D., Keane, E.,2000. Lettuce, *Lactuca sativa L.* In "Genetic Improvement of Vegetable Crops", (ed. G. Kalloo, B.O. Bergh), Pergamon Press, Oxford, U.K., pp. 543-571 .
- 14.Safdar,H., Amin A.,Shafiq Y., 2019. A review: impact of salinity on plant growth. *Nat Sci*, 17:34-40.
- 15.Singh,H.,Dara,B.,2010. Influence of presoaking of seeds with Gibberellic on growth and yield attributes of Wheat(*Triticum aestivum L.*) under high salinity, sodium adsorption ratio and boron levels.*IndianJ.Agric. Sci.*,41:998-1003.
- 16.Sivritepe,N., Sivritepe,HO.,Eris.,A,2013. The effects of NaCl priming on salt tolerance in Lettuce seeding grwn under saline condition. *Sci Hort.*97:229-237.
- 17.Srivastava,N,2016, Influence of Gibberllic acid on 14Co2 metabolism, growth and production of alkaloids in Lettuce. *Sci Hort.*45:156-160.
- 18.Starck,A 2014. Effect of phytohormones on absorption and distribution of ions in the salt stressed bean plants. *Acta Soc. Bot. poloniae.*,49:111-125.
- 19.Swamy,P.,Bruce.,N.2014.Role of Gibberellic acid in plant stress tolerance. Department of Botany and Range Science. *Plant soil* 231:243-254.
- 20.Toyomasu,T.,Yamane,H.,Murofushi.,N,2010.Effectsof exogenously applied Gibberelin on the endogenous levels of abscisic acid in photoblastic lettuce seeds. *Plant Cell Physiol.*35:127-147.
- 21.Tzortzakis, N.G., 2009. Alleviation of salinity-induced stress in lettuce growth by potassium sulphate using nutrient film technique. *Int. J. Veg. Sci.*, 15: 226–239.

22. USDA. 2010. Agricultural Research Service. Nutrient data laboratory. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 23.
23. Waleed, A.E., Abido, A. 2019. Effect of gibberellic acid on germination of six wheat cultivars under salinity stress levels. Asian Journal of Biological Sciences, 12(12),: 51-60. Doi: 10.3923/agbs.51.60.
24. Wang, Y. and Nil, N. 2000. Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase-Oxygenase, glissin betaine content, Photosynthesis and transpiration in Amaranthus tricolor leaves during salt stress. J. Hortic. Sci. Biotechnol. 75: 623-627.
25. Wen, F., Zhang, Z., Bai, T. 2019. Proteomics reveals the effects of Gibberellic acid (GA3) on salt-stressed lettuce (*Lactuca sativa*) shoots. Plant Sci., 178: 170-175.
26. Zahra, S., Amin B., Ali VSM, Ali Y., Mehdi Y. 2010. The salicylic acid effect on the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sugar, protein and proline contents under salinity stress (NaCl). J. Biophys. Struct. Biol. 2,: 35-41.
27. Zare, M., Zadeh, S., 2017. Investigation of GA3 effects of seed germination and seedling growth of wheat under salinity stress. Journal of Agricultural Sciences Islamic Azad Univ., 12: 855-865.
28. Zhu, J.K. 2011. Plant salt tolerance. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. Ann. of Botany, 91: 1-25.