

## تأثير إضافة مزيج البوتاسيوم والكالسيوم في بعض المؤشرات الفسلجية والكميوقهوية وتخفيف الإجهاد الملحي لبعض أصناف الحنطة في المزارع المائية

احمد نجم عبد الله الموسوي

جاسم وهاب محمد اليساري

أستاذ مساعد

الباحث

قسم علوم الحياة- كلية التربية للعلوم الصرفة- جامعة كربلاء

Jassimiraqi@gmel.com

المستخلص

نفذت التجربة بهدف دراسة دور إضافة البوتاسيوم والكالسيوم خطأ في خفض الإجهاد الملحي لأربعة تراكيب وراثية من الحنطة لتحسين نمو وحاصل الحنطة والحالة الإنزيمية والبناء المعماري للجذور. نفذت تجربة في كلية الزراعة. جامعة كربلاء باستخدام المنظومة المستقرة وتضمنت الدراسة ثلاث عوامل الأول إضافة ثلاثة تراكيز من البوتاسيوم والكالسيوم للمحلول المغذي K50+Ca100 و K100+Ca200 و K200+Ca400 مايكرومول.لتر<sup>-1</sup>، والعامل الثاني استخدام ثلاثة مستويات من الملوحة 0NaCl و 20NaCl و 40NaCl مايكرومول.لتر<sup>-1</sup>، والعامل الثالث أربعة أصناف من الحنطة وبثلاث مكررات. أظهرت النتائج تفوق الصنف أبو غريب3 في صفة قطر الجذر والفعالية الإنزيمية للسوبر أوكسايديسموتيز في الجزء الخضري في حين تفوق الصنف إباء99 في وزن الجذر وطول الجذر والفعالية الإنزيمية للبيروكسيديز والكتليز وتركيز البرولين أما الصنف جندوله فقد تفوق في صفات وزن الجذر وطول الجذر والفعالية الإنزيمية للسوبر أوكسايديسموتيز وكان صنف سن الفيل الأكثر تفوقاً في إنزيم البيروكسيديز والكتليز. وأظهرت إضافة نصف الكمية من K50+Ca100 مايكرومول.لتر<sup>-1</sup> تفوق في إنزيم البيروكسيديز وسوبر أوكسايديسموتيز والكتليز البرولين، اما عند المستوى K100+Ca200 مايكرومول.لتر<sup>-1</sup> أظهرت تفوق في طول الجذر، وأيضاً حصلت زيادة في وزن وقطر الجذرعند مضاعفة كمية K200+Ca400 مايكرومول. لتر<sup>-1</sup>. أثر الإجهاد الملحي تركيز 40NaCl مايكرومول.لتر<sup>-1</sup> في تفوق فعالية الإنزيم للسوبر أوكسايديسموتيز والبيروكسيديز والكتليز ومحتوى البرولين، بينما تفوقت قيم وزن الجذر وقطر الجذر عند مستوى 0NaCl. وجد إن إضافة البوتاسيوم و الكالسيوم إلى المحلول المغذي عمل على خفض الإجهاد الملحي الناتج من إضافة كلوريد الصوديوم وتم الاستدلال على ذلك من خلال النتائج المتحصل عليها.

الكلمات المفتاحية: البوتاسيوم، الكالسيوم، مزارع مائية، حنطة، البيروكسيديز، الكتليز، البرولين.

البحث مستل من رسالة الباحث الاول

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences –991-1003: (4) 48/ 2017

Al-Yesari &amp; Al-Mosawy

### EFFECT OF K AND Ca APPLICATION ON SOME PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS AND MITIGATION OF SALT STRESS OF SOME WHEAT GENOTYPES GROWN IN HYDROPONIC

J. W. M. Al-Yesari  
ResearcherA. N. Al-Mosawy  
Assist. prof.  
al\_fn2007@yahoo.com

#### ABSTRACT

This experiment was conducted to study the role of potassium and calcium mixture to mitigate salt stress of some genotypes of wheat to improve growth and yield of wheat the enzymatic situation and root architecture, this experiment included three factors the first factor was three levels of potassium and calcium K50+Ca100, K100+Ca200 and K200+Ca400  $\mu\text{M.L}^{-1}$ , and the second factor was three levels of salinity 0NaCl and 20 NaCl and 40 $\mu\text{M.L}^{-1}$ NaCl, and the third factor was four varieties of wheat namely: with three replications. The result can be summarized as follow: Abu Ghraib3 variety was superior in diameter of root and the activity of some antioxidant enzymes SOD in shoot. Ibaa 99 variety was superior in root weight and root length and the activity of some antioxidant enzymes POD, CAT, proline concentration, Jandola variety was superior root weight and root length and the activity of some antioxidant enzymes SOD, SinAl-Fil was superior in the activity of some antioxidant enzymes POD, CAT and proline concentration. K50+Ca100 treatment was superior in the activity antioxidant enzymes POD, CAT, SOD, proline concentration. While K100+Ca200 treatment was superior in root length, K200+Ca400 treatment was superior in root diameter and root weight. 40NaCl treatment was superior in the activity of antioxidant enzymes POD, CAT, SOD, proline concentration. 0NaCl treatment was superior in root diameter and root weight. and found that the addition of calcium and potassium to the nutrient solution worked to reduce stress resulting from the salt added sodium chloride were inferred through the results obtained.

Key words, potassium, calcium, hydroponic, wheat, peroxidase, catalase, proline

•Part of M. Sc. thesis for first author

## المقدمة

تؤثر الملوحة في ما يقارب 20% من الأراضي المروية في العالم، والعراق في مقدمة البلدان العربية والآسيوية من حيث المساحة الكلية المتأثرة بالملوحة (6). فقد ازدادت مشكلة الملوحة في العراق في السنوات الأخيرة بسبب شححه الأمطار والموارد المائية ونوعيتها وسوء إدارتها. كما تعد الملوحة (ملوحة التربة أو ماء الري) من أهم المشاكل التي تواجه الزراعة ضمن النطاق العالمي وخصوصاً في المناطق الجافة وشبه الجافة (14)، ويعد البوتاسيوم من المغذيات المحددة للإنتاج ومن العناصر الرئيسة التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة نسبياً (10)، لدوره المهم في العديد من العمليات الفسيولوجية الحيوية وتحفيز العديد من التفاعلات الإنزيمية في النبات والمسيطر على آلية غلق وفتح الثغور (8)، لذا فإن له دوراً كبيراً في الإنتاج كماً ونوعاً وهو عنصر ضروري لمعظم المحاصيل الاقتصادية. وأجريت دراسات عديدة في العراق حول البوتاسيوم وأوضحت إن الترب العراقية تتصف بخزيرين كبير نسبياً من البوتاسيوم كما هو الحال بالنسبة لمعظم ترب المناطق الجافة وشبه الجافة (21)، وأشارت الدراسات إلى دور عنصر الكالسيوم المضاف بشكل مباشر أو غير مباشر في الحد من التأثيرات السلبية للملوحة وتحسين نمو وإنتاجية النباتات النامية في الوسط الملحي وغالباً ما يضاف عنصر الكالسيوم إلى الأوساط المتأثرة بالملوحة بهيئة كبريتات الكالسيوم  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  إذ يعمل على تحسين الوسط الأزرعي فيزيائياً وكيميائياً وقد أعزى سبب ذلك إلى دور الكالسيوم المهم في بناء جدار وغشاء الخلية النباتية ودوره كرسول ثانٍ وبناءً على تلك المعطيات العلمية الإيجابية للكالسيوم من ناحية وللاقبال على شححه مياه الري الصالحة للزراعة من ناحية أخرى، اتجهت الأبحاث إلى استعمال المياه المالحة في زراعة المحاصيل (1)، أن آليات معالجة الملوحة تبقى محدودة التطبيق ما لم يحدد العامل الرئيس الذي يقلل من قدرة محصول الحنطة للاستفادة من المغذيات الموجودة في بيئة النمو، إذ إن تأين ملح كلوريد الصوديوم إلى أيون الصوديوم والكلوريد في بيئة النمو له تأثير مباشر في امتصاص المغذيات ومدى الاستفادة منها في العمليات الحيوية، عليه فإن دراسة سلوك وتوزيع ايونات الصوديوم والكلوريد داخل النبات يفتح آفاقاً علمية واسعة

يمكن من خلالها تحديد العامل المؤثر في إنتاجية الترب المحلية، وعليه كان لابد من دراسة مستويات مختلفة من التسميد بالبوتاسيوم والكالسيوم خطأً للحد من تأثير الملوحة على بعض الأصناف الوراثية من الحنطة الناعمة والخشنة ولهذه الأسباب تم تنفيذ هذه الدراسة التي تهدف إلى تحديد مستوى الإجهاد المؤثر سواء كان تغذوي أو ملحي أو إذا كان التأثير وراثي ودراسة التركيب المعماري للجذور ودور إضافة البوتاسيوم والكالسيوم في تحسين نمو وحاصل نبات الحنطة والحالة الإنزيمية له.

## المواد والطرائق

## تجربة المزارع المائية المستقرة

نفذت هذه التجربة في الظله السلوية التابعة لكلية الزراعة - جامعة كربلاء. وباستعمال المزرعة المائية المستقرة. تضمنت التجربة دراسة تأثير إضافة البوتاسيوم والكالسيوم خطأً على أربعة أصناف وراثية، صنفين من حنطة الخبز الناعمة *Triticum aestivum* L. أبو غريب 3 وإباء 99 وصنفين من الحنطة الخشنة (القاسية) *Triticum durum* L. جندولة وسن الفيل تمت زراعة الأصناف المتحصل عليها من قسم المحاصيل كلية الزراعة-جامعة كربلاء. وزعت المعاملات بطريقة عشوائية وشملت المعاملات الآتية:

1- صنفين من حنطة الخبز *Triticum aestivum* L. هي أبوغريب 3 وإباء 99 وصنفين من الحنطة الخشنة أو القاسية *Triticum durum* L. هي جندولة وسن الفيل.  
2- ثلاث تراكيز من البوتاسيوم والكالسيوم خطأً في المحلول المغذي  $K50+Ca100$  و  $K100+Ca200$  و  $K200+Ca400$  مايكرو مول. لتر<sup>-1</sup>.

3- ثلاث مستويات من كلوريد الصوديوم NaCl 0، 20، 40 مايكرو مول. لتر<sup>-1</sup>. وبثلاث مكررات لكل عينه. فيكون عدد العينات كالتالي  $3 \times 3 \times 3 \times 4 = 108$  وحدة تجريبية، استمرت التجربة لمدة 27 يوماً وكان المحلول يغير كل خمسة أيام مع مراعاة ضبط pH وباستعمال حامض الكبريتيك  $H_2SO_4$  ذو العيارية (0.1N). وتم حساب وزن الجذر بعد تجفيفها من الماء بورق نشاف بواسطة ميزان حساس لجميع الوحدات التجريبية. كما تم حساب طول الجذر (سم) بمسطرة قياس لجميع الوحدات التجريبية وحسب المعدل وتم حساب قطر الجذور من خلال قياس طول وحجم

لصنف أبو غريب 3 وبلغت 0.568 غم. وأما التداخل بين تراكيز K+Ca خلطاً وملوحة المياه فيلاحظ وجود فروق معنوية في وزن الجذر وكانت أعلى قيمة عند تركيز K200 +Ca400 في المحلول المغذي وملوحة المياه NaCl 0 بلغت 1.330 غم، في حين كان أقل وزن جذر عند معاملة إضافة البوتاسيوم والكالسيوم K50+Ca100 في المحلول المغذي ولمستوى ملوحة NaCl 20 والذي بلغ 0.850 غم. أما التداخل الثلاثي فيلاحظ من الجدول نفسه وجود تأثير معنوي في وزن الجذر إذ سجلت معاملة صنف سن الفيل عند معاملة اضافته تركيز K200+Ca 400 مع المحلول المغذي وعند ملوحة NaCl 0 أعلى وزن جذر بلغ 1.767 غم، أما أقل وزن جذر فقد تحقق عند معاملة صنف أبو غريب 3 عند معاملة إضافة البوتاسيوم والكالسيوم K50+Ca100 في المحلول المغذي ومعالجة ملوحة 40 NaCl إذ كان وزن الجذر 0.427 (غم). وأشارت نتائج الجدول 1 وجود تأثير معنوي في معدل وزن الجذر المعاملة بكلوريد الصوديوم إذ أدى إلى انخفاض وزن الجذر وقد يعزى سبب الانخفاض في الوزن إلى التراكيز العالية من أيون الصوديوم في المحلول المغذي إذ سبب تراكم عنصر الصوديوم في الجزء الخضري والجذري وصولاً للتركيز السام، مما يؤثر ذلك في قدرة النبات على امتصاص العناصر الغذائية الأخرى مثل امتصاص ايونات البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم بسبب التأثير التنافسي بينها وبين ايون الصوديوم. ان سيادة ايون الصوديوم في وسط نمو النبات وفي النبات وتأثيره في حالة عدم التوازن الكاتيوني هو ما يعرف بالتسمم بالصوديوم (4)، وقد أشارت النتائج في الجدول ذاته إلى الدور المهم لعنصر البوتاسيوم والكالسيوم عند إضافتهما إلى المحلول المغذي في الاستجابة إلى الشد الملحي بتراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم والعمل على تقليل الاضرار الناتجة من التأثير السلبي لهذه التراكيز. ان تجهيز المحلول المغذي بإضافة عناصر البوتاسيوم والكالسيوم ساهم في زيادة جاهزية البوتاسيوم والكالسيوم حيث يعد عنصر البوتاسيوم من العناصر المتحركة داخل النبات لذلك فان إنتقاله يتم بسهولة (3).

الجذور للنباتات حسب طريقة Schenk (18)، وتم تقدير فعالية إنزيم (POD) حسب الطريقة الموصوفة من قبل Pitotti (16)، كما تم تقدير فعالية إنزيم (CAT) حسب طريقة الموصوفة من قبل Aebi (2)، وتم تقدير فعالية إنزيم الـ (SOD) بأستعمال طريقة Marklund (12)، وتم تقدير تركيز البرولين في الجزء الخضري أتبعته طريقة Bates (7)، وحللت البيانات إحصائياً وفق طريقة تحليل التباين (ANOVA) إذ استخدم تصميم تام التعشبية (C. R. D).

### النتائج والمناقشة

أشارت نتائج جدول 1 وجود تأثير معنوي لجميع العوامل قيد الدراسة والتداخلات الأخرى في وزن الجذر، إذ تفوق الصنف جندولة في إعطاء أكبر وزن جذر بلغ 1.250 غم وأقل وزن جذر كانت عند الصنف أبوغريب 3. إذ بلغ 0.660 غم وينسبة زيادة 89.390 %. كما أشارت النتائج إلى وجود تأثير معنوي في إضافة تراكيز البوتاسيوم والكالسيوم خلطاً مع المحلول المغذي في صفة وزن الجذر، إذ أعطى التركيز Ca400+K200 بالمحلول المغذي أعلى وزن جذر بلغ 1.183 غم وأقل وزن جذر بلغ 0.918 غم عند إضافة تركيز Ca100+K50 في المحلول المغذي وبنسبة زيادة بلغت 28.860 %. بينما أشارت النتائج في الجدول ذاته إلى وجود تأثير معنوي في صفة وزن الجذر لتراكيز ملوحة المياه المستخدمة، إذ أعطى معاملة عدم الإضافة ملوحة 0 NaCl أعلى وزن جذر بلغ 1.167 غم وأقل وزن جذر تحقق عند إضافة NaCl 40 إذ بلغ 0.969 غم وبنسبة زيادة بلغت 20.430 %. كما أظهرت نتائج التداخل بين الأصناف وتراكيز البوتاسيوم والكالسيوم خلطاً إلى وجود تأثير معنوي في وزن الجذر، إذ أعطى الصنف سن الفيل عند تراكيز K100+Ca200 في المحلول المغذي أعلى وزن جذر بلغ 1.442 غم وأقل وزن للتداخل بين الأصناف وتراكيز البوتاسيوم والكالسيوم خلطاً مع المحلول المغذي تحققت عند تداخل الصنف أبو غريب 3 عند تركيز الإضافة K50+Ca100 إذ أعطى وزن جذر بلغ 0.550 غم. أما التداخل بين ملوحة المياه والأصناف فيلاحظ وجود تأثير معنوي في وزن الجذر إذ تحققت أعلى قيمة وزن عند معاملة عدم إضافة NaCl 0 لصنف جندولة وبلغ 1.359 غم وأقل وزن جذر تحقق عند معاملة إضافة 40NaCl

جدول 1. تأثير إضافة البوتاسيوم والكالسيوم خلطاً وملوحة المياه لأربعة اصناف من الحنطة في وزن الجذر الطري (غم).

التراكيز X ملوحة	الأصناف					ملوحة مايكرومول.لتر <sup>-1</sup>	تراكيز K+Ca في المحلول المغذي مايكرومول.لتر <sup>-1</sup>
	سن الفيل	جدولة	إباء 99	أبو غريب 3	0.667		
1.011	0.963	1.287	1.126	0.667	0 NaCl	K50+Ca100	
0.850	0.963	0.860	1.020	0.557	20 NaCl		
0.892	0.997	1.069	1.077	0.427	40 NaCl		
1.160	1.330	1.210	1.433	0.667	0 NaCl	K100+ Ca 200	
1.053	1.580	1.230	0.893	0.507	20 NaCl		
1.096	1.417	1.297	1.004	0.667	40 NaCl		
1.330	1.767	1.581	1.107	0.867	0 NaCl	K200+ Ca 400	
1.301	1.373	1.493	1.363	0.973	20 NaCl		
0.918	0.837	1.227	1.000	0.610	40 NaCl		
0.401		0.652				L.S.D	
متوسط الملوحة							
1.167	1.353	1.359	1.222	0.733	0 NaCl	ملوحة X الأصناف	
1.068	1.306	1.194	1.092	0.679	20 NaCl		
0.969	1.083	1.198	1.027	0.568	40 NaCl		
0.192		0.453				L.S.D	
متوسط التراكيز							
0.918	0.974	1.072	1.074	0.550	K 50 + Ca 100	الأصناف x التراكيز	
1.103	1.442	1.246	1.110	0.613	K 100+ Ca 200		
1.183	1.326	1.434	1.157	0.817	K 200+ Ca 400		
0.192		0.453				L.S.D	
	1.247	1.250	1.114	0.660		متوسط الأصناف	
		0.201				L.S.D	

صفة طول الجذور، إذ كان أعلى طول جذر تحقق عند معاملة إضافة 20 NaCl لصنف جندولة وبلغ 23.667 سم وأقل طول جذر تحقق عند معاملة إضافة 40NaCl لصنف أبو غريب 3 وبلغت 7.713 سم. وأما التداخل بين تراكيز K+Ca خلطاً وملوحة المياه فيلاحظ وجود فروق معنوية في صفة طول الجذر وكانت أعلى قيمة عند تركيز K200+Ca400 في المحلول المغذي وملوحة المياه 20 NaCl بلغت 18.833 سم، في حين كان أقل طول جذر عند معاملة إضافة Ca100+K50 في المحلول المغذي ولمستوى ملوحة 40NaCl والذي بلغ 13.466 (سم). أما نتائج التداخل الثلاثي تشير إلى وجود تأثير معنوي في صفة طول الجذر، إذ سجل صنف جندولة عند معاملة إضافته تركيز K100+Ca200 بالمحلول المغذي وعند ملوحة 20 NaCl أعلى طول للجذر بلغ 26.167 سم، أما أقل طول جذر فقد تحقق في صنف أبو غريب 3 عند معاملة إضافة Ca100+K50 في المحلول المغذي ومعامله ملوحة 40NaCl إذ كان طول الجذر 5.427 (سم).

أشارت نتائج جدول 2 وجود تأثير معنوي الأصناف الوراثية قيد الدراسة والتداخلات الأخرى إذ أشارت النتائج إلى تفوق الصنف جندولة في إعطاء أعلى طول للجذور بلغت 21.503 سم وأقل طول جذر تحقق عند الصنف أبو غريب 3، إذ بلغ 8.609 سم، وبنسبة زيادة 149.77%. أشارت النتائج إلى عدم وجود تأثير معنوي لتراكيز إضافة البوتاسيوم والكالسيوم خلطاً في المحلول المغذي لصفة طول الجذر. وإيضاً عدم وجود فرق معنوي لعامل ملوحة المياه في صفة طول الجذر. كما أظهرت نتائج التداخل بين الأصناف وتراكيز البوتاسيوم والكالسيوم خلطاً للمضافة للمحلول المغذي إلى وجود تأثير معنوي في صفة طول الجذر، إذ أعطى الصنف جندولة عند تراكيز K100+Ca200 بالمحلول المغذي أعلى طول جذر بلغ 22.934 سم وأقل قيمه للتداخل بين الأصناف وتراكيز البوتاسيوم والكالسيوم خلطاً المضافة للمحلول المغذي تحققت عند تداخل الصنف أبو غريب 3 عند إضافة تركيز K50+Ca100 في المحلول المغذي إذ أعطى طول جذر بلغ 6.923 سم. أما التداخل بين ملوحة المياه والأصناف فيلاحظ وجود تأثير معنوي في

جدول 2. تأثير إضافة البوتاسيوم والكالسيوم خطأ وملوحة المياه لأربعة أصناف من الحنطة في طول الجذر (سم)

التراكيز X ملوحة	الأصناف				ملوحة مايكرومول لتر <sup>-1</sup>	تراكيز K+Ca في المحلول المغذي مايكرومول لتر <sup>-1</sup>
	سن الفيل	جدولة	إباء 99	أبوغريب 3		
14.336	12.000	22.333	14.333	8.675	0 Nacl	K50+Ca100
16.792	19.667	24.167	16.667	6.667	20 Nacl	
13.466	17.667	19.693	11.077	5.427	40 Nacl	
18.375	21.000	22.667	21.167	8.667	0 Nacl	K100+ Ca 200
16.625	14.000	26.167	18.833	7.500	20 Nacl	
16.690	15.417	19.970	23.937	7.437	40 Nacl	
17.125	21.333	22.667	16.167	8.333	0 Nacl	K200+ Ca 400
18.833	15.500	20.667	24.667	14.500	20 Nacl	
15.595	17.517	15.193	19.393	10.277	40 Nacl	
5.221		8.045				L.S.D
متوسط الملوحة						
16.612	18.111	22.556	17.222	8.558	0 Nacl	ملوحة X الأصناف
17.417	16.389	23.667	20.056	9.556	20 Nacl	
15.250	16.867	18.286	18.136	7.713	40 Nacl	
N. S		6.627				L.S.D
متوسط التراكيز						
14.864	16.444	22.064	14.026	6.923	K 50 + Ca 100	الأصناف X التراكيز
17.230	16.806	22.934	21.312	7.868	K100+ Ca 200	
17.184	18.117	19.509	20.076	11.037	K200+ Ca 400	
N. S		6.627				L.S.D
	17.122	21.503	18.471	8.609		متوسط الأصناف
		4.210				L.S.D

والكالسيوم. أشارت نتائج جدول 3 وجود تأثير معنوي لعاملي الأصناف وتراكيز الملوحة وجميع التداخلات في قطر الجذر، إذ تفوق الصنف أبوغريب 3 في إعطاء أكبر قطر للجذور بلغت 1.750 (مم) وأقل قطر للجذركانت عند الصنف جندولة إذ بلغ 1.522 (مم) وبنسبة زيادة 14.980%. كما أشارت النتائج إلى عدم وجود فروق معنوية في إضافة تراكيز البوتاسيوم والكالسيوم خطأ في صفة قطر الجذر (مم) بينما أشارت النتائج الجدول ذاته إلى وجود تأثير معنوي في صفة قطر الجذر لتراكيز ملوحة المياه المستخدمة إذ أعطى عامل عدم الإضافة ملوحة 0 NaCl أكبر قطر جذر بلغ 1.694 (مم) وأقل قطر جذر تحقق عند إضافة 20NaCl، إذ بلغ 1.590 (مم) وبنسبة زيادة بلغت 6.54% كما أظهرت نتائج التداخل بين الأصناف وتراكيز البوتاسيوم والكالسيوم خطأ إلى وجود تأثير معنوي في قطر الجذر، إذ أعطى الصنف سن الفيل عند تراكيز K100+Ca200 بالمحلول المغذي أكبر قطر جذر بلغ 1.865 (مم) وأقل قيمه للتداخل بين الأصناف وتراكيز البوتاسيوم والكالسيوم خطأ للمحلول المغذي تحققت عند تداخل الصنف جندولة عند تركيز K50+Ca100 بالمحلول المغذي إذ أعطى قطر جذر بلغ 1.385 (مم). أما التداخل بين ملوحة المياه

وأشارت نتائج الجدول 2 إلى وجود تأثير معنوي في معدل طول الجذر المعاملة بكلوريد الصوديوم إذ أدى إلى انخفاض طول الجذر وقد يعزى إلى التأثيرات السلبية لارتفاع تركيز كلوريد الصوديوم في المحلول المغذي وتؤدي إلى ضعف في نمو المجموع الجذري ومن ثم قلة في امتصاص المغذيات من بيئة النمو. تتفق هذه النتائج مع Mohammed (13). وقد يعزى سبب ذلك إلى حدوث اختزال في معدل وزن الجذر الناتج من حدوث قصور في نمو الجذر نتيجة الاختزال في عدد الخلايا المنقسمة في مرسيتمات أطراف الجذور فضلاً عن حدوث اختزال في حجم الخلايا ومن ثم حصول تقزم للجذر وتتفق هذه النتائج مع نتائج كل من Yassen (22) و Al-Saadi (4). لقد أشارت النتائج في الجدول 2 أيضاً إلى زيادة طول الجذر ويعزى ذلك إلى أهمية عنصري الكالسيوم والبوتاسيوم في المحافظة على تكامل الأغشية الخلوية بالإضافة إلى دورهما في تنظيم النفاذية الإختيارية لتلك الأغشية، وبصورة خاصة الغشاء البلازمي، فعند غياب الكالسيوم أو البوتاسيوم عن وسط النمو الملحي، يكون الإمتصاص لصالح الصوديوم، ولكن عند وجود الكالسيوم أوالبوتاسيوم في ذلك الوسط يختزل إمتصاص الصوديوم ويزداد إمتصاص العناصر الأساسية لنمو النبات كالبوتاسيوم

20NaCl والذي بلغ 1.486 (مم). أما التداخل الثلاثي فيلاحظ من الجدول ذاته وجود تأثير معنوي في قطر الجذر إذ سجلت معاملة صنف سن الفيل عند معاملة إضافته تركيز 200Ca+K100 بالمحلول المغذي وعند ملوحة 20NaCl أعلى قطر جذر بلغ 2.110 (مم)، أما أقل قطر جذر فقد تحقق عند معاملة صنف إباء99 عند معاملة إضافة البوتاسيوم والكالسيوم 200Ca+K100 بالمحلول المغذي ومعامله ملوحة NaCl 40 إذ كان قطر الجذر 1.286 مم.

والأصناف فيلاحظ وجود تأثير معنوي في قطر الجذر، إذ تحقق أكبر قطر عند معاملة عدم إضافة NaCl 0 لصنف أبو غريب3 1.836 (مم) وأقل قطر جذر تحقق عند معاملة إضافة 20NaCl لصنف جندولة وبلغت 1.411 (مم). وأما التداخل بين تراكيز K+Ca خطأً وملوحة المياه يبين وجود فروق معنوية في قطر الجذر إذ كانت أعلى قيمة عند تركيز 400Ca+K200 في المحلول المغذي وملوحة المياه 0 NaCl بلغت 1.784 (مم)، في حين تحقق أقل قطر جذر عند معاملة إضافة البوتاسيوم والكالسيوم بتركيز 100Ca+K50 في المحلول المغذي ولمستوى ملوحة

جدول 3. تأثير إضافة البوتاسيوم والكالسيوم خطأً وملوحة المياه لأربعة أصناف من الحنطة في قطر الجذر (مم)

الاصناف	تراكيز K+Ca في المحلول المغذي مايكرومول.لتر <sup>-1</sup>				ملوحة مايكرومول.لتر <sup>-1</sup>	تراكيز X ملوحة
	أبو غريب3	إباء99	جندولة	سن الفيل		
	1.741	1.760	1.507	1.779	0 Nacl	K50+Ca100
	1.815	1.554	1.185	1.390	20 Nacl	
	1.761	1.958	1.463	1.492	40 Nacl	
	1.742	1.634	1.451	1.580	0 Nacl	K100+ Ca 200
	1.632	1.368	1.362	2.110	20 Nacl	
	1.880	1.286	1.600	1.904	40 Nacl	
	2.025	1.643	1.659	1.807	0 Nacl	K200+ Ca 400
	1.627	1.476	1.688	1.869	20 Nacl	
	1.530	1.426	1.784	1.372	40 Nacl	
		0.411		0.253		L.S.D
				متوسط الملوحة		
	1.836	1.679	1.539	1.722	0 Nacl	ملوحة X الأصناف
	1.691	1.466	1.411	1.790	20 Nacl	
	1.724	1.557	1.616	1.589	40 Nacl	
		0.302		0.101		L.S.D
				متوسط التراكيز		
	1.772	1.757	1.385	1.554	K 50 + Ca 100	الأصناف X التراكيز
	1.751	1.429	1.471	1.865	K100+ Ca 200	
	1.727	1.515	1.710	1.683	K200+ Ca 400	
		0.302		N. S		L.S.D
	1.750	1.567	1.522	1.700		متوسط الأصناف
		0.166				L.S.D

تشبع خلايا الانسجة اللحائية للجذور بالصوديوم مما أدى إلى عدم إنتقال الصوديوم بصورة كلية إلى الاجزاء العليا من النبات. كما أشارت نتائج جدول 3 أيضاً وجود تأثير معنوي في معدل قطر الجذر عند إضافة البوتاسيوم والكالسيوم إذ أدى إلى إرتفاع في قطر الجذر ويعزى إلى دور عنصر الكالسيوم المضاف الوسط المغذي في الحد من التأثيرات السلبية للملوحة وتحسين نمو وإنتاجية النباتات النامية في الوسط المغذي الحأوي على كلوريد الصوديوم (3). أشارت نتائج جدول 4 وجود تأثير معنوي لجميع العوامل قيد الدراسة وتداخلاتها في فعالية إنزيم البيروكسيداز POD في الجزء

أشارت نتائج جدول 3 وجود تأثير معنوي في معدل قطر الجذر في النباتات المعاملة بكلوريد الصوديوم إذ ادي إلى انخفاض في قطر الجذر ويعزى هذا الانخفاض إلى زيادة تركيز أيون الصوديوم في وسط النمو وقد أدى إلى حدوث إنخفاض في كفاءة إمتصاص المغذيات من قبل الشعيرات الجذرية لان ايون الصوديوم يحل محل بعض الايونات في مواقع الإمتصاص، إن السبب في زيادة الصوديوم في الجذور أكثر من الأجزاء الخضرية يعزى إلى عدم إنتقال الصوديوم من الجذور إلى الأجزاء العليا والذي يعود إلى عدم حصول

تركيز  $K200+Ca400$  ولمستوى ملوحة  $NaCl$  0 والذي بلغ 25.311 وحدة.غم<sup>-1</sup> وزن طري. ان التداخل الثلاثي ومن خلال نفس الجدول تبين وجود تأثير معنوي في فعالية الإنزيم POD في الجزء الخضري وإذ سجلت معاملة صنف جندولة تركيز إضافة  $K50+Ca100$  وملوحة المياه  $20NaCl$  أعلى للإنزيم بلغ 62.563 وحدة.غم<sup>-1</sup> وزن طري، أما أقل فعالية للإنزيم كان عند التركيز  $K200+Ca400$  معاملة ملوحة 0  $NaCl$  للصنف أبو غريب 3 إذ بلغ فعالية الإنزيم POD في الجزء الخضري 20.870 وحدة.غم<sup>-1</sup> وزن طري. أوضحت نتائج جدول 4 إلى وجود تأثير معنوي في فعالية إنزيم البيروكسيداز المعاملة بكلوريد الصوديوم وسبب زيادة تركيزه يعود إلى زيادة مستويات الملوحة والذي أدى إلى زيادة توليد ROS على مستوى الخلية النباتية مما أدى إلى تحفيز إنزيمات POD كخط دفاعي أول لمواجهة ROS وإن النباتات لديها آليات لمواجهة الزيادة الناتجة بفعل زيادة الملوحة وهذا ما اشارت اليه نتائج Sairam (17). كما تشير النتائج في الجدول اعلاه عند إضافة البوتاسيوم والكالسيوم خطأً في المحلول المغذي إلى وجود تأثير معنوي في فعالية إنزيم POD ويمكن أن يعزى سبب ذلك إلى تأثير البوتاسيوم والكالسيوم في الحد من تحول الأوكسجين إلى أنواع الأوكسجين الفعالة الـ ROS وذلك من خلال تنظيمه لعملية فتح وغلق الثغور والمحافظة على كفاءة عملية تثبيت الـ  $CO_2$  ومن ثم المحافظة على كفاءة عملية التمثيل الضوئي وسلامة عضيات الخلية من ضرر الأوكسدة في ظل ظروف الاجهاد الملحي (19). وأشارت نتائج جدول 5 وجود تأثير معنوي لجميع العوامل قيد الدراسة وتداخلاتها في فعالية إنزيم SOD في الجزء الخضري إذ أثرت الأصناف معنويًا في فعالية إنزيم SOD في الجزء الخضري إذ أعطى الصنف سن الفيل أعلى فعالية بلغ 35.123 (وحدة.ملغم بروتين<sup>-1</sup>) وأقل فعالية للإنزيم عند الصنف إباء 99 بلغ 30.183 (وحدة.ملغم بروتين<sup>-1</sup>) وبنسبة زيادة بلغت 16.360%. كما أشارت النتائج إلى وجود تأثير معنوي في إضافة تراكيز البوتاسيوم والكالسيوم خطأً في فعالية إنزيم SOD في الجزء الخضري إذ أعطى التركيز إضافة  $K50+Ca100$  ، أعلى فعالية بلغ 40.943 (وحدة.ملغم بروتين<sup>-1</sup>)، وأقل فعالية للإنزيم تحققت في معاملة  $K200+Ca400$  ، إذ بلغ

الخضري إذ أثرت الأصناف معنويًا في فعالية POD في الجزء الخضري إذ أعطى الصنف سن الفيل أعلى تركيز بلغ 41.213 وحدة.غم<sup>-1</sup> وزن طري وأقل فعالية POD في ورقة العلم عند الصنف أبو غريب 3 بلغ 33.245 وحدة.غم<sup>-1</sup> وزن طري وبنسبة زيادة بلغت 23.960%. بينت النتائج وجود تأثير معنوي في إضافة تراكيز البوتاسيوم والكالسيوم خطأً في تركيز إنزيم البيروكسيداز في الجزء الخضري، إذ أعطى التركيز إضافة البوتاسيوم والكالسيوم  $K50+Ca100$  أعلى فعالية إنزيم في الجزء الخضري بلغت 45.078 وحدة.غم<sup>-1</sup> وزن طري وأقل تركيز كانت في معاملة  $K100+Ca200$  بالمحلول المغذي، إذ بلغ 31.795 وحدة.غم<sup>-1</sup> وزن طري وبنسبة زيادة بلغت 41.770%. كما أظهرت النتائج وجود تأثير معنوي في فعالية إنزيم البيروكسيداز في الجزء الخضري لتراكيز ملوحة المياه المستخدمة، فكانت أعلى قيمة تحققت عند معاملة إضافة 40  $NaCl$  وبلغ 41.338 وحدة.غم<sup>-1</sup> وزن طري وأقل قيمة لفعالية الإنزيم كانت عند معاملة عدم إضافة  $NaCl$  0 مقدارها 30.802 وحدة.غم<sup>-1</sup> وزن طري وبنسبة زيادة بلغت 40.210%. كما أوضحت نتائج التداخل بين الأصناف وتراكيز البوتاسيوم والكالسيوم خطأً إلى وجود تأثير معنوي في فعالية الإنزيم في الجزء الخضري، إذ أعطى سن الفيل عند تراكيز  $K50+Ca100$  في أعلى فعالية إنزيم في الجزء الخضري بلغت 50.767 وحدة.غم<sup>-1</sup> وزن طري وأقل فعالية تحققت عند تداخل الصنف أبو غريب 3 عند تركيز  $K200+Ca400$  إذ بلغ 27.54 وحدة.غم<sup>-1</sup> وزن طري. أما التداخل بين ملوحة المياه والأصناف فيلاحظ وجود تأثير معنوي في فعالية إنزيم البيروكسيداز في الجزء الخضري، إذ كانت أعلى قيمة عند معاملة ملوحة  $NaCl$  40 لصنف سن الفيل إذ بلغ 45.058 وحدة.غم<sup>-1</sup> وزن طري، وأقل فعالية للإنزيم كان عند عدم إضافة  $NaCl$  0 للصنف إباء 99 بلغ 25.739 وحدة.غم<sup>-1</sup> وزن طري. أما التداخل بين تراكيز  $K+Ca$  خطأً وملوحة المياه فيلاحظ من خلال الجدول ذاته وجود فروق معنوية وكانت أعلى فعالية إنزيم البيروكسيداز في الجزء الخضري عند تركيز إضافة  $K50+Ca100$  بلغ 47.653 وحدة.غم<sup>-1</sup> وزن طري، في حين كان أقل فعالية للإنزيم POD عند معاملة

25.369 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>) وبنسبة زيادة بلغت 61.380%.

جدول 4. تأثير إضافة البوتاسيوم والكالسيوم خلطاً وملوحة المياه لأربعة أصناف من الحنطة

في فعالية إنزيم Peroxidase POD (وحدة.غم<sup>-1</sup> وزن طري)

تراكمات K+Ca في المحلول المغذي مايكرومول.لتر <sup>-1</sup>	ملوحة مايكرومول.لتر <sup>-1</sup>	الأصناف				التراكيز X ملوحة
		أبو غريب3	إباء99	جندولة	سن الفيل	
K50+Ca100	0 NaCl	37.913	30.207	41.398	52.263	40.445
	20 NaCl	36.770	41.157	62.563	48.053	47.136
	40 NaCl	50.180	46.57	41.88	51.983	47.653
K100+ Ca 200	0 NaCl	23.013	24.757	27.053	31.780	26.651
	20 NaCl	29.843	24.993	28.923	37.310	30.268
	40 NaCl	38.843	34.903	38.083	42.033	38.466
K200+ Ca 400	0 NaCl	20.870	22.253	27.913	30.207	25.311
	20 NaCl	28.923	37.310	33.600	36.130	33.991
	40 NaCl	32.850	40.800	36.770	41.157	37.894
L.S.D			14.333			8.997
ملوحة X الأصناف	0 NaCl	27.266	25.739	32.121	38.083	30.802
	20 NaCl	31.846	34.487	41.696	40.498	37.131
	40 NaCl	40.624	40.758	38.911	45.058	41.338
L.S.D			10.015			4.211
الأصناف X التراكيز	K50 + Ca 100	41.621	39.311	48.614	50.767	45.078
	K100+ Ca 200	30.567	28.218	31.353	37.041	31.795
	K 200+ Ca 400	27.548	33.454	32.761	35.831	32.399
L.S.D			10.015			4.211
متوسط الأصناف		33.245	33.661	37.576	41.213	
L.S.D			5.281			

أظهرت النتائج إلى وجود تأثير معنوي في فعالية للإنزيم Sod في الجزء الخضري وتراكيز ملوحة المياه المستخدمة، فكانت أعلى فعالية عند معاملة إضافة 40 NaCl بلغ 42.997 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>)، وأقل قيمة للفعالية للإنزيم Sod كانت عند معاملة عدم إضافة 0NaCl إذ بلغ 21.766 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>) وبنسبة زيادة بلغت 97.540%. وأوضحت نتائج التداخل بين الأصناف وتراكيز البوتاسيوم والكالسيوم خلطاً إلى وجود تأثير معنوي في فعالية الإنزيم Sod في الجزء الخضري، إذ أعطى الصنف سن الفيل عند تراكيز الإضافة للبوتاسيوم والكالسيوم خلطاً K50+Ca100 أعلى فعالية إنزيم Sod في الجزء الخضري بلغ 47.550 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>) وأقل تركيز فعالية للإنزيم تحققت عند تداخل الصنف إباء99 عند تركيز K200+Ca400 إذ بلغ 23.523 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>). أما التداخل بين ملوحة المياه والأصناف فيلاحظ وجود تأثير معنوي في فعالية الإنزيم Sod في الجزء الخضري، إذ كانت أعلى قيمة عند معاملة إضافة 40NaCl

لصنف سن الفيل بلغ 49.410 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>) وأقل فعالية للإنزيم Sod كان عند عدم الإضافة 0NaCl في الصنف أبوغريب3 بلغ 20.330 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>). والتداخل بين تراكيز K+Ca خلطاً وملوحة المياه من الجدول ذاته وجود فروق معنوية وكانت أعلى فعالية لإنزيم Sod في الجزء الخضري عند إضافة تركيز K50+Ca100 ومعاملة إضافة ملوحة مياه 40NaCl بلغ 57.723 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>) في حين كان أقل فعالية عند معاملة تركيز K200+Ca400، ولمستوى ملوحة 0NaCl والذي بلغ 17.095 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>). أما التداخل الثلاثي فيلاحظ من خلال نفس الجدول وجود تأثير معنوي في فعالية الإنزيم Sod في الجزء الخضري، إذ سجلت معاملة صنف سن الفيل عند إضافة تركيز K50+Ca100 وملوحة المياه 40NaCl أعلى تركيز بلغ 74.213 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>)، أما أقل فعالية للإنزيم Sod تحققت عند الصنف جندولة وتركيز إضافة K200+Ca400 خلطاً ولمستوى ملوحة 0 NaCl إذ بلغ 15.193 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>).

أظهرت النتائج إلى وجود تأثير معنوي في فعالية للإنزيم Sod في الجزء الخضري وتراكيز ملوحة المياه المستخدمة، فكانت أعلى فعالية عند معاملة إضافة 40 NaCl بلغ 42.997 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>)، وأقل قيمة للفعالية للإنزيم Sod كانت عند معاملة عدم إضافة 0NaCl إذ بلغ 21.766 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>) وبنسبة زيادة بلغت 97.540%. وأوضحت نتائج التداخل بين الأصناف وتراكيز البوتاسيوم والكالسيوم خلطاً إلى وجود تأثير معنوي في فعالية الإنزيم Sod في الجزء الخضري، إذ أعطى الصنف سن الفيل عند تراكيز الإضافة للبوتاسيوم والكالسيوم خلطاً K50+Ca100 أعلى فعالية إنزيم Sod في الجزء الخضري بلغ 47.550 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>) وأقل تركيز فعالية للإنزيم تحققت عند تداخل الصنف إباء99 عند تركيز K200+Ca400 إذ بلغ 23.523 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>). أما التداخل بين ملوحة المياه والأصناف فيلاحظ وجود تأثير معنوي في فعالية الإنزيم Sod في الجزء الخضري، إذ كانت أعلى قيمة عند معاملة إضافة 40NaCl



جدول 5. تأثير إضافة البوتاسيوم والكالسيوم خلطاً وملوحة المياه لأربعة أصناف من الحنطة في الفعاليه النوعيه لإنزيم Superoxide dismutase(SOD)(وحدة.ملغم بروتين<sup>-1</sup>)

تراكييز K+Ca في المحلول المغذي مايكرومول.لتر <sup>-1</sup>	ملوحة مايكرومول.لتر <sup>-1</sup>	أبو غريب3	إباء99	جدولة	سن الفيل	الاصناف
K50+Ca100	0 NaCl	24.993	29.723	22.253	29.593	26.641
	20 NaCl	34.903	38.083	42.033	38.843	38.466
	40 NaCl	52.960	50.290	53.427	74.213	57.723
K100+ Ca 200	0 NaCl	19.719	22.253	20.510	23.767	21.562
	20 NaCl	29.843	24.993	29.723	28.567	28.282
	40 NaCl	38.623	35.730	32.400	40.417	36.793
K200+ Ca 400	0 NaCl	16.277	19.393	15.193	17.517	17.095
	20 NaCl	25.790	22.253	20.510	29.593	24.537
	40 NaCl	38.073	28.923	37.310	33.600	34.477
L.S.D			12.451			6.850
ملوحة X الأصناف	0 NaCl	20.330	23.79	19.319	23.626	21.766
	20 NaCl	30.179	28.443	30.756	32.334	30.428
	40 NaCl	43.219	38.314	41.046	49.410	42.997
L.S.D			7.891			3.905
الأصناف X التراكييز	K50 + Ca 100	37.619	39.366	39.238	47.55	40.943
	K100+ Ca 200	29.395	27.659	27.544	30.917	28.879
	K 200+ Ca 400	26.713	23.523	24.338	26.903	25.369
L.S.D			7.891			3.905
متوسط الأصناف		31.242	30.183	30.373	35.123	
L.S.D			4.561			

أشارت النتائج إلى وجود تأثير معنوي في إضافة تراكييز البوتاسيوم والكالسيوم خلطاً في فعالية إنزيم CAT في الجزء الخضري، إذ أعطى إضافة التركيز K50+Ca100 أعلى فعالية بلغ 44.704 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>)، وأقل فعالية للإنزيم كانت عند التركيز K200+Ca400 إذ بلغ 35.109 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>) وبنسبة زيادة بلغت 27.320%. وظهرت النتائج وجود تأثير معنوي في فعالية إنزيم CAT في الجزء الخضري وتراكييز ملوحة المياه المستخدمة، إذ سجلت فعالية للإنزيم معاملة إضافة 40 NaCl بلغ 52.370 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>) وأقل فعالية للإنزيم CAT كانت عند معاملة إضافة 0 NaCl مقدارها 31.019 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>) وبنسبة زيادة بلغت 68.830%. كما أوضحت نتائج التداخل بين الأصناف وتراكييز البوتاسيوم والكالسيوم خلطاً إلى وجود تأثير معنوي في فعالية الإنزيم CAT في الجزء الخضري، إذ أعطى الصنف سن الفيل عند إضافة تركيز K50+Ca100 فعالية إنزيم CAT في الجزء الخضري بلغ 52.263 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>) وأقل فعالية للإنزيم تحققت عند تداخل الصنف أبوغريب3 عند تركيز K200+Ca400 في المحلول إذ بلغ 30.534 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>). أما التداخل بين ملوحة المياه

أوضحت نتائج جدول 5 إلى وجود تأثير معنوي في فعالية إنزيم السوبر أوكسيد دسيموتيز للنباتات المعاملة بكلوريد الصوديوم فإن سبب زيادة تركيز هذا الإنزيم يزداد بزيادة الاجهاد الملحي وهذا ما توصل اليه Baby (5) في دراسته في إن تعريض النبات للاجهاد الملحي يسهم في زيادة الإنزيمات المضادة للأكسدة. كما تشير النتائج في الجدول ذاته عند إضافة البوتاسيوم والكالسيوم يشير إلى وجود تأثير معنوي في فعالية SOD ويمكن أن يعزى ذلك من أن النباتات التي تعاني نقص في تجهيز البوتاسيوم تزداد فيها فعالية الإنزيمات مقارنة بالنباتات المجهزة بكميات وافرة من البوتاسيوم والكالسيوم وهذا يتفق مع نتائج (20) من أن النباتات التي تعاني نقص في تجهيز البوتاسيوم والكالسيوم تزداد فيها فعالية الإنزيمات مقارنة بالنباتات المجهزة بكميات وافرة من البوتاسيوم والكالسيوم. أشارت نتائج الجدول 6 وجود تأثير معنوي لجميع العوامل قيد الدراسة وتداخلاتها لفعالية إنزيم CAT في الجزء الخضري، إذ أثرت الأصناف معنويًا في تركيز CAT في الجزء الخضري إذ أعطى الصنف سن الفيل أعلى فعالية إنزيم بلغ 41.919 (وحدة.ملغم بروتين<sup>-1</sup>) وأقل فعالية للإنزيم عند الصنف أبو غريب3 بلغ 37.688 (وحدة.ملغم بروتين<sup>-1</sup>) وبنسبة زيادة بلغت 11.220%. كما

19.170 (وحدة.ملغم. بروتين<sup>-1</sup>). وأوضحت النتائج في الجدول ذاته إلى وجود تأثير معنوي في فعالية إنزيم الكتلين للنباتات المعاملة بكلوريد الصوديوم وسبب زيادة تركيزه يعود إلى ان زيادة مستويات الملوحة والتي أدت إلى زيادة توليد ROS على مستوى الخلية النباتية مما أدى إلى تحفيز خط دفاعي أول لمواجهة ROS وهذا الخط الدفاعي يتمثل بإنزيم CAT وان النباتات لديها آليات لمواجهة زيادة الملوحة وهذا ما اشار (17)، وبين Baby (5)، في دراسته إن زيادة الإنزيمات المضادة للاكسدة تكون ناتجة من تعريض النبات للإجهاد الملحي. كما تشير النتائج في الجدول أعلاه عند إضافة البوتاسيوم والكالسيوم إلى وجود تأثير معنوي في فعالية الإنزيم ويمكن أن يعزى سبب ذلك إلى تأثير البوتاسيوم والكالسيوم في الحد من تحول الأوكسجين إلى أنواع الأوكسجين الفعالة الـ ROS وذلك من خلال تنظيمه لعملية فتح وغلق الثغور والمحافظة على كفاءة عملية تثبيت الـ CO<sub>2</sub> ومن ثم المحافظة على كفاءة عملية التمثيل الضوئي وسلامة عضيات الخلية من ضرر الأكسدة في ظل ظروف الاجهاد الملحي (19).

والأصناف فيلاحظ وجود تأثير معنوي في فعالية الإنزيم CAT في الجزء الخضري، إذ كانت أعلى فعالية عند معاملة إضافة NaCl 40 لصنف إباء99 بلغ 57.390 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>) وأقل فعالية للإنزيم CAT كان عند معاملة إضافة NaCl 0 للصنف جندولة بلغ 28.516 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>). وأما التداخل بين تراكيز K+Ca خلطاً وملوحة المياه وجود فروق معنوية سجلت أعلى فعالية لإنزيم CAT في الجزء الخضري عند إضافة تركيز K50+Ca100 مستوى ملوحة للمياه (40 NaCl) بلغ 60.223 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>)، في حين كان أقل فعالية للإنزيم عند معاملة تركيز K200+Ca400، ولمستوى ملوحة 0NaCl والذي بلغ 28.815 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>). والتداخل الثلاثي بين وجود تأثير معنوي في فعالية امتصاص الإنزيم CAT في الجزء الخضري، إذ سجلت معاملة صنف سن الفيل عند إضافة تركيز K50 + Ca100 وملوحة المياه 40NaCl أعلى فعالية وبلغت 74.213 (وحدة.ملغم.بروتين<sup>-1</sup>)، أما أقل تركيز فعالية للإنزيم CAT كان عند إضافة تركيز K200+Ca400 ولمستوى ملوحة 0NaCl، إذ بلغ

جدول 6. تأثير إضافة البوتاسيوم والكالسيوم خلطاً وملوحة المياه لأربعة أصناف من الحنطة

في الفعالية النوعية للإنزيم Catalase (CAT) (وحدة.ملغم. بروتين<sup>-1</sup>)

التركيز X ملوحة	الأصناف					ملوحة مايكرومول.لتر <sup>-1</sup>	تراكيز K+Ca في المحلول المغذي مايكرومول.لتر <sup>-1</sup>
	سن الفيل	جندولة	إباء99	أبو غريب3	متوسط الملوحة		
35.423	43.733	28.733	36.667	32.557	0 Nacl	K50+Ca100	
38.466	38.843	42.033	38.083	34.903	20 Nacl		
60.223	74.213	53.427	60.290	52.960	40 Nacl		
28.821	29.723	24.993	30.843	29.723	0 Nacl	K100+ Ca 200	
36.804	38.400	35.730	38.623	34.463	20 Nacl		
52.351	42.633	44.160	59.627	62.983	40 Nacl		
28.815	36.530	31.820	19.170	27.740	0 Nacl	K200+ Ca 400	
31.977	33.600	37.310	28.923	28.073	20 Nacl		
44.537	39.593	50.510	52.253	35.790	40 Nacl		
4.122		6.643				L.S.D	
متوسط الملوحة							
31.019	36.662	28.516	28.893	30.007	0 Nacl	ملوحة X الأصناف	
35.749	36.948	38.358	35.210	32.480	20 Nacl		
52.370	52.147	49.366	57.390	50.578	40 Nacl		
2.001		4.310				L.S.D	
متوسط التراكيز							
44.704	52.263	41.398	45.013	40.140	K 50 + Ca 100	الأصناف X التراكيز	
39.325	36.919	34.961	43.031	42.390	K100+ Ca 200		
35.109	36.574	39.880	33.449	30.534	K200+ Ca 400		
2.001		4.310				L.S.D	
	41.919	38.746	40.498	37.688		متوسط الأصناف	
		2.280				L.S.D	

في الجزء الخضري وملوحة المياه المستخدمة، فكانت أعلى قيمة عند معاملة إضافة NaCl 40 بلغ 9.830 (ملغم. كغم<sup>-1</sup>) وأقل قيمة للبرولين كانت عند معاملة إضافة 0 NaCl مقدارها 5.173 (ملغم. كغم<sup>-1</sup>) وبنسبة زيادة بلغت 90.200%. كما أوضحت نتائج التداخل بين الأصناف وتراكيز البوتاسيوم والكالسيوم خطأً إلى وجود تأثيراً معنوياً في تركيز البرولين في الجزء الخضري، إذ أعطى الصنف سن الفيل عند تركيز إضافة للبوتاسيوم والكالسيوم خطأً K50+Ca100 أعلى تركيز للبرولين في الجزء الخضري بلغ 9.833 (ملغم. كغم<sup>-1</sup>) وأقل تركيز للبرولين تحققت عند تداخل الصنف أبوغريب3 عند تركيز K200+Ca40، إذ بلغ 5.042 (ملغم. كغم<sup>-1</sup>).

بينت نتائج جدول 7 وجود تأثير معنوي لجميع العوامل قيد الدراسة وتداخلاتها في تركيز البرولين في الجزء الخضري، إذ أثرت الأصناف معنوياً في تركيز البرولين في الجزء الخضري إذ أعطى الصنف سن الفيل أعلى تركيز بلغ 8.850 (ملغم. كغم<sup>-1</sup>) وأقل تركيز للبرولين عند الصنف أبو غريب3 بلغ 6.181 (ملغم. كغم<sup>-1</sup>) وبنسبة زيادة بلغت 43.180%. كما أشارت النتائج إلى وجود تأثير معنوي في إضافة تراكيز البوتاسيوم والكالسيوم خطأً في تركيز البرولين في الجزء الخضري، إذ أعطى التركيز إضافة K50+Ca100 أعلى تركيز بلغ 8.647 (ملغم. كغم<sup>-1</sup>)، وأقل تركيز للبرولين في الجزء الخضري كان في معاملة تركيز K200 +Ca40 إذ بلغ 6.276 (ملغم. كغم<sup>-1</sup>) وبنسبة زيادة بلغت 37.770%. كما اظهرت النتائج إلى وجود تأثير معنوي في تركيز البرولين

جدول 7. تأثير إضافة البوتاسيوم والكالسيوم خطأً وملوحة المياه لاربعة أصناف من الحنطة

في تركيز البرولين في الجزء الخضري (ملغم. كغم<sup>-1</sup>)

تراكيزXملوحة	سن الفيل	الأصناف	إبء99	أبو غريب3	ملوحة مايكرمول.لتر <sup>-1</sup>	تراكيزK+Ca في المحلول المغذي مايكرمول.لتر <sup>-1</sup>
5.100	6.400	5.667	4.133	4.200	0 Nacl	K 50+Ca100
6.908	9.333	6.333	6.667	5.300	20 Nacl	
13.933	13.767	16.933	10.767	14.267	40 Nacl	
5.844	7.667	5.188	5.801	4.719	0 Nacl	K100+ Ca 200
6.707	9.333	4.933	6.212	6.350	20 Nacl	
7.783	11.014	7.120	7.333	5.667	40 Nacl	
4.575	5.667	4.933	3.500	4.200	0 Nacl	K200+ Ca 400
6.48	7.807	5.352	8.500	4.260	20 Nacl	
7.773	8.667	7.667	8.090	6.667	40 Nacl	
0.835		1.522				L.S.D
متوسط الملوحة						
5.173	6.578	5.263	4.478	4.373	0 Nacl	ملوحة X الأصناف
6.698	8.824	5.539	7.126	5.303	20 Nacl	
9.83	11.149	10.573	8.730	8.867	40 Nacl	
0.391		0.890				L.S.D
متوسط التراكيز						
8.647	9.833	9.644	7.189	7.922	K50 + Ca 100	الأصناف X التراكيز
6.778	9.338	5.747	6.449	5.579	K100+ Ca 200	
6.276	7.380	5.984	6.697	5.042	K 200+ Ca 400	
0.391		0.890				L.S.D
	8.850	7.125	6.778	6.181		متوسط الأصناف
		0.521				L.S.D

الجزء الخضري كان عند معاملة إضافة NaCl 0 للصنف أبو غريب3 بلغ 4.373 (ملغم. كغم<sup>-1</sup>). وأما التداخل بين تراكيز K+Ca خطأً وملوحة المياه فيلاحظ من خلال الجدول ذاته وجود فروق معنوية إذ كان أعلى تركيز للبرولين في الجزء

أما التداخل بين ملوحة المياه والأصناف فيلاحظ وجود تأثير معنوي في تركيز البرولين في الجزء الخضري، إذ كانت أعلى تركيز عند معاملة إضافة NaCl 40 لصنف سن الفيل بلغ 11.149 (ملغم. كغم<sup>-1</sup>) وأقل تركيز للبرولين في الجزء

of Higher Education and Scientific Research, Iraq pp:320.

4. Al-Saadi, A. J. H., 1996. Effect Study of Gypsum in the Growth Nutritional Status of the Wheat Crop in a Rain limited Area. Doctoral thesis, Faculty of Agriculture and Forestry, Mosul University pp:150.

5. Baby, J. and D. Jini., 2011. Development of salt stress-tolerant plants by gene manipulation of antioxidant enzymes. Asian J. of Agric. Res. 5(1): 17-27.

6. Batanoay, K. H. ,1996 . Ecophysiology of Halophytes and their traditional use in the Arab World. In :Halophytes and biosaline agriculture , ( eds, choukar – allah, et al.) New York .pp 73 – 94 .

7. Bates,L.S., Waldes, R.P. & Teare, T.D.,1973 .Rapid determination of free proline for water stress studies .Plant & Soil. 39 : 205 –207.

8. Buchholz, D.D., and J.R. Brown. 2005. Potassium in Missouri soils. University of Missouri. Columbia

9. Cakmak, I., 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects in plants. J. Pl. Nutr. 168, 521-530.

10. Ketterings, Q.M; S.D. Klausner, and K. J. Czymmek. 2001. Potassium recommendations for field crops in New York. Department of Crop and soil science extension series EOL-6, Cornell University.

11. Khan, M. A., M. U. Shirazi, muhammad Ali khan, S.M. Mujtaba, e. Islam, S. Mumtaz,a. Shereen, R. U. Ansari,and M.Yasin Ashraf. 2009. Role of proline, K/Na ratio and chlorophyll content in salt tolerance of wheat(*triticum aestivum* L.). Pak. J. Bot., 41(2): 633-638.

12. Marklund,S. and Marklund,G., 1974. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. Eur. J. Biochem., 47(3):469-474.

13. Mohammed, A. M. A., 2007. Physiological aspects of Mung bean plant *Vigna radiata* L. wilczek in response to salt stress and gibberellic acid treatment .Reseach J. Agric and Biol. Sci., 3(4): 200-213.

14. Munns , R. and Tester , M., 2008 . Mechanism of salinity tolerance.

15. Murat A. T.; V. Katkat and Suleyman T., 2007. Variations in Proline, Chlorophyll and

الخضري عند تركيز إضافة خلطاً K50+Ca100 وإضافة ملوحة للمياه NaCl 40 بلغ 13.933 (ملغم.كغم<sup>-1</sup>)، في حين كان أقل تركيز للبرولين عند معاملة تركيز K200+Ca400، ولمستوى ملوحة NaCl 0 والذي بلغ 4.575 (ملغم.كغم<sup>-1</sup>). أما التداخل الثلاثي فيلاحظ من خلال نفس الجدول وجود تأثيراً معنوياً في تركيز البرولين في الجزء الخضري، إذ سجلت معاملة صنف جندولة عند تركيز إضافة البوتاسيوم والكالسيوم خلطاً K50+Ca100 وملوحة المياه أعلى تركيز بلغ 16.933 (ملغم.كغم<sup>-1</sup>)، أما أقل تركيز للبرولين عند معاملة الصنف إباء99 وتركيز إضافة Ca400+K200 خلطاً ولمستوى ملوحة NaCl 0، إذ بلغ 3.500 (ملغم.كغم<sup>-1</sup>). وتبين من نتائج الجدول ذاته إلى وجود تأثير معنوي في تركيز البرولين في الجزء الخضري لنباتات الحنطة باختلاف أنواعها ربما يعزى إلى الاختلافات الوراثية بين الأصناف و يتفق مع ما وجدته Khan (11) حول زيادة تركيز البرولين في اصناف الحنطة الأكثر تحملاً للملحة. كما يزداد محتوى البرولين معنوياً بزيادة مستوى كلوريد الصوديوم في المحلول المغذي، وهذا يتفق مع ما أشار إليه عدد من الباحثين من زيادة تراكم المنظمات الأزموزية ومنها البرولين في أوراق النباتات عند التعرض للاجهاد الملحي كأحد آليات مقاومة الاجهاد الملحي (15) وعند إضافة بعض المغذيات مثل البوتاسيوم والكالسيوم أدى إلى انخفاض معنوي لتركيز البرولين في أوراق النباتات، وهذا يعزى إلى الأدوار الفسلجية المشتركة لهذه العناصر في تحسين نمو النباتات وعملية التمثيل الضوئي وبناء البروتين في النباتات، مما انعكس على محتوى البرولين فيها (9)، وهذا يظهر بوضوح الدور الفاعل لهذه المغذيات في ضبط الموازنة الأزموزية داخل الخلايا النباتية والحد من الأثر الضار للاجهاد الملحي في الخلايا النباتية.

## REFERENCES

1. Abbas , A .K ., 1982. Quality of some Ground water in Basrah. College of Agriculture University of Basrah pp:110.
2. Aebi,H., 1983.Catalase in vitro, Methods of Enzymology,105:121-126.
3. Al-Naimi, Saadallah al-Najim Abdullah, 1999. fertilizer and soil fertility. National Library Foundation for Printing and publishing, the Mosul University, the Ministry

Mineral Elements Contents of Wheat Plants Grown under Salinity Stress . Journal of Agronomy 6(1): 137- 141.

16. Pitotti,A.; B.E., Elizalde and M., Anese .1995.Effect of caramellzation and maillard reaction products on peroxidase activity. J. Food Biochem.18:445-457 .

17. Sairam, R.K.; Rao K.V.; Srivastava G.C.,2002. Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress ,antioxidant activity, and osmolyte concentration . Plant Sci.163(6):1037-1047.

18. Schenk, M.K. and Barber, S.A., 1980. Potassium and phosphorus uptake by corn genotypes grown in the field as influenced by root characteristics. Plant Soil., 54: 65-76.

19. Sen Gupta, A.; G.A. Berkowitz and P.A. Pier.1989. Maintenance of photosynthesis at 0low leaf water potential in wheat. Pl. Physiol. 89: 1358-1365.

20. Soleimanzadeh, H. Habibi, D. Ardakani, M.R. Paknejad ,F. and Rejali, F., 2010 .Effect of potassium levels on antioxidant enzymes and malondialdehyde content under drought stress in sunflower(*Helianthus annuus* L.). American J. of Agric. and Biol. Sci.5 (1):56-61.

21. Tony, J.V., 2005. Potassium research and education at Purdue University. Potassium fertility research, Purdue Agronomy.

22. Yassen, B.T.J.; Asofajc, S.A. and Saiid, J.A., 1989. Effect of NaCl on leaf growth and ionic composition of two barley cultivars. Field crop Abst. 42: 8 .