قياس نشاط بعض إنزيمات مضادات الأكسدة في أصناف الحنطة الناعمة (*Triticum aestivum*) والخشنة(Triticum durum) تحت جهدي الزنك والبيكاربونات*.

إسماعيل خليل السامرائي
كلية الزراعة/جامعة بغداد

عباس علي العامري
كلية الزراعة/جامعة كربلاء

المستخلص

بهدف دراسة تأثير جهدي الزنك والبيكاربونات في أصناف الحنطة فقد نفذت تجربة في المزارع المائية المستقرة في البيت الزجاجي التابع لقسم علوم التربة والمياه –كلية الزراعة /جامعة بغداد .تم فيها استخدام مستويين من الزنك هما(Zn+وZn–) وثلاثة تراكيز من البيكاربونات ($HCO3^{-1}$) باستخدام ملح KHCO3 هي (0 ، 2000 و4000 مايكرومول.لتر$^{-1}$).وقد زرع صنفين من الحنطة الناعمة هما (إباء99 وشام6) وصنفين من الحنطة الخشنة هما(جندوله وسن الجمل) وباستخدام تصميم تام التعشية (CRD).

أظهرت نتائج الدراسة إن تعرض الاصناف لجهد الزنك والبيكاربونات سبب انخفاضا معنويا في الأوزان الرطبة للمجموعين الخضري والجذري وخاصة عند اجتماع جهدي الزنك والبيكاربونات إلا إن صنف الحنطة إباء99 من الأصناف الناعمة سجل أعلى قيم من الأوزان الرطبة لكلا المجموعين الخضري والجذري مقارنة بالصنف شام6 . ظهر نفس الاتجاه مع الصنف إباء99 في صفات البناء المعماري للجذور (طول وقطر الجذر) وتركيز الكلوروفيل الكلي حيث سجل تفوقا في هذه الصفات . إن تركيز الزنك قد انخفض معنويا عند تعرض الاصناف لجهدي الزنك والبيكاربونات مع تفوق للصنف إباء99 حيث حافظ على أعلى تركيز للزنك وبلغ (84.15 و73.20ملغم .كغم$^{-1}$) وعند أعلى جهد من البيكاربونات (1600 مايكرومول.لتر$^{-1}$) في حالة إزالة جهد البيكاربونات او في حالة جهد البيكاربونات على التوالي.فيما تفوق الصنف جندوله من بين الاصناف الخشنة في جميع الصفات المدروسة على الصنف سن الجمل .

إن فعالية إنزيمات مضادات الأكسدة (SOD وPOD وCAT) ازدادت معنويا مع زيادة جهدي الزنك والبيكاربونات وقد سجل الصنف إباء99 أعلى نشاط لإنزيمات مضادات الأكسدة المدروسة(SOD وPOD وCAT) وبلغت(324.4 و516.5 وحدة.ملغم بروتين$^{-1}$) لإنزيمي SOD وCAT وعند نمو الصنف تحت جهد الزنك وأعلى مستوى من جهد البيكاربونات (4000 مايكرومول .لتر$^{-1}$) على التوالي، كما أعطى الصنف نفسه أعلى نشاط لإنزيم POD بلغ(65.37 وحدة امتصاص.غم$^{-1}$) وعند نمو الصنف تحت جهد الزنك وأعلى جهد للبيكاربونات. في حين تفوق صنف الحنطة الخشنة جندوله على الصنف سن الجمل في نشاط إنزيمات مضادات الأكسدة (SOD وPOD وCAT) وفي جميع المعاملات .

وبناءا على النتائج المتحصل عليها فان هذه الدراسة تقترح إمكانية استخدام نشاط وفعالية إنزيمات مضادات الأكسدة في تحديد الصنف الكفوء والذي يتحمل جهدي الزنك والبيكاربونات والتي هي من الاجهادات

غير الحيوية السائدة في الترب الكلسية في العراق . كما إنها تعطي مؤشرا مبكرا في تحديد الصنف الأكثر مقاومة للاجهادات التي تتعرض لها أصناف الحنطة ضمن البيئات المختلفة في القطر.

INDUCTION OF SOME ANTIOXIDANT ENZYMES OF TWO BREAD WHEAT VARIETIES *(Triticum aestivum L.)*AND TWO DURUM WHEAT *(Triticum durum L.)*UNDER ZINC AND BICARBONATE STRESS.

ISMAIL K. AL-SAMRAY **ABBAS A. AL-AMEARY**
AGR.COL/BAGHDAD UNI. **AGR.COL./KARBALA UN.**

ABSTREACT

To study effect of Zn,HCO3 Stress in wheat genotype , experiment were conducted in stats hydroponics technique, in greenhouse of Soil and water sciences department –Agriculture college/Baghdad university intention study effect of Zn and three levels of bicarbonate stress(0,2000,4000 µM.L^{-1}) ,from KHCO3 silt . Four varieties were uses two from Bread Wheat (Iba99 and Sham6),and two from durum wheat(Sin AL-Jamal and Jndolh). Experiment setup using Complete Randomized Design (CRD). Results of this Study showed varieties exposure to Zn stress redound in development and emersion Zn deficiency. Zn deficiency differences between wheat varieties .varieties exposure to Zn,HCO3(2000 and 4000 µM.L^{-1})stress exacerbate Zn deficiency phenomenon .Accompany Zn deficiency emersion a significant decreased in shoots and roots fresh weight ,especially under Zn ,HCO3 stress assembly.Iba99 from bread wheat given highest values in shoots and roots fresh weight compared with Sham6 varieties .Simi behavior showed in architectures roots .Also Iba99 given highest values in total chlorophyll concentration compared with other varieties. Zinc concentration a significant decreased when varieties grown under Zn, HCO3 stress, with superior Iba99 in active Zinc concentration (84.15 and 73.20 mg.Kg^{-1})at highest HCO3 stress (4000 µM.L^{-1})under Zn deficient or efficient respectively. Jndolh from durum wheat was superior in all characterizes compared with Sin AL-Jamal. All varieties given high assemble of organic acid (Malic, Citric and Oxalic) in Roots. This is clear signaler on varieties were effected to Zn and HCO3 stress. Antioxidant enzymes activity (SOD,POD,CAT) were given clear signaler on effected of wheat varieties under Zn,HCO3 stress .This is deductive on scavenging to ROS eventual from Zn,HCO3 stress.Iba99 given highest values in SOD and CAT(324.4 and 516.5 u.mg $p.^{-1}$),when growth under Zn deficient and highest HCO3 stress (4000 µM.L^{-1}) respectively. Also Iba99 given highest values in POD enzyme active (65.37 u A.gm^{-1}) under Zn deficient and highest HCO3 stress(4000 µM.L^{-1}).Jndolh was superior in all antioxidant enzyme(SOD,POD and CAT)compared with Sin AL-Jamal . This study suggested capability to use antioxidant enzymes activity as important criterion to separation efficiencies varieties which tolerance Zn, HCO3 stress ,and give early signaler to varieties separation to stress tolerance.

المقدمة

الحنطة محصول غذائي أساسي لأكثر من ثلث سكان العالم وان إنتاج هذا المحصول يتأثر بدرجة كبيرة بالتغير الحاصل في عوامل الانتاج ومنها (جاهزية العناصر الغذائية ،المياه ،الحرارة ،والملوحة...الخ)(15).

إن جاهزية الزنك في الترب الكلسية تعد واحدة من الاجهادات البيئية والتي تؤثر سلبا في إنتاجية محصول الحنطة في اغلب مناطق إنتاج الحنطة في العالم ، وقد أشار عدد من الباحثين ان احتواء التربة على تراكيز عالية من البيكاربونات يؤدي إلى تقليل جاهزية الزنك وان النبات بإمكانه تطوير أعراض نقص الزنك خصوصا في الترب ذات المحتوى المنخفض من الزنك(1و11). عند تعرض النبات إلى الاجهادات غير الحيوية فان مستوى الأوكسجين الفعال سوف يزداد على مستوى الخلية النباتية ،إن زيادة مستوى ROS يعني تعرض النبات إلى ما يعرف بالتلف الاكسدي Oxidative damage ويؤثر على اللبيدات والبروتينات والكاربوهيدرات والأحماض النووية مما يؤدي إلى موت الخلية(25). لقد طورت النباتات المعرضة للاجهادات آليات منها تفاعلات إنزيمية وغير إنزيمية (13و20) وذلك لكنس Scavenging للـ ROS في الخلية النباتية لكي تتمكن النباتات النمو تحت مثل هذه الاجهادات .ان نظام الدفاع لمضادات الأكسدة في الخلية النباتية يشتمل على عدد من إنزيمات مضادات الأكسدة مثل إنزيم ال Superoxide dismutase (SOD) وإنزيم Catalase (CAT) وإنزيم Ascorbate Peroxidase (APX)(4و18). لقد أشار Ahmadizadeh وآخرون(2011) إلى أن أصناف الحنطة المتحملة للاجهادات غير الحيوية ترتبط مع ازدياد إنزيمات مضادات الأكسدة بالإضافة إلى ازدياد فعالية كنس ROS وعند دراسة 37 صنف من أصناف الحنطة الخشنة تحت جهد الجفاف وجد اختلاف معنوي مابين الاصناف وظروف

الإجهاد في كل من إنزيم SOD وإنزيم CAT وان هذين الإنزيمين ينخفض نشاطهما في أصناف الحنطة الحساسة للإجهاد المائي في حين نشاط هذه الإنزيمات يزداد في أصناف الحنطة المقاومة للإجهاد.

تهدف الدراسة إمكانية استعمال بعض إنزيمات مضادات الأكسدة في تحديد أصناف الحنطة المتحملة لجهدي الزنك والبيكاربونات فضلا عن تأثير جهدي الزنك والبيكاربونات في بعض الصفات الكيميوحيوية في أصناف الحنطة.

المواد وطرائق العمل

نفذت تجربة المزارع المائية في البيت الزجاجي التابع لقسم علوم التربة والمياه/ كلية الزراعة – جامعة بغداد خلال الموسم2010. تضمنت التجربة دراسة تأثير جهدي Zn والـ HCO_3^- في صنفين من الحنطة الناعمة *Triticum aestivum* هما(إباء 99 وشام6)وصنفين من الحنطة القاسية هما(جندوله وسن الجمل) وجميعها من حاصل 2009، إذ تم زراعة الأصناف المتحصل عليها من الهيئة العامة للبحوث الزراعية – فحص وتصديق البذور وذلك بوضع بذور كل صنف (25غم) في أقداح بلاستيكية وغطيت بالماء المقطر وتركت لمدة 24ساعة وبوجود التهوية وفي اليوم التالي تم تهيئة حاويات سعة (5لتر) تحتوي على محلول من $CaSO_4.2H_2O$ تركيزه(100مايكرومول.لتر$^{-1}$). ثم غطيت سطح الحاويات بمشبك بلاستيكي بحيث يكون ملامساً للمحلول ، نثرت البذور المنقعة من كل صنف في حاوية وغطيت بطبقة

خفيفة من الشاش الطبي . بعد 12 يوم من الزراعة نقلت النباتات في الصباح الباكر إلى وحدات المزرعة المائية المستقرة (حجم الوحدة 3 لتر) وذلك بأخذ 3 نباتات في كل فتحة وثبتت بواسطة قطع أسفنجية وزعت المعاملات بطريقة عشوائية وشملت المعاملات التالية :

1- أربعة أصناف من الحنطة اثنان منها تمثل حنطة الخبز Bread wheat (*Triticum aestivum*) هما (إباء 99 وشام6) واثنان من الحنطة القاسية (*Triticum durum*) متمثلة بـ(جندوله وسن الجمل).

2- الزنك (Zn-) يمثل جهد الزنك و(Zn+) يمثل كفاية الزنك من ملح ZnSO4.7H2O وبتركيز (0.3 مايكرومول.لتر$^{-1}$).

3- البيكاربونات HCO_3^- واستخدمت ثلاث مستويات (4000 , 2000 , 0 مايكرومول.لتر$^{-1}$)من ملح $KHCO_3$.

استمرت التجربة لمدة 21 يوم وكان المحلول المغذي جدول(1) يغير ما بين يوم وآخر مع مراعاة تعديل قيمة رقم الاس الهيدروجيني(PH) عند الضرورة وكانت قيمته طوال فترة النمو (6.5 ±0.5)وحدة خلال 24 ساعة . قدرت الأوزان الرطبة للمجموعين الخضري والجذري، قياس تركيز الزنك وفقا لما جاء في (21) . قدر الكلوروفيل الكلي ووفقا لطريقة(7) . ولتقدير الفعالية الإنزيمية لأنزيمات CAT و SOD و POD تم هرس 3 غم من الجزء الخضري مع (0.1 مولار) من فوسفات البوتاسيوم الدارئ وبنسب (4:1) (V/W) في خلاط كهربائي (Blender) وبعد ترشيحه من خلال قطعة قماش اخضع الراشح لعملية الطرد المركزي بجهاز centrifuge وبسرعة 10.000 دورة.دقيقة$^{-1}$ لمدة نصف ساعة وحفظ الرشح في الثلاجة على درجة حرارة 2°م لتقدير الفعالية الإنزيمية (22) . قدرت فعالية إنزيم (SOD)وحسب ما جاء في (9) . تم تقدير الفعالية الكلية لأنزيم (POD) وفقاً للطريقة الموصوفة من قبل (19) . قدرت فعالية إنزيم CAT بواسطة جهاز spectrophotometer وحسب ما جاء في (3) .وتم تقدير حامض المالك والسترك وفقاً لما جاء في (2) .وقدر حامض oxalic acid وفقاً للطريقة الموصوفة من قبل (8) وقدر قطر الجذر وحسب المعادلة التالية (24):

$$D = 2.\sqrt{Fwt / L.\pi}$$

حيث إن:

D=قطر الجذر ،Fwt =الوزن الجذري الرطب ،L =طول الجذر.

جدول(1)المحلول المغذي المستعمل في تجربة المزرعة المائية(5).

أ- أملاح العناصر الغذائية الكبرى Macronutrients المستخدمة في تجربة المزرعة المائية:

المغذيات الكبرى	التركيز (مايكرومول.لتر$^{-1}$)
1- كلوريد الكالسيوم المائي $CaCl_2.2H_2O$	200.0
2- كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4	100.0
3- كبريتات المغنيسيوم المائية $MgSO_4.7H_2O$	50.0
4- فوسفات البوتاسيوم ثنائية الهيدروجين KH_2PO_4	10.0
5- نترات الامونيوم NH_4NO_3	400.0

ب – املاح العناصر الغذائية الصغرى Micronutrients المستخدمة في تجربة المزرعة المائية:

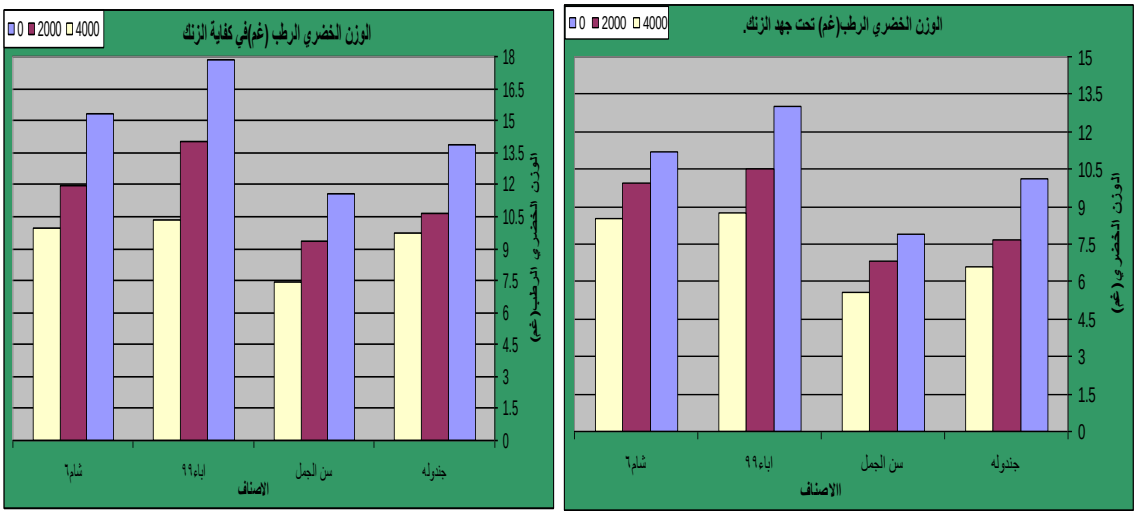
المغذيات الصغرى	التركيز (مايكرومول. لتر$^{-1}$)
1- حامض البوريك H_3BO_3	3.00
2- كبريتات النحاس المائية $CuSO_4.2H_2O$	0.10
3- كبريتات المنغنيز المائية $MnSO_4.2H_2O$	0.25
4- مولبيدات الصوديوم المائية $Na_2MoO_4.2H_2O$	0.02
5- كبريتات الكوبلت المائية $CoSO_4.7H_2O$	0.04
6- كبريتات الحديدوز المائية $FeSO_4.7H_2O$	10.00

النتائج

الأوزان الرطبة للمجموعين الخضري والجذري (غم):

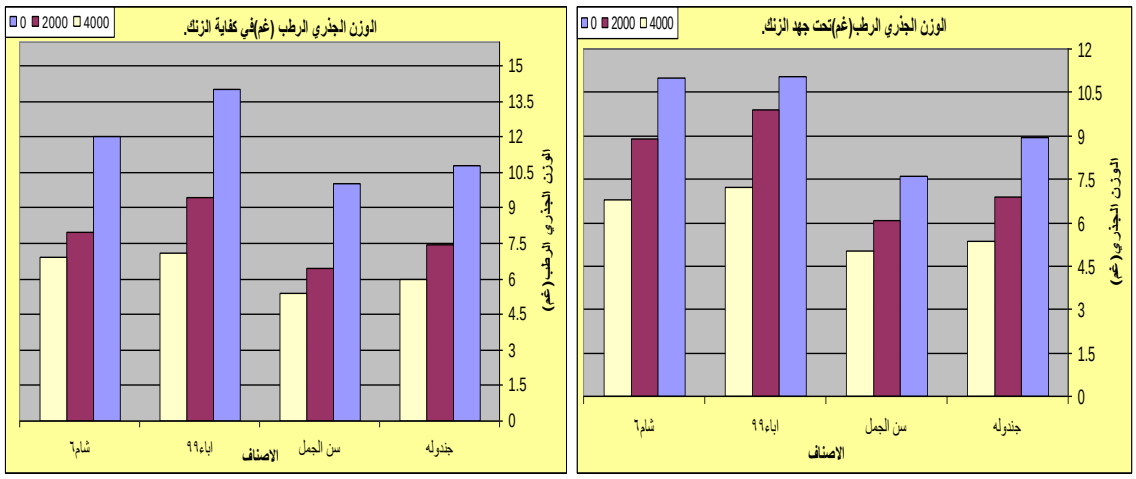
سجلت جميع الاصناف في غياب جهد HCO3(صفر بيكاربونات) في المحلول المغذي انخفاضا معنويا في الأوزان الرطبة للمجموعين الخضري والجذري شكل(1)عند تعرضها لجهد الزنك (Zn-) مقارنة بإزالة جهد الزنك(Zn+) وسجل صنف إباء99 من بين الاصناف الناعمة أعلى القيم في الأوزان الرطبة للمجموع الخضري والجذري وعند نموه تحت جهد الزنك بلغ (13.036 و11.065 غم) لكل منهما على التوالي ،فيما تفوق الصنف جندوله من بين الاصناف الخشنة بتسجيله(10.121 و8.931 غم) وللترتيب نفسه. ولكن عند إزالة جهد الزنك (Zn+) فان الأوزان الرطبة للمجموعين الخضري والجذري سجلت زيادة ولجميع الاصناف المدروسة. نستنتج من ذلك إن تعرض الاصناف لجهد الزنك تسبب في انخفاض معنوي في الأوزان الرطبة للمجموعين الخضري والجذري فضلا عن إن جميع أصناف الحنطة قد طورت أعراض نقص الزنك وكانت ظاهرة متطورة في الأوراق الحديثة كأعراض نقص الزنك وكانت على أشدها مع الصنف سن الجمل وشام6 . أما الصنفين إباء99 وجندوله وبالرغم من إنهما قد طورا أعراض نقص الزنك ولكن بدرجة اقل شدة . في حالة نمو أصناف

الحنطة مع جهد الزنك فان زيادة مستويات HCO3 من صفر إلى 2000 ثم إلى 4000 مايكرومول.لتر$^{-1}$ قد سببت انخفاضا معنويا في الأوزان الرطبة للمجموعين الخضري والجذري مقارنة مع المستوى (صفر بيكاربونات)،فكانت نسب الانخفاض في الأوزان الخضرية لأصناف (جندوله ، سن الجمل ،إباء99 وشام6) نتيجة وجودها تحت جهد الزنك وعند جهد HCO3 (2000مايكرومول.لتر$^{-1}$)على التوالي (24.3% ،14.0% ،19.5% و11.1%) وعند المستوى (4000 مايكرومول.لتر$^{-1}$) وبلغت على الترتيب نفسه(35.1% ،29.8% ،32.9% و23.6%) .



LSD0.05

الاصناف(2.2601) البيكاربونات(1.1113) الزنك(1.0332)



LSD0.05

الاصناف(2.0688) البيكاربونات(1.2632) الزنك(1.0853)

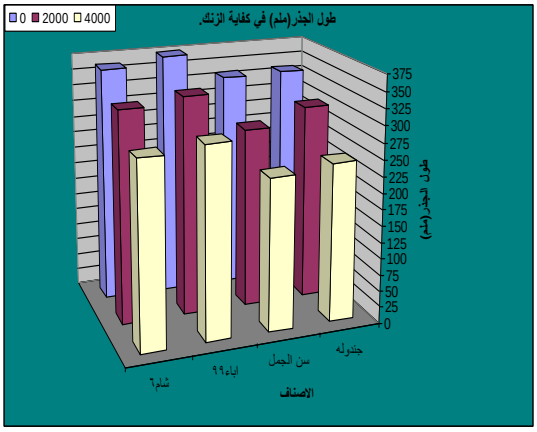
شكل(1)الأوزان الرطبة للمجموعين الخضري والجذري في صنفين من الحنطة الناعمة وصنفين من الحنطة الخشنة تحت مستويات مختلفة من الزنك والبيكاربونات.

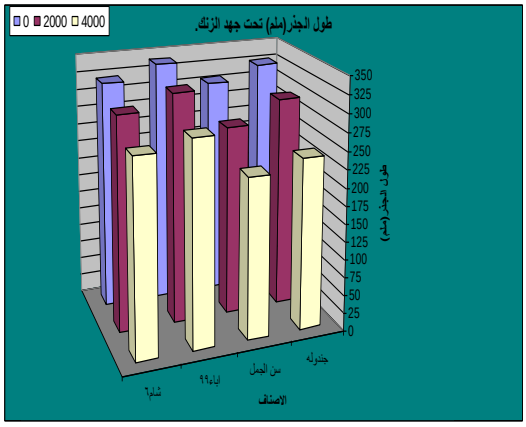
أما نسبة الانخفاض في المجموع الجذري تحت جهد الزنك وعند المستوى(2000 مايكرومول.لتر$^{-1}$) فبلغت على الترتيب نفسه(22.9% ،19.7% ،10.6% ،19.2%) وعند المستوى(4000 مايكرومول.لتر$^{-1}$) وبلغت(39.9% ،34.0% ،34.8% و38.1%) ولكل منها على التوالي. لقد تغير مسار استجابة أصناف الحنطة المعرضة لجهد HCO3 عند إزالة جهد الزنك(Zn+) فبالرغم من زيادة أوزان المجموع الخضري والجذري ولجميع الاصناف قيد الدراسة لكن سبب جهد البيكاربونات انخفاضا معنويا فكانت نسب الانخفاض في الوزن الخضري وعند المستوى(2000 مايكرومول.لتر$^{-1}$)مقارنة بغياب جهد HCO3 بلغ(23.2% ،19.2% ،21.7% و 21.8%) وعند المستوى (4000مايكرومول.لتر$^{-1}$) وبلغ(29.8% ،35.6% ،42.2% و34.9%) وللمجموع الجذري وعند المستوى(2000مايكرومول.لتر$^{-1}$) بلغت(31.0% ، 35.7% ، 32.6%و 33.4%) وعند المستوى(4000 مايكرومول.لتر$^{-1}$)وبلغت(44.4% ،46.3% ،49.3% و42.5%) لكل من أصناف جندوله ،سن الجمل ،إباء99 وشام6 على التوالي . تبين نتائج التحليل الإحصائي إلى تفوق صنفي إباء99 من الأصناف الناعمة وجندوله من الأصناف الخشنة

بإعطائهما أعلى وزن خضري وعند نموهما تحت جهد الزنك وأعلى جهد للبيكاربونات (4000 مايكرومول.لتر$^{-1}$) بلغت(8.748 و6.566 غم) وكذلك أعلى وزن جذري وعند نفس المعطيات بلغت(5.364 و7.213 غم) لكل منهما على التوالي.

طول وقطر الجذر(ملم)

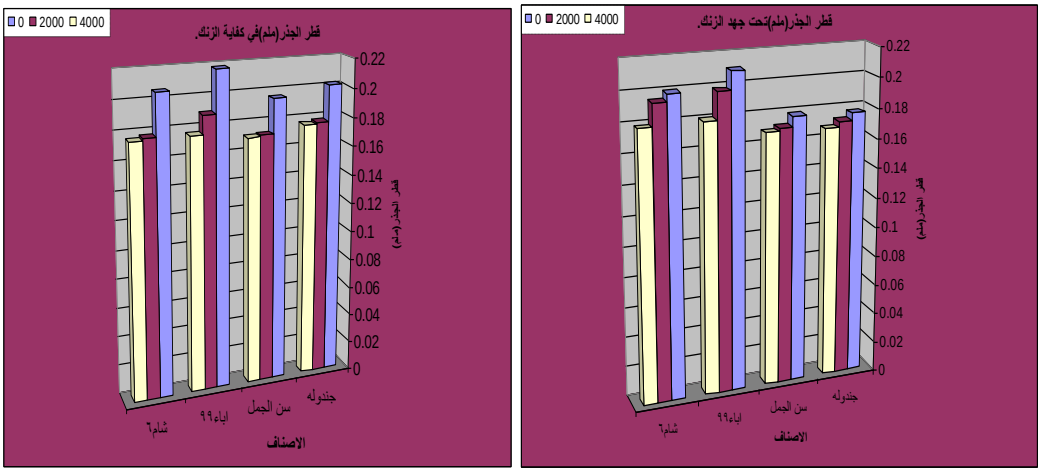
يبين الشكل(2)إن نمو أصناف الحنطة تحت جهدي الزنك والبيكاربونات قد تأثرت وبشكل معنوي في طول وقطر الجذر لأصناف الحنطة المستخدمة في الدراسة،إذ تفوقت معاملات إزالة جهد الزنك(Zn+) على وجوده(Zn–) بإعطائها أعلى طول للجذر ولجميع الاصناف ،إذ سجل صنفي إباء99 من بين الاصناف الناعمة وجندوله من بين الاصناف الخشنة أعلى طولا للجذر وعند نموها في كفاية الزنك وعدم نمو الاصناف تحت جهد البيكاربونات(صفر بيكاربونات) مقداره (373.5 و335.0 ملم) لكل منهما على التوالي.فيما كانت قيمها تحت جهد الزنك وعلى الترتيب نفسه (340.0 و325 ملم).





LSD0.05

الاصناف(18.635) البيكاربونات(12.809) الزنك(8.553)



LSD0.05 الاصناف(0.007) البيكاربونات(0.006) الزنك(0.005)

شكل(2)طول وقطر الجذر(ملم) في صنفين من الحنطة الناعمة وصنفين من الحنطة الخشنة تحت مستويات مختلفة من الزنك والبيكاربونات.

أما في قطر الجذر فقد أعطى الصنفين إباء99 من بين الاصناف الناعمة وجندوله من بين الاصناف الخشنة وعند عدم نمو الاصناف تحت جهد البيكاربونات المستوى (صفر بيكاربونات) وعند نموها تحت كفاية الزنك أعلى القيم بلغت(0.218 و0.202 ملم) لكل منها على التوالي.

في حين تحت جهد الزنك(Zn–) وإزالة جهد البيكاربونات(صفر بيكاربونات) فقد سجل الصنفين إباء99 من الاصناف الناعمة وسن الجمل أعلى قطر للجذر بلغ (0.210 و0.178 ملم) . إن تعرض الاصناف إلى جهد الزنك(Zn–) وجهد HCO3 وبالمستويين(2000 و4000 مايكرومول.لتر$^{-1}$) أثرت معنويا في طول الجذر و لجميع الاصناف قيد الدراسة وتفوق الصنف إباء99 بإعطاء أعلى طولا للجذر وعند نموه تحت جهدي الزنك وأعلى جهد HCO3 وبلغ (285.0ملم) . تشير النتائج إن تعرض الاصناف لجهدي الزنك (Zn–) وHCO3 (2000 و 4000 مايكرومول.لتر$^{-1}$) قد اثر معنويا في البناء المعماري للجذور وان تأثير جهد HCO3 كان أكثر من تأثير جهد الزنك وأعطى الصنف إباء99 أعلى قطرا للجذر وعند نموه تحت أعلى جهد للبيكاربونات(4000 مايكرومول.لتر$^{-1}$) سواءا تحت جهد الزنك أو إزالة الجهد بلغ(0.180 و0.176 ملم) لكل منهما على التوالي ،إن هذه الصفات تؤثر في امتصاص الزنك وتحت مستويات البيكاربونات.

تركيز الكلوروفيل الكلي (ملغم.غم$^{-1}$)

إن جميع أصناف الحنطة المدروسة سجلت أعلى قيم من تركيز الكلوروفيل الكلي في حالة غياب جهد البيكاربونات والزنك وان الصنفين إباء99 وجندوله سجلا أعلى تركيز من الكلوروفيل الكلي مقارنة بالصنفين شام6 وسن الجمل .ولكن عند تعرض الاصناف لجهد الزنك وفي حالة غياب جهد البيكاربونات فان الصنفين إباء99 وجندوله حافظا على نفس القيم كما هي في حالة عدم وجود جهد للزنك في حين نجد إن الصنفين شام6 وسن الجمل انخفضت تراكيز الكلوروفيل الكلي غير إن الانخفاض لم يرتقي لمستوى المعنوية. إن رفع جهد

البيكاربونات من صفر الى 2000 و4000 مايكرومول. لتر$^{-1}$ سبب انخفاضا معنويا في تركيز الكلوروفيل الكلي ولجميع الاصناف .نستنتج من هذه النتائج إن جهد البيكاربونات كان أكثر تأثيرا على تركيز الكلوروفيل الكلي من تأثير جهد الزنك.

تركيز الزنك (ملغم.كغم$^{-1}$)

يبين الجدول(3)تراكيز الزنك في أصناف الحنطة المدروسة ،إن إزالة جهد الزنك (Zn+)ولجميع الاصناف فان تراكيز الزنك قد ارتفعت معنويا وان هذه الزيادة قد تأثرت بدرجة كبيرة بمستويات البيكاربونات المستخدمة في المحلول المغذي وأيضا.

بالاختلاف الوراثي بين الاصناف وعند أعلى جهد للبيكاربونات 4000 مايكرومول.لتر$^{-1}$ فان الصنفين إباء99 وجندوله حافظت على أعلى تراكيز من الزنك وكانت 73.2 و64.3 ملغم .كغم$^{-1}$ عند نمو هذين الصنفين بدون جهد الزنك. إلا أن نمو الاصناف تحت جهد الزنك وأعلى جهد للبيكاربونات فان تراكيز الزنك إلى أدنى من المستوى الحرج للزنك وهذا يؤشر بوضوح تعرض الاصناف لجهد الزنك حتى عند اقل تركيز من البيكاربونات (صفر مايكرومول.لتر$^{-1}$).

سجلت أصناف الحنطة الناعمة تراكيزا أعلى للزنك مقارنة بالأصناف الخشنة وان الصنف إباء99 أعطى أعلى متوسطا لتركيز الزنك بلغ 42.88 ملغم.كغم$^{-1}$. أن التداخل الثنائي بين الأصناف والزنك فقد أعطت معاملة إزالة جهد الزنك وللصنف إباء99 أعلى قيمة بلغت 77.28 ملغم.كغم$^{-1}$ أما من بين الأصناف الخشنة فقد أعطى الصنف جندوله أعلى القيم وبلغ71.88 ملغم.كغم$^{-1}$ أما الاصناف تحت جهد الزنك فلم ترتقي لمستوى المعنوية.إن حالة التداخل بين الاصناف والزنك والبيكاربونات لم ترتقي لمستوى المعنوية ،إلا أن أصناف الحنطة جندوله وسن الجمل سجلت قيما اقل لتركيز الزنك مقارنة بالأصناف الناعمة إباء99 وشام6 .

جدول(2)تركيز الكلوروفيل الكلي في صنفين من الحنطة الناعمة وصنفين من الحنطة الخشنة تحت مستويات مختلفة من الزنك والبيكاربونات.

الأصناف	الزنك	HCO3			
		0	2000	4000	X
جندوله	-Zn	60.77	32.44	29.74	40.98
	+Zn	63.39	35.68	30.78	43.63
X		62.08	34.06	30.12	42.31
سن الجمل	-Zn	57.90	32.59	28.33	39.61
	+Zn	62.31	33.80	31.72	42.61
X		60.11	33.20	30.03	41.11
إباء99	-Zn	62.88	37.03	32.53	44.15
	+Zn	67.27	38.84	34.57	46.89

X		65.08	37.93	33.55	45.52
شام6	-Zn	60.02	34.35	30.83	41.74
	+Zn	63.67	36.29	34.60	44.86
X		61.85	35.32	32.71	43.30
HCO3		62.28	35.13	31.60	الزنك
X HCO3	-Zn	60.39	34.10	30.36	41.62
Zn	+Zn	64.16	36.15	32.92	44.41

L.S.D 0.05

الأصناف	*2.386*	*Zn*	*1.687*	*الأصنافX Zn*	*3.375*	*الأصنافX Zn X HCO3*
HCO3	*2.067*	*الأصنافX HCO3*	*4.133*	*Zn X HCO3*	*2.923*	*5.846*

جدول(3)تركيز الزنك في صنفين من الحنطة الناعمة وصنفين من الحنطة الخشنة تحت مستويات مختلفة من الزنك والبيكاربونات (ملغم.كغم$^{-1}$).

الأصناف	الزنك	HCO3			
		0	2000	4000	X
جندوله	-Zn	7.60	7.00	6.10	6.90
	+Zn	80.10	71.25	64.30	71.88
X		43.85	39.12	35.20	39.39
سن الجمل	-Zn	7.50	6.80	6.80	7.03
	+Zn	79.50	69.65	63.35	70.83
X		43.50	38.22	35.08	38.93
اباء99	-Zn	9.90	8.20	7.35	8.48
	+Zn	84.15	74.50	73.20	77.28
X		47.02	41.35	40.27	42.88
شام6	-Zn	7.60	7.25	7.10	7.63
	+Zn	80.10	71.50	69.65	74.57
X		45.55	39.37	38.38	41.10
HCO3		44.98	39.52	37.23	الزنك
X HCO3	-Zn	8.39	7.31	6.84	7.51

Zn	+Zn	81.58	71.73	67.63	73.64

L.S.D 0.05

الأصناف	2.323	Zn	2.645	الأصنافX Zn،	4.289	الأصنافX،Zn،X،HCO3
HCO3	2.241	الأصنافX HCO3	5.478	Zn,X HCO3	3.581	8.161

تركيز الأحماض العضوية(المالك ،السترك والاوكزالك)

تبين الجداول(4 و5و6) تركيز الأحماض العضوية في الجذور إذ أظهرت جميع أصناف الحنطة المستخدمة في الدراسة قدرة تجميع وزيادة واضحة في تراكيز الأحماض العضوية (المالك،السترك والاوكزالك) في جذور هذه الاصناف عند نموها تحت جهدي الزنك والبيكاربونات ،اذ سبب نمو أصناف جندوله ، سن الجمل ،إباء99 وشام6 عند نموها تحت جهد الزنك (Zn–) زيادة معنوية ولجميع الأحماض المدروسة مقارنة بنموها تحت إزالة جهد الزنك(Zn+) وعند عدم نموها تحت جهد البيكاربونات المستوى (صفر بيكاربونات).

جدول(4)تركيز حامض المالك Malic acidفي صنفين من الحنطة الناعمة وصنفين من الحنطة الخشنة تحت مستويات مختلفة من الزنك والبيكاربونات (%).

الأصناف	الزنك	HCO3			
		0	2000	4000	X
جندوله	–Zn	1.305	1.825	1.935	1.688
	+Zn	1.260	1.805	1.895	1.653
X		1.283	1.815	1.915	1.671
سن الجمل	–Zn	1.285	1.705	1.800	1.597
	+Zn	1.265	1.765	1.840	1.623
X		1.275	1.735	1.820	1.610
اباء99	–Zn	1.200	1.470	1.590	1.420
	+Zn	1.155	1.405	1.600	1.387
X		1.177	1.438	1.595	1.403
شام6	–Zn	1.156	1.400	1.545	1.370
	+Zn	1.150	1.345	1.490	1.328
X		1.157	1.372	1.518	1.349
HCO3		1.223	1.590	1.712	الزنك
X HCO3	–Zn	1.239	1.600	1.717	1.519

Zn	+Zn	1.207	1.580	1.706	1.498

L.S.D 0.0 5

الأصناف	0.1107	Zn	0.0782	الأصناف X Zn	0.1565	الأصناف X Zn X HCO3
HCO3	0.0958	الأصناف X HCO3	0.1917	Zn X HCO3	0.1355	0.2710

كما سبب وجود جهد البيكاربونات زيادة معنوية في تراكيز الأحماض العضوية(المالك ،الستريك والاوكزالك) ويكلا المستويين (800 و1600 مايكرومول.لتر$^{-1}$) وتفوق المستوى الأخير بإعطائه أعلى القيم لتركيز هذه الأحماض ولجميع الأصناف المدروسة.وقد تفوق إباء 99 من الاصناف الناعمة وجندوله من الاصناف الخشنة بإعطاء أعلى تركيز لهذه الأحماض مقارنة بالأصناف شام6 وسن الجمل.

جدول(5)تركيز حامض ألستركCitric acidفي صنفين من الحنطة الناعمة وصنفين من الحنطة الخشنة تحت مستويات مختلفة من الزنك والبيكاربونات (%).

الأصناف	الزنك	HCO3			
		0	2000	4000	X
جندوله	-Zn	1.140	1.415	1.460	1.338
	+Zn	1.130	1.370	1.415	1.305
X		1.135	1.393	1.438	1.322
سن الجمل	-Zn	1.105	1.390	1.440	1.312
	+Zn	1.085	1.355	1.400	1.280
X		1.095	1.373	1.420	1.296
اباء99	-Zn	1.155	1.340	1.440	1.312
	+Zn	1.085	1.380	1.370	1.278
X		1.120	1.360	1.405	1.295
شام6	-Zn	1.090	1.330	1.380	1.267
	+Zn	1.050	1.305	1.325	1.227
X		1.070	1.318	1.353	1.247
HCO3		1.105	1.361	1.404	الزنك
X HCO3	-Zn	1.123	1.369	1.430	1.307
Zn	+Zn	1.088	1.353	1.378	1.273

L.S.D 0.05

الأصناف	0.0303	Zn	0.0214	الأصنافX Zn	0.0428	الأصنافX Zn X HCO3
HCO3	0.262	الأصنافX HCO3	.0.0524	Zn X HCO3	0.0371	0.0742

جدول(6)تركيز حامض الاوكزالك Oxalic acidفي صنفين من الحنطة الناعمة وصنفين من الحنطة الخشنة تحت مستويات مختلفة من الزنك والبيكاربونات (%).

الأصناف	الزنك	HCO3			
		0	2000	4000	X
جندوله	–Zn	1.150	1.410	1.500	1.353
	+Zn	1.120	1.340	1.395	1.285
X		1.135	1.375	1.448	1.319
سن الجمل	–Zn	1.130	1.375	1.465	1.323
	+Zn	1.080	1.345	1.375	1.267
X		1.105	1.360	1.420	1.295
اباء99	–Zn	1.225	1.355	1.395	1.325
	+Zn	1.200	1.315	1.350	1.288
X		1.213	1.335	1.373	1.307
شام6	–Zn	1.190	1.355	1.330	1.292
	+Zn	1.125	1.295	1.325	1.248
X		1.158	1.325	1.328	1.270
HCO3		1.153	1.349	1.392	الزنك
X HCO3 Zn	–Zn	1.174	1.374	1.423	1.324
	+Zn	1.131	1.324	1.361	1.272

L.S.D 0.05

الأصناف	0.0430	Zn	0.0304	الأصنافX Zn	0.0608	الأصنافX Zn X HCO3

HCO3	0.0372	الأصنافX HCO3	0.0745	Zn X HCO3	0.0527	0.1054

نشاط وفعالية إنزيم السوبر اوكسيديز دسميوتيز (SOD):

يبين الجدول (7) نشاط وفعالية إنزيم SOD (EC 1.15.1.1) في الجزء الخضري لصنفين من الحنطة الناعمة وصنفين من الحنطة الخشنة تحت جهدي الزنك والبيكاربونات . لقد تأثرت فعالية ونشاط هذا الإنزيم بدرجة كبيرة لكل من جهد الزنك (Zn–) والبيكاربونات والصنف .عند جميع مستويات البيكاربونات (0 ، 2000 و 4000 مايكرومول.لتر$^{-1}$) فان تعرض الاصناف لجهد الزنك تسبب في زيادة عالية المعنوية في نشاط إنزيم مضاد الأكسدة SOD وخصوصا عند أعلى

إجهاد HCO3 (4000 مايكرومول.لتر$^{-1}$). من بين الاصناف المدروسة فان الصنف إباء99 سجل أعلى فعالية لنشاط إنزيمSOD وعند نموه تحت جهدي الزنك وHCO3 بلغت للتركيزين على التوالي(324.4 وحدة. ملغم بروتين$^{-1}$) فيما أعطى صنف جندوله من الاصناف الخشنة أعلى قيم لفعالية لهذا الإنزيم بلغت(313.5 وحدة.ملغم بروتين$^{-1}$).

إن هذه الدراسة تشير وبوضوح إلى إن تعرض الاصناف لجهدي الزنك والبيكاربونات قد زاد من تراكيز ROS على مستوى الخلية مما انعكس ذلك في زيادة نشاط إنزيم مضاد الأكسدة SOD في عملية مسح وكنس ROS .

جدول(7)فعالية انزيم السوبر اوكساید دسميوتيزSOD في صنفين من الحنطة الناعمة وصنفين من الحنطة الخشنة تحت مستويات مختلفة من الزنك والبيكاربونات.

الأصناف	الزنك	HCO3			
		0	2000	4000	X
جندوله	–Zn	239.6	249.5	313.5	267.5
	+Zn	52.5	74.1	154.8	93.8
X		146.1	161.8	234.2	180.7
سن الجمل	–Zn	235.6	240.0	306.4	260.7
	+Zn	48.7	70.6	145.1	88.1
X		142.2	155.3	225.8	174.4
اباء99	–Zn	241.9	267.0	324.4	277.8
	+Zn	62.1	107.7	169.7	113.2
X		152.0	187.4	247.0	195.5
	–Zn	240.7	256.4	319.6	272.2

شام6	+Zn	71.6	94.4	139.5	101.8
X		156.1	175.4	229.6	187.0
HCO3		149.1	170.0	236.5	الزنك
X HCO3	-Zn	239.5	255.5	316.0	270.3
Zn	+Zn	58.7	86.7	152.3	99.2

L.S.D 0.05

الأصناف	10.33	Zn	6.51	الأصنافX Zn	18.61	الأصنافX Zn X HCO3
HCO3	8.31	الأصنافX HCO3	24.30	Zn X HCO3	15.30	33.87

نشاط وفعالية انزيم البيروكسيديز(EC 1.11.1.7) POD:

يتضح من الجدول (8)التأثير المعنوي بين الاصناف عند تعرضها لجهد الزنك والبيكاربونات في زيادة فعالية إنزيم (EC 1.11.1.7) POD في الجزء الخضري ،اذ يلاحظ زيادة معنوية في فعالية هذا الإنزيم عند نمو الاصناف تحت جهد الزنك

مقارنة بنموها تحت عدم وجود جهد الزنك وعند المستوى (صفر بيكاربونات) وبنسب زيادة قدرها(47.7% ،44.2% ،57.8 % و48.9%) للأصناف جندوله ،سن الجمل ،إباء99 وشام6 لكل منها على التوالي.

جدول(8)فعالية انزيم البيراوكسيديز POD في صنفين من الحنطة الناعمة وصنفين من الحنطة الخشنة تحت مستويات مختلفة من الزنك والبيكاربونات.

الأصناف	الزنك	HCO3			
		0	2000	4000	X
جندوله	-Zn	53.11	59.33	63.37	58.60
	+Zn	35.95	53.59	54.77	48.10
X		44.53	56.46	59.07	53.35
سن الجمل	-Zn	51.63	56.38	62.80	56.94
	+Zn	35.81	53.96	54.58	48.12
X		43.72	55.17	58.69	52.53
اباء99	-Zn	56.38	64.42	65.37	62.05
	+Zn	35.96	54.39	56.20	48.85
X		46.16	59.40	60.78	55.45
	-Zn	54.10	62.04	63.94	60.03

شام6	+Zn	36.34	53.49	55.48	48.44
X		45.22	57.77	59.50	54.23
HCO3		44.91	57.20	59.49	الزنك
X HCO3	–Zn	53.81	60.54	63.87	59.41
Zn	+Zn	36.02	53.87	55.26	48.38

L.S.D 0.05

الأصناف	*1.989*	*Zn*	*1.406*	*الأصناف X Zn*	*2.813*	*الأصناف X Zn X HCO3*
HCO3	*1.723*	*الأصناف X HCO3*	*3.445*	*Zn X HCO3*	*2.436*	*4.872*

سبب جهد البيكاربونات وبالمستويين(2000 و4000 مايكرومول.لتر$^{-1}$) زيادة معنوية في نشاط إنزيم البيروكسيديز(POD) مقارنة بإزالة جهد البيكاربونات (صفر بيكاربونات) فكانت نسب الزيادة عند المستوى(2000 مايكرومول.لتر$^{-1}$) وقدرها (11.7% ،9.2% ،14.3% و14.7%) ولدى المستوى(4000 مايكرومول.لتر$^{-1}$) وقدرها(19.3% ،21.6% ،15.9% و18.2%) لكل من أصناف جندوله ،سن الجمل ،إباء 99 وشام6 على التوالي وعند نموها تحت جهد الزنك، فيما كانت نسب الزيادة عند نمو الاصناف تحت إزالة جهد الزنك(Zn+) وعند المستوى(2000 مايكرومول.لتر$^{-1}$) وتحت الترتيب نفسه(49.1% ،50.7% ،51.3% ،47.2%) ولدى المستوى(4000 مايكرومول.لتر$^{-1}$) وقدرها(52.4% ،52.4% ،56.3% و52.7%) على الترتيب نفسه.

تبين نتائج التحليل الإحصائي إلى تفوق صنف إباء 99 بإعطائه أعلى قيمة لفعالية إنزيمPOD بلغت (65.37 وحدة امتصاص.غم$^{-1}$) عند نموه تحت جهد الزنك وأعلى جهد للبيكاربونات (4000 مايكرومول.لتر$^{-1}$) متفوقا بذلك معنويا على الاصناف الخشنة (جندوله وسن الفيل) والتي أعطت قيم تحت نفس المعاملات مقدارها (63.37 و62.80 وحدة امتصاص.غم$^{-1}$)،فيما لم يرتقي لمستوى المعنوية مع الصنف شام6.

نشاط وفعالية إنزيم الكاتليز(EC 1.11.1.6)CAT:

يلاحظ من الجدول (9) التباين ما بين الاصناف في فعالية ونشاط إنزيم CAT(1.11.1.6) نتيجة تعرضها لجهد البيكاربونات والزنك إذ يلاحظ زيادة معنوية في نشاط هذا الإنزيم و لجميع الاصناف المدروسة عند نموها تحت جهد الزنك مقارنة مع نموها تحت إزالة جهد الزنك(Zn+) وكانت نسب الزيادة التي حققتها أصناف جندوله ، سن الجمل ،إباء99 و شام6 عند نموها تحت جهد الزنك مقارنة بنموها تحت إزالة جهد الزنك وعند المستوى (صفر بيكاربونات) على الترتيب (312.8% ، 285.2% ، 472.9% و 476.3%) . سبب جهد البيكاربونات ويكلا المستويين (2000 و 4000 مايكرومول.لتر$^{-1}$) زيادة معنوية في نشاط إنزيم CAT مقارنة مع إزالة جهد البيكاربونات(صفر بيكاربونات)، اذ كانت نسب الزيادة المتحققة في فعالية إنزيم CAT عند

المستوى(2000 مايكرومول.لتر$^{-1}$) مقارنة بإزالة جهد البيكاربونات(46.4% ، 39.3%، 86.2% و34.8%)ولدى المستوى(4000 مايكرومول.لتر$^{-1}$)وقدرها(96.5% ،66.6% ،144.3% و116.7%) لكل من أصناف جندوله ،سن الجمل ، إباء99 وشام6 على التوالي وعند نموها تحت جهد الزنك.

يتبين من نتائج التحليل الإحصائي للجدول نفسه إلى قدرة الصنف إباء99 بإعطائه أعلى نشاط لإنزيم CAT وبقيمة بلغت (256.4 وحده.ملغم بروتين$^{-1}$) و بذلك تفوق معنويا على أصناف الحنطة الخشنة جندوله و سن الجمل. فيما لم ترتقي الاصناف الناعمة إلى مستوى المعنوية فيما بينها، وفي الاتجاه نفسه فقد تفوق صنف جندوله من بين الاصناف الخشنة على صنف سن الجمل في هذه الصفة . إن التداخل بين الاصناف والبيكاربونات كان معنويا وقد سجلت معاملة نمو صنف إباء99 تحت أعلى جهد للبيكاربونات(4000 مايكرومول/لتر) أعلى قيمة للتداخل وبلغت(385.0 وحدة.ملغم بروتين$^{-1}$) فيما كانت اقل قيمة للتداخل (124.2 وحدة.ملغم بروتين$^{-1}$) لمعاملة إزالة جهد البيكاربونات لصنف إباء99 .أما التداخل بين الاصناف والزنك فقد سجلت معاملة نمو صنف إباء99 تحت جهد الزنك أعلى قيمة للتداخل بلغت (373.9 وحدة.ملغم بروتين$^{-1}$) في حين كانت اقل قيمة للتداخل (103.5 وحدة.ملغم بروتين$^{-1}$) في معاملة نمو صنف سن الجمل عند إزالة جهد الزنك. وللتداخل بين البيكاربونات والزنك حيث سجلت معاملة جهدي الزنك وعند أعلى جهد للبيكاربونات(4000 مايكرومول.لتر$^{-1}$) أعلى قيمة للتداخل وبلغت (431.8 وحدة.ملغم بروتين$^{-1}$) فيما كانت اقل قيمة للتداخل (44.2 وحدة.ملغم بروتين$^{-1}$) لمعاملة إزالة جهدي البيكاربونات والزنك . أما التداخل الثلاثي ففيه سجلت معاملة نمو صنف إباء99 تحت جهدي الزنك وأعلى جهد للبيكاربونات (4000 مايكرومول.لتر$^{-1}$) أعلى فعالية لإنزيم CAT بلغ (516.5 وحدة.ملغم بروتين$^{-1}$) فيما كانت اقل قيمة للتداخل (36.9 وحدة.ملغم بروتين$^{-1}$) معاملة إزالة جهدي الزنك والبيكاربونات لصنف إباء99 . لقد اختلفت الاصناف المدروسة في قدرتها في زيادة نشاط إنزيمات مضادات الأكسدة SOD وPOD وCAT حيث سبب جهدي الزنك و HCO3 زيادة في نشاط هذه الإنزيمات وسجل الصنف إباء99 من الاصناف الناعمة وجندوله من الاصناف الخشنة أعلى القيم في

النشاط الإنزيمي مما يرشح هذين الصنفين من الاصناف الأكثر تحملا لجهدي الزنك والبيكاربونات ضمن ظروف هذه الدراسة.

جدول(9)نشاط وفعالية انزيم الكاتليز(CAT) في صنفين من الحنطة الناعمة وصنفين من الحنطة الخشنة تحت مستويات مختلفة من الزنك والبيكاربونات (وحدة.ملغم بروتين$^{-1}$).

الأصناف	الزنك	HCO3			
		0	2000	4000	X
جندوله	-Zn	202.7	296.8	398.3	299.2
	+Zn	49.1	126.5	208.0	127.8

X		125.9	211.6	303.2	213.6
سن الجمل	-Zn	205.7	286.6	342.7	278.3
	+Zn	53.4	106.4	150.9	103.5
X		129.6	196.5	246.8	190.9
اباء99	-Zn	211.4	393.7	516.5	373.9
	+Zn	36.9	126.5	253.5	139.0
X		124.2	260.1	385.0	256.4
شام6	-Zn	216.7	292.2	469.6	326.2
	+Zn	37.6	84.2	262.8	128.2
X		127.2	188.2	366.2	227.2
HCO3		126.7	214.1	325.3	الزنك
HCO3 X Zn	-Zn	209.2	317.3	431.8	319.4
	+Zn	44.2	110.9	218.8	124.6

L.S.D 0.05

الأصناف	22.17	Zn	15.68	الأصنافX Zn	31.36	الأصنافX Zn X HCO3
HCO3	19.20	الأصنافX HCO3	38.41	Zn X HCO3	27.16	54.31

المناقشة

إن نمو الاصناف تحت جهدي الزنك وHCO3 سبب انخفاضا معنويا في الأوزان الطرية للمجموعين الخضري والجذري وان الاصناف قد طورت أعراض نقص الزنك وعند نموها تحت جهد الزنك وقد زادت شدة هذه الأعراض عند زيادة مستويات جهد HCO3 (2000، 4000مايكرومول.لتر$^{-1}$) .إن امتصاص النباتات تراكيز عالية من HCO3 وفي حالة جهد الزنك قد يسهم في تقليل الأوزان الطرية للمجموعين الخضري والجذري من جهة وكذلك تحول الزنك الممتص من زنك نشط إلى زنك غير نشط في الخلايا النباتية (6). لقد اثر كل من جهد الزنك وجهد البيكاربونات في طول الجذور وأقطارها ، ويعد البناء المعماري للجذور ممثلا بطول وقطر والمساحة السطحية للجذور من العوامل الداخلية المؤثرة في امتصاص العناصر الغذائية (27). إن صفة طول وقطر الجذر تؤثر في معدلات امتصاص العناصر الغذائية في الأوساط المائية(27) في حين تكون صفة المساحة السطحية للجذور أكثر أهمية في نمو النباتات في الأوساط الصلبة. إن تعرض النباتات لجهدي الزنك والبيكاربونات اثر في هذه الصفات مما انعكس ذلك على نمو النباتات (انظر شكل الأوزان الرطبة). لكن عند

إزالة جهد الزنك (Zn+) وعند المستوى (صفر) HCO3 نجد إن جميع الاصناف قد أظهرت قدرة عالية من الاستجابة لإضافة الزنك، لكن حتى عند وجود الزنك (Zn+) فان نمو الاصناف قد انخفض بزيادة جهد HCO3 وقد يعزى السبب إلى إن التركيز المرتفع من HCO3 وامتصاصه من قبل الاصناف مما سبب في تحول رقم الاس الهيدروجيني لعصير الخلية إلى وسط قلوي والذي من شانه أن يؤثر على نشاط الزنك وتحويله من زنك نشط إلى زنك غير نشط على الرغم من إضافة الزنك إلى المحلول المغذي (17). إن انخفاض تركيز الكلوروفيل الكلي في الأصناف المعرضة لجهدي الزنك والبيكاربونات قد تعزى إلى بدء تطور أعراض نقص الزنك كما أشار إلى ذلك (12)مع نباتات الذرة الصفراء .

عند تعرض الاصناف لجهدي الزنك والبيكاربونات فان تركيز الزنك قد انخفض معنويا غير إن الانخفاض في الاصناف الناعمة لاسيما الصنف إباء99 كان اقل عند النمو تحت جهد HCO3 وهذا يعطي دليلا على إن هذا الصنف أكفا من حيث امتصاص الزنك مقارنة بالأصناف الأخرى وقد يعزى إلى إن هذا الصنف يمتلك آلية تمكنه من امتصاص الزنك(14و16)وأكثر مقاومة من باقي الاصناف.ان اصناف الحنطة تختلف بقدرتها على مقاومة جهدي الزنك والحديد ،إذ قد تعمل هذه الاصناف على تحرير مركب Phytosidrophoris والذي يخلب الحديد والزنك وبالتالي يزداد امتصاصه من قبل النبات (10و26).

إن فعالية بعض إنزيمات مضادات الأكسدة SOD وPOD وCAT قد تأثرت بنوع الإجهاد ونوع الصنف .لقد ازدادت فاعلية بعض إنزيمات مضادات الأكسدة SOD ،POD وCAT معنويا عند تعرض الاصناف المدروسة لجهدي الزنك والبيكاربونات (2000 و4000 مايكرومول.لتر$^{-1}$) ، إن هذه الزيادة تعد مؤشرا واضحا إن مستويات ROS قد ارتفعت مع تعرض الأصناف لجهدي الزنك والبيكاربونات (4) . لقد أشارت الدراسات العديدة إن هذه الزيادة في مستوى ROS يتسبب في ما يسمى التلف الاكسدي Oxidative damage وهذا الإجهاد المؤكسد يعمل على تلف مكونات الخلية مثل الدهون ،DNA ،البروتين ،الأغشية الخلوية ...الخ (12) . ولأجل مقاومة أو تحمل المستويات العالية من ROS فلقد طورت الاصناف الأكثر قدرة على المقاومة أو التحمل آلية تحفيز النظام الإنزيمي لمضادات الأكسدة ممثلا بإنزيمات (SOD وPOD وCAT) وذلك بهدف كنس ROS (12و18).

إن نتائج دراستنا تؤكد وتدعم ما توصل اليه(4)مع أصناف الحنطة الخشنة وكذلك نتائج (15)مع أصناف الحنطة الناعمة والتي أوضحت إن تعرض أصناف الحنطة لعدد من الاجهادات الحيوية تعمل على زيادة فعالية إنزيمات مضادات الأكسدة. إذ أشار عدد من الباحثين إن إنزيم SOD يعد الخط الدفاعي الأول والمفتاح الأساس في تقليل أو الحد من المستويات العالية ROS ،إذ بإمكان هذا الإنزيم التفاعل مع جذر السوبر اوكسايد ($O^{\cdot-}2$) وذلك من خلال تحويلها إلى بيرو كسيد الهيدروجين (H2O2) والأوكسجين O2 ، هذه الخطوة الأولى في آلية الحد من ROS ولأجل التخلص منH2O2 فان الإنزيمين الآخرين POD وCAT يحولانه إلى الأوكسجين والماء (12و18و23و25) وهذه الخطوة الثانية في آلية الكنس الإنزيمي. أظهرت الاصناف المدروسة قدرة متباينة في تحفيز النظام الدفاعي الإنزيمي في الحد أو تقليل مستويات ROS عند

تعرضها لجهدي الزنك والبيكاربونات وان الصنفين إباء99 وجندوله هما الصنفين الأكثر قدرة في مقاومة جهدي الزنك والبيكاربونات. إن نتائج تجربة المحاليل المغذية واعتمادا على نمو الاصناف ،الكلوروفيل وفاعلية النشاط الإنزيمي لإنزيمات مضادات الأكسدة(SOD وPOD وCAT) تؤشر إن الصنف إباء99 قد طور نظام دفاعي عالي في اتجاه تكون ROS وكنسROS على مستوى الخلية .

إن نتائج التجربة الحالية تقترح إمكانية استعمال إنزيمات مضادات الأكسدة في اختبار الاصناف المتحملة أو المقاومة للاجهادات غير الحيوية المختلفة مثل(الملوحة،الجفاف ،الحرارة وغيرها)ولمحاصيل مختلفة مثل(الحنطة والشعير والرز والذرة وغيرها) وأيضا محاصيل الخضر مثل(الطماطة والخيار والفلفل وغيرها).وبذلك يمكن اختيار الصنف الكفوء والملائم للزراعة في ظروف الترب المختلفة. إن أهداف الباحثين مستمرة في إيجاد الصنف الأكثر ملائمة ولظروف بيئية مختلفة سواء كانت متمثلة في نقص العناصر(4و11) أو ظروف اجهادات غير حيوية .

إن اعتماد تقنية قياس نشاط إنزيمات مضادات الأكسدة والنظام غير الإنزيمي وقياس مركب الفايتوسايدروفورسPhytosidrophores قد تسهم في تسهيل مهمة مربي النبات في اختيار الصنف الملائم لظروف الترب العراقية فضلا عن تقنية نقل الجينات المسؤولة عن زيادة النشاط الإنزيمي وغير الإنزيمي من الاصناف الكفوءة أو الأحياء إلى الصنف المرغوب به(23 و28) .

المصادر

1- السامرائي ، إسماعيل خليل ،(2002) .دور الأسمدة الحيوية في معالجة اصفرار نقص الحديد في نباتات الحنطة . مجلة الزراعة العراقية مجلد(7) ،العدد(8):7-16 .

2- دلالي ، باسل كامل ، صادق حسن الحكيم . (1987). تحليل الاغذية . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي . جامعة الموصل.

3- Aebi ,H.(1974).catalase In :Methods of Enzymatic Analysis volume 2,PP.673 684.

4- Ahmadizadeh,M.Valizadeh M.,Zaefizadeh M. AND ShahbaziH.(2011).Antioxidative Protection and Electrolyte Leakage in Durum Wheat under Drought Stress Condition. J. Applied Sciences Research,7(3):236-246.

5-AL-Samerria,I.K.(1984).The effect of Nitrogen supply on Zinc nutrition of Wheat .Western.Aus.Univ

6- AL-Samerria,I.K,K.Abbas and H.Abbas (1995).Factors affecting wheat chlorosis at three isohyets in north of Iraq.5thConfer of micronutrient in Egypt .pp.115-125.

7- A.O.A.C.(1980).Official Methods Of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists.

8-Bateman, D.F. and S.V.Beer (1965). Simultaneous production and synergistic action of oxalic acid and polygalacturonase during pathogenesis by scloerotium rolfsii phyto phattology Indaian Agri.research Institute,New Delhi. 55: 204-211.

9-Beyer , W.F. & Fridovich , I. (1987). Assaying for Superoxide Dismutase activity : some large consequences of minor changes in conditions . Anal. Biochem. 161: 559 – 566.

10-Cakmak, I.,N.Sari , H.Marschner , H.EKiz, M.kalayci , A.Yilmaz and .H.J.Braun , (1996) . phytosiderphore release in breadand durum wheat genotypes differing in zinc efficiency .J.plant and soil springe.180;183-189.

11-Cakmak,I., (2000) .possible roles of zinc in proteching plant cells from damage by reactive oxygen species . New phytol. 146;185-205.

12-Cui,Y. and Zhao N.(2011).Oxidative stress and change in plant metabolism of maize(*Zea mays* L.)growing in contaminated soil with elemental sulfur and toxic effect of zinc.8(4):112-123.

13-Dypbukt,J.M.,Ankarcrona,M.,Burkittm.,Sjoholm,A.,Strom,K.,andP. Nlcotera.(1994).Differrant prooxidant levels stecreting groth , trigger apoptosis,orproduce nccrosis of in 5- ulinsecreting RIN m51 cells; the role intracellular polyamines . J.Biol. chem. 269;30553-30560.

14-Fan-hua,M.,You-zhang W.,Xiao-e Y.,Jian-jun L. and Jian-xiang L.(2004).Effects of Bicarbonate and high pH conditions on Zinc and other nutrients absorption in rice. Rice Sci. 11(5-6):290-296.

15-Ghazihamid,B.,Izzat,S.H.and Noboru,N.(2007).Induction of some antioxidant enzymes in selected wheat genotype .African Crop. sci.Conference Proc.Vol.8 PP.841-848.

16-Graham, R.D., Ascher J.S.and Hynes S. C. (1992).Selecting zinc efficient cereal genotypes for soil of low zinc status. Plant soil 146; 241-250.

17-Mengel , K.M.,Breininger T.H. and Bubi W.(1994). Bicarbonate the most

important factor inducing iron chlorosis in vinegropes on calcareous soil – plant and soil . 181 ; 333- 344.

18-Nadall,S.M. Balogy E.R. and Jochvic N.L. ,(2011). Hydrogen Peroxide is scavenged by antioxidant enzymes wheat plants. Plant physiology .29;534-541.

19-Nezih, M. (1985). The peroxidase enzyme activity of some vegetables and its resistance to heat. Food Agric. 36:877-88 .

20- ÒRourke,J.A.,Dirk V.,Delkin O.,Graham . A.,Cianzio, R.,(2007).Microarray analysis of iron deficiency chlorosis in near isogenic soybean lines. B.M.C.Genomics. 8;476-483

21-Page, A.I. (1982). Methods of Soil analysis Part 2. Chemical and Microbiological properties. Amer. Soc. Agron. Midison Wisconsin.USA.

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

23-Qu, chun.pu, Xu Zhi-Ru, Lin G.J., Liuc., Li .Y., Weiz. G and Liu . G.F.,(2010) .Differential Expression of Copper- Zinc superoxide dismutase Gene of Polygouum sibirioum Leaves, stems and Underground stems, subjected to High –salt stress,Int. J.Mol .Sci. 11 :5234 – 5245 .

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

25- Shahbazi , H. , M.Taeb , M.R .Bihamta and F.Darvish .(2009) .Inheritance of Antioxidant Activity of Bread Wheat under Terminal Drought Stress . J.Agic. &Environ sci., 6(3) ;298-302 .

26-Singleton,M.C.(2006).Iron and Zinc physiology in sweetpotato.Southeastern Louisiana Uni.M.S. Thisis.

27-Walsh,L.M.,and Beaton,J.D.(1973).Soil testing and Plant analysis.Soil Sci.Soc.of America,inc.Madison,Wisconsin USA.

28-Yang , T.J., Lin W.D.and Schmidt W.(2010). Transcriptional profiling of the

Arabidopsis Iron Deficiency Response Reveals conserved transition Metal Homeostasis Networks . plant physiology . 152(4) ; 2130-2