استجابة اربعة أصناف من حنطة الخبز(*Triticum aestivum*)للأجهادات غير الحيوية.
II- في بعض مضادات الاكسدة الانزيمية والاحماض العضوية والحديد النشط.

عباس علي العامري
كلية الزراعة/جامعة كربلاء

الخلاصة:

لدراسة الاختلاف الوراثي لأربعة أصناف من الحنطة الناعمة تحت جهد الحديد والبيكاربونات نفذت تجربة باستعمال المزارع المائية المستقرة واختبر في التجربة أربعة أصناف من الحنطة الناعمة الشائع زراعتها في العراق(الفتح ، العراق ، تحدي ، سالي) تحت تأثير جهدي الحديد (Fe-) و(Fe+) وتمثل الرش بالحديد وعدم الرش وثلاثة تراكيز من البيكاربونات ($HCO3^{-1}$) باستعمال ملح KHCO3 تراكيزها 0،800 و1600مايكرومول.لتر$^{-1}$ و باستخدم تصميم تام التعشية (CRD) .اظهرت نتائج هذه الدراسة ان تعرض الاصناف لجهد الحديد ساهم في تطوير وظهور اعراض نقص الحديد وقد تباينت شدة اعراض نقص الحديد بين اصناف الحنطة الا ان تعرض الاصناف لجهد البيكاربونات 800 و1600 مايكرومول. لتر$^{-1}$ قد فاقم ظاهرة الاصفرار الحديدي خصوصا في الاصناف المعرضة لجهدي الحديد والبيكاربونات . لقد رافق ظهور اعراض نقص الحديد انخفاضا معنويا في تركيز الحديد النشط عند تعرض الاصناف لجهدي الحديد والبيكاربونات مع تفوق للصنف العراق اذ حافظ على تركيز الحديد النشط وبلغ 11.00 و28.20ملغم. كغم$^{-1}$ وعند اعلى جهد من البيكاربونات 1600 مايكرومول. لتر$^{-1}$ في حالة جهد الحديد اوفي حالة ازالة جهد الحديد على التوالي. لقد سجلت جميع الاصناف تجمع عالي من الاحماض العضوية اوكزالك ومالك وسترك وهذا مؤشر واضح ان الاصناف قد تأثرت بجهدي الحديد والبيكاربونات .ان فعالية ونشاط مضادات الاكسدة Superoxide dismutase(SOD)و Peroxidase(POD) وCatalase(CAT) اعطت مؤشرا واضحا ان تعرض الاصناف لجهدي الحديد والبيكاربونات قد ازدادت مما يدلل ان عملية ازالة Scavenging للROS (Reactive Oxygen Species)المتكونة بفعل جهدي الحديد والبيكاربونات قد ظهرت بجميع الاصناف الا ان الصنف العراق سجل اعلى قيمة من نشاط انزيم SOD وبلغت 268.2 و112.8 وحدة.ملغم بروتين$^{-1}$ في حالة نمو الصنف تحت جهد الحديد او عند ازالة جهد الحديد وعند اعلى مستوى من جهد البيكاربونات 1600 مايكرومول. لتر$^{-1}$ على الترتيب. اما نشاط انزيم البيروكسيديز POD فقد سلك سلوكا مغايرا لانزيم SOD وان الصنف العراق سجل اعلى القيم وبلغ 28.23 و 46.33 وحدة امتصاص.غم$^{-1}$ مع جهد الجديد وازالة جهد الحديد وعند اعلى جهد للبيكاربونات 1600مايكرومول.لتر$^{-1}$ على الترتيب مقارنة بباقي الاصناف . اما انزيم الكاتليزCAT فقد ابدى اعلى قيمة حيث ازداد من 46.36الى 153.44 وحدة .ملغم بروتين$^{-1}$ عند تعرض صنف العراق لجهد الحديد واعلى مستوى من جهد البيكاربونات على التوالي . تقترح هذه الدراسة امكانية استخدام نشاط وفعالية انزيمات مضادات الاكسدة في تحديد الصنف الكفوء والذي يتحمل جهدي الحديد والبيكاربونات والتي هي من الاجهادات غير الحيوية السائدة في الترب الكلسية في العراق كما انها تعطي مؤشرا مبكرا في تحديد الصنف الاكثر مقاومة للاجهادات التي تتعرض لها اصناف الحنطة ضمن البيئات المختلفة في البلد ومن ثم تبني الصنف الاكثر مقاومة وتعميمه.

ISSN 2072-3875

RESPONSE of FOUR BREAD WHEAT CALTIVARS *(Triticum aestivum)* UNDER ABIOTIC STRESS.
II- IN SOME OF ANTIOXIDANT ENZYMES ,ORGANIC ACID AND ACTIVE IRON.

ABBAS A. AL-AMEARY

ABSTREACT :

To study effect of genotypes different experiments were conducted uses stats hydroponics technique, to intention study effect of Fe and three levels of bicarbonate stress (0,800,1600 µM/L) ,from KHCO3 silt . Four varieties of Bread Wheat (Iraq, Tahady, Fateh and Sally). Experiment setup using Complete Randomized Design (CRD). Results of this Study showed varieties exposure to Fe stress redound in development and emersion iron deficiency. Iron deficiency differences between wheat varieties .Varieties exposure to Fe,HCO3(800 and 1600 µM/L)stress exacerbate iron deficiency phenomenon . Active iron concentration a significant decreased when varieties grown under Fe, HCO3 stress, with superior Iraq in active iron concentration (11.00 and 28.20 mg/Kg) at highest HCO3 stress (1600 µM/L) under Fe deficient or efficient respectively. All varieties given high assemble of organic acid (Malic, Citric and Oxalic) in Roots. This is clear signaler on varieties were affected to Fe and HCO3 stress. Antioxidant enzymes activity (SOD,POD,CAT) were given clear signaler on effected of wheat varieties under Fe,HCO3 stress .This is deductive on scavenging to ROS eventual from Fe,HCO3 stress.Iraq given highest values in SOD(268.2 and 112.8 u/mg p.),when growth under Fe efficient or deficient respectively. Peroxidase enzyme was difference behavior as SOD .Iraq was given highest values of POD (28.23 and 46.33 Ua/gm) under Fe and HCO3 (1600 µM/L) stress .Highest values of CAT (46.36 to 153.44 u/mg p.) Was recorded with Iraq under Fe, HCO3 stress. This study suggested capability to use antioxidant enzymes activity as important criterion to separation efficiencies varieties which tolerance Fe, HCO3 stress, and give early signaler to varieties separation to stress tolerance.

المقدمة:

تتعرض النباتات ومنها الحنطة الى انواع متعددة من الاجهادات والتي قد تنشأ اما بسبب الظروف البيئية كدرجة الحرارة والملوحة والجفاف وشدة الاضاءة او محتوى الترب العالي من بعض المكونات كنسبة البيكاربونات او محتوى معادن الكاربونات وأما بسبب النشاط الانساني من خلال الاستعمال المفرط في الاسمدة الكيميائية او عدم استعمال ما يكفي من الاسمدة الكيميائية لكي تلاقي احتياج النباتات(Arora،2002) .ان هذه الاجهادات المختلفة تسبب زيادة في توليد الـ Reactive Oxygen (ROS) Species الاوكسجين الفعال كاستجابة لهذه الاجهادات بالرغم من قيم ROS تتكون في الخلايا النبلتية كنواتج عرضية للعمليات الايضية في النبات الا ان مفردات الـ ROS مثل $O^{\cdot}2$،$H2O2$،OH تزداد عند تعرض النباتات لهذه الاجهادات .ولكي

ISSN 2072-3875

الصنف الكفوء في كثير من الاحيان(Mohamed واخرون،2003) ، فضلا عن كونها تستغرق مدة طويلة قد تصل الى عدة سنوات قبل تحديد الصنف الكفوء. اما اعتماد نشاط النظام الانزيمي لانزيمات مضادات الاكسدة يستطيع ان يحدد الصنف الكفوء وفي مراحل مبكرة من النمو ، مما يسهم في تجنب الاجهادات (مثل نقص او زيادة العناصر) قبل الوصول الى الحاصل النهائي ،ولذا تهدف هذه الدراسة الى امكانية استعمال نشاط وفعالية بعض انزيمات مضادات الاكسدة (CAT، POD،SOD) في تحديد الصنف الكفوء في اربعة اصناف من حنطة الخبز تحت جهدي الحديد والبيكاربونات وكذلك دراسة بعض التغيرات الكيميوحياتية والفسلجية ومدى ارتباطها مع نشاط النظام الانزيمي لمضادات الاكسدة تحت اجهادات الحديد والبيكاربونات.

المواد وطرائق العمل :

نفذت تجربة المزارع المائية في البيت الزجاجي التابع لقسم علوم التربة والموارد المائية/ كلية الزراعة – جامعة بغداد . تضمنت التجربة دراسة تأثير جهدي ال Fe والـ HCO_3^- في أصناف حنطة الخبز(*Triticum aestivum*) ، وفيها تم استخدام أربعة أصناف للحنطة الناعمة (الفتح و العراق و تحدي و سالي) وضعت بذور كل صنف 25غم في أقداح بلاستيكية وغطيت بالماء المقطر وتركت لمدة 24ساعة وبوجود مصدر للتهوية وفي اليوم التالي تم تهيئة حاويات سعة 5 لتر تحتوي على محلول من $CaSO_4.2H_2O$ بتركيز 100 مايكرومول.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 يوما من الزراعة نقلت النباتات في الصباح الباكر إلى وحدات المزرعة المائية المستقرة (حجم الوحدة 3 لتر) وذلك بوضع 3 نباتات في كل فتحة وثبتت بواسطة قطع أسفنجية وزعت المعاملات بطريقة عشوائية وشملت المعاملات التالية : أربعة أصناف من حنطة الخبز Bread wheat و تركيزين من الحديد (Fe-) يمثل اجهاد الحديد (دون اضافة الحديد) و(Fe+) يمثل كفاية الحديد من ملح Fe-EDTA والذي يعطي تركيزا قدره 10 مايكرومول.لتر$^{-1}$. وباستعمال ثلاث

يحافظ النبات على النمو الطبيعي فان النباتات قد طورت اليات مختلفة لكي يكون مستوى توليد ROS مساويا لمستوى ازالة ROS على مستوى الخلية ومن هذه الاليات زيادة فعالية انزيمات مضادات الاكسدة مثل Superoxide dismutase و Peroxidase و Catalase (Reddy وآخرون،2004و Shahbaziوآخرون،2009) . يعد عنصر الحديد من العناصر التي تدخل في تركيب انزيم مضاد الاكسدة السوبر اوكساید دسميوتيزSOD وغيرها من الانزيمات (Mohamed واخرون،2003). وبالرغم من المحتوى العالي للحديد في الترب الزراعية الا ان الجاهز لايبلغ الا سوى 6.25 ملغم.كغم$^{-1}$ في تربة ابوغريب (Amadiواخرون،1989) وعليه فان الزراعة بمثل هذه الترب تعاني من جهد الحديد والذي يفاقم ظاهرة الاصفرار الحديدي احتواء الترب على تراكيز مرتفعة من HCO3 او احتواء مياه الري على تراكيز عالية من HCO3 مما يسبب في تعرض النباتات الى جهدي الحديد وHCO3 معا(Alhendawi،1997و Cartmillواخرون،2008) .ان هذه الاجهادات تؤثر في نمو وفسلجة العمليات الايضية للنباتات تحت الاجهاد فضلا عن تأثيرها في نشاط وفعالية النظام الانزيمي لمضاد الاكسدة (Nadallواخرون،2011).

تفتقر المصادر العلمية في القطر الى اختيار وتحديد الصنف الكفوء الملائم زراعته في الترب الكلسية والتي تتصف بمحدودية جاهزية العناصر الصغرى وبالأخص عنصري الزنك والحديد . ان اختيار الصنف الكفوء وزراعته تحت ظروف الاجهادات الحديد والبيكاربونات قد يسهم في تحقيق افضل النتائج . لقد اشار كل من(Cakmak وآخرون،1996و Lunaواخرون،2004و Ahmadizadeh واخرون،2011) الى ان الاصناف الكفوءة تمتاز بأداء عالٍ تحت ظروف الاجهادات غير الحيوية (جفاف ،ملوحة ،نقص عناصر وزيادة في بعض مكونات التربة)، فضلا عن كون هذه الاصناف تمتاز بنشاط عالٍ لإنزيمات مضادات الاكسدة عالي عند تعرضها لمثل هذه الاجهادات (Sahbazi واخرون،2009و Nadallواخرون،2011) .ولكون اعتماد معيار الحاصل الكلي او تركيز الحديد في نباتات الحنطة لم تعطي وضوح كامل في تحديد

ISSN 2072-3875

مستويات من البيكاربونات HCO_3^- (800 , 1600 , 0مايكرومول.لتر$^{-1}$)من ملح $KHCO_3$ و باستخدم تصميم تام التعشية (CRD)وبواقع ثلاث مكررات. استمرت التجربة لمدة 21 يوما وكان المحلول المغذي يغير ما بين يوم واخر مع مراعاة تعديل قيمة رقم التفاعل pH عند الضرورة وكان رقم التفاعل طوال مدة النمو 6.5 ±0.5 وحدة خلال 24 ساعة ومكوناته هي (كلوريد الكالسيوم المائي $CaCl_2.2H_2O$ 200.0 ، كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 100.0 ، كبريتات المغنيسيوم المائية $MgSO_4.7H_2O$ 50.0 ، فوسفات البوتاسيوم ثنائية الهيدروجين KH_2PO_4 10.0 ، نترات الامونيوم NH_4NO_3 400.0 ، حامض البوريك H_3BO_3 3.00 ، كبريتات النحاس المائية $CuSO_4.2H_2O$ 0.10 ، كبريتات المنغنيز المائية $MnSO_4.2H_2O$ 0.25 ، مولبيدات الصوديوم المائية $Na_2MoO_4.2H_2O$ 0.02 ، كبريتات الكوبلت المائية $CoSO_4.7H_2O$ 0.04 و كبريتات الخارصين المائية $ZnSO_4.7H_2O$ 0.30 مايكرومول.لتر$^{-1}$) والمستعمل من قبل (السامرائي،1984). تم قياس الحديد النشط وحسب ما جاء في (Takkarو Kaur، 1984) ولتقدير الفعالية الإنزيمية لأنزيمات CAT و SOD و POD وذلك بهرس 3 غم من الجزء الخضري مع (0.1 مولار) من فوسفات البوتاسيوم الدارئ ذو اس هيدروجين (PH=7) 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 الراشح في الثلاجة على درجة حرارة 2°م لتقدير الفعالية الإنزيمية (Pitotti واخرون،1995) . قدرت الفعالية الكلية لأنزيم SOD وحسب ماجاء في (Fridoich،1987).تم تقدير فعالية انزيم POD وفقاً للطريقة الموصوفة من قبل (Nezih،1985) . قدرت فعالية إنزيم CAT بواسطة جهاز spectrophotometer وحسب ما جاء في (Aebi،1974) .وتم تقدير حامضي المالك والسترك وفقاً لما جاء في (دلالي والحكيم ،1987) .وقدر حامض oxalic acid وفقاً للطريقة الموصوفة من قبل (Bateman وBeer،1965).

النتائج :

تركيز الحديد النشط (ملغم.كغم$^{-1}$)

يشير الجدول(1) الى تركيز الحديد النشط للجزء الخضري فقد ازداد تركيز الحديد النشط معنويا مع زيادة تركيز المحلول المغذي من (Fe-) الى(Fe+) وعند جميع مستويات HCO3 ولجميع الاصناف. لقد سجل الصنف العراق اعلى قيمة لتركيز الحديد النشط في حال تعرضه لاجهاد او عدم اجهاد الحديد مقارنة بالاصناف الاخرى حيث كانت قيم الحديد النشط مع الصنف العراق 25.12 ملغم.كغم$^{-1}$ يليه الصنف فتح 22.64 ملغم.كغم$^{-1}$ وصنف تحدي 21.89ملغم.كغم$^{-1}$ والصنف سالي 20.80ملغم.كغم$^{-1}$ ان جميع قيم تركيز الحديد النشط هي اقل من التركيز الحرج للحديد ولكن الصنف العراق سجل اعلى القيم من الحديد النشط وفي حالة عدم تعرض الصنف لجهد HCO3 ولكن عند تعرض الاصناف لجهد HCO3 فان تركيز الحديد النشط قد انخفض معنويا مع زيادة جهد HCO3 من 800 الى1600 مايكرومول.لتر$^{-1}$ وكذلك كان الصنف العراق محافظا على اعلى تركيز مع زيادة جهد HCO3 نستنتج من ذلك ان تعرض الاصناف المدروسة لجهدي الحديد وHCO3 قد ساهم معنويا في صفة تركيز الحديد النشط وهذا ما استدل عليه من تطوير الأصناف أعراض نقص الحديد (اصفرار الاوراق حديثة التكوين) .لقد كان تاثير جهد HCO3 اكثر شدة مقارنة بجهد الحديد في تركيز الحديد النشط ،اذ ان جميع الاصناف المدروسة وتحت كفاية الحديد فان زيادة جهد HCO3 من 800 الى 1600 قد خفض تركيز الحديد النشط بنسبة بلغت 16.8% ، 9.5% ، 15.3% 22.2% و39.3%،36.2%،42.7% و49.8% للاصناف تحدي ،العراق ، فتح و سالي وللمستويين 800 و1600 مايكرومول.لتر$^{-1}$ على الترتيب . كما سببت اضافة البيكاربونات و بنفس المستويات انخفاضا في تركيز الحديد النشط عند معاملة جهد الحديد و لجميع الاصناف قيد الدراسة الا انها لم ترتقي لمستوى المعنوية

.

ISSN 2072-3875

جدول(1)تركيز الحديد النشط في اربعة اصناف من الحنطة الناعمة تحت مستويات من الحديد والبيكاربونات(ملغم.كغم$^{-1}$).

الأصناف	الحديد	HCO3			
		0	800	1600	X
تحدي	-Fe	13.22	10.32	9.33	10.95
	+Fe	40.88	34.65	22.95	32.82
X		27.05	22.48	16.14	21.89
العراق	-Fe	16.87	13.32	11.00	13.73
	+Fe	43.80	37.55	28.20	36.51
X		30.33	25.43	19.60	25.12
الفتح	-Fe	13.23	11.00	9.10	11.11
	+Fe	40.50	35.90	26.12	34.17
X		26.86	23.45	17.61	22.64
سالي	-Fe	11.00	10.23	9.00	10.07
	+Fe	40.25	31.85	22.50	31.53
X		25.62	21.04	15.75	20.80
HCO3		27.46	23.10	17.27	الحديد
HC03 X Fe	-Fe	13.58	11.21	9.60	11.46
	+Fe	41.35	34.98	24.94	33.75

L.S.D 0.05

الأصناف	1.212	Fe	1.032	الأصنافX Fe	2.122	الأصنافX Fe HCO3 X
HCO3	1.130	الأصنافX HCO3	2.321	Fe X HCO3	1.435	3.234

معنويا و اعطت معاملة عدم وجود جهد البيكاربونات و اضافة الحديد اعلى قيمة للتداخل بلغت 41.35 ملغم.كغم$^{-1}$ في حين كانت اقل قيمة 9.60ملغم.كغم$^{-1}$ في معاملة جهد الحديد وجهد 1600 مايكرومول.لتر$^{-1}$من البيكاربونات . اما التداخل الثلاثي ففيه سجلت معاملة نمو صنف العراق بوجود كفاية من الحديد (Fe+) وعدم وجود جهد للبيكاربونات أعلى قيمة بلغت 43.80 ملغم.كغم$^{-1}$ في حين كانت اقل قيمة لتركيز الحديد النشط 9.00 ملغم.كغم$^{-1}$ في معاملة نمو صنف سالي تحت جهدي الحديد والبيكاربونات وبالمستوى 1600 مايكرومول.لتر$^{-1}$.

تشير نتائج التحليل الاحصائي وبصورة عامة ان نمو الاصناف تحت جهد البيكاربونات و بالمستويين 800 و 1600 مايكرومول.لتر$^{-1}$ انخفاضا في تركيز الحديد النشط عن معاملة صفر بيكاربونات و بلغت على الترتيب 16.4% و 39.9% . وللتداخل بين الاصناف والحديد فقد اعطت معاملة نمو صنف العراق في كفاية من الحديد اعلى قيمة بلغت 43.80ملغم.كغم$^{-1}$ ،بينما اعطت معاملة نمو صنف سالي تحت جهد الحديد اقل قيمة بلغت 9.00 ملغم.كغم$^{-1}$. اما التداخل بين الاصناف والبيكاربونات فقد اعطت معاملة عدم نمو صنف العراق تحت جهد البيكاربونات اعلى قيمة بلغت 30.33 ملغم.كغم$^{-1}$ بينما كانت اقل قيمة للتداخل 15.75ملغم.كغم$^{-1}$ في معاملة جهد البيكاربونات 1600 مايكرومول.لتر$^{-1}$ لصنف سالي. اما التداخل بين الحديد و البيكاربونات فقد كان

ISSN 2072-3875

بنموها تحت ازالة جهد الحديد وعند عدم نموها تحت جهد البيكاربونات المستوى (صفر بيكاربونات). كما سبب وجود جهد البيكاربونات زيادة معنوية في تراكيز الأحماض العضوية(المالك ،السترك والاوكزالك) ويكلا المستويين 800 و1600 مايكرومول.لتر$^{-1}$ وتفوق المستوى الاخير باعطائه اعلى قيمة لتركيز هذه الأحماض ولجميع الأصناف المدروسة.

تركيز الاحماض العضوية(المالك ،السترك والاوكزالك) :

تبين الجداول(2) و(3)و(4) حصول تراكم وزيادة واضحة في تراكيز الاحماض العضوية (المالك،السترك والاوكزالك) في جذور اصناف الحنطة المستخدمة في الدراسة عند نموها تحت جهدي الحديد والبيكاربونات ،اذ سبب نمو اصناف تحدي ،العراق ،الفتح و سالي عند نموها تحت جهد الحديد زيادة معنوية ولجميع الاحماض المدروسة مقارنة

جدول(2)تركيز حامض المالك Malic acidفي اربعة اصناف من الحنطة الناعمة تحت مستويات مختلفة من الحديد والبيكاربونات (%).

الأصناف	الحديد	HCO3			
		0	800	1600	X
تحدي	-Fe	1.323	1.443	2.012	1.592
	+Fe	1.245	1.372	1.445	1.354
X		1.284	1.407	1.728	1.473
العراق	-Fe	1.643	1.779	2.034	1.818
	+Fe	1.235	1.654	1.699	1.529
X		1.439	1.716	1.866	1.673
الفتح	-Fe	1.435	1.643	2.021	1.699
	+Fe	1.232	1.439	1.565	1.412
X		1.333	1.541	1.793	1.555
سالي	-Fe	1.323	1.532	1.933	1.596
	+Fe	1.546	1.354	1.729	1.543
الأصنافX HCO3		1.434	1.443	1.831	1.569
HCO3		1.372	1.526	1.804	الحديد
HC03 X Fe	-Fe	1.431	1.599	2.000	1.676
	+Fe	1.314	1.454	1.609	1.459

L.S.D 0.05

الأصناف	0.2375	Fe	0.1679	الأصنافX Fe	0.3359	الأصنافX Fe X HCO3
HCO3	0.2057	الأصنافX HCO3	0.4114	Fe X HCO3	0.2909	0.5818

الحديد والبيكاربونات ادى الى تجمع الاحماض العضوية المالك ،السترك والاوكزالك في الجذور وقد اختلفت الاصناف في قدرتها على تجميع الاحماض العضوية اذ اعطى صنف العراق اعلى تركيز لهذه الاحماض مقارنة بالاصناف الاخرى.

تبين نتائج التحليل الإحصائي للجداول المذكورة إلى تفوق صنف العراق بإعطائه أعلى تركيز للأحماض العضوية المدروسة في الجذور متفوقا بذلك معنويا على جميع الأصناف الأخرى تلاه ترتيب الاصناف التالي الفتح ، تحدي وسالي . تشير نتائج هذه الدراسة ان تعرض اصناف الحنطة قيد الدراسة الى جهدي

ISSN 2072-3875

جدول(3)تركيز حامض الاوكزالك Oxalic acidفي اربعة اصناف من الحنطة الناعمة تحت مستويات مختلفة من الحديد والبيكاربونات (%).

الأصناف	الحديد	HCO3			
		0	800	1600	X
تحدي	-Fe	1.165	1.344	1.368	1.292
	+Fe	1.011	1.176	1.198	1.128
X		1.088	1.260	1.283	1.210
العراق	-Fe	1.325	1.387	1.489	1.400
	+Fe	1.032	1.089	1.245	1.122
X		1.178	1.238	1.367	1.261
الفتح	-Fe	1.165	1.245	1.267	1.225
	+Fe	1.076	1.098	1.187	1.120
X		1.120	1.171	1.227	1.172
سالي	-Fe	1.176	1.245	1.289	1.236
	+Fe	1.001	1.081	1.111	1.064
X		1.088	1.163	1.200	1.150
HCO3		1.118	1.208	1.269	الحديد
X HC03	-Fe	1.207	1.305	1.353	1.288
Fe	+Fe	1.030	1.111	1.185	1.108

L.S.D 0.05

الأصناف	0.1188	Fe	0.0840	الأصناف X Fe	غ.م	الأصناف X Fe X HCO3
HCO3	0.1029	الأصناف X HCO3	غ.م	Fe X HCO3	غ.م	غ.م

عند تعرض نفس المجموعة من اصناف حنطة الخبز الى جهد البيكاربونات وعند التراكيز 800 و 1600 مايكرومول.لتر$^{-1}$ فان نشاط انزيم SOD سلك نفس الاتجاه و لكن مع ازدياد معنوي عالي لنشاط انزيم SOD عند هذين التركيزين ولجميع الاصناف المدروسة، ان قيم النشاط الانزيمي SOD في حالة تعرض الاصناف لجهد الحديد كانت اعلى بكثير مما هو عليه في حالة زراعتها تحت كفاية الحديد وخصوصا في مستويات اجهاد HCO3 800 و1600 مايكرومول.لتر$^{-1}$، وقد اعطى صنف العراق اعلى فعالية لنشاط انزيمSOD وعند نموه تحت جهدي الحديد وHCO3 بلغت للتركيزين على التوالي 229.9 و268.2 وحدة.ملغم بروتين$^{-1}$ تلاه صنف تحدي عند التركيز 800 مايكرومول.لتر$^{-1}$ والصنف

نشاط وفعالية انزيم السوبر اوكسيديز دسميوتيز (SOD) :

يشير الشكل (1) الى فعالية انزيم السوبر اوكساید دسميوتيز SOD المضاد للاكسدة في الجزء الخضري لاربعة اصناف من الحنطة الناعمة تحت جهدي البيكاربونات والحديد.لقد سبب جهد الحديد المعاملة(-Fe) زيادة معنوية في فاعلية ونشاط انزيم مضاد الاكسدة SOD ،نفس الاتجاه قد لوحظ عند تعرض الاصناف لجهد HCO3 . اذ يلاحظ ان جميع اصناف الحنطة قد تاثرت عندما كانت تحت جهد الحديد و بذلك تفوقت جميع معاملات جهد الحديد و لجميع الاصناف على نموها تحت كفاية الحديد وعند معاملة صفر بيكاربونات و بلغت نسبة الزيادة لكل من اصناف تحدي ،العراق ، الفتح و سالي على الترتيب 162.9%، 180.6%، 189.4%و 198.3%. اما

ISSN 2072-3875

الفتح عند التركيز 1600 مايكرومول.لتر$^{-1}$ فيما اعطى صنف سالي اقل قيم لفعالية هذا الانزيم .

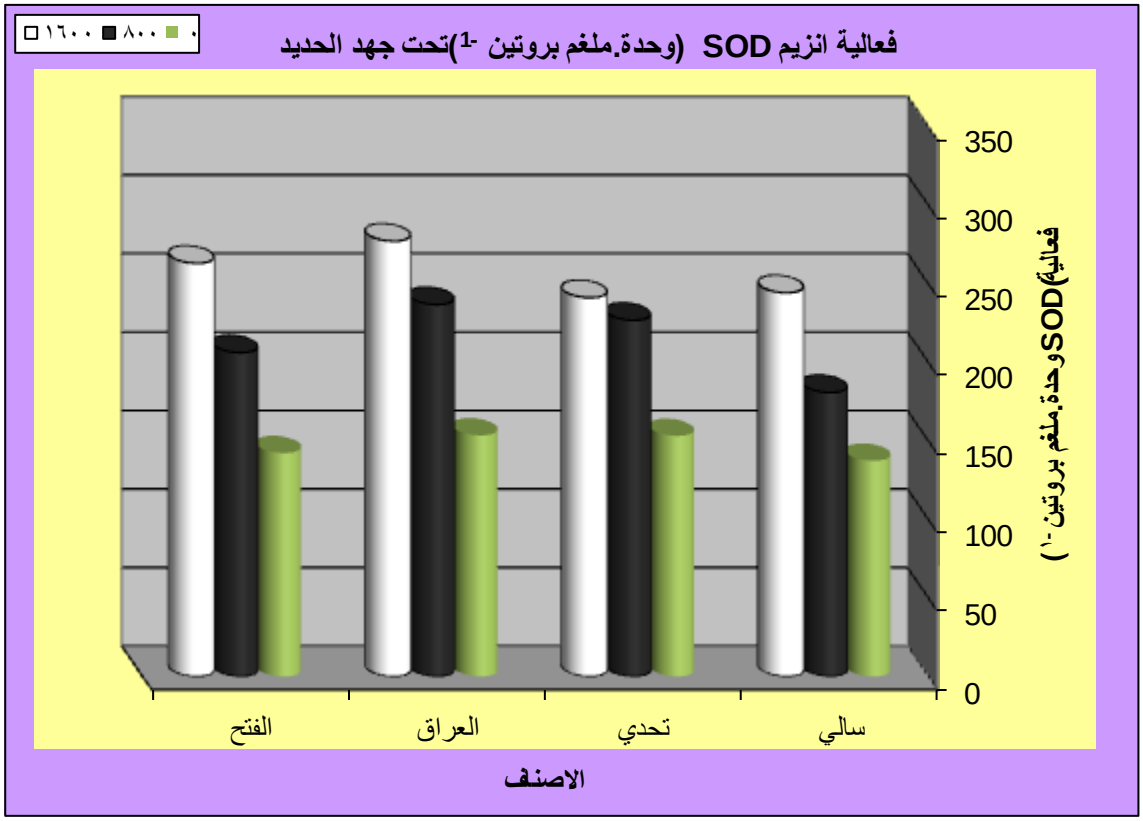
جدول(4)تركيز حامض الستريك Citric acid في اربعة اصناف من الحنطة الناعمة تحت مستويات مختلفة من الحديد والبيكاربونات (%).

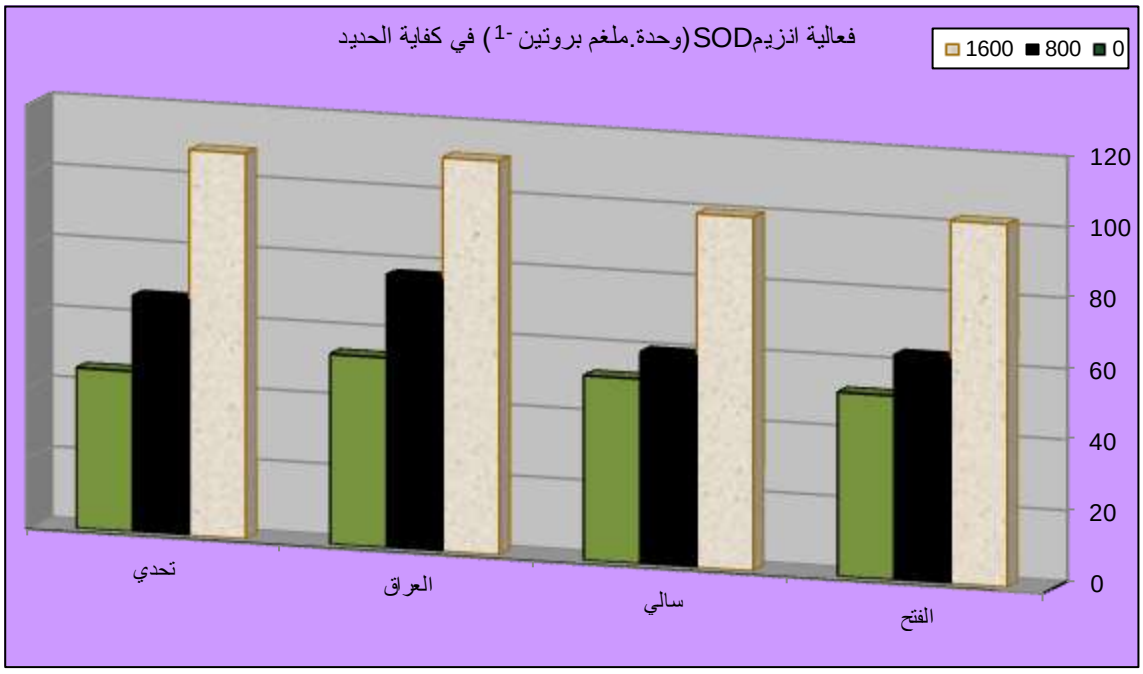
الأصناف	الحديد	HCO3			
		0	800	1600	X
تحديد	-Fe	1.134	1.196	1.245	1.191
	+Fe	1.011	1.098	1.105	1.071
X		1.072	1.147	1.175	1.131
العراق	-Fe	1.165	1.267	1.387	1.273
	+Fe	1.100	1.111	1.198	1.136
X		1.132	1.189	1.292	1.204
الفتح	-Fe	1.231	1.232	1.243	1.235
	+Fe	1.010	1.111	1.199	1.106
X		1.120	1.171	1.221	1.170
سالي	-Fe	1.101	1.189	1.235	1.175
	+Fe	0.898	1.087	1.187	1.057
X		0.999	1.138	1.211	1.116
HCO3		1.080	1.161	1.224	الحديد
X HC03	-Fe	1.157	1.221	1.277	1.218
Fe	+Fe	1.004	1.101	1.172	1.109

L.S.D 0.05

الأصناف	0.0646	Fe	0.0457	الأصنافX Fe	غ.م	الأصنافX Fe X HCO3
HCO3	0.0559	غ.م	0.1118	Fe X HCO3	0.0791	غ.م

ISSN 2072-3875





LSD0.05

الاصناف(25.83) البيكاربونات(22.37) الحديد(18.27)

شكل(1)فعالية انزيم السوبر اوكساید دسميوتيزSOD في اربعة اصناف من الحنطة الناعمة تحت مستويات مختلفة من الحديد والبيكاربونات.

ISSN 2072-3875

و 111.8% ، فيما بلغت نسبة الزيادة للاصناف نفسها عند جهد البيكاربونات وبالتركيز 1600 مايكرومول.لتر$^{-1}$ على الترتيب نفسه 138.3%، 132.8%، 148.6% و 150.7% .

يلاحظ تفوق الصنف العراق على جميع الاصناف قيد الدراسة وذلك باعطاءه اعلى فعالية لهذا الانزيم اما جهد البيكاربونات فكان تاثيره معنويا في زيادة نشاط انزيم POD و كانت نسبة الزيادة التي حققها المستويين 800 و 1600 مايكرومول.لتر$^{-1}$ على عدم وجود جهد البيكاربونات 47.9% و 49.0% لكل منهما على الترتيب ، فيما لم يكن هناك تاثير معنوي بين هذين المستويين من جهد البيكاربونات . اما نسبة الزيادة في فعالية انزيم POD في حالة وجود كفاية الحديد مقارنة بجهد الحديد فكانت 56.0% .

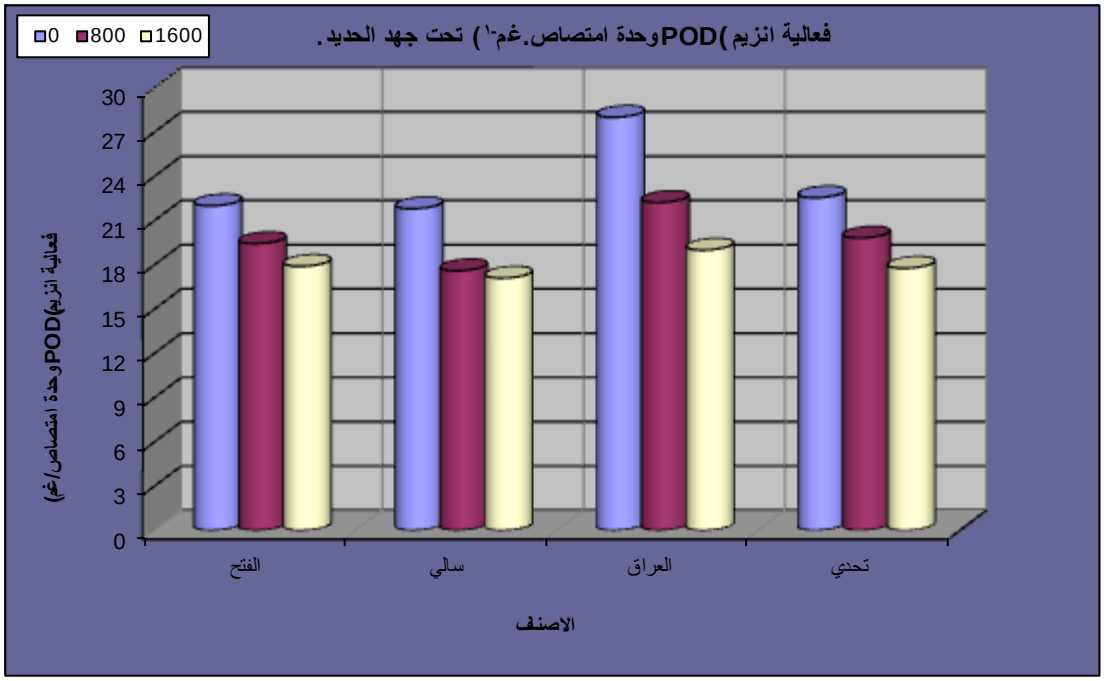
يستنتج من دراسة سلوكية انزيم POD في الدراسة اختلافه عن سلوكية نشاط انزيم SOD فعلى الرغم من زيادة نشاطه عند التعرض لجهد الحديد مقارنة بوجود كفاية من الحديد وعند عدم التعرض لجهد البيكاربونات (صفر بيكاربونات) الا ان الزيادة كانت كبيرة بوجود الحديد والتعرض لجهد البيكاربونات وبكلا مستوييه 800 و1600 مايكرومول.لتر$^{-1}$.

ان هذه الدراسة تشير وبوضوح ان الصنف العراق هو من اكثر الاصناف قدرة في زيادة نشاط انزيم مضاد الاكسدة SOD ثم تليه الاصناف على الترتيب الفتح ، تحدي و سالي .وبذلك تقترح هذه الدراسة امكانية استخدام نشاط وفاعلية مضاد الاكسدة انزيم SOD كوسيلة لتحديد اكثر الاصناف مقاومة في جهد الحديد والبيكاربونات واكثر قدرة في الاداء تحت الترب الكلسية.

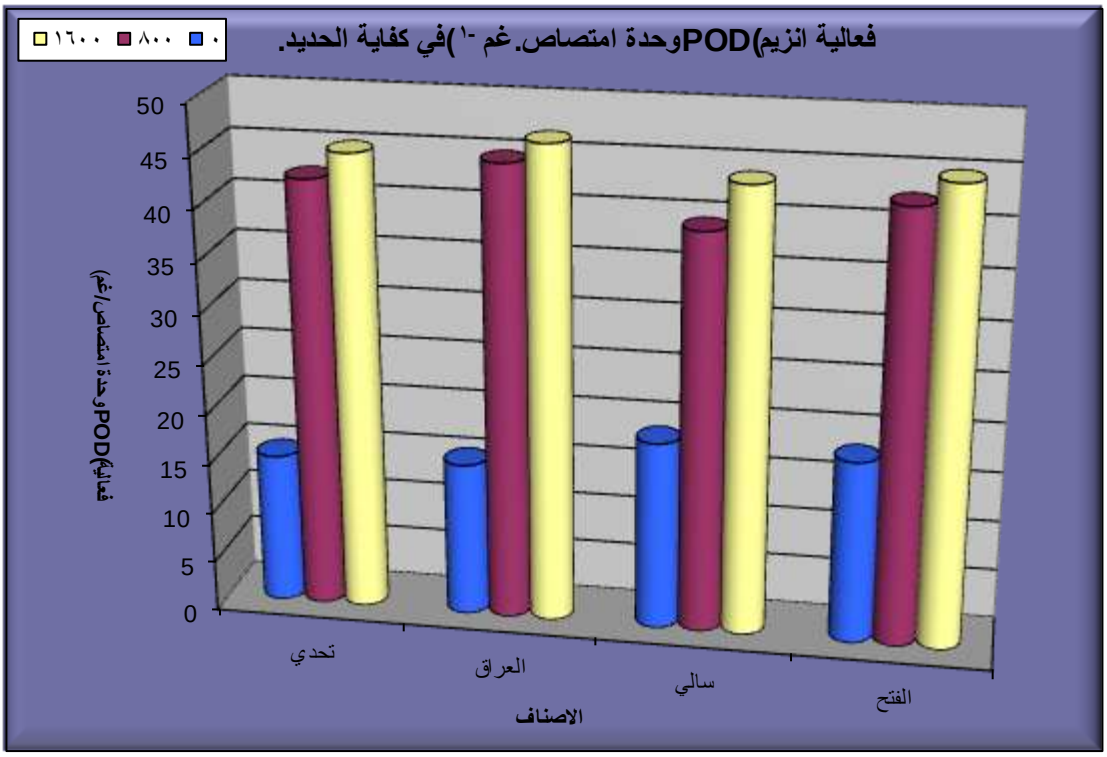
نشاط وفعالية انزيم البيروكسيديز (POD) :

يشير شكل(2)الى ان نشاط انزيم مضاد الاكسدة POD سلك سلوكا مغايرا ،اذ يلاحظ ان جميع الاصناف قيد الدراسة قد تأثرت معنويا بجهد الحديد وعند معاملة (صفر بيكاربونات)وبلغت نسبة الزيادة في فعالية انزيم POD للأصناف تحدي ،العراق ،الفتح و سالي على الترتيب 29.7% ،64.2% ،106.4% و53.6% قياسا الى وجود كفاية الحديد.

اما في حالة تعرض الاصناف لجهد البيكاربونات و بالمستويين 800 و 1600 مايكرومول.لتر$^{-1}$ فقد سبب وجود كفاية الحديد زيادة في فعالية الانزيم للاصناف تحدي ،العراق ،الفتح وسالي على معاملات جهد الحديد على التوالي 112.4%، 109.3%، 104.2%



ISSN 2072-3875



LSD0.05

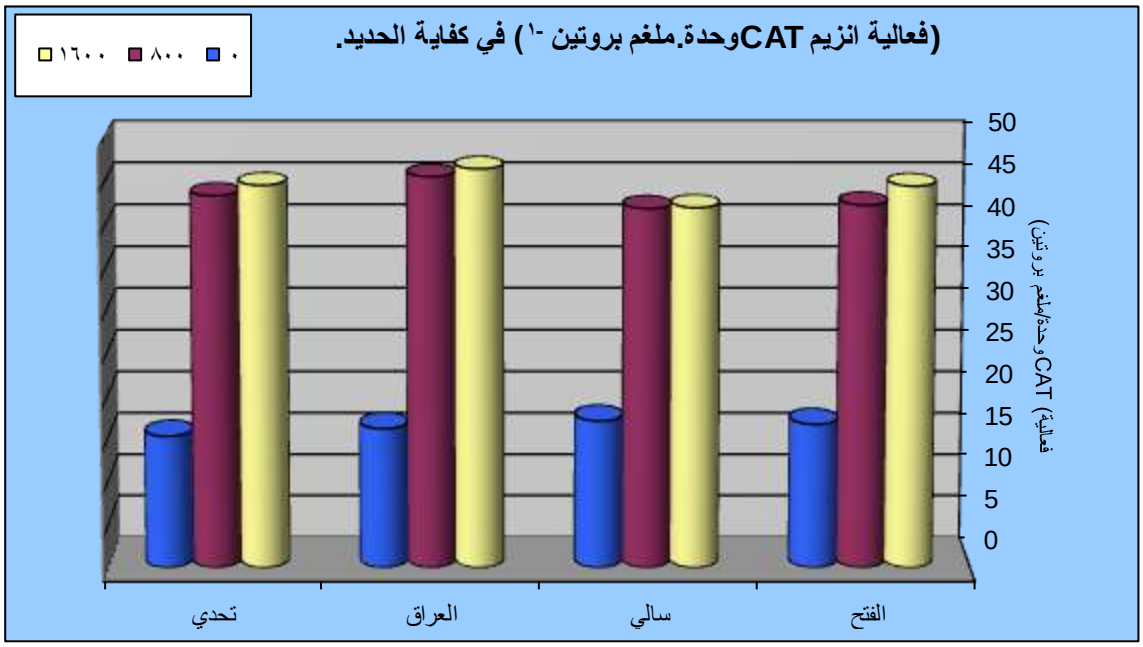
الاصناف(2.98) البيكاربونات(2.58) الحديد(2.11)

شكل(2)فعالية انزيم البيراوكسيديزPOD في اربعة اصناف من الحنطة الناعمة تحت مستويات مختلفة من الحديد والبيكاربونات.

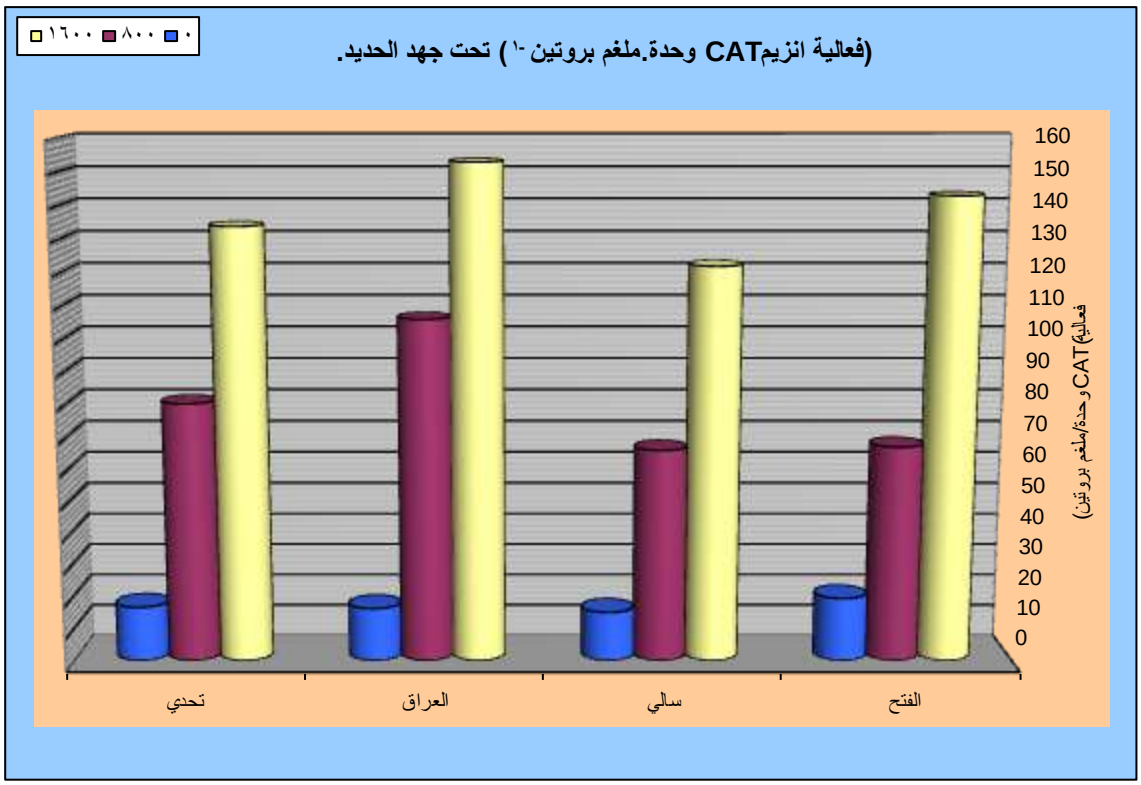
بيكاربونات) شكل(3)، وقد اختلفت الاصناف فيما بينها بنشاط انزيم CAT عند هذا المستوى و كانت نسب الزيادة المتحققة في نشاط انزيم CAT عند

نشاط وفعالية انزيم الكاتليز (CAT)

ان نشاط وفعالية انزيم الكاتليز CAT ازدادت في جميع الاصناف قيد الدراسة في حالة تعرض الاصناف لجهد الحديد وذلك عند المستوى (صفر



ISSN 2072-3875



LSD0.05

الاصناف(18.38) البيكاربونات(15.92) الحديد(13.0)

شكل(3)فعالية انزيم الكاتليز في اربعة اصناف من الحنطة الناعمة تحت مستويات مختلفة من الحديد والبيكاربونات.

وحدة.ملغم بروتين$^{-1}$ متفوقا بذلك على اصناف الفتح ، تحدي و سالي وبنسب زيادة بلغت 13.4% ،28.2% و34.8% لكل منها على الترتيب.كما سبب جهد البيكاربونات وبالمستويين 800 و1600 مايكرومول.لتر$^{-1}$ زيادة معنوية في فعالية انزيم CAT مقارنة بعدم وجود جهد للبيكاربونات وبنسب زيادة بلغت 137.2% و387.4% لكل منهما على الترتيب.

لقد اختلفت الاصناف المدروسة في قدرتها في زيادة فعالية انزيمات مضادات الاكسدة POD، SOD وCAT حيث سبب جهدا الحديد وHCO3 زيادة في نشاط هذه الانزيمات وابدى الصنف العراق اعلى القيم في النشاط الانزيمي مما يرشح هذا الصنف من الاصناف الاكثر تحملا لجهدي الحديد والبيكاربونات .

المناقشة :

ان نمو الاصناف تحت جهدي الحديد والبيكاربونات فان تركيز الحديد النشط قد انخفض معنويا غير ان احتفاظ الصنف العراق باعلى تركيز جهد الحديد مقارنة بوجود كفاية من الحديد 83.4% ، 40.5% ، 37.1% و 33.0% للاصناف تحدي ، العراق ، الفتح وسالي على الترتيب . ان تعرض الاصناف الى جهد HCO3 النامية في المحلول المغذي قد ساهم هو الاخر في زيادة نشاط انزيم CAT وبصورة معنوية ولكلا المستويين 800 و 1600 مايكرومول.لتر$^{-1}$ اذ كانت نسب الزيادة المتحققة في فعالية انزيم CAT عند جهد HCO3 وبالمستوى 800 مايكرومول.لتر$^{-1}$ وعندما كانت الاصناف تحت جهد الجديد 210.7% ، 279.8% ، 242.4% و 222.0% للاصناف الفتح ، العراق ، تحدي و سالي على الترتيب ، فيما اعطت ترتيب الاصناف نفسه زيادة في فعالية انزيم CAT تحت جهد الحديد و عند جهد البيكاربونات وبالمستوى 1600مايكرومول.لتر$^{-1}$ بلغت 248.8% ،367.8% ،286.4% و255.6% .

تشير نتائج الدراسة الى تفوق صنف العراق باعطائه اعلى فعالية لانزيم الكاتليز بلغ 125.8

ISSN 2072-3875

Stepien) وKlobus،2005و Faize واخرون،2010).

ان نتائج هذه الدراسة تؤكد ان حالة تكوين وازالة ROS في الصنف العراق كان عند افضل حالة مقارنة بباقي الاصناف وعليه كان اداء هذا الصنف تحت نظام الزراعة المائية ولجميع المتغيرات اعلى بكثير من الاصناف الاخرى قيد الدراسة .ان قدرة الصنف في تطوير نظام انزيمي دفاعي كفوء يمكن ذلك الصنف من مقاومة تجمع ROS وخلال الاليات المختلفة اذ يعد إنزيم SOD الخط الدفاعي الأول والمفتاح الرئيسي ضد تأثيرات ROS إذ بإمكانه التفاعل مع جذر السوبر اوكسايد($O^{-}2$) وتحويلها إلى بيروكسيد الهيدروجين (H2O2) والأوكسجين O2 (Alscher,2002) ومن ثم يتم التخلص من H2O2 بواسطة انزيمي POD وCAT إلى الأوكسجين والماء (Luna واخرون،2004 و Shahbazi واخرون،2009).

ان نتائج تجربة المحاليل المغذية واعتمادا على الاحماض العضوية وفاعلية النشاط الانزيمي لانزيمات مضادات الاكسدة(SOD، POD وCAT) ان صنف العراق قد طور نظام دفاعي عالي حيث تمكن من اعطاء افضل القيم من المتغيرات المذكورة اعلاه فان نتائج الدراسة تقترح امكانية استعمال نشاط انزيمات مضادات الاكسدة(SOD، POD وCAT) في تحديد الصنف الاكثر قدرة وملائمة في تحمل ظروف الترب الكلسية من زيادة في CaCO3 ،HCO3 وزيادة رقم التفاعل. تشير عدد من البحوث(Stepien وKlobus، 2005 و Shahbazi واخرون،2009 و Nadall واخرون،2011) الى ان الاصناف الكفوءة هي التي تحتوي على نشاط انزيمي عالي مقارنة بالاصناف غير الكفوءة. ان نتائج التجربة تبين نجاح الصنف العراق في تحمل جهدي Fe و HCO3 مقارنة بباقي الاصناف قيد الدراسة وان اعتماد نشاط انزيمات مضادات الاكسدة كان اكثر قدرة في فصل الصنف الكفوء efficient من الصنف غير الكفوء inefficient . ان هذه النتيجة تخص الاصناف المدروسة وايضا تفتح افاقا جديدة في اختيار مجموعة كبيرة من اصناف اخرى باعتماد هذه الصفه.

نستنتج من نتائج الدراسة الحالية ان اعتماد انزيمات مضادات الاكسدة بالامكان استخدامه كأساس لدراسة للحديد النشط عند النمو تحت جهد الحديد فهذا يعطي دليلا على ان هذا الصنف كفوء من حيث امتصاص الحديد مقارنة بالاصناف الاخرى وهذا يدل على ان لهذا الصنف الية تمكنه من امتصاص الحديد(Mohmed واخرون،2003).ان اصناف الحنطة تختلف بقدرتها على مقاومة جهد الحديد اذ قد تعمل هذه الاصناف على تحرير مركب Phytosidrophores والذي يخلب الحديد ومن ثم يزداد امتصاصه من قبل النبات وهذه احدى استراتيجيات امتصاص الحديد الثانية والتي تخص نباتات العائلة النجيلية(Cakmak واخرون،1996 وSingelton،2006). ان تجمع الاحماض العضوية (مالك ،سترك ،اوكزالك) في جذور نباتات الحنطة يعطي مؤشرا على تعرض النبات لجهد الحديد اذ لاحظ Landsberg (1986)تراكم للستريت Citrate والماليت Malate بكميات كبيرة في جذور النباتات عندما كانت تحت جهد الحديد .ان الدراسة الحالية تؤكد وبوضوح حصول تراكم للاحماض العضوية (مالك ،سترك واوكزالك) في جذور جميع اصناف الحنطة تحت الدراسة عند نموها تحت جهد HCO3 وتعد هذه النتيجة دليلا على استجابة الاصناف لجهد البيكاربونات.

ان الزيادة في فعالية انزيمات مضادات الاكسدة SOD، POD وCAT عند تعرض الاصتاف لاجهاد البيكاربونات 800 و1600 مايكرومول.لتر$^{-1}$ وكذلك عند نمو الاصناف تحت جهد الحديد قد يعزى السبب الى ان تعرض الاصناف لجهدي الحديد والبيكاربونات انعكس في زيادة لمستوى ROS على مستوى الخلية (Alscher واخرون ،2002و Ahmadizadeh واخرون،2011) هذا الاجهاد المؤكسد قد يعمل على تلف مكونات الخلية مثل(الدهون ،DNA ،البروتين ،الاغشية الخلوية ...الخ) .ولاجل مقاومة او تحمل هذه المستويات العالية من ROS فان الاصناف قد طورت اليات بهدف ازالة Scavining لمكونات ROS مثل (O^{-}_2 ، OH ، H2O2) ومن الاليات المهمة التي طورها النبات في مقاومة ROS هي زيادة فاعلية نشاط مضادات الاكسدة (SOD،POD،CAT) وزيادة مستويات النظام غير الانزيمي متمثلة ب(ascorbic acid ،المركبات الحاوية على مجموعة الثايول ،Carotenoid وغيرها)

ISSN 2072-3875

الباحثين مستمرة في ايجاد الصنف الاكثر ملاءمة ولظروف بيئية مختلفة سواء كانت متمثلة في نقص العناصر(Cakmakو اخرون،2000 و Ahmadizadeh واخرون،2011) او ظروف اجهادات غير حيوية . ان اعتماد تقنية قياس نشاط انزيمات مضادات الاكسدة والنظام غير الانزيمي وقياس مركب الفايتوسايدروفورس Phytosidrophores قد تسهم في تسهيل مهمة مربي النبات في اختيار الصنف الملائم لظروف الترب العراقية فضلا عن تقنية نقل الجينات المسؤولة عن زيادة النشاط الانزيمي وغير الانزيمي من الاصناف الكفوءة او الاحياء الى الصنف المرغوب به (Qu واخرون،2010و Yang واخرون،2010) .

الاصناف المتحملة او المقاومة للاجهادات غير الحيوية المختلفة مثل(الملوحة،الجفاف ،الحرارة وغيرها)ولمحاصيل مختلفة مثل(الحنطة،الشعير،الرز،الذرة وغيرها) وايضا محاصيل الخضر مثل(الطماطة،الخيار،الفلفل وغيرها).وبذلك يمكن اختيار الصنف الكفوء والملائم للزراعة في ظروف الترب المختلفة. لقد اشار (Zaharieva وRomheld،2002و Curie واخرون،2003) ان اعتماد اصناف الحنطة في تحرير الفايتوسايدروفورسPhytosidrophores واحدة من التقنيات التي يمكن اعتمادها في تحديد الصنف الكفوء لامتصاص الحديد وان اصناف الحنطة (حنطة الخبز) اكثر قدرة في تحمل جهد الحديد من الاصناف القاسيةDurum Wheat .ان اهداف

المصادر :

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

Aebi,H.(1974).catalase In :Methods of Enzymatic Analysis volume 2,PP.673-684. Ahmadizadeh,M.Valizadeh M.,Zaefizadeh M. AND Shahbazi H.(2011).

Antioxidative Protection and Electrolyte Leakage in Durum Wheat under Drought Stress Condition. J. Applied Sciences Research , 7(3):236-246.

Alhendawi,R.A.,Römheld,V.,Kirkby,E.A.,Marschner,H.(1997).Influence of increasing bicarbonate concentration on plant growth, organic acid accumulation in roots and iron uptake by barley,sorghum and maize. J. Plant Nutr.20:1731-1753.

ALscher, R.G., Erturk N.and Heath L.S.(2002). Role of superoxide dismutase (SODs)in controlling oxididative stress in plants . J.EXP .Bot. 53(372); 1331-1341.

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

Amadi, T.H. and Lazim , I.T. " A steady on micronutrients distribution in northeastern Iraqi soil". Zanco , 2, 4 = 19- 38. 1989.

Arora, A., Sairam R.K., Srivastava G.C.(2002). Oxidative stress and antioxidative system in plants. Curr. Sci. 82: 1227-1238.

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

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.

ISSN 2072-3875

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

Cartmil,D.A.,Luis A.V.,Donita L.B.,AlejandrA.(2008).Arbuscular mycorrhizal fungi enhance tolerance of vinca to high alkalinity in irrigationwater.Sci.Hort.115:275-284.

Curie , C., panaviene Z., Loulergue C., Dellaporta S.L., Briat J.F.and walker E.L.(2001).Maize yellow stripel encodes a membrane protein directly involved in Fe(III) uptake . Nature . 409; 346-349.

Faize , M., Burgos L., Faiz L., piqueras A., Nicolas E., Barba –Espin G., and Hernandez I.A.(2010). Involvement of cytosolicascor bate peroxidase and Cu/Zn - superoxide dismutase for improved to lerance against drought stress. J.EXP.Bot .10 ; 1093- 1099 .

Fridovich, I.(1995).superoxide radicals and superoxide dismutase . Annu .Rev.Biochem.64;97-112.

Landsberg,R.O.(1986).Physiological of iron and zinc in plant.Plant Nut.7:123-133.

Luna , G.M.Pastori , S.Driscoll, K.Groten S.Bernard and C.H.Foyer ,2004 . Drought controls on H2O2 accumulation , catalase (CAT) activity and CAT gene expression in wheat . J.of Experimental Botany,56;417-423.

Mohamed,A.Amal,F.K.EL-Baz and R.H.M Khalifa ,(2003) .Genotypic Differences of Two wheat cultivars for Enzymes activity, Amino Acids and protein profile under Fe-Deficiency .J.Biological Sciences3(10):864-874.

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

Nezih, M. (1985). The peroxidase enzyme activity of some vegetables and its resistance to heat. Food Agric. 36: 877-880.

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.

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 struss , Int . J.Mol .Sci. 11 :5234 – 5245 .

Reddy , A.R. ,K.V. chaitanya and M.Virekanandan ,(2004) . Drought induced responses of photo synthesis and anti oxidant metabdism in higher plants . J.of plant physiology . 161;1189 -1202 .

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 .

Singleton,M.C.(2006).Iron and Zinc physiology in sweet potato. Southeastern Louisiana Uni.M.S.Thisis.

ISSN 2072-3875

Stepien P.,Klobus G.(2005) Antioxidant defuse in the leaves of C3and C4 plants under salinity stress. Physiol.Plant.125:31-40.

Takkar,P.N.and Kaur N.(1984).HCL Method for estimation to resolve iron chlorosis in plants.J.Plant Nutr.7:81-90.

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- 2141.

Zaharieva, T.and Volker Romheld.(2002) .Specific Fe (II) uptake system in strategy I Plants inducible under Fe deficiency .J. Plant Nutr. 23 : 1733- 1744 .

ISSN 2072-3875