OXIDATIVE STRESS ANTIOXIDANT ENZYMES SYSTEM IN FOUR WHEAT CALTIVARS UNDER ABIOTIC STRESS.

II- EFFECT OF Fe,HCO3 STRESSES IN GROWTH ,YIELD AND ANTIOXIDANT ENZYMES IN FOUR DURUM WHEAT CALTIVARS(*Triticum durum)* .*

الإجهاد المؤكسد والنظام الإنزيمي لمضادات الأكسدة في أربعة أصناف من الحنطة تحت الاجهادات غير الحيوية.

II- تاثير جهدي الحديد والبيكاربونات في نمو وحاصل ونشاط انزيمات مضادات الاكسدة في اربعة اصناف من الحنطة الخشنة (*Triticum durum*) * .

عباس علي العامري
كلية الزراعة/جامعة كربلاء

إسماعيل خليل السامرائي
كلية الزراعة/جامعة بغداد

الخلاصـــة

لدراسة الاختلاف الوراثي لأربعة أصناف من الحنطة الخشنة تحت جهد الحديد والبيكاربونات نفذت تجربتان الأولى باستخدام المزارع المائية واختبر في التجربة أربعة أصناف من الحنطة الخشنة الشائع زراعتها في العراق هي (سن الجمل ،جندوله ،سن الفيل وكوكرت).تم تعريض جميع الأصناف لمستويين من الحديد هما (Fe- و Fe +) وتحت ثلاث مستويات من جهد البيكاربونات (0 ، 800 ،1600 مايكرومول.لتر$^{-1}$) ،وباستخدام تصميم تام التعشية (CRD)،استمرت التجربة لمدة 21 يوما . والثانية تجربة حقلية زرعت فيها الأصناف الأربعة في الحقل في تربة كلسيه وقد أضيف الحديد باستعمال تقنية التسميد الورقي من الحديد المخلبي بهيئة (Fe-EDTA) وكانت معاملات الحديد (بدون تسميد ورقي ومع التسميد الورقي) . استخدم تصميم الالواح المنشقة في التجربة الحقلية حيث مثلت معاملات الرش بالحديد الالواح الرئيسية والاصناف الالواح الثانوية. قدرت الفعالية الإنزيمية لإنزيمات مضادات الاكسدة (CAT,POD,SOD) والأوزان الرطبة للمجموعين الخضري والجذري والحديد النشط وبعض الأحماض العضوية (حامض ألسترك،حامض المالك وحامض الاوكزالك) والكلوروفيل الكلي في تجربة المزارع المائية ، أشارت النتائج إلى تفوق صنف جندوله بإعطائه أعلى وزن جذري وخضري وأعلى تركيز للكلوروفيل كلي وعند نموه تحت جهد الحديد أو عند نموه تحت كفاية الحديد ،فيما سبب جهد البيكاربونات وبكلا المستويين(800 و1600 مايكرومول.لتر$^{-1}$) زيادة معنوية في فاعلية إنزيمات مضادات الأكسدة(CAT,POD,SOD) وهذا يدل على حصول عملية كنس لمستويات Reactive Oxygen Species(ROS)المتلفة لمكونات الخلايا والناتجة من نمو الاصناف تحت جهدي Fe والبيكاربونات . فضلا عن زيادة في تراكيز الأحماض العضوية ولجميع الأصناف وتفوق صنف جندوله بإعطائه أعلى فعالية لهذه الإنزيمات وأعلى تركيز للأحماض العضوية في جذوره تلاه بعد ذلك صنف سن الجمل، فيما أعطى صنف كوكرت اقل القيم. اظهرت نتائج التجربة الحقلية تفوق صنف جندوله بإعطائه أعلى القيم في جميع صفات النمو والحاصل متفوقا على جميع الاصناف الاخرى سواءا كان تحت جهد الحديد(عدم الرش) اوعند كفاية الحديد (الرش بالحديد) .ومن هاتين التجربتين يستنتج كفائة الصنف جندوله في تحمل جهدي البيكاربونات والحديد مقارنة بباقي الاصناف قيد الدراسة.

ان هذه الدراسة تقترح امكانية استخدام فعالية نشاط انزيمات مضادات الاكسدة كمقياس مهم في تقييم الصنف الكفوء والذي يتحمل جهدي الحديد والبيكاربونات والتي هي من الاجهادات غير الحيوية السائدة في الترب الكلسية في العراق .

ABSTRACT

To study Genotype difference of Four Durum Wheat varieties under Fe ,HCO3 stress . TOW Experiments were conducted, First experiment uses Hydroponics in this experiment examination four durum wheat varieties (Sinn AL-Jamal, Sinn AL-Fil, Jandolh,Kokart),all varieties are common culture in Iraq

.varieties were exposure to Fe and bicarbonate stress in three levels of bicarbonate (0 , 800 , 1600 µM/L),

Experiment was setup using complete Randomized Design (CRD).experiment was contained at 21 days.

Secondary was field experiment. .
All four varieties were culture in calcareous soil , and Foliar application iron in two levels (0 and 30mg/L)from Fe-EDTA . , Experiment setup using split plot design ,Foliar application as main plot and varieties as subplot. Evaluation three antioxidant enzymes (SOD, POD, CAT), Root and shoot Fresh weight, length and diameter of roots active iron , organic acid (Malic, Citric , Oxalic) in Roots and total chlorophyll concentration .

Results showed to superior Jandolh variety to given highest shoot and root fresh weight, chlorophyll concentration , when grown under iron stress or in iron efficient. Bicarbonate levels stress(800 and 1600 µM/L) cause increasing in antioxidant enzymes activity (SOD, POD and CAT).This results showed scavenging of ROS level ,and lessen deterioration of cells compounds ,eventual from varieties grown under Fe,HCO3 stress. Exceed increasing in organic acid concentration (Malic, Citric and Oxalic) of all varieties . Jandolh variety give highest values of this enzymes activity and organic acid concentration, and followed sinn AL-Jamal variety. Kokart variety was give lowest values in all characters. Results of field experiment showed superior durum varieties Jandolh varieties to give highest values in all growth and yield characters ,when grow under(-Fe) or in (+Fe).From this two experiments inference efficiency of Jandolh varieties to tolerance Fe and HCO3 stress compared with other varieties under study. This study suggested capability to use antioxidant enzymes activity as important criterion to separation efficiencies varieties which tolerance Fe,HCO3 a biotic stress which general stress in calcareous soils in Iraq.

المقدمة:

يعرف الإجهاد Stress في بأنه أي عامل بيئي (خارجي) يسبب تأثيرات غير ملائمة بحيث يؤدي إلى تحييد الكائن عن أداء وظائفه الأصلية. تقسم الاجهادات التي يتعرض لها النبات إلى قسمين ، الأول ويدعى بالإجهاد الحيوي Biotic stress والذي ينتج بفعل المسببات المرضية pathogens (بكتريا ، وفطريات والفيروسات) (1) ، أما النوع الثاني فيدعى بالإجهاد غير الحيوي A biotic stress وهذا يشمل العديد من الاجهادات منها درجة الحرارة (2) والملوحة (3) ومبيد الأعشاب (4) (5) والجفاف (6) (7)والجروح (8) والاشعة فوق البنفسجية (9) والتعرض للاوزون (10)(11) ونقص العناصر الغذائية (12) (13)(14). وتشير تلك الدراسات إلى إن النباتات التي تتعرض إلى واحد أو أكثر من تلك الاجهادات فأن قيم وتراكيز صور الأوكسجين المتفاعل Reactive Oxygen Speicise (ROS) او ما تدعى بالجذور الحرة Free Radicalsسوف ترتفع نتيجة ذلك الاجهاد (15)(16)(17)(18) . وتعرف الجذور الحرة بأنها أي ذرة أو جزيء تمتلك إلكترون غير مزدوج في مدارها الخارجي،لذا تكون هذه الجذور غير مستقرة وتميل للتفاعل مع جزيء أخر للوصول إلى حالة الاستقرار من خلال الحصول على الإلكترون المفقود مما يؤدي إلى تكوين جذر حر آخر وتدعى هذه المرحلة البدء Initiation. وتضم هذه الجذور عناصر الأوكسجين الفعالة مثل ايون السوبر اوكساید Super oxide anion ($O^{-}2$) ، بيرو كسيد الهيدروجينHydrogen peroxide ($H2O2$) و جذر الهيدروكسيل Hydroxyl radical (OH^{-})وغيرها. و تعتبر هذه المواد مؤكسدات قوية في الخلايا الحية و تقوم سريعا بمهاجمة المكونات الخلوية البيولوجية مثل أكسدة الأحماض الدهنية غير المشبعة في الأغشية ، الخلايا ، البروتينات ، و تغيرات وراثية في DNA مما يؤدي إلى خلل في العمليات الايضية للخلايا و تلف الأغشية الخلوية (19). يعد الحديد احد العناصر الغذائية المهمة التي تلعب دوراً في العمليات الحيوية في النبات حيث انه منشط لأنزيمات الأكسدة والاختزال ويدخل في تركيب عدداً منها مثل إنزيمات Catalase وPeroxidase و Suberoxid dismutaes (20)(21) . تعد البيكاربونات واحدة من أهم العوامل المؤثرة في تفاقم وانتشار ظاهرة الاصفرار الحديدي وبالأخص في الترب ذات المستوى المنخفض من الحديد والمرتفع في تركيز البيكاربونات في محلول التربة وهي عبارة عن فشل النباتات في تكوين أو حجز الكلوروفيل والذي بدوره ينعكس سلباً في نمو وحاصل العديد من النباتات ومنها محصول الحنطة (22)(23) . تمتاز أصناف الحنطة عالية الإنتاجية باحتياجها المرتفع من العناصر الغذائية وان انتخاب مثل هذه الأصناف الكفوءة يعتمد على متغيرات عديدة منها اختلاف كفاءتها في امتصاص هذه العناصر بغية إنتاج اكبر غلة ممكنة من حاصل الحبوب خاصة عند المستويات المنخفضة من تلك العناصر نتيجة عدم جاهزيتها لسبب أو لأخر. تختلف النباتات باختلاف الصنف ضمن النوع الواحد في استجابتها لنقص الحديد، وأوضحت العديد من الدراسات إن النباتات تحت جهد الحديد فأنها تستجيب response وتظهر بعض التحويرات الفسيولوجية والمورفولوجية مما تمكنها من الحصول على الحديد ضمن استراتيجيات امتصاص الحديد ، ففي الإستراتيجية الخاصة بنباتات العائلة النجيلية فأن هذه النباتات تحرر مادة كيميائية هي Phytosiderphorus وهذا بدوره يعمل على خلب ايون ألحديديك وينقله إلى داخل السايتوبلازم او من خلال الزيادة في فعالية الإنزيمات المضادة للتأكسد Antioxidant enzymes مثلcatalase و peroxidase و suberoxid dismutaes وغيرها من آليات الدفاع المختلفة (12)(17)(21) ومثل هذه النباتات تعرف بالنباتات الكفوءة Efficient plants (24). ان هذه الدراسة تهدف الى :

1- امكانية اعتماد فعالية انزيمات مضادات الاكسدة (CAT، POD،SOD) في تحديد الصنف الكفوء في اربعة اصناف من الحنطة الخشنة تحت جهدي الحديد والبيكاربونات في المزارع المائية واختبار الصنف في تجربة حقلية.
2- دراسة بعض التغيرات الكيميوحياتية والفسلجية وربطها مع نشاط النظام الانزيمي لمضادات الاكسدة تحت جهدي Fe و HCO3.
3- تقييم اداء هذه الاصناف حقليا بعد تجارب المزارع المائية تحت جهدي Fe و HCO3.

المواد وطرائق العمل:

نفذت تجربة المزارع المائية في البيت الزجاجي التابع لقسم علوم التربة والمياه/ كلية الزراعة – جامعة بغداد . تضمنت التجربة دراسة تأثير الـ HCO_3^- في أصناف الحنطة الخشنة ، وفيها استخدام أربعة أصناف للحنطة الخشنة(سن الجمل، جندوله ، سن الفيل، كوكرت) وجميعها من حاصل 2009، إذ تم زراعة الأصناف المتحصل عليها من الهيئة العامة للبحوث الزراعية – فحص وتصديق البذور . وضعت بذور كل صنف (25غم) في أقداح بلاستيكية وغطيت بالماء المقطر وتركت لمدة 24ساعة وبوجود التهوية وفي اليوم التالي تم تهيئة حاويات سعة (5 لتر) تحتوي على محلول $CaSO_4.2H_2O$ بتركيز (100 مايكرومول.لتر$^{-1}$). ثم غطيت سطح الحاويات بمشبك بلاستيكي بحيث يكون ملامساً للمحلول ، نثرت البذور المنقعة كل صنف في حاوية وغطيت بطبقة خفيفة من الشاش الطبي وبعد 12 يوم من الزراعة نقلت النباتات في الصباح الباكر إلى وحدات المزرعة المائية (سعة 3 لتر) وذلك بأخذ 3 نباتات في كل فتحة وثبتت بواسطة قطع أسفنجية وزعت المعاملات بطريقة عشوائية وشملت المعاملات التالية :

أربعة أصناف من الحنطة الخشنة هي (سن الجمل، جندوله، سن الفيل، كوكرت) ،مستويين من االحديد (Fe-)ويمثل جهد الحديد و(Fe+)ويمثل كفاية الحديد،جهد البيكاربونات HCO_3^- واستخدمت ثلاث مستويات(0 ،800 و1600 مايكرومول.لتر$^{-1}$)من ملح $KHCO_3$. استمرت التجربة لمدة 21 يوم وكان المحلول المغذي يغير بين يوم واخر ، مع مراعاة ضبط رقم التفاعل .

قدرت الاوزان الرطبة للمجموعين الخضري والجذري ، وتم قياس الحديد النشط وحسب ما جاء في (25) .وتم تقدير الكلوروفيل الكلي ووفقا لطريقة(26) .ولتقدير الفعالية الإنزيمية لأنزيمات CAT و SOD و POD اتبعت طريقة(27) اذ تم هرس 3 غم من الجزء الخضري من النبات المقطع بواسطة سكين نظيف إلى قطع صغيرة مع (0.1 مولار) من فوسفات البوتاسيوم الدارئ ذو اس هيدروجين (pH=7) وبنسب (4:1) (V/W) في خلاط كهربائي وبعد ترشيحه من خلال قطعة قماش اخضع الراشح لعملية الطرد

المركزي بجهاز centrifuge وبسرعة 10.000 دورة/دقيقة لمدة نصف ساعة وحفظ الراشح في الثلاجة على درجة حرارة 2م لتقدير الفعالية الإنزيمية . قدرت الفعالية الكلية لأنزيم (SOD)وحسب ماجاء في(28) .تم تقدير الفعالية الكلية لأنزيم (POD) وفقاً للطريقة الموصوفة من قبل (29)،فيما قدرت فعالية إنزيم CAT بواسطة جهاز spectrophotometer وحسب ما جاء في (30) .وتم تقدير حامض المالك والسترك وفقاً لما جاء في (31) . قدر حامض oxalic acid وفقاً للطريقة الموصوفة من قبل (32) .أما التجربة الحقلية فقد أجريت هذه الدراسة خلال الموسم الشتوي2009– 2010 في احد حقول أبي غريب مقاطعة 16هكتريا – بغداد في تربة مزيجه غرينية والموضحة صفاتها في جدول(2). تضمنت الدراسة 8 معاملات باستخدام 4 أصناف من الحنطة الخشنة وهي (سن الجمل، جندوله ، سن الفيل، كوكرت)،و الرش بالحديد وبمستويين هما إضافة الحديد (Fe+) وعدم إضافة الحديد (Fe-) وباستعمال الحديد المخلبيFe-EDTA وبتركيز (100 ملغم/لتر).استعمل تصميم الألواح المنشقة ،حيث مثلت معاملات الرش الألواح الرئيسة فيما مثلت الأصناف الألواح الثانوية. اخذت القياسات التالية في نهاية التجربة ارتفاع النبات (سم)،

جدول(1)تركيز المحلول المغذي المستخدم في الدراسة.

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 الخارصين المائية $ZnSO_4.7H_2O$	0.25

جدول(2) بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة الدراسة قبل الزراعة.

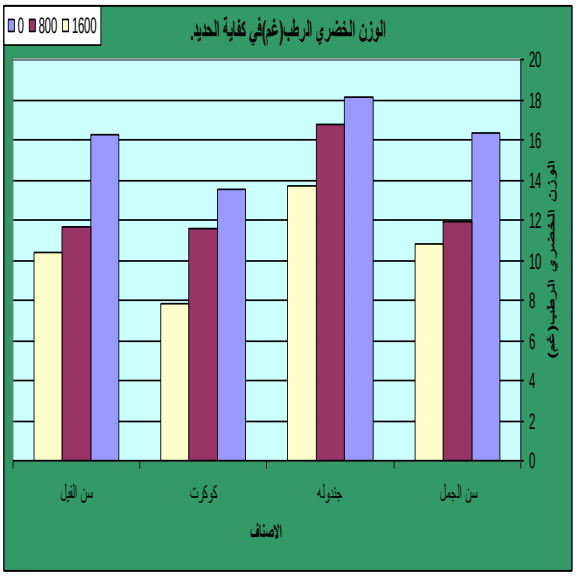
الصفة		القيمة	وحدة القياس
درجة التفاعل 1:1 pH		7.6	-
التوصيل الكهربائي 1:1 EC		2.9	ديسي سيمنز.م$^{-1}$
السعة التبادلية الكتيونيةCEC		20.8	سنتيمول شحنة.كغم$^{-1}$
المادة العضوية		9.2	غم.كغم$^{-1}$
الايونات الموجبة	Ca^{+2}	13.8	سنتيمول شحنة.كغم$^{-1}$
	Mg^{+2}	10.9	سنتيمول شحنة.كغم$^{-1}$
	Na^{+}	8.2	سنتيمول شحنة.كغم$^{-1}$
	K^{+}	0.19	سنتيمول شحنة.كغم$^{-1}$
الايونات السالبة	$HCO3^{-}$	3.6	سنتيمول شحنة.كغم$^{-1}$
	$SO4^{-2}$	12.9	سنتيمول شحنة.كغم$^{-1}$
	$CO3^{=}$	Nil	-
	Cl^{-}	16.5	سنتيمول شحنة.كغم$^{-1}$
الكلس الكلي		247.2	غم.كغم$^{-1}$ تربة
الكلس النشط		97.6	غم.كغم$^{-1}$ تربة
الجبس		0.48	غم.كغم$^{-1}$ تربة
النتروجين الجاهز		37.1	ملغم.كغم$^{-1}$
الفسفور الجاهز		14.8	ملغم.كغم$^{-1}$
البوتاسيوم الجاهز		170.3	ملغم.كغم$^{-1}$
الحديد الجاهز		7.8	ملغم.كغم$^{-1}$
الزنك الجاهز		0.52	ملغم.كغم$^{-1}$
مفصولات التربة	الرمل	101	غم.كغم^{1}
	الغرين	653	غم.كغم$^{-1}$
	الطين	246	غم.كغم$^{-1}$
النسجة		مزيجة غرينية	-
الكثافة الظاهرية		1.33	ميكاغرام.م$^{-3}$

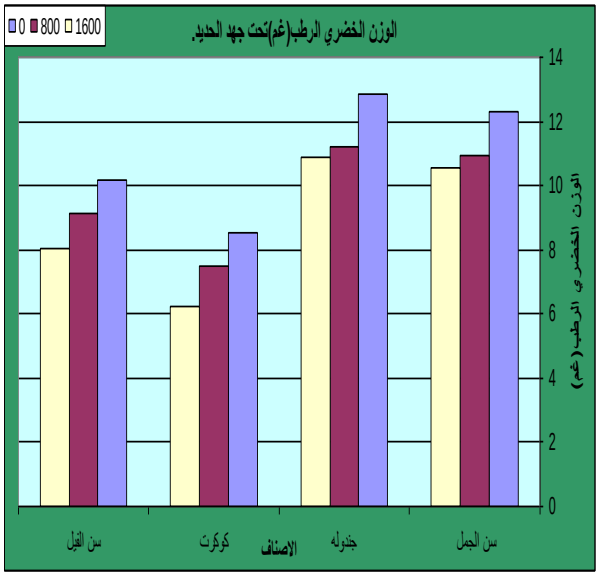
طول السنبلة (سم)، عدد السنابل /م^2، عدد الحبوب / سنبلة،وزن 1000 حبة (غم)،حاصل الحبوب (ميكاغرام/هـ) والحاصل البيولوجي ميكاغرام/هـ)،فضلا عن تقدير الحديد النشط وكلوروفيل a ،b والكلي.

النتائـــج :

الاوزان الرطبة للمجموعين الخضري والجذري (غم):

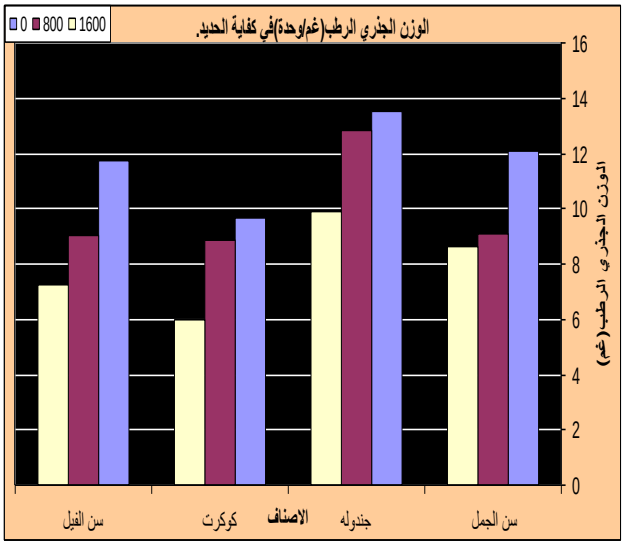
يبين الشكل (1) ان نمو اصناف الحنطة تحت جهدي الحديد والبيكاربونات اثرت وبشكل معنوي في الاوزان الرطبة للمجموعين الخضري والجذري لاصناف الحنطة الخشنة المستخدمة في الدراسة،اذ تفوقت معاملات النمو في كفاية الحديد (Fe+)على معاملات جهد الحديد(Fe-) باعطائها اعلى وزن خضري وجذري ولجميع الاصناف ،اذ كانت نسبة الزيادة في اصناف سن الجمل،جندوله,كوكرت وسن الفيل في الوزن الخضري وعند نموها في كفاية من الحديد وبغض النظر عن جهد البيكاربونات(صفر بيكاربونات) بلغت(32.6%، 40.8% ، 58.2%و59.9%) لكل منها على الترتيب، اما في الوزن الجذري الرطب فقد كانت نسبة الزيادة للترتيب نفسه(22.8%، 41.0% ،40.6%و36.7%) .

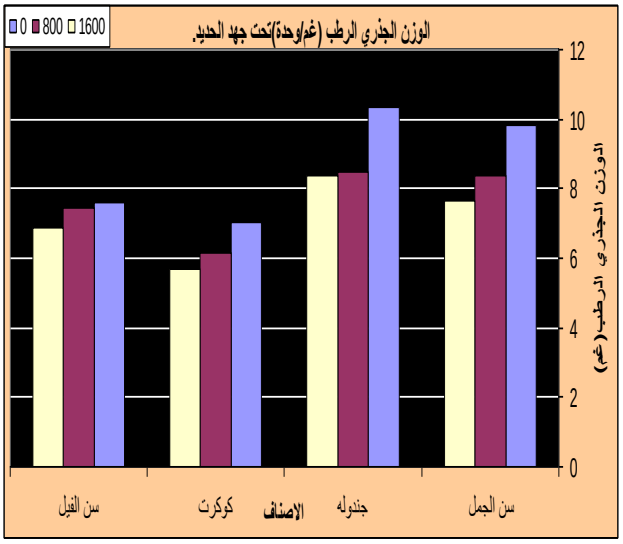




LSD0.05

الاصناف(2.1042) البيكاربونات(1.2815) الحديد(1.0216)





LSD0.05

الاصناف(2.2512) البيكاربونات(1.0337) الحديد(1.0556)

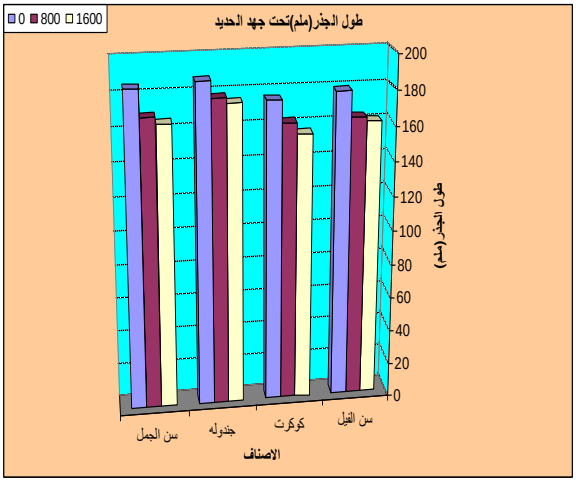
شكل(1)الاوزان الرطبة للمجموعين الخضري والجذري(غم)في اربعة اصناف من الحنطة الخشنة تحت جهدي الحديد والبيكاربونات.

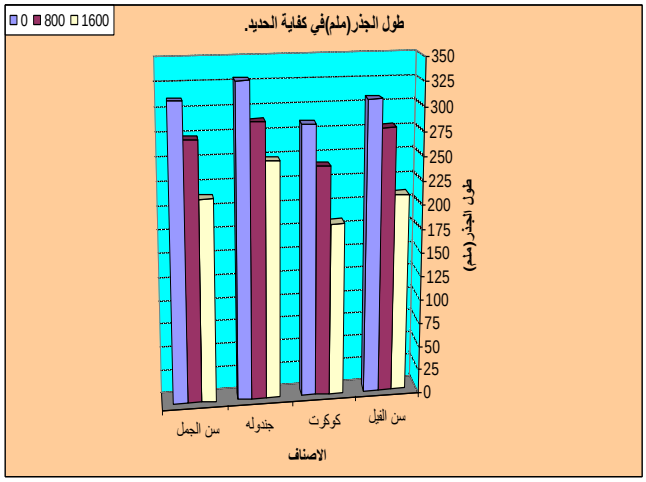
سبب جهد البيكاربونات انخفاضا معنويا في الوزنين الخضري والجذري الرطب وبكلا مستوييه (800 و1600 مايكرومول/لتر)مقارنة مع إزالة جهد البيكالربونات (صفر بيكاربونات)، ،فكانت نسبة الانخفاض عند المستوى المستوى (800مايكرومول/لتر) في الوزن الخضري الرطب مقارنة بعدم اضافة البيكاربونات للاصناف سن الجمل ،جندوله ،كوكرت وسن الفيل وعند وجودها تحت كفاية من الحديد على الترتيب (26.8% ،7.5% ،14.7 و 28.3 %)، ولدى المستوى (1600مايكرومول/لتر) وبلغت على الترتيب نفسه(33.6% ،24.7% ،42.2% و35.9%). فيما كانت نسبة انخفاض الوزن الجذري عن معاملة (صفر بيكاربونات) لهذين المستويين (800 و 1600 مايكرومول/لتر) و عند وجود كفاية من الحديد على التوالي (24.6% ، 18.6% ، 22.1% ، 20.7 %) و(36.8% ،32.1% ،43.5% و40.4%) للمستويين السابقين وللاصناف سن الجمل ، جندوله ،كوكرت و سن الفيل على الترتيب . يلاحظ من نتائج التحليل الاحصائي انفراد صنف جندوله باعطائه اعلى وزن خضري رطب بلغ (16.547 غم) و بذلك تفوق معنويا على جميع الاصناف الاخرى سن الجمل، كوكرت و سن الفيل و بنسبة زيادة بلغت على الترتيب (14.8%، 52.5% و 23.7%).وكذلك انفراده باعطاء اعلى وزن جذري بلغ (12.765غم) و بذلك تفوق معنويا على جميع الاصناف سن الجمل ، كوكرت و سن الفيل و بنسبة زيادة بلغت (12.9%، 46.2% و 26.9%) لكل منهما على التوالي. فيما كانت نسبة الزيادة التي حققها المستوى (صفر بيكاربونات) على المستويين (800 و 1600 مايكرومول/لتر) في الوزن الجذري الرطب على التوالي (17.4% و 35.0 %). اما عن جهد البيكاربونات فقد تفوق المستوى (صفر بيكاربونات) معنويا على المستويين (800 و 1600 مايكرومول/لتر) في الوزن الخضري الرطب وبنسبة زيادة بلغت (21.0% و 33.9%) لكل منهما على التوالي.

يستنتج من ذلك ان جهدي البيكاربونات والحديد قد ساهم وبدرجة كبيرة في تطوير وظهور اعراض نقص الحديد وان ازالة جهد الحديد (Fe+) لم يكن كافيا لاختفاء اعراض نقص الحديد في جميع الاصناف المدروسة مع زيادة جهد الHCO3، ومن بين الاصناف المدروسة فان الصنف جندوله سجل اعلى قيم في الاوزان الرطبة للمجموعين الخضري والجذري عند تعرض هذا الصنف لجهدي الحديد والبيكاربونات مقارنة بباقي الاصناف.فيما سجل الصنف كوكرت اقل وزن خضري وجذري وعند جميع المعاملات.

طول وقطر الجذر(ملم):

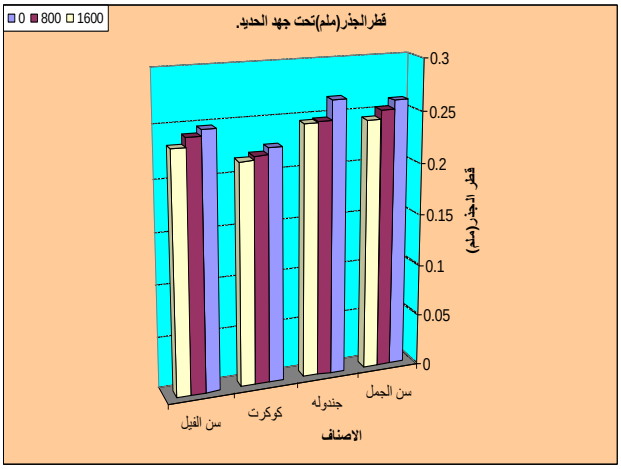
ان نمو اصناف الحنطة تحت جهدي الحديد والبيكاربونات اثر وبشكل معنوي في طول وقطر الجذر لاصناف الحنطة الخشنة المستخدمة في الدراسة شكل(2)،اذ تفوقت معاملات كفاية الحديد (Fe+) على جهد الحديد(Fe-) باعطائها اعلى طول للجذر ولجميع الاصناف ،فكانت نسب الزيادة التي سجلتها اصناف سن الجمل،جندوله,كوكرت وسن الفيل في طول للجذر وعند نموها في كفاية من الحديد وبغض النظر عن جهد البيكاربونات(صفر بيكاربونات) مقارنة بجهد الحديد (68.1%، 75.5% ، 61.8و71.5%) لكل منها على التوالي.اما في قطر الجذر فقد اعطى ترتيب الاصناف نفسه وعند المستوى (صفر بيكاربونات)وعند نموها تحت كفاية الحديد قطر للجذر بلغ(0.222، 0.237 ،0.210 ،0.221ملم) في حين كانت قيمها تحت جهد الحديد (0.226،0.265،0.226و0.247ملم). سبب جهد البيكاربونات انخفاضا معنويا في طول الجذر وبكلا مستوييه (800 و1600 مايكرومول/لتر)مقارنة بغياب جهد البيكالربونات (صفر بيكاربونات)،) فكانت نسب الانخفاض لهذين المستويين مقارنة مع عدم وجود جهد البيكاربونات (صفر بيكاربونات) و عند نمو الاصناف تحت كفاية من الحديد (12.4% ، 12.5% ،15.0% و 9.4%) و(31.5% ،24.5% ،36.1% و31.9%) للاصناف سن الجمل ،جندوله ، كوكرت و سن الفيل على و للمستويين (800و 1600 مايكرونول/لتر) على الترتيب ، فيما كانت نسب الانخفاض تحت جهد الحديد(Fe-) وعلى الترتيب نفسه (8.6% ، 5.1% ، 7.4%، 8.4%) و(10.8%،6.7% ،11.1% و9.8%). تبين نتائج التحليل الاحصائي ان معاملات جهد البيكاربونات وبكلا مستوييه (800 و 1600 مايكرومول/لتر) سببت انخفاضا في قطر الجذر مقارنة مع معاملات ازالة جهد البيكاربونات(صفر بيكاربونات) وعند نمو جميع اصناف الحنطة الخشنة تحت جهد او ازالة جهد الحديد. تفوق صنف جندوله معنويا في صفة طول الجذر (231.0 ملم) على جميع الاصناف الخشنة المستخدمة في الدراسة سن الجمل ،كوكرت وسن الفيل وبنسبة زيادة بلغت (6.2% و15.4% و6.7%) لكل منها على التوالي. كما يلاحظ تفوق صنف جندوله في صفة قطر الجذر (0.235ملم) على جميع الاصناف الخشنة المستخدمة في الدراسة سن الجمل ،كوكرت وسن الفيل وبنسبة زيادة بلغت (3.2% و10.3% و6.1%) لكل منهما على التوالي.

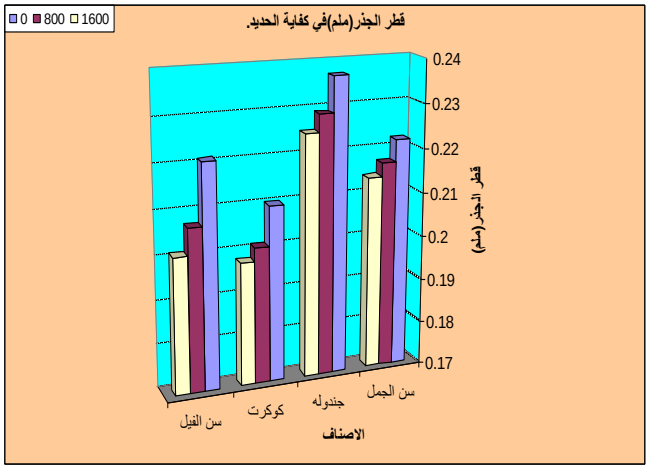




LSD0.05

الاصناف(17.49) البيكاربونات(16.31) الحديد(15.22)





LSD0.05

لاصناف(0.0236) البيكاربونات(0.0204) الحديد(0.0167)

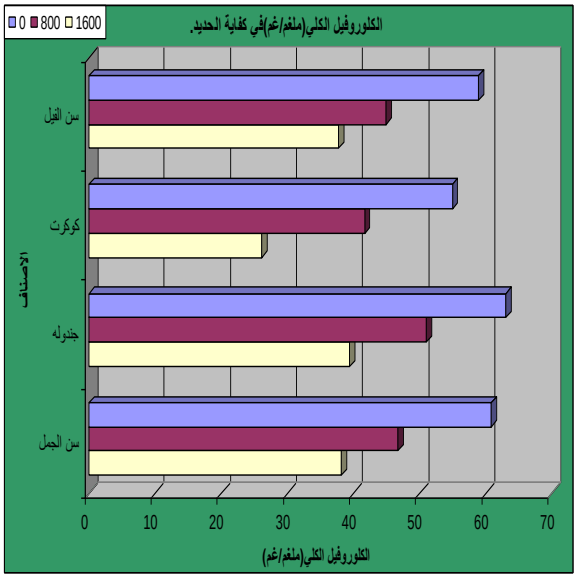
شكل(2)طول وقطر الجذر في اربعة اصناف من الحنطة الخشنة تحت جهدي الحديد والبيكاربونات(ملم).

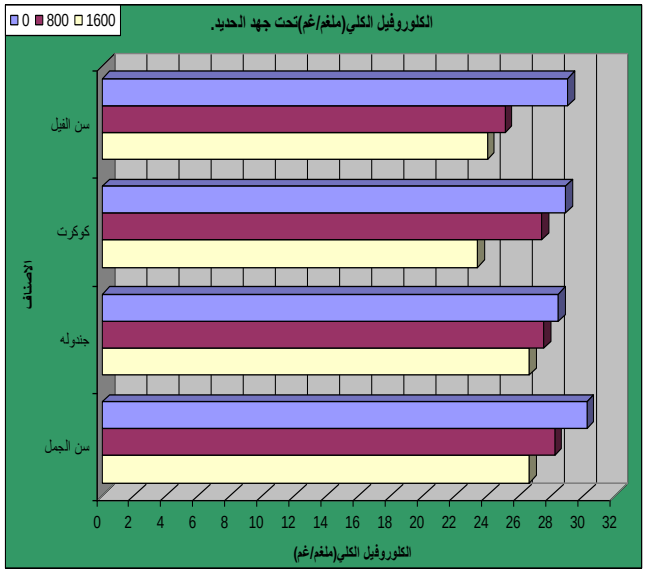
تشير النتائج ان تعرض الاصناف لجهدي الحديد(Fe-) والHCO_3 (800 و1600 مايكرومول/لتر) قد اثر في البناء المعماري للجذور وقد تباينت الاصناف في هذه الصفة.

تركيز الكلوروفيل الكلي(ملغم/غم) :

يبين الشكل (3)ان جهدي الحديد والبيكاربونات اثر وبشكل معنوي في الكلوروفيل الكلي لاصناف الحنطة الخشنة المستخدمة في الدراسة،اذ تفوقت معاملات كفاية الحديد على جهد الحديد باعطائها اعلى تركيز للكلوروفيل الكلي ولجميع الاصناف ،اذ سجلت اصناف سن الجمل ، جندوله ،كوكرت وسن الفيل تركيزا للكلوروفيل الكلي وعند نموها تحت كفاية الحديد بلغ (60.9،63.1،55.0و58.9ملغم/غم) فيما كانت قيمها تحت جهد الحديد (30.2،28.4،28.9،29.0ملغم/غم) لكل منها على التوالي.ويعد هذا مؤشرا على اهمية الحديد في تركيز الكلوروفيل داخل النبات.

اثرت معاملات جهد البيكاربونات معنويا في تركيز الكلوروفيل الكلي و لجميع الاصناف قيد الدراسة وبكلا مستوييه (800 و 1600 مايكرومول/لتر) فكانت نسب الانخفاض للمستوى (800 مايكرومول/لتر) مقارنة مع عدم وجود جهد البيكاربونات (صفر بيكاربونات) و عند نمو الاصناف تحت كفاية من الحديد في تركيز الكلوروفيل الكلي للاصناف سن الجمل ، جندوله، كوكرت و سن الفيل على الترتيب(23.2% ، 19.2% ، 24.2% ، 23.6%) وعند المستوى(1600 مايكرومول/لتر)وعلى الترتيب نفسه(37.3% ،37.6% ،52.5% و35.8%). تشير نتائج التحليل الاحصائي الى تفوق صنف جندوله باعطاءه اعلى القيم لتركيز للكلوروفيل الكلي بلغت (39.4ملغم/غم) .فيما تفوقت معاملات غياب جهد البيكاربونات المستوى (صفر بيكاربونات)على المستويين (800 و 1600مايكرومول/لتر) في كلوروفيل الكلي.ان تعرض الاصناف لجهدي الحديد والبيكاربونات اثر وبشكل كبير في خفض الكلوروفيل الكلي ولجميع الاصناف قيد الدراسة .ومن بين الاصناف المدروسة فقد سجل صنفي جندوله وسن الجمل اعلى تركيز للكلوروفيل الكلي عند نموهما تحت جهد الحديد وعند جهد HCO_3 وبالمستوى(1600مايكرومول/لتر).





LSD0.05

الاصناف(7.57) البيكاربونات(6.55) الحديد(5.35)

شكل(3)الكلوروفيل الكلي في اربعة اصناف من الحنطة الخشنة تحت جهد الحديد والبيكاربونات.

تركيز الحديد النشط(ملغم/كغم) :

يشير الجدول (3) ان اصناف الحنطة الخشنة قد اختلفت في مابينها نتيجة نموها تحت كفاية من الحديد او عند تعرضها لجهد الحديد و البيكاربونات في تركيز الحديد النشط في جزئها الخضري ، اذ كانت نسبة الزيادة المتحققة للاصناف سن الجمل ، جندولة ، كوكرت و سن الفيل عند نموها تحت كفاية من الحديد مقارنة بنموها تحت جهد الحديد وعند المستوى (صفر بيكاربونات) على التوالي (158.9% ، 135.4% ، 175.7% و 149.8%) . ان جهد البيكاربونات و بكلا المستويين (800 و 1600مايكرومول /لتر) قد اثر و بشكل معنوي في خفض تركيز الحديد النشط في الجزء الخضري و لجميع اصناف الحنطة المستخدمة في الدراسة سواءا كانت تحت جهد الحديد او عند نموها تحت كفاية من الحديد ، فكانت نسبة الانخفاض عند مستويات جهد البيكاربونات (800 مايكرومول /لتر) عن المستوى (صفر بيكاربونات) للاصناف سن الجمل ، جندوله ، كوكرت و سن الفيل وعند نموها تحت كفاية من الحديد على الترتيب (13.6% ، 10.3% ، 17.8% ، 13.7%) ،اما عند المستوى(1600 مايكرومول/لتر)فكانت نسب الانخفاض للترتيب نفسه (13.5%،31.8% ،42.8% و31.5%). تشير نتائج التحليل الاحصائي للجدول نفسه الى انفراد صنف جندولة بتسجيله اعلى تركيز للحديد النشط في جزئها الخضري بلغ (24.42ملغم /كغم) و بذلك تفوق معنويا على جميع الاصناف سن الجمل ، كوكرت و سن الفيل و بنسبة زيادة بلغت (13.0% ، 23.3% و13.0). لكل منها على التوالي . كما يلاحظ تفوق المستوى (صفر بيكاربونات) على المستويين (800 و1600مايكرومول/لتر) في تركيز الحديد النشط و بنسبة زيادة بلغت(17.2% و 49.5%) لكل منهما على التوالي . وللتداخل بين الاصناف و الحديد فقد سجلت معاملة نمو صنف جندوله في كفاية الحديد اعلى قيمة بلغت (33.70ملغم/كغم) فيما سجلت معاملة تعرض صنف كوكرت لجهد الحديد اقل قيم التداخل و بلغت (10.67ملغم/كغم). اما التداخل الثنائي بين الاصناف و البيكاربونات فقد اعطت معاملة غياب جهد البيكاربونات لصنف جندولة اعلى قيم التداخل بلغت (27.93ملغم/كغم) في حين كانت اقل قيمة للتداخل (14.63ملغم/كغم) عند معاملة جهد (1600مايكرومول/لتر) من البيكاربونات لصنف كوكرت .

جدول(3)تركيز الحديد النشط في اربعة اصناف من الحنطة الخشنة تحت مستويات مختلفة من الحديد والبيكاربونات (ملغم/كغم).

الأصناف	الحديد	HCO3			
		0	800	1600	X
سن الجمل	-Fe	14.25	11.35	10.00	11.87
	+Fe	36.90	31.90	25.25	31.35
X		25.58	21.63	17.63	21.61
جندوله	-Fe	16.65	14.75	14.00	15.13
	+Fe	39.20	35.15	26.75	33.70
X		27.93	24.95	20.38	24.42
كوكرت	-Fe	13.15	10.35	8.50	10.67
	+Fe	36.25	29.80	20.75	28.93
X		24.70	20.08	14.63	19.80
سن الفيل	-Fe	14.75	12.40	8.65	11.93
	+Fe	36.85	31.80	25.25	31.30
X		25.80	22.10	16.95	21.62
HCO3		26.00	22.19	17.39	الحديد
HCO3 X Fe	-Fe	14.70	12.21	10.29	12.40
	+Fe	37.30	32.16	24.50	31.32

L.S.D 0.05

الأصناف X Fe X HCO3	1.689	الأصناف X Fe	0.844	Fe	1.194	الأصناف
2.925	1.463	Fe X HCO3	2.069	الأصناف X HCO3	1.034	HCO3

وكان التداخل الثنائي بين البيكاربونات و الحديد معنويا في هذه الصفة و سجلت معاملة كفاية الحديد(Fe+) وغياب جهد البيكاربونات اعلى قيم التداخل بلغت (37.30ملغم/كغم) فيما كانت اقل قيمة مسجلة للتداخل (10.29ملغم/كغم) عند معاملة جهد

(1600مايكرومول/لتر) من البيكاربونات وبوجود جهد الحديد .اما التداخل الثلاثي بين الاصناف و الحديد و البيكاربونات فقد سجلت معاملة نمو صنف جندوله وبغياب جهدي Fe وHCO3 اعلى تركيز للحديد النشط بلغ (39.20ملغم/كغم) فيما كانت اقل قيمة للحديد النشط (8.50ملغم/كغم) في معاملة نمو صنف كوكرت تحت جهدي الحديد والبيكاربونات وبالمستوى (1600مايكرومول/لتر).يستنتج من نتائج التجربة ان جهدي Fe والبيكاربونات وبالمستويين (800 و1600 مايكرومول/لتر) سببت انخفاضا معنويا في تركيز الحديد النشط في جميع الاصناف المدروسة .وقد سجل الصنف جندوله اعلى تركيز للحديد النشط سواءا كان تحت جهد الحديد او تحت جهد البيكاربونات وان الصنف بقي محافظا على تركيزا للحديد النشط مقاربا للحد الحرج لاسيما عند المستوى(800 مايكرومول/لتر) .

تركيز الاحماض العضوية(المالك ،الستريك والاوكزالك):

يبين الجدولين(4 ،5)وشكل(4) حصول تراكم وزيادة واضحة في تراكيز الاحماض العضوية (المالك،الستريك والاوكزالك) في جذور أصناف الحنطة الخشنة المستخدمة في الدراسة عند نموها تحت جهدي الحديد والبيكاربونات ،اذ سبب نمو اصناف سن الجمل،جندوله،كوكرت وسن الفيل عند نموها تحت جهد الحديد زيادة معنوية ولجميع الاحماض المدروسة مقارنة بنموها تحت ازالة جهد الحديد وعند عدم نموها تحت جهد البيكاربونات المستوى (صفر بيكاربونات).

جدول(4)تركيز حامض الستريك Citric acidفي اربعة اصناف من الحنطة الخشنة تحت مستويات مختلفة من الحديد والبيكاربونات (%).

الأصناف	الحديد	HCO3			
		0	800	1600	X
سن الجمل	-Fe	1.385	1.490	1.490	1.455
	+Fe	1.050	1.095	1.345	1.163
X		1.218	1.292	1.417	1.309
جندوله	-Fe	1.400	1.465	1.505	1.457
	+Fe	1.040	1.240	1.375	1.218
X		1.220	1.352	1.440	1.337
كوكرت	-Fe	1.320	1.435	1.410	1.388
	+Fe	0.955	1.030	1.175	1.053
X		1.137	1.232	1.292	1.221
سن الفيل	-Fe	1.370	1.405	1.425	1.400
	+Fe	1.015	1.220	1.270	1.168
X		1.193	1.312	1.347	1.284
HCO3		1.192	1.297	1.374	الحديد
HC03 X Fe	-Fe	1.369	1.449	1.457	1.425
	+Fe	1.015	1.146	1.291	1.151

L.S.D 0.05

الأصناف	0.0766	Fe	0.0542	الأصناف X Fe	0.1083	الأصناف X HCO3
HCO3	0.0663	الأصناف X HCO3	0.1327	Fe X HCO3	0.0938	0.1877

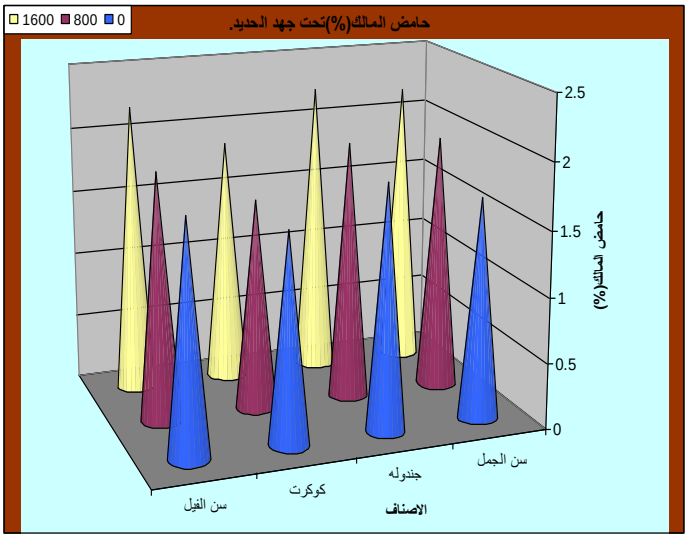
كما سبب وجود جهد البيكاربونات زيادة معنوية في تراكيز الأحماض العضوية(المالك ،الستريك والاوكزالك) وبكلا المستويين (800 و1600 مايكرومول/لتر) وتفوق المستوى الأخير بإعطائه أعلى قيمة لتركيز هذه الأحماض ولجميع الأصناف المدروسة. تشير نتائج هذه الدراسة الى ان تعرض اصناف الحنطة قيد الدراسة الى جهدي Fe وHCO3 ادى الى تجمع الاحماض العضوية (المالك ،الستريك والاوكزالك) في جذور جميع الاصناف واعطى صنف جندوله اعلى تركيزا لجميع الاحماض المقدرة في الدراسة وعند نموه تحت جهدي Fe وHCO3 فيما كانت اقل القيم المسجلة لهذه الاحماض عند صنف كوكرت ولدى جميع المعاملات.

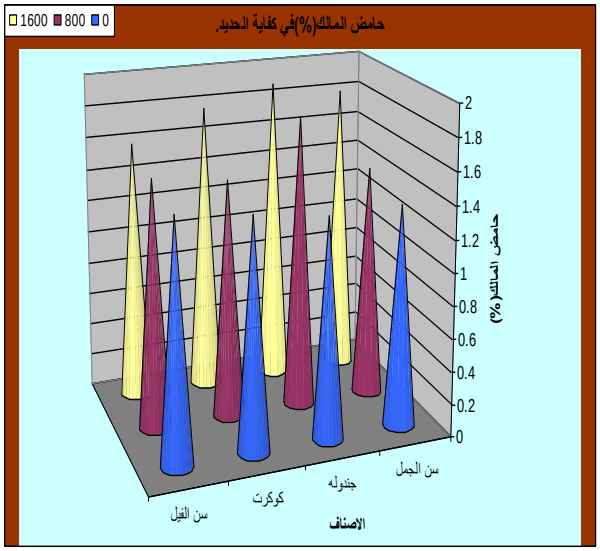
جدول(5)تركيز حامض الاوكزالك Oxalic acidفي اربعة اصناف من الحنطة الخشنة تحت مستويات مختلفة من الحديد والبيكاربونات (%).

HCO3				الحديد	الأصناف
X	1600	800	0		
1.438	1.460	1.515	1.340	-Fe	سن الجمل
1.252	1.290	1.285	1.180	+Fe	
1.345	1.375	1.400	1.260	X	
1.547	1.590	1.585	1.465	-Fe	جندوله
1.233	1.380	1.245	1.075	+Fe	
1.390	1.485	1.415	1.270	X	
1.395	1.435	1.430	1.320	-Fe	كوكرت
1.093	1.190	1.065	1.025	+Fe	
1.244	1.312	1.248	1.172	X	
1.472	1.525	1.515	1.375	-Fe	سن الفيل
1.210	1.220	1.230	1.180	+Fe	
1.341	1.373	1.373	1.278	X	
الحديد	1.386	1.359	1.245	HCO3	
1.463	1.503	1.511	1.375	-Fe	HCO3 X Fe
1.197	1.270	1.206	1.115	+Fe	

L.S.D 0.05

الأصناف X Fe X HCO3	0.1139	الأصناف X Fe	0.0569	Fe	0.0805	الأصناف
0.1972	0.0986	Fe X HCO3	0.1395	الأصناف X HCO3	0.0697	HCO3





LSD0.05

الاصناف(0.213) البيكاربونات(0.184) الحديد(0.150)

شكل(4)حامض المالك في اربعة اصناف من الحنطة الخشنة تحت جهد الحديد والبيكاربونات.

نشاط وفعالية انزيم السوبر اوكسيديز دسميوتيز (SOD) :

ان جهدي البيكاربونات والحديد في المحلول المغذي اثرت بدرجة كبيرة في نشاط انزيم SOD (وحدة/ملغم بروتين) جدول(6)، اذ يلاحظ ان جميع اصناف الحنطة الخشنة قد تاثرت عندما كانت تحت جهد الحديد و بذلك تفوقت جميع معاملات جهد الحديد ولجميع الاصناف مقارنة بوجود كفاية الحديد وعند معاملة (صفر بيكاربونات) و بلغت نسبة الزيادة لكل من اصناف سن الجمل ،جندوله ،كوكرت و سن الفيل على الترتيب (360.5%،351.0%،217.2%و 257.9%). اما عند تعرض نفس المجموعة من اصناف الحنطة الخشنة الى جهد البيكاربونات وبالتراكيز (800 و 1600 مايكرومول/لتر) فان نشاط انزيم SOD سلك نفس الاتجاه و لكن مع ازدياد معنوي عالي لنشاط انزيم الSOD عند هذين التركيزين ، حيث بلغت نسبة زيادة نشاط انزيم الSOD (242.4% ، 331.9% ، 112.4% و 236.2%) عند التركيز (800 مايكرومول/لتر) و بلغت نسبة الزيادة لنشاط الانزيم عند (1600 مايكرومول/لتر) على نفس الترتيب (186.2%، 223.0% ، 117.2% و 159.2%) للاصناف سن الجمل،جندوله، كوكرت و سن الفيل على الترتيب . يتضح من الجدول نفسه الى تفوق صنفي جندوله وسن الفيل باعطائهما اعلى فعالية لانزيم SOD بلغت(85.7 و86.3 وحدة/ملغم بروتين) لكل منهما على التوالي وبذلك تفوقا معنويا على صنف كوكرت فيما كان غير معنويا مع الصنف سن الجمل، اما معاملة جهد الحديد فقد تفوقت معنويا على اضافته في هذه الصفة ، اذ سجل كل منها على التوالي (124.9و 39.9 وحدة /ملغم بروتين) أي بنسبة زيادة بلغت (213.0%).

جدول (6)نشاط وفعالية إنزيم سوبر اوكسيد د دسميوتيز(SOD) في أربعة أصناف من الحنطة الخشنة تحت مستويات مختلفة من البيكاربونات والحديد(وحدة/ملغم بروتين).

الأصناف	الحديد	HCO3			
		0	800	1600	X
سن الجمل	-Fe	105.0	141.4	149.1	131.9
	+Fe	22.8	41.3	52.1	38.8
X		63.9	91.4	100.6	85.3
جندوله	-Fe	93.8	155.9	158.6	136.1
	+Fe	20.8	36.1	49.1	35.3
X		57.3	96.0	103.9	85.7
كوكرت	-Fe	82.8	89.2	132.3	101.4
	+Fe	26.1	42.0	60.9	43.0
X		54.4	65.6	96.6	72.7
سن الفيل	-Fe	97.0	141.2	151.9	130.1
	+Fe	27.1	42.0	58.6	42.6
X		62.1	91.6	105.2	86.3
HCO3		59.5	86.2	101.6	الحديد
HCO3 X Fe	-Fe	94.7	131.9	148.0	124.9
	+Fe	24.2	40.4	55.2	39.9

L.S.D 0.05

الأصناف	12.07	Fe	8.54	الأصناف X Fe	17.07	الأصناف X HCO3
HCO3	10.46	الأصناف X HCO3	20.91	Fe X HCO3	14.79	29.57

اما نسبة الزيادة المتحققة في انزيم SOD من جراء جهد البيكاربونات (800 و 1600مايكرومول/لتر) على ازالة جهد البيكاربونات (صفر بيكاربونات)والتي كانت تاثيرها معنويا (44.5% و 70.8%) لكل منها على التوالي . وللتداخل بين الاصناف والبيكاربونات فقد اعطت معاملة وجود جهد البيكاربونات وبالمستوى (1600 مايكرومول/لتر)لصنفي جندوله وسن الفيل اعلى فعالية لانزيم SOD بلغ(103.9 و105.2 وحدة/ملغم بروتين)لكل منهما على التوالي ،فيما كانت اقل قيمة للتداخل(54.4 وحدة/ملغم بروتين)وسجلت في معاملة ازالة جهد البيكاربونات لصنف كوكرت.اما التداخل بين الاصناف والحديد فقد اعطت

معاملة جهد الحديد لصنف جندوله اعلى قيمة للتداخل بلغت (136.1وحدة /ملغم بروتين)،في حين بلغت اقل قيمة للتداخل (35.3 وحدة/ملغم بروتين)عند معاملة وجود كفاية الحديد لصنف جندوله.وكان التداخل الثنائي بين الحديد والبيكاربونات معنويا في هذه الصفة واعطت فيه معاملة جهدي الحديد والبيكاربونات(1600مايكرومول/لتر) اعلى قيمة بلغت(148.0 وحدة/ملغم بروتين)،بينما سجلت معاملة ازالة جهدي الحديد والبيكاربونات (صفر بيكاربونات)اقل قيمة بلغت(24.2 وحدة/ملغم بروتين).اما التداخل الثلاثي بين الاصناف والحديد والبيكاربونات فقد اعطت معاملة جهدي الحديد والبيكاربونات (1600 وحدة/ملغم بروتين) لصنف جندوله اعلى فعالية لانزيم SOD وبلغت(158.6 وحدة/ملغم بروتين)،في حين كانت اقل قيمة للتداخل (20.8 وحدة/ملغم بروتين) وسجلت في معاملة ازالة جهدي الحديد والبيكاربونات لصنف جندوله.

نشاط وفعالية انزيم البيروكسيديز (POD):

يبين الجدول(7)الى ان نشاط انزيم الPOD سلك سلوكا مغايرا ،اذ يلاحظ ان جميع الاصناف قيد الدراسة قد تاثرت معنويا بجهد الحديد وعند معاملة (صفر بيكاربونات)وبلغت نسبة الزيادة في فعالية انزيم POD للاصناف سن الجمل ،جندوله ،كوكرت وسن الفيل على الترتيب(126.2% ،60.9% ،187.8% و56.1%)قياسا بوجود كفاية الحديد.

اما في حالة تعرض الاصناف لجهد البيكاربونات و بالمستويان (800 و 1600 مايكرومول/لتر) ،فقد سبب وجود كفاية الحديد زيادة في فعالية الانزيم للاصناف سن الجمل ،جندوله،كوكرت و سن الفيل على جهد الحديد وعند المستوى (800مايكرومول/لتر) وكانت على التوالي (16.7%، 32.6%، 16.6% و 28.2%)، فيما بلغت نسبة الزيادة للاصناف نفسها عند التركيز (1600 مايكرومول/لتر) على الترتيب نفسه (40.1%، 72.0%، 67.7% و 71.1%) .

و يبين الجدول ذاته الى الفروق المعنوية بين اصناف الحنطة الخشنة المستخدمة في فعالية انزيم POD ،فقد تفوق صنف جندوله معنويا(30.82 وحدة امتصاص /غم)على اصناف سن الفيل ،سن الجمل و كوكرت والتي اعطت قيما قدرها (29.96 ،28.43 و24.73 وحدة امتصاص /غم) أي بنسبة زيادة بلغت (2.9%و 8.4 % و29.6%) لكل منهما على التوالي . اما تراكيز جهد البيكاربونات فكان تاثيرها معنويا في زيادة نشاط انزيم POD و كانت نسبة الزيادة التي حققها المستويين (800 و 1600 مايكرومول/لتر) على غياب جهد البيكاربونات (39.9% و 33.3%) لكل منهما على التوالي ، اما نسبة الزيادة في فعالية انزيم POD في حالة كفاية الحديد(Fe+) على جهد الحديد(Fe-) وبلغت (9.2%) . وللتداخل بين الاصناف والحديد فقد اعطت معاملة نمو صنف جندوله في كفاية الحديد اعلى قيمة بلغت (33.63وحدة امتصاص/غم) ،بينما اعطت معاملة وجود صنف كوكرت تحت جهد الحديد اقل قيمة بلغت(24.60وحدة امتصاص/غم).

اما التداخل بين الاصناف والبيكاربونات فقد اعطت معاملة جهد البيكاربونات وبالمستوى (1600 مايكرومول/لتر)لصنف جندوله اعلى قيمة بلغت (35.55 وحدة امتصاص/غم) بينما كانت اقل قيمة للتداخل (19.19 وحدة امتصاص/غم) في معاملة غياب جهد البيكاربونات لصنف كوكرت. اما التداخل بين الحديد والبيكاربونات فقد اعطت معاملة جهد البيكاربونات وبالمستوى (1600 مايكرومول/لتر) ووجود كفاية الحديد اعلى قيمة للتداخل بلغت (39.71 وحدة امتصاص/غم) في حين كانت اقل قيمة (15.12 وحدة امتصاص /غم) في معاملة غياب جهدي الحديد والبيكاربونات . اما التداخل الثلاثي ففيه سجلت معاملة كفاية الحديد ووجود جهد البيكاربونات بالمستوى(1600 مايكرومول/لتر) لصنف جندوله اعلى قيمة بلغت (44.95 وحدة امتصاص/غم) في حين كانت اقل قيمة لفعالية انزيم POD (9.90 وحدة امتصاص/غم) في معاملة نمو صنف كوكرت في غياب جهدي Fe والبيكاربونات.

جدول(7)نشاط وفعالية إنزيم البيروكسيديز(POD) في أربعة أصناف من الحنطة القاسية تحت مستويات مختلفة من الحديد والبيكاربونات (وحدة امتصاص/غم).

الأصناف	الحديد	HCO3			
		0	800	1600	X
سن الجمل	-Fe	29.20	28.58	27.72	28.50
	+Fe	12.91	33.34	38.83	28.37
X		21.06	30.96	33.27	28.43
جندوله	-Fe	29.61	28.30	26.14	28.02
	+Fe	18.40	37.53	44.95	33.63
X		24.01	32.92	35.55	30.82
كوكرت	-Fe	28.49	26.10	19.98	24.86
	+Fe	9.90	30.42	33.48	24.60
X		19.19	28.26	26.73	24.73
سن الفيل	-Fe	30.06	28.35	24.30	27.57
	+Fe	19.26	36.22	41.58	32.35
الأصناف X HCO3		24.66	32.29	32.94	29.96
HCO3		22.23	31.11	32.12	الحديد
HCO3 X Fe	-Fe	29.34	27.83	24.54	27.24
	+Fe	15.12	34.38	39.71	29.74

L.S.D 0.05

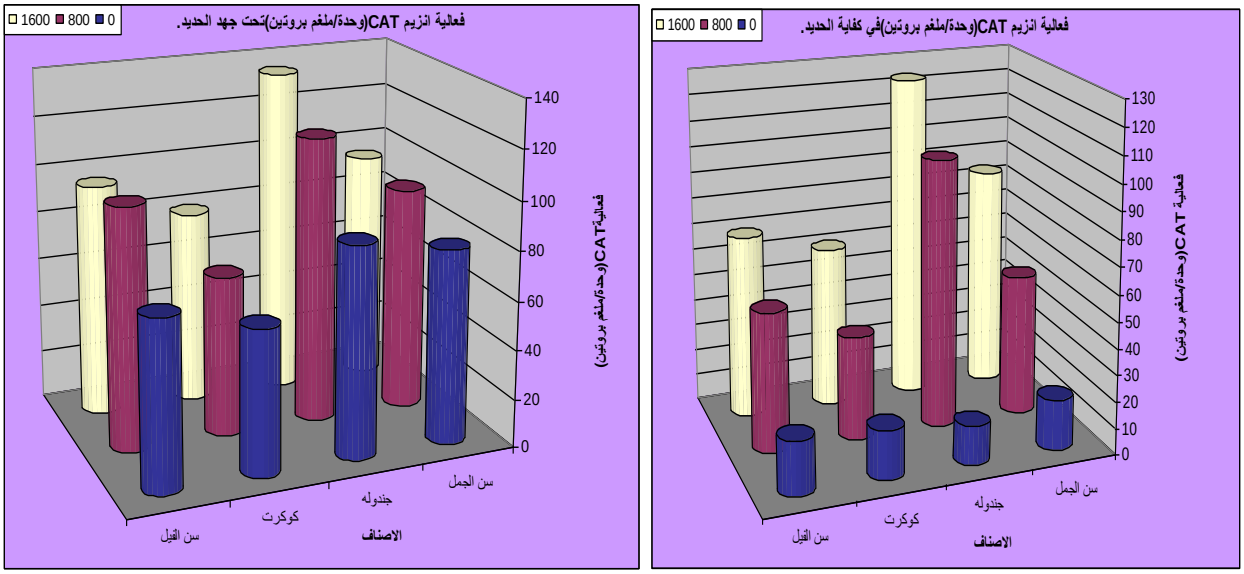
الأصناف	0.965	Fe	0.683	الأصناف X Fe	1.365	الأصناف X Fe X HCO3
HCO3	0.836	الأصناف X HCO3	1.672	Fe X HCO3	1.182	2.365

نشاط وفعالية انزيم الكاتليز (CAT):

يبين الشكل (5) ان نشاط وفعالية انزيم الكاتليز ازدادت في جميع الاصناف قيد الدراسة في حالة تعرض الاصناف لجهد الحديد وذلك عند المستوى (صفر بيكاربونات) ، وقد اختلفت الاصناف فيما بينها بنشاط انزيم CAT عند هذا المستوى و كانت نسب الزيادة المتحققة في نشاط انزيم CAT عند جهد الحديد مقارنة بوجود كفاية من الحديد(313.5% ، 486.4% ، 221.2% و 244.3%) للاصناف سن الجمل ، جندوله، كوكرت و سن الفيل على التوالي .

كما يلاحظ من الشكل ذاته ان مستويات جهد البيكاربونات للمحلول المغذي قد ساهم هو الاخر في زيادة نشاط انزيم CAT وبصورة معنوية ولكلا المستويين (800 و 1600 مايكرومول/لتر) ، اذ كانت نسب الزيادة المتحققة في فعالية انزيم CAT عند المستوى (800 مايكرومول/لتر) وعندما كانت الاصناف تحت جهد الجديد مقارنة بنمو الاصناف في كفاية من الحديد(72.3% ، 15.1% ، 68.5% و 87.1%) للاصناف سن الجمل، جندوله، كوكرت و سن الفيل على الترتيب . فيما اعطت ترتيب الاصناف نفسه زيادة في فعالية انزيم CAT تحت جهد الحديد و عند المستوى (1600مايكرومول/لتر) مقارنة بوجود كفاية من الحديد بلغت(12.5% ،8.9% ،30.7% و37.3%) .

تشير نتائج الشكل نفسه الى تفوق صنف جندوله باعطائه اعلى فعالية لانزيم الكاتليز بلغ(96.5 وحدة/ملغم بروتين) متفوقا بذلك معنويا على اصناف سن الجمل ،سن الفيل وكوكرت وبنسب زيادة بلغت(36.7% ،42.3% و79.4%)عن كل منها على التوالي.كما سبب جهد البيكاربونات وبالمستويين(800 و1600 مايكرومول/لتر)زيادة معنوية في فعالية انزيم CAT مقارنة بعدم وجود جهد البيكاربونات وبنسب زيادة بلغت(69.4% و103.3%) لكل منهما على التوالي.



LSD0.05

الأصناف(12.57) البيكاربونات(10.89) الحديد(8.89)

شكل(5)فعالية انزيم الكاتليز في اربعة اصناف من الحنطة الخشنة تحت جهد البيكاربونات والحديد.

من خلال دراسة نتائج انزيمات مضادات الأكسدة(SOD، POD وCAT) يلاحظ اختلاف الأصناف المدروسة في قدرتها في زيادة نشاط وفاعلية هذه الأنزيمات فقد سبب جهد الحديد وجهد البيكاربونات زيادة في نشاط هذه الأنزيمات وقد سجل صنفي جندوله وسن الجمل أعلى قيم في نشاط الأنزيمات مما يرشح هذه الأصناف لتكون الأكثر تحملا لجهدي Fe و HCO3 . إن أنزيم POD قد سلك سلوكا مغايرا لأنزيمي SOD و CAT إذ يلاحظ انخفاض في فعالية هذا الإنزيم في حالة تعرض الأصناف لجهد الحديد لكن تعرض الأصناف لجهد البيكاربونات سبب زيادة في فعالية أنزيم POD لكن بوجود كفاية من الحديد .

التجربة الحقلية:

تشير نتائج الجدول (8)إلى تفوق صنف جندوله في جميع الصفات المدروسة عدا صفة تركيز الحديد النشط مسجلا أعلى القيم في صفات ارتفاع النبات ،عدد السنابل /م^2 ،كلوروفيل a ،كلوروفيلb ،الكلوروفيل الكلي ،عدد الحبوب/سنبلة،وزن 1000 حبة،حاصل الحبوب والحاصل البايلوجي وبلغ على الترتيب(107.48سم،319.7 ،35.05 ملغم/غم ،26.17 ملغم/غم ،60.9 ملغم/غم ،51.02 ،44.76 غم،6.815 ميكاغرام/هكتار،15.58 ميكاغرام/هكتار).فيما أعطى صنف كوكرت اقل القيم في جميع الصفات المدروسة.وتفوقت معاملات الرش بالحديد معنويا في الصفات المدروسة قياسا بمعاملات عدم الرش بالحديد وفي جميع الأصناف المدروسة.ان نمو صنف جندوله واعطائها اعلى القيم في معاملات عدم الرش بالحديد فهذا يؤكد ويستنتج منه ان هذا الصنف يعد من اكثر الاصناف تحملا لمثل هذه الظروف (ارتفاع نسبة الكلس والكلس النشط جدول (2) وان نموالاصناف في مثل هذه الترب واستجابتها بصورة عالية لاضافة الحديد وهذا يعني ان الاصناف تعاني من جهد الحديد في هذه الترب .

جدول(8)متوسط الصفات المدروسة لأصناف الحنطة الناعمة والمعاملة بالرش وعدم الرش بالحديد.

التراكيب الوراثية	عدد السنابل/م^2			عدد الحبوب/سنبلة			وزن 1000 حبة			حاصل الحبوب (ميكاغرام/هكتار)			الحاصل البايلوجي (ميكاغرام/هكتار)			الحديد النشط (ملغم/كغم)			كلوروفيل a (ملغم/غم)			كلوروفيل b (ملغم/غم)			الكلوروفيل الكلي(ملغم/غم)		
	-Fe	+Fe	المعدل	-Fe	+Fe	المعدل	-Fe	+Fe	المعدل	-Fe	+Fe	المعدل	-Fe	+Fe	المعدل	-Fe	+Fe	المعدل	-Fe	+Fe	المعدل	-Fe	+Fe	المعدل	-Fe	+Fe	المعدل
سن الفيل	310.3	325.7	318.0	47.67	50.33	49.00	42.42	43.62	43.02	5.823	6.443	6.183	14.11	16.16	15.14	20.27	29.53	24.90	33.47	34.24	33.86	24.38	24.84	24.61	57.8	58.8	58.3
سن الجمل	312.0	317.7	314.8	48.00	51.17	49.58	43.21	44.98	44.10	6.167	6.857	6.562	14.40	16.38	15.39	21.67	30.33	26.00	32.58	35.34	33.96	23.38	26.16	24.77	55.7	61.2	58.4
جندوله	312.7	326.7	319.7	50.03	52.00	51.02	43.90	45.62	44.76	6.507	7.023	6.815	14.51	16.65	15.58	21.47	30.23	25.85	33.46	36.65	35.05	24.26	28.09	26.17	57.4	64.4	60.9
كوكرت	285.0	296.3	290.7	44.17	47.17	45.67	41.20	44.25	42.73	4.523	5.217	4.920	10.66	13.49	12.08	20.57	28.83	24.70	30.97	33.44	33.86	21.16	24.74	24.61	52.0	57.4	54.7
المعدل العام	305.0	316.6	310.8	47.47	50.17	48.82	42.68	44.62	43.65	5.755	6.385	6.120	13.42	15.67	14.55	21.00	29.73	25.36	32.62	34.92	33.77	23.30	25.96	24.59	55.73	60.45	58.08
الأصناف	15.21			2.660			1.71			0.514			1.09			غ.م			3.337			غ.م			غ.م		
الرش	11.05			0.556			2.06			0.466			1.68			5.816			5.671			2.021			4.31		
التداخل	غ.م			غ.م			غ.م			غ.م			غ.م			غ.م			غ.م			غ.م			غ.م		

المناقشة:

ان نمو الاصناف تحت جهدي Fe وHCO3 سبب انخفاضا معنويا في الاوزان الرطبة للمجموعين الخضري والجذري وقد طورت الاصناف اعراض نقص الحديد والمتمثلة بالاصفرار الحديدي (12) وقد زادت شدة الاعراض عند زيادت مستويات جهد HCO3 (800 و1600 مايكرومول/لتر)وان ازالة جهد الحديد سبب زيادة معنوية في هذه الاوزان وهذا يعود الى دور الحديد الكيموحيوي والفسلجي والذي انعكس ايجابا على العمليات الايضية المهمة كبناء الكلوروفيل وتكوين البروتينات واختزال النترات (33) مما سبب زيادة في الاوزان الرطبة للمجموعين الخضري و الجذري . ان امتصاص الاصناف تراكيز عالية من HCO3 وفي حالة جهد الحديد او كفاية الحديد قد عمل على تفاقم شدة اعراض نقص الحديد (الاصفرار الحديدي) وبالتالي انخفاض الاوزان الرطبة للمجموعين الخضري والجذري وهذا يعود الى جهد البيكاربونات في تحويل الحديد الممتص من حديد نشط الى حديد غير نشط في خلايا النبات (20و34).

ان تاثير جهد Fe و HCO3 كان واضحا في البناء المعماري للجذور وقد اختلفت الاصناف في هذه الصفة (35) وان ازالة جهد الحديد (Fe+) وعند غياب جهد البيكاربونات يلاحظ ان جميع الاصناف قد اظهرت قدرة عالية في الاستجابة لاضافة الحديد وهذا يعود الى دور الحديد الكيميوحيوي والفسلجي(36و37) . وحتى في حالة وجود كفاية الحديد فان نمو الاصناف متمثلا (طول وقطر الجذر) قد انخفض بزيادة جهد HCO3 وقد يعزى السبب الى ان التركيز المرتفع من HCO3 وامتصاصه من قبل الاصناف سبب في تحول رقم تفاعل عصير الخلية الى وسط قلوي والذي من شانه ان يؤثر على نشاط الحديد وتحويله الى حديد غير نشط على الرغم من اضافة الحديد الى المحلول المغذي (34) . ان انخفاض الكلوروفيل الكلي عند تعرض الاصناف الى جهد الحديد وتفاقم الانخفاض عند التعرض لجهد البيكاربونات وهذا يعني ان الاصناف اما انها فشلت في تكوين مستمر للكلوروفيل او عدم قدرتها في حجز الكلوروفيل تحت حالات الاجهاد وان ازالة جهد الحديد (Fe+) قد ادى الى زيادة تركيز الكلوروفيل الكلي وهذا يرجع الى دور الحديد المهم ودخوله في تركيب الهيم (20و33) . وان وجود جهد البيكاربونات قد سبب انخفاض في الكلوروفيل الكلي وربما يعود ذلك الى تاثير HCO3 على جاهزية الحديد النشط داخل النبات(23) . ان الانخفاض في تركيز الحديد النشط عند تعرض الاصناف لجهد البيكاربونات ربما يعود الى التاثير المباشر للبيكاربونات في خفض جاهزية الحديد النشط ورفع قيمة pH للخلية النباتية اضافة الى تأثيرها على العمليات الايضية الاخرى للنبات كبناء الكلوروفيل و البروتين واختزال والذي انعكس على نقل الحديد داخل النبات (33). ان اصناف الحنطة تختلف بقدرتها على مقاومة جهد الحديد ،اذ قد تعمل هذه الاصناف على تحرير مركب Phytosidrophoris والذي يخلب الحديد وبالتالي يزداد امتصاصه من قبل النبات وهذه احدى استراتيجيات امتصاص الحديد الثانية والتي تخص نباتات العائلة النجيلية(12 و38). ان حصول تجمع للاحماض العضوية (مالك ،سترك ،اوكزالك) في جذور نباتات الحنطة في جميع اصناف الحنطة الخشنة المستخدمة في الدراسة يعطي مؤشرا على تعرض النبات لجهد الحديد (39) فقد لاحظ تراكم للستريت Citrate والماليت Malate بكميات كبيرة في جذور النباتات عندما كانت تحت جهد الحديد .ان هذه الدراسة تؤكد ايضا 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.

تعود الزيادة في فعالية انزيمات POD،SOD و CAT بزيادة تعرض اصناف الحنطة الخشنة الى جهدي الحديد والبيكاربونات الى التاثير الضار لجهدي الحديد والبيكاربونات في زيادة مستويات ROS داخل خلايا النبات مما حفز النبات على مقاومة وكنس Scavining تاثير تلك الجذور بواسطة مضادات الاكسدة والمتمثلة بانزيمات POD، SOD وCAT (21و40و41) وبالتالي حماية الخلايا من التاثيرات المدمرة لل($O2^{-1}$ و H2O2) .يلاحظ ان اصناف الحنطة الخشنة تحت جهد البيكاربونات فان فعالية هذا انزيم POD قد زادت عند وجود الحديد (Fe+) مقارنة بعدم وجوده (-Fe) وهذا يدعم ما معروف عن انزيم POD وذلك بدخول الحديد كعنصر اساسي ساهم وبشكل فاعل في اعطاء زيادة لفعاليته في حاله تعرض النبات لجهد البيكاربونات (20).

يرجع تفوق صنفي جندوله وسن الجمل في فعالية الانزيمات الثلاثه (POD،SOD و CAT) الى كفاءة هذين الصنفين في تطوير اليات مقاومة الاجهاد من خلال زيادة في فعالية الانزيمات المضادة للتاكسد لاسيما انزيمات POD، SOD و CAT . يعتبر إنزيم SOD الخط الدفاعي الأول والمفتاح الرئيسي ضد تأثيرات ROS ،إذ بإمكانه التفاعل مع جذر السوبر اوكسايد(O^{-2}) وبالتالي تحويلها إلى بيروكسيد الهيدروجين (H2O2) والأوكسجين O2 (42). ومن ثم يتم التخلص من H2O2 بواسطة انزيمي POD وCAT (21و43). نستنتج من تجربة المحاليل المغذية وعلى اساس المؤشرات المدروسة (النمو ، البناء المعماري للجذور ،تركيز ،الكلوروفيل الكلي ،الاحماض العضوية(مالك ،سترك والاوكزالك) وفاعلية النشاط الانزيمي)ان الصنفين جندوله وسن الجمل قد طورا نظام دفاعي عالي حيث تمكن هذين الصنفين من اعطاء افضل القيم من المتغيرات المذكورة اعلاه مقارنة بالاصناف الاخرى وعليه فان بالامكان اعتماد نظام الدفاع الانزيمي لمضادات الاكسدة في تحديد وفصل الصنف الكفوء . اذ بينت عدد من البحوث(21و40و44) الى

ان الاصناف الكفوءة هي التي تحتوي على نشاط انزيمي عالي مقارنة بالاصناف غير الكفوءة وقد تحقق ذلك في نتائج التجربة في الصنفين المذكورين.

ان نتائج التجربة الحقلية لنفس الاصناف المدروسة والتي بينت اداء هذه الاصناف مع جهد Fe او مع رش بالحديد جاءت لتؤكد تجارب المحاليل المغذية اذ ان اعطاء صنف جندوله اعلى القيم في جميع المؤشرات المدروسة سواء كان تحت جهد الحديد (عدم الرش بالحديد) او في كفاية الحديد(الرش بالحديد) يعود الى كفاءة هذا الصنف في التغلب على الاجهاد الناتج من نمو الصنف في تربة ذات محتوى عالي من الكاربونات جدول(2) نتيجة قدرة الصنف في تطوير اليات الدفاع الانزيمية وغير الانزيمية وبالتالي استمرار عمل الوظائف الحيوية والفسلجية والذي انعكست ايجابا على صفات النمو والحاصل(12و44).

المصادر:

1- Alvarez , M.E.,LambC.(1997) . oxidative buesrst-mediated defense responses in plant disease resistance see Ref .185a,pp.815-39 .

2- Walker, M.A., Mckersie B.D.,1993. Role of the ascorbate-glutathione antioxidant system in chilling resistance of tomato .J.plant physiol .141;234-39

3-Van camp W, capiauk, van Montagu.M., inze D., slooten L.,(1996) .Enhancement of oxidative stress to lerance in transgenic tobacco plants over producing Fe superoxid dismutase in chloro plast . plant physiol . 112;1703-14 .

4-Schmidt A.,Kunert K.J.,(1986).Lipid peroxidation in higher plants . the role of glutathione reductase reductase.plant physiol. 82;700-722.

5- Malan C.,Greyling M.M.,Gressel J.,(1990) correlation between cu/zn super oxide dismutase and glutathione reductase, and environmental and xenobiotic stress tolerance in Maiz in breds.plant sci., 69;157-66 .

6-Mitter R.,Zilinskas B.A.,(1992) .Molecular Cloning and characterization of agene encoding pea eytosolic ascorbate peroxidase .J.Biol .chem.267;21802-7 .

7- Pan, Y.,L.J.wu and Z.L,Yu, (2006) .Effect of salt and drought stress on antioxidant enzymes activities and SOD isoenzymes of liquorice (Glycyrrhi za uralensis Fisch) . plant Growth Regul .49;157-165.

8-Grantz A.A., Brummell D.A.,Bennett A.B.(1995).Ascorbate free radical reductase MRNA leves are in duced by wounding .plant physiol. 108;41-18.

9-Willeken ,S.H.,Irnze D.,van Montagh M.,van campw .,(1995). Catalase in plants .Mol.Breed .1;207-28 .

10-Kubo, A.,Sagi H.,tanaka K.,KondoN.,(1995).Expression of Arabidopsis cytosolic ascorbic peroxidase genenin response to ozone or suifar dioxideplant.Mol.Biol.,29;479-86 .

11- Rarlieri, A.,Durso G.,Nali C, Loren zoni G.,soldutini G.F., (1996) Ozone stimulates apoplastic antoxidant systems in pumpkin leaves . P.physiol.97;381-87.

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

13- Cohen ,K.clara, C.T.Fox, F.Davidand V.kochian, (1998). Therde of lrondeficiency stress Responses in stimulating Heavy-Metaltransportinplanls.plantphsiol.116;1063-1072.

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

15-Gupta, A.S, R.P. Webb, Holaday A.S.,Allen R.D.,(1993). Overexpression of superoxide dismutase protects plants from oxidative stress induction of ascorbate peroxidase in superoxide dismutase- over expressing plants. Plant physiol. 103 ; 1067-1073. .

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

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

18- Genc, Y.,C.Y.Huang and P. Langridge .(2007) .Astudy of therde of root morphdogical traits in growth of barley in zinc- deficient soil .J.EXP.Bot.58(11);2775-2784.

19-Tarpey,M.M.,Wink D.A.,Grisham M.B.(2004).Methods for detection of reactive metabolites of oxygen and nitrogen :in vetro and in vevo consideration .Am.J.Physiol Regul Integr Comp Physiol.286:R431-R444.

20-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 Scienes 3(10):864-874.

21- 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 .

22-Marschner, H.V.;Romhdd and M.Kissel (1986) .Different strategies in higher plants in mobilization and uptake of iron J.Pl .

23– السامرائي , اسماعيل خليل ,(2002) .دور الاسمدة الحيوية في معالجة اصفرار نقص الحديد في نباتات الحنطة . مجلة الزراعة العراقية مجلد(7) ،العدد(8):7-16 .

24-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.

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

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

27-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.

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

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

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

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

32-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.

33- Tisdale, S.L., Nelson W.L., Beaton J.D.and Havlin J. L.(1997). Soil fertility and fertilization prentice . Hall of India . Newdelhi .

34-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.

35-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.

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

37- Zocchi, G., DeNisi p., Dell, orto M., Espen L.and Gallina P.(2007). Iron deficiency differently affects metabolic responses in soybean roots . J.EXP Bot . 58(5); 993-1000 .

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

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

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

41-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.

42-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.

43-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.

44-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 .