The interaction study effect between Potassium and water stress on some physiological characteristics at flowering stage of wheat plant (*Triticum aestivum* L.)

دراسة تأثير التداخل بين البوتاسيوم والأجهاد المائي في بعض الصفات الفسلجية عند مرحلة تزهير نبات الحنطة (*Triticum aestivum* L.)

جـواد كاظم عبيد الحجيري * أ.م. د. قيس حسين عباس السماك
كلية التربية للعلوم الصرفة / جامعة كربلاء
* البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الأول

المستخلص :

بهدف دراسة تأثير التداخل بين البوتاسيوم المضاف والأجهاد المائي في بعض المؤشرات الفسلجية لنبات الحنطة (*Triticum aestivum* L.) في مرحلة التزهير ، أجريت تجربة عاملية حقلياً وحسب تصميم القطاعات الكاملة المعشاة RCBD في إعدادية أبن البيطار المهنية في منطقة الحسينية والواقعة (5) كم شمال مدينة كربلاء لزراعة محصول الحنطة صنف أباء 99 خلال الموسم الزراعي الشتوي 2012 - 2013 . ضمت التجربة عاملين بثلاثة مكررات إذ مثل العامل الأول ثلاثة مستويات من الأجهاد المائي وهي الري بمستويات (100 و 75 و 50) % من قيمة الأستهلاك المائي لمحصول الحنطة خلال الموسم الزراعي والتي رمز لها S1 و S2 و S3 على التوالي . ومثل العامل الثاني أربعة مستويات من التسميد البوتاسي وهي (0 و 50 و 100 و 150) كغم K . هـ$^{-1}$ والتي رمز لها K0 وK1 و K2 و K3 على التوالي ، ووزعت عشوائيا على جميع الألواح إذ تضمنت التجربة 36 وحدة تجريبية . وقد تم تحليل النتائج إحصائياً حسب التصميم المتبع وقورنت المتوسطات بأستعمال أقل فرق معنوي وبمستوى أحتمال 0.05 . أخذت القياسات في مرحلة التزهير الكامل (100 %) لبعض مؤشرات النمو الفسلجية لنبات الحنطة والتي تضمنت (محتوى الكلوروفيل في الأوراق ومحتوى الماء النسبي % وتركيز البرولين في الأوراق و فعالية أنزيم البيروكسيديز POD وأنزيم الكاتليز CAT وأنزيم السوبر أوكسيد دسميوتيز SOD في الأوراق) .

وأوضحت نتائج الدراسة ما يأتي :

1- أعطى مستوى الإجهاد المائي بإضافة ماء ري 50 % من قيمة الأستهلاك المائي أوطأ القيم لبعض المؤشرات الفسلجية المدروسة وهي (محتوى الكلوروفيل في الأوراق ومحتوى الماء النسبي %) بأستثناء تركيز البرولين وفعالية إنزيمات POD و CAT و SOD في الأوراق التي زادت قيم متوسطاتها عند مستوى الـ 50 % من الأستهلاك المائي. بينما أعطى مستوى الإجهاد المائي بإضافة ماء ري 100 % من قيمة الأستهلاك المائي أعلى القيم ، بأستثناء تركيز البرولين وفعالية إنزيمات POD و CAT و SOD في الأوراق .

2- حصلت أستجابة لأضافة السماد البوتاسي وكان أفضل مستوى هو 150 كغم K. هـ$^{-1}$ إذ أعطى هذا التركيز من البوتاسيوم المضاف أعلى القيم لبعض المؤشرات الفسلجية المدروسة وهي (محتوى الكلوروفيل في الأوراق ومحتوى الماء النسبي %) ، بأستثناء تركيز البرولين وفعالية إنزيمات POD و CAT و SOD في الأوراق التي أنخفضت قيم متوسطاتها عند مستوى الـ 150 كغم K . هـ$^{-1}$ من التسميد البوتاسي ، بينما أعطت النباتات غير المعاملة بالتسميد البوتاسي أقل القيم للصفات المدروسة بأستثناء تركيز البرولين وفعالية إنزيمات POD و CAT و SOD في الأوراق .

3 - أظهرت التداخلات بين مستويات الأجهاد المائي و البوتاسيوم المضاف تأثيراً معنوياً في جميع الصفات المدروسة لنبات الحنطة .

Abstract

The effect of the Interaction study between added Potassium and water stress on some physiological indicators of wheat plant (*Triticum aestivum* L.) at flowering stage was studies . A field factorial experiment has been applied , within randomized complete block design (RCBD) of the sectors in Ibn Al- Bittar high industrial school located at Al – Husseiniyah district in Karbala governorate . Wheat c.v. IPA-99 was grown during growing season of 2012 – 2013 . The experiment included two factors with three replications, where the first factor represented three water stress levels i.e (100 , 75 and 50) % of wheat water

consumption during the growing season which have been coded as (S1 , S2 and S3) respectively. The second factor has been represented by four Potassium fertilizer levels , (0 , 50 ,100 and 150) kg K . ha. $^{-1}$, which have been coded as (K0 , K1 , K2 and K3) respectively . They have been randomly distributed on all experimental units .The experiment included 36 experimental units . Results were statistically analyzed and the means were compared using of the least significant difference at (0.05) probability level . The measurements of some physiological indicators of wheat plant were taken in the complete flowering stage (100%) which are included (chlorophyll content in leaves , relative water content % , proline concentration in leaves , the activity of the enzymes peroxidase POD , catalase CAT and superoxide dismutase SOD in the leaves).

Results could be summarized as follow :

1 – The level of water stress at 50 % of water consumption value , gave the lowest values of all studied physiological indicators which were (chlorophyll content in leaves , relative water content %) , except the concentration of proline , the activity of POD , CAT and SOD enzymes in leaves increased in the level of 50% of water consumption . While the level of water stress treatment gave the highest values at 100% of water consumption value, except proline concentration and the activity of POD , CAT and SOD enzymes in leaves .

2 – A response to added potassium fertilizer was obtained , the best level was 150 kg K .ha.$^{-1}$, this added potassium concentration gave the highest levels of studied physiological indicators which were (chlorophyll content in leaves and relative water content %) , except the concentration of proline , the activity of POD , CAT and SOD enzymes in leaves values decreased in the level of 150 kg K.ha.$^{-1}$ of potassium fertilization. while untreated with potassium fertilization plants gave less values of the studied characteristics , except the concentration of proline and the activity of POD , CAT and SOD enzymes in leaves .

3 – The Interaction between the levels of water stress and added potassium showed a significant effect on all studied characteristics of wheat plant .

المقدمة Introduction :

تُعدْ الحنطة غذاء الإنسان ومادته الرئيسة ، إذ أنها من أهم المحاصيل الإستراتيجية التي تركزت عليها الدراسات والبحوث الزراعية لأن الحاجة إليها تزداد مع زيادة عدد السكان لذا أصبح من المهم أستثمار كافة السبل لزياد إنتاج هذا المحصول وإمكانية زراعته في ظروف قاسية لمعرفة إمكانية أستجابة أصناف الحنطة لهذه الظروف ، ولذا فإن التوسع في المساحة المزروعة بالحنطة ورفع إنتاجية وحدة المساحة من هذا المحصول تؤدي إلى زيادة الناتج العام وهما هدفان أساسيان لكل من يعمل في هذا المجال ، كما أن أستعمال الأساليب العلمية المتطورة في الزراعة وخدمة المحصول بشكل جيد في كافة مراحل النمو يحقق الإنتاج الأعلى

يُعد الماء العامل المحدد الأول في نمو المحاصيل فضلاً عن تأثيراته في صفات النبات المورفولوجية والفسلجية خلال مرحلة النمو الخضري ، وتعد مشكلة نقص المياه من أهم مشاكل العالم في الوقت الحاضر لاسيما في العراق . وتعد مياه الأنهار والآبار من أهم المصادر الأساسية للأستخدام البشري وأن كمية ونوعية هذه المياه تتدنى وتشح من سنة لأخرى نتيجة للأستعمال غير المقنن لهذه المياه وذلك بسبب النمو الديموغرافي والتطور الزراعي والصناعي و يُعد الجفاف من أهم العوامل المحددة لإنتاج المحصول في المناطق الجافة وشبه الجافة ، إذ تعاني هذه المناطق من تغيّرات واسعة في ظروف البيئة والمناخ إلى جانب التغيرات الواسعة في أشكال الجفاف سواء في التربة أو الجو أو مدد حدوثه من حيث شمول الموسم بأكمله أو في المراحل المبكرة أو المتأخرة منه .

يُعد عنصر البوتاسيوم أحد المعذيات الكبرى التي يحتاج إليها النبات بكميات كبيرة لأدامة فعالياته الحيوية ، وللبوتاسيوم وظائف حيوية مهمة لا تتوفر في بقية العناصر الغذائية التي تضاف الى النبات ، فالبوتاسيوم من العناصر الضرورية الواجب توفرها في النبات لكي يقوم بعملية التركيب الضوئي بدرجة عالية من الكفاءة كذلك فأنه يحفز النبات على نقل وخزن المواد المصنعة في الأوراق الى أماكن خزنها في الثمار، ويحسّن قابلية النبات على تحمل الجفاف والعطش من خلال زيادة الضغط الازموزي للخلايا وزيادة محتوى الماء النسبي والسيطرة على حركة أنغلاق وأنفتاح الثغور وهو يوجد على شكل أيون حر داخل النبات ولايدخل في تكوين أي مركب عضوي للنبات ، فضلاً عن ذلك فأنه يؤدي أدواراً مهمة في نمو النبات من خلال تنشيطه للعديد من الأنزيمات (1) . ولغرض معرفة تأثير التداخل بين البوتاسيوم والإجهاد المائي في بعض صفات النمو الفسلجية لنبات الحنطة صنف أباء 99 في مرحلة التزهير الكامل % أجريت هذه الدراسة .

أن الإجهاد المائي في النبات يؤثر في صفات النمو الفسلجية ، حيث وجد (2) أن معاملة الري 100 % (107 لتر/ 3 م^2) من الماء المضاف أنتجت أعلى متوسط لمحتوى الكلوروفيل بلغ 49.6 ميكروغرام/سم^2 ولم تختلف معنوياً عن المعاملة 75 % (80.25 لتر / 3 م^2) من الماء المضاف ، بينما أعطت معاملة الري (رية أنبات + أمطار) أقل متوسط لتركيز هذه الصبغة وصل إلى 44.3 ميكروغرام/ سم^2 ، في حين أظهرت دراسة (3)أن محتوى الماء النسبي أنخفض مع زيادة نقص الماء ، حيث بلغ أعلى محتوى للماء النسبي 77.69 % عند الري بـ 75 % من السعة الحقلية وبلغ أدنى محتوى ماء نسبي 65.44 % عند الري 25 % من السعة الحقلية ، كما لاحظ (4) تراكم حامض البرولين في أوراق نبات الحنطة المعرضة للأجهاد قياساً بمعاملة المقارنة غير المعرضة للأجهاد إذ سجلت معاملة المقارنة 100% من السعة الحقلية 44.5 ملغم/لتر بينما سجلت 50% من السعة الحقلية 68.5 ملغم/لتر . كما وجدت (5) في نتائجها حصول زيادة معنوية لفعالية أنزيم البيروكسيديزPOD لنبات الحنطة مع أنخفاض ماء الري المضاف من 100% الى 75% و 50 % من قيمة السعة الحقلية عند مرحلة التزهير فقد بلغت فعالية أنزيم البيروكسيديزعند تعرض النبات الى أجهاد مائي 50 % و75% بأضافة ماء ري 50 % و75% من قيمة السعة الحقلية مقداراً 202.10 و158.80 وحدة. ملغم بروتين$^{-1}$ بالتتابع وبنسبة زيادة مقدارها 87.65 % و47.45 % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون أجهاد مائي) التي سجلت 107.70 وحدة . ملغم بروتين$^{-1}$ بالتتابع نفسه . وقـد بيّنت نتائج بحث نفذ من قبل (6) في جامعة أزاد الإيرانية لدراسة تأثير إجهاد الجفاف على نباتات الحنطة وبأستعمال معايير الإنزيمات المانعة للتأكسد ، الى وجود تأثير عالي المعنوية عند وجود الإجهاد في فعالية إنزيم الـ CAT قياساً إلى معاملة المقارنة . وكما وضح (7)عند دراستهما لتأثير إجهاد الجفاف على نبات الحنطة ، و فيها أستعملا صنفين من نبات الحنطة هما (Katepwa و Norstar) وأن كلا الصنفين يعودان إلى hexaploid ، بيّنـت النتائج أختلاف الصنفين في فعالية إنزيم SOD في أوراق كلا الصنفين عند الجفاف وعند الترطيب وتفوق صنف Norstar في إعطاء أعلى قيمة لإنزيم SOD مقارنة مع الصنف Katewa عندما كان تحت الإجهاد .

المواد وطرق العمل Materials and Methods:

نفّذت تجربة عاملية حقلياً وحسب تصميم القطاعات الكاملة المعشاة RCBD في إعدادية أبن البيطار المهنية التابعة لمديرية تربية كربلاء والواقعة في منطقة الحسينيـة فـي محافظة كربلاء لزراعة محصول الحنطة (*Triticum aestivum* L.) صنف أباء 99 خلال الموسم الزراعي الشتوي 2012 - 2013 . حرثت الأرض حراثتين متعامدتين بالمحراث المطرحي القلاب وجرى تنعيم التربة وتسويتها وقسمت أرض التجربة الى ثلاثة مكررات يحتوي كل مكرر على (12) لوح ، أبعاد الواحد منها 1 × 2 م ، وكل لوح يشتمل على 4 خطوط بطول 2 م للخط الواحد وبمسافة 20 سم بين خط وآخر وتكون المسافة بين وحدة تجريبية وأخرى 1 م لمنع تسرب المياه بين الالواح ، وتم وضع غطاء بلاستيكي (نايلون زراعي بسمك 2 ملم) على هياكل حديدية صنعت لهذا الغرض على أرتفاع 2 م لحماية المعاملات من المطر مع ترك الجوانب مفتوحة للتهوية ، زرعت بذور الحنطة صنف (أباء 99) والتي تم الحصول عليها من الهيئة العامة لفحص وتصديق البذور/ فرع كربلاء على شكل خطوط منتظمة في داخل الوحدة التجريبية وبعمق 5 سم وبمعدل بذار 120 كغم .هـ$^{-1}$ وذلك بتاريخ 18 / 11 / 2012 . أضيف سماد اليوريا (46 % N) بمعدل 150 كغم N.هـ$^{-1}$ على ثلاث دفعات متساوية (عند تحضير التربة للزراعة وعند ظهور ثلاثة أوراق كاملة على النبات وعند التزهير 100%) ، وأضيف سماد السوبر فوسفات الثلاثي (P_2O_5 %46) بمعدل 75 كغم P_2O_5 .هـ$^{-1}$ دفعة واحدة عند تحضير الأرض للزراعة (8) ، وجرت مكافحة الأدغال يدويا حسب الحاجة ، وتمت عملية الـري بوساطة أنابيب بلاستيكية مربوطة بمضخة كهربائية مزودة بعداد لقياس كميات الماء المضافة لكل وحدة تجريبية عند كل رية . حيث ضمت التجربة ثلاثة مستويات من الماء المضاف وهي (50 و 75 و 100) % من قيمة الأستهلاك المائي المضاف لمحصول الحنطة خلال الموسم الزراعي بأكمله , وتم السقي من ماء البئر الذي كان ذو قيمة E.C. تساوي (2.14 ds .m^{-1}) . تضمنت التجربة عاملين بثلاث مكررات إذ مثل العامل الأول ثلاثة مستويات من الماء المضاف وهي(100 و 75 و 50) % من قيمة الأستهلاك المائي لمحصول الحنطة خلال الموسم الزراعي والتي رمز لها S1 و S2 و S3 على التوالي . ومثل العامل الثاني أربعة مستويات من التسميد البوتاسي وهي (0 و 50 و 100 و 150) كغم K.هـ$^{-1}$ والتي رمز لها K0 وK1 و K2 و K3 بالتتابع ، وزعت عشوائيا على جميع الألواح ، إذ أضيف السماد البوتاسي بصورة كبريتات البوتاسيوم (K_2O 51%) وبثلاث دفعات متساوية لكل مستوى (عند ظهور ثلاث أوراق كاملة على النبات وعند التزهير 100 % وقبل النضج بحدود 25 يوماً) وعليه كان عدد الوحدات التجريبية في هذه الدراسة هي 36 وحدة تجريبية . ولغرض معرفة صفات التربة الكيميائية والفيزيائية تم أخذ عينات عشوائية من ثلاث أماكن مختلفة من تربة حقل التجربة قبل الزراعة ومن الطبقة (0–30) سم ،جففت ونخلت بمنخل قطر فتحاته 2 ملم ثم مزجت مع بعضها لمجانستها ، قدّرت بعض الخصائص الفيزيائية الكيميائية وفق الطرائق القياسية (9) وكما في الجدول (1) الذي يبيّن بعض صفات تربة الحقل الذي أجريت فيه التجربة .

جدول (1) : بعض الخصائص الفيزيائية و الكيميائية لتربة حقل التجربة قبل الزراعة للموسم 2012 – 2013

الخاصية	الوحدة القياسية	النتيجة
الرمل Sand	غم.كغم$^{-1}$	500
الغرين Silt	غم.كغم$^{-1}$	312
الطين Clay	غم.كغم$^{-1}$	188
نسجة التربة	مزيجة رملية (Sandy Loam)	
الأيصالية الكهربائية EC	ديسيمنز .م$^{-1}$ ($dS.m^{-1}$)	4.5
الأس الهيدروجيني PH	———	7.48
المادة العضوية	غم . كغم $^{-1}$	7.4
$CaCO_3$	غم . كغم $^{-1}$	214
النتروجين الكلي	غم . كغم $^{-1}$	0.23
الفسفور	غم . كغم $^{-1}$	0.17
الكالسيومCa^{2+}	ملي مول . لتر $^{-1}$	20
المغنيسيومMg^{2+}	ملي مول . لتر $^{-1}$	5
الصوديومNa^{+}	ملي مول . لتر $^{-1}$	7.8
البوتاسيومK^{+}	ملي مول . لتر $^{-1}$	2.68
الكلورCl^{-}	ملي مول . لتر $^{-1}$	17.5
SO_4^-	ملي مول . لتر $^{-1}$	10.6
HCO_3^-	ملي مول . لتر $^{-1}$	4.7

* تمت التحاليل في مختبرات تحليل التربة في كلية الزراعة – جامعة بغداد .

سجلت البيانات لصفات النمو الفسلجي عند مرحلة تزهير النبات وكما يلي :

تقدير محتوى الكلوروفيل الكلي في الأوراق (SPAD UNITE) :

حسب محتوى الكلوروفيل في ورقة العلم عند أكتمال التزهير 100 % كمعدل لعشر قراءات عشوائية لكل وحدة تجريبية لورقة العلم للساق الرئيس بجهاز $SPAD_{502}$ ياباني الصنع (10) .

محتوى الماء النسبي للأوراق (%) :

قدّر محتوى الماء النسبي في ورقة العلم عند مرحلة التزهير 100 % (11) . وحسب المعادلة الأتية

$$\text{Relative Water Content} = \frac{FW - DW}{TW - DW} \times 100$$

حيث أن:

FW = الوزن الطري (غم) . DW = الوزن الجاف (غم) . TW =الوزن الممتلئ (غم) .

تقدير محتوى البرولين في الأوراق :

تم تقدير محتوى حامض البرولين وفق طريقة (12) وذلك عند اكتمال مرحلة التزهير % . حيث تم قراءة الأمتصاص بواسطة جهاز قياس الطيف الضوئي Spectrophotometer وعلى الطول الموجي 520 نانومتر ، جرى حساب محتوى حامض البرولين بالمقارنة مع المنحني القياسي لحامض البرولين .

تقدير أنزيمات البيروكسيديز والكاتليز والسوبر أوكسيد دسميوتيز في الأوراق :

أتبعت طريقة (13) لقياس مستوى أنزيمات البيروكسيديز ثم قيست الأمتصاصية للأنزيم في جهاز spectrophotometer على الطول الموجي 436 نانوميتر ، وتم مراقبة التغير بالأمتصاصية لكل 30 ثانية ولمدة خمس دقائق . وطريقة (14) لقياس مستوى أنزيمات الكاتليز ثم قيست الأمتصاصية للأنزيم في جهاز spectrophotometer على الطول الموجي 240 نانوميتر إذ يلاحظ أنخفاض الأمتصاصية مع مرور الوقت. و طريقة (15) لقياس مستوى أنزيمات السوبر أوكسيد دسميوتيز ثم قيست الأمتصاصية للأنزيم في جهاز spectrophotometer على الطول الموجي 420 nm.

النتائج والمناقشة Results and Discussion:

محتوى الكلوروفيل في الأوراق :

تبيّن النتائج الموضحة فـي الجدول (2) الى وجود تأثير معنوي لمستويات الماء المضاف في محتوى صبغة الكلوروفيل في ورقة العلم لنبات الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الـى أنخـفـاض محـتـوى هـذه الصبغة فـي الأوراق، وقـد بلـغ محتواها مـن الكلوروفيل مقدار (33.02 و 34.06) وحدة سباد عـنـد أضافة ماء الـري (50 و 75)% من قيمة الأستهلاك المائي بالتتابع وبنسب أنخفاض مقدارها 7.1 و 4.2 % قياساً الى معاملة المقارنة 100 % وبالتتابع نفسه ويمكن أن يعـزى سبب أنخفاض تركيز صبغة الكلوروفيل بتأثير الأجهاد المائي الى أن معدل التمثيل الضوئي ينخفض نتيجة الأجهاد المائي في التربة والنبات مسببا غلق الثغور وأنخفاض تركيز CO_2 وتغير مكونات السايتوبلازم ، لاسيما لزوجته ، مما يؤثر في أنتقال CO_2 ونشاط الأنزيمات ، كما تفقد الأغشية الخلوية ماءها وكذلك أختزال أنتاج الصبغات النباتية ومنها الكلوروفيل (2) .

كما تشير النتائج فـي الجـدول (2) الى وجود تأثير معنوي لأضافة مستويات البوتاسيوم في محتوى الكلوروفيل الكلي في ورقة العلم لنبات الحنطة أذ بلغ محتواها من الكلوروفيل مقدار(34.15 و 35.27 و 35.83) وحدة سباد عند مستويات البوتاسيوم المضافة (50 و 100 و 150) كغم K.هـ$^{-1}$ بالتتابع وبنسب زيادة مقدارها (8.1 , 11.6 , 13.4) % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم) وبالتتابع نفسه ، وتماثل هـذه النتائج التي توصلنا إليها مـع نتائج (16) الذين وجدوا إن زيادة الإضافة في مستويات البوتاسيوم حققت زيادة معنوية في محتوى الكلوروفيل لأوراق النبات .

كما كان للتداخل بين مستويات الماء المضاف والبوتاسيوم تأثير معنوي في صفة محتوى الكلوروفيل ، إذ بلغت أعلى قيمة لمحتوى الكلوروفيل في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بمستوى 150 كغم K .هـ$^{-1}$ وعـند أضافة ماء ري 100% من قيمة الأستهلاك المائي (37.07) وحدة سباد ، وبلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار (30.14) وحدة سباد في النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم وعند ماء ري مضاف 50 % من الأستهلاك المائي .

جدول (2): تأثير التسميد البوتاسي وماء الري المضاف والتداخل بينهما في محتوى الكلوروفيل الكلي (SPAD unit) في ورقة العلم لنبات الحنطة .

تراكيز البوتاسيوم كغم k / هـ	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	33.86	30.76	30.14	31.59
K 50	35.05	34.39	33.02	34.15
K 100	36.24	35.38	34.19	35.27
K 150	37.07	35.69	34.72	35.83
L.S.D 0.05	2.13			1.23
معدل تأثير الأجهاد المائي	35.56	34.06	33.02	
L.S.D 0.05	1.07			

محتوى الماء النسبي للأوراق % :

تبيّن النتائج الموضحة فـي الجدول (3) الى وجود تأثير معنوي لمستويات الماء المضاف في صفة محتوى الماء النسبي (%) في ورقة العلم لنبات الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الى أنخفاض محتوى الماء النسبي في الأوراق، وقد بلغ محتواها من الماء النسبي مقدار (73.53 و 85.86) % عـنـد أضافة ماء الـري (50 و 75) % من قيمة الأستهلاك المائي بالتتابع وبنسب أنخفاض مقدارها (19.3 و 5.7) % قياساً الى معاملة المقارنة 100 % وبالتتابع نفسه . وهذه النتيجة تؤكد ما ذكره (17) من أن محتوى الماء النسبي يتأثر بالأجهاد المائي أذ أنخفض في أصناف نبات الحنطة المعرضة للأجهاد المائي .

كما تشير النتائج في الجدول (3) الى وجود تأثير معنوي لأضافة مستويات البوتاسيوم في محتوى الماء النسبي % في ورقة العلم لنبات الحنطة أذ بلغ محتواها من الماء النسبي مقداراً (82.24 و 84.79 و 86.96) % عند مستويات البوتاسيوم المضافة (50 و 100 و 150) كغم K.هـ$^{-1}$ بالتتابع وبنسب زيادة مقدارها (2.8 و 6.0 و 8.7)% قياساً الى معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم) وبالتتابع نفسه ، ويمكن أن يعزى ذلك الى دور البوتاسيوم الفعال في تنظيم أستعمال الماء من قبل النبات وخفض معدل النتح عن طريق تنظيمه لعملية فتح وغلق الثغور (18) وجاءت هذه النتائج مماثلة لما توصل إليه (19) والذين وجدوا إن زيادة الإضافة في مستويات البوتاسيوم حققت زيادة معنوية في محتوى الماء النسبي % لأوراق النبات .

جدول (3): تأثير التسميد البوتاسي وماء الري المضاف والتداخل بينهما في محتوى الماء النسبي(%)في ورقة العلم لنبات الحنطة .

تراكيز البوتاسيوم كغم k / هـ	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	87.18	82.34	70.40	79.97
K 50	89.92	84.61	72.19	82.24
K 100	92.05	87.16	75.17	84.79
K 150	95.19	89.33	76.36	86.96
L.S.D 0.05	8.00			4.62
معدل تأثير الأجهاد المائي	91.09	85.86	73.53	
L.S.D 0.05	4.00			

كما كان للتداخل بين مستويات الماء المضاف والبوتاسيوم تأثير معنوي في صفة محتوى الماء النسبي % ، إذ بلغت أعلى قيمة لمحتوى الماء النسبي في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بتركيز 150 كغم K .هـ$^{-1}$ وعند أضافة ماء ري 100 % من قيمة الأستهلاك المائي 95.19 % ، وبلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار 70.40 % في النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم وعند ماء ري مضاف 50 % من الأستهلاك المائي .

محتوى البرولين في الأوراق :

تبيّن النتائج الموضحة في الجدول (4) الى وجود تأثير معنوي لمستويات الماء المضاف في محتوى البرولين في ورقة العلم لنبات الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الى زيادة معدل محتوى البرولين في الأوراق ، وقد بلغ معدل محتوى البرولين في أوراق النباتات مقدار (17.49 و 10.21) ملغم.غم$^{-1}$ عند أضافة ماء الري (50 و 75) % من قيمة الأستهلاك المائي بالتتابع وبنسب زيادة مقدارها (158.3 و 50.8) % قياساً الى معاملة المقارنة 100 % وبالتتابع نفسه . ويذكر أن تراكم البرولين يعد مظهراً تكيفياً في حالات الجهد المائي لكونه وسيلة التنظيم الأزموزي (20) ، أو ربما بسبب تحول بعض الأحماض الأمينية (مثل حامض الكلوتاميك) المتكونة نتيجة لتحلل البروتينات إلى البرولين تحت تأثير الأجهاد المائي (21) وهذا يعني أنّ برولیناً إضافياً غير البرولين المتحرر من البروتين المتحلل قد يتكون تحت تأثير الجهد المائي ليشارك في عملية التنظيم الأزموزي وأتفقت هذه النتائج مع (22) .

كما تشير النتائج في الجدول (4) الى وجود تأثير معنوي لأضافة مستويات البوتاسيوم في محتوى البرولين في ورقة العلم لنبات الحنطة أذ بلغ محتواها من البرولين مقدار (12.29 و 10.85 و 8.80) ملغم.غم$^{-1}$ عند مستويات البوتاسيوم المضافة (50 و 100 و 150) كغم K.هـ$^{-1}$ بالتتابع وبنسب أنخفاض مقدارها (12.3 و 22.6 و 37.2) % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم) وبالتتابع نفسه ، ويمكن أن يعزى سبب هذا الى الدور الفسلجي لهذا العنصر في تحسين نمو النباتات وعملية التمثيل الضوئي وبناء البروتين في النباتات ودوره المحفز لأنتاج منظم النمو السايتوكاينين الذي يؤخر الشيخوخة ومن ثم تأخير هدم البروتينات في النبات مما يؤدي الى خفض البرولين ، مما أنعكس في محتواها من البرولين (23) وأتفقت هذه النتائج مع (24) .

جدول (4): تأثير التسميد البوتاسي وماء الري المضاف والتداخل بينهما في تركيز البرولين (ملغم.غم$^{-1}$ وزن جاف) في ورقة العلم لنبات الحنطة .

تراكيز البوتاسيوم كغم k / هـ	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	8.59	13.33	20.11	14.01
K 50	7.75	10.84	18.30	12.29
K 100	6.41	9.07	17.06	10.85
K 150	4.34	7.59	14.47	8.80
L.S.D 0.05	5.92			3.42
معدل تأثير الأجهاد المائي	6.77	10.21	17.49	
L.S.D 0.05	2.96			

كما كان للتداخل بين مستويات الماء المضاف والبوتاسيوم تأثير معنوي في صفة محتوى البرولين في الأوراق، إذ بلغت أعلى قيمة لمحتوى البرولين في النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم (0 كغمK .هـ$^{-1}$) وعند أضافة ماء ري 50% من قيمة الأستهلاك المائي 20.11 ملغم.غم$^{-1}$، وبلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار 4.34 ملغم.غم$^{-1}$ في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بمستوى 150 كغمK .هـ$^{-1}$ وعند ماء ري مضاف 100% من الأستهلاك المائي .

فعالية أنزيم البيروكسيديز POD :

تبيّن النتائج الموضحة في الجدول (5) الى وجود تأثير معنوي لمستويات الماء المضاف في فعالية أنزيم البيروكسيديز POD في ورقة العلم لنبات الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الى زيادة معدل فعالية أنزيم الـ POD في الأوراق ، وقد بلغ معدل فعالية أنزيم الـ POD في أوراق النباتات مقدار (120.36 و 88.76) وحدة . ملغم$^{-1}$ وزن طري عند أضافة ماء الري (50 و 75) % من قيمة الأستهلاك المائي بالتتابع وبنسب زيادة مقدارها (101.8 و 48.8) % قياساً الى معاملة المقارنة 100 % وبالتتابع نفسه . وهذه النتيجة أيّدت ما ذكره (25,6) على نبات الحنطة الذين لاحظوا زيادة فعالية أنزيم الـ POD في هذه النباتات بزيادة مستويات الأجهاد المائي ، إذ يعمل الأنزيم على أزالة سمية الجذور الحرة ROS بعمله كمجموعة تكميلية يعجل أكسدة البروتون معطياً مركبات ترتبط مع H_2O_2 وبالتالي يؤدي الى تحطم H_2O_2 وبذلك يزيل سميته حيث يحفز ويسرع من تحول H_2O_2 الى ماء و أوكسجين بالأضافة الى دوره في زيادة ثباتية غشاء الخلية والكلوروفيل لذا فأن فعالية إنزيم البيروكسيديز تزداد كأستجابة لكبح التأثير الضار للإجهاد المائي .

كما تشير النتائج في الجدول (5) الى وجود تأثير معنوي لأضافة مستويات البوتاسيوم في فعالية أنزيم الـ POD في ورقة العلم لنبات الحنطة أذ بلغ معدل فعالية أنزيم الـ POD مقدار (95.10 و 86.99 و 72.99) وحدة . ملغم$^{-1}$ وزن طري عند مستويات البوتاسيوم المضافة (50 و 100 و 150) كغم K.هـ$^{-1}$ بالتتابع وبنسب أنخفاض مقدارها (7.9 و 15.8 و 29.3) % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم) وبالتتابع نفسه ، ويمكن أن يعزى سبب ذلك الى تأثير البوتاسيوم في الحد من تحول الأوكسجين الى أنواع الأوكسجين الفعالة الـ ROS وذلك من خلال تنظيمه لعملية فتح وغلق الثغور والمحافظة على كفاءة عملية تثبيت الـ CO_2 ومن ثم المحافظة على كفاءة عملية البناء الضوئي وسلامة عضيات الخلية من ضرر الأكسدة في ظل ظروف الجفاف (26) وأتفقت هذه النتائج مع (24) .

كما كان للتداخل بين مستويات الماء المضاف والبوتاسيوم تأثير معنوي في صفة فعالية أنزيم البيروكسيديز POD في الأوراق ، إذ بلغت أعلى قيمة لفعالية أنزيم البيروكسيديز في النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم (0 كغم K .هـ$^{-1}$) وعند أضافة ماء ري 50 % من قيمة الأستهلاك المائي 139.59 وحدة . ملغم$^{-1}$ وزن طري ، وبلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار 51.29 وحدة . ملغم$^{-1}$ وزن طري في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بمستوى 150 كغم K .هـ$^{-1}$ وعند ماء ري مضاف 100 % من الأستهلاك المائي .

جدول (5) : تأثير التسميد البوتاسي وماء الري المضاف والتداخل بينهما في فعالية أنزيم البيروكسيديزPOD (وحدة . ملغم$^{-1}$ وزن طري) في ورقة العلم لنبات الحنطة .

تراكيز البوتاسيوم كغم k / هـ	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	67.81	102.38	139.59	103.26
K 50	62.11	90.41	132.79	95.10
K 100	57.33	82.33	121.32	86.99
K 150	51.29	79.92	87.75	72.99
L.S.D 0.05	16.37			9.45
معدل تأثير الأجهاد المائي	59.64	88.76	120.36	
L.S.D 0.05	8.19			

فعالية أنزيم الكاتليز CAT :

تبيّن النتائج الموضحة في الجدول (6) الى وجود تأثير معنوي لمستويات الماء المضاف في فعالية أنزيم الكاتليز CAT في ورقة العلم لنبات الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الى زيادة معدل فعالية الكاتليز CAT في الأوراق ، وقد بلغ معدل فعالية أنزيم الـ CAT في أوراق النباتات مقدار (65.32 و 37.23) وحدة . ملغم$^{-1}$ وزن طري عند أضافة ماء الري (50 و 75) % من قيمة الأستهلاك المائي بالتتابع وبنسب زيادة مقدارها (132.7 و 32.6) % قياساً الى معاملة المقارنة 100 % وبالتتابع نفسه . وربما يعود سبب زيادة فعالية إنزيم الـ Catalase الى قدرته على تحطيم الجذور الحرة مما يوفر للنبات فرصة أكبر في النمو والتطور ، وقد يكون سبب زيادة فعالية أنزيم الكاتليز هو أنه أحدى الوسائل لمقاومة ظروف الجفاف التي تؤدي الى أستحداث الجهد التأكسدي المتمثل بزيادة أصناف الاوكسجين الفعالة (ROS) الضارة للنبات لما له من دور في التخلص منها ، والمتمثل بأزالة بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 (27) .

كما تشير النتائج في الجدول (6) الى وجود تأثير معنوي لأضافة مستويات البوتاسيوم في فعالية أنزيم الـ CAT في ورقة العلم لنبات الحنطة أذ بلغ معدل فعالية أنزيم الـ CAT مقدار (45.93 و 41.97 و 29.31) وحدة . ملغم$^{-1}$ وزن طري عند مستويات البوتاسيوم المضافة (50 و 100 و 150) كغم K.هـ$^{-1}$ بالتتابع وبنسب أنخفاض مقدارها (19.3 و 26.3 و 48.5) % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم) وبالتتابع نفسه ، وهذا يتماثل مع نتائج (28) من أن النباتات التي تعاني نقص في تجهيز البوتاسيوم تزداد فيها فعالية أنزيم الـ CAT مقارنة بالنباتات المجهزة بكميات وافرة من البوتاسيوم .

جدول(6): تأثير التسميد البوتاسي وماء الري المضاف والتداخل بينهما في فعالية أنزيم الكاتليز CAT (وحدة. ملغم$^{-1}$ وزن طري) في ورقة العلم لنبات الحنطة .

تراكيز البوتاسيوم كغم k / هـ	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	37.00	55.70	78.10	56.93
K 50	28.60	35.90	73.30	45.93
K 100	25.90	33.30	66.70	41.97
K 150	20.77	24.00	43.17	29.31
L.S.D 0.05	12.64			7.30
معدل تأثير الأجهاد المائي	28.07	37.23	65.32	
L.S.D 0.05	6.32			

كما كان للتداخل بين مستويات الماء المضاف والبوتاسيوم تأثير معنوي في صفة فعالية أنزيم الكاتليزCAT في الأوراق إذ بلغت أعلى قيمة لفعالية أنزيم الكاتليزفي النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم (0 كغمK .هـ$^{-1}$) وعند أضافة ماء ري 50% من قيمة الأستهلاك المائي 78.10 وحدة . ملغم$^{-1}$ وزن طري ، وبلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار 20.77 وحدة . ملغم$^{-1}$ وزن طري في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بمستوى 150 كغمK .هـ$^{-1}$ وعند ماء ري مضاف 100 % من الأستهلاك المائي .

فعالية أنزيم السوبر أوكسيد دسميوتيز SOD :

تبيّن النتائج الموضحة في الجدول (7) الى وجود تأثير معنوي لمستويات الماء المضاف في فعالية أنزيم السوبر أوكسيد دسميوتيز SOD في ورقة العلم لنبات الحنطة . إذ أدى تناقص مستويات الري الى زيادة معدل فعالية أنزيم الـ SOD في الأوراق ، وقد بلغ معدل فعالية أنزيم الـ SOD في أوراق النباتات مقدار (1.159 و 0.898) وحدة . ملغم$^{-1}$ وزن طري عند أضافة ماء الري (50و75)% من قيمة الأستهلاك المائي بالتتابع وبنسب زيادة مقدارها (78.9 و 38.6) % قياساً الى معاملة المقارنة 100 % وبالتتابع نفسه ، وقد تعود الزيادة في فعالية الأنزيمات ومنها الـ SOD بزيادة تعرض أصناف الحنطة الخشنه الى الأجهاد المائي الى التأثير الضار لهذا الأجهاد في زيادة مستويات الـ ROS داخل خلايا النبات مما حفز النبات على مقاومة وكنس تأثير تلك الجذور بواسطة مضادات الأكسدة والمتمثلة بأنزيمات الـ SOD و POD و CAT ، ومن ثمَّ حماية الخلايا من التأثيرات المدمرة للـ (H_2O_2 , O_2^{-}) ، (29) .

كما تشير النتائج في الجدول (7) الى وجود تأثير معنوي لأضافة مستويات البوتاسيوم في فعالية أنزيم الـ SOD في ورقة العلم لنبات الحنطة أذ بلغ معدل فعالية أنزيم الـ SOD مقدار (0.878 و 0.821 و 0.754) وحدة . ملغم$^{-1}$ وزن طري عند مستويات البوتاسيوم المضافة (50 و 100 و 150) كغم K.هـ$^{-1}$ بالتتابع وبنسب أنخفاض مقدارها (23.9 و 28.9 و 34.7) % قياساً الى معاملة المقارنة (بدون بوتاسيوم) وبالتتابع نفسه ، وقد يعزى السبب في ذلك إلى نفس السبب التي ورد ذكره في أنزيم الكاتليز وهذا يتفق مع نتائج (28) من أن النباتات التي تعاني نقص في تجهيز البوتاسيوم تزداد فيها فعالية أنزيم الـ SOD مقارنة بالنباتات المجهزة بكميات وافرة من البوتاسيوم .

كما كان للتداخل بين مستويات الأجهاد المائي والبوتاسيوم المضافة تأثير معنوي في صفة فعالية أنزيم السوبر أوكسيد دسميوتيزSOD في الأوراق إذ بلغت أعلى قيمة لفعالية أنزيم الـ SOD في النباتات غير المعاملة بالبوتاسيوم (0 كغمK .هـ$^{-1}$) وعند أضافة ماء ري 50% من قيمة الأستهلاك المائي 1.747 وحدة . ملغم$^{-1}$ وزن طري ، وبلغت أقل قيمة لهذه الصفة مقدار 0.567 وحدة . ملغم$^{-1}$ وزن طري في النباتات المعاملة بالبوتاسيوم بمستوى (150 كغم K .هـ$^{-1}$) وعند ماء ري مضاف 100 % من الأستهلاك المائي .

جدول (7) : تأثير التسميد البوتاسي وماء الري المضاف والتداخل بينهما في فعالية أنزيم السوبر أوكسيد دسميوتيز SOD (وحدة . ملغم$^{-1}$ وزن طري) في ورقة العلم لنبات الحنطة .

تراكيز البوتاسيوم كغم k / هـ	مستويات الري (من قيمة الأستهلاك المائي)			معدل تأثير البوتاسيوم
	S 100 %	S 75 %	S 50 %	
K 0	0.740	0.977	1.747	1.154
K 50	0.677	0.937	1.020	0.878
K 100	0.610	0.863	0.990	0.821
K 150	0.567	0.817	0.880	0.754
L.S.D 0.05	0.142			0.082
معدل تأثير الأجهاد المائي	0.648	0.898	1.159	
L.S.D 0.05	0.071			

المصـــادر References :

1 - أبو ضاحي، يوسف محمد ومؤيد احمد اليونس . (1988) . دليل تغذية النبات. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر-جامعة بغداد .

2 – عامر ، سرحان أنعم عبده. 2004. أستجابة أصناف مختلفة من قمح الخبز (*Triticum aestivum* L.). للإجهاد المائي تحت ظروف الحقل. اطروحة دكتوراه-كلية الزراعة – جامعة بغداد .

3 - Rahbarian,P.; G. Afsharmanesh and M.H. Shirzadi .2010. Effects of drought stress and manure on relative water content and cell membrane stability in dragonhead (*Dracocephalum moldavica*). Pl. Ecophysiol. 2 : 13-19.

4- Moaveni, P.2011.Effect of water deficit stress on some physiological traits of wheat (*Triticum aestivum* L.). Agric. J. Sci. Res.1(1) 64 – 68.

5- الفتلاوي ، سناء خادم عبد الأمير . 2013. تأثير الرش بحامض الأبسسك في تحمل نبات الحنطة (*Triticum aestivum* L.) النامي تحت مستويات مختلفة من الإجهاد المائي. رسالة ماجستير . كلية التربية للعلوم الصرفة – جامعة كربلاء .

6 - 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.

7- Wu , C. , Wilen R. W. , Robertson A. I. , Gusta I. V. (1999) . Isolation , chromosoml localization and differential expression of mitochondrial manganese superoxide dismutase and chloroplast copper\zinc superoxide dismutase genes in wheat . Pl. Physiol. . 120: 513-520 .

8 -جدوع ، خضير عباس. 2003. زراعة وخدمة محصول الحنطة. وزارة الزراعة – الهيئة العامة للأرشاد والتعاون الزراعي .

9- Page, A.L. ; Miller, R.H. and Kenney, D.R.(1982). Method of Soil Analysis . 2nd (ed), Agron. 9, Publisher ,Madiason, Wisconsin .

10- Reynolds, M. P, P. R .singh, A. Ibrahim, O. A. A. Ageeb, A. Larque saavedra and J. S. Quik. 1998. Evaluating physiological traits to complement empirical selection of wheat in warm environments. H. J. Braum etal (Eds). Wheat Prospects for Global Improvement.143-152.

11-- Siddique, M. R.; M. S. Ahamid and I. Islam. 2000. Drought stress effects on water relation of wheat. Bot. Bull. Acad. Sin. 41: 35 -39.

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

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

14-Aebi,H.,(1983).Catalase in vitro, Methods of Enzymology,105:121-126.

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

16- Asgharipour, M.R. and M . Heidari .2011. Effect of potassium supply on drought resistance in sorghum: plant growth and macronutrient content.Pak. J. Agric. Sci., 48(3):197-204.

17- Bano, A. ;Ullah, F. and Nosheen, A. (2012). Role of abscisic acid and drought stress on the activities of antioxidant enzymes in wheat. Plant Soil Environ., 58 (4): 181–185.

18-Armengaud, P.; R. Breitling, and A. Amtmann. 2004. The potassium- Dependent transcriptome of Arabidopsis reveals a prominent role of Jasmonic acid in nutrient signalling. Pl. Physiol. 136:2556–2576.

19- Alderfasi, A.A. and Y.A. Refay. 2010. Integrated use of potassium fertilizer and water schedules on growth and yield of two wheat genotypes under arid environment in Saudi Arabia . 1- Effect on growth characters. Amer. Eur. J. Agric. And Environ. Sci., 9 (3) : 239-247.

20- Taylor , N.L. , David , A. & Millar , A. H. 2002 . Environmental stress causes oxidative damage to plant mitochonderia leading to inhibition of Glycine decarboxylase. J. Biol. Chem., 277(45) : 42663-42668 .

21- Pirjo, M. 1999. Foliar application of Glycine beatine and physiological response in Tomato & Turnip rape. University of Helsinki, Finland. 52: 9- 19.

22-Nazarli , H. and Faraji , F. (2011) . Response of Proline , Soluble sugars and antioxidant enzymes in wheat (*Triticum aestivum* L.) to different irrigation regimes in greenhouse condition .Vol. XLIV , No. 4 (148).

23-Mujtaba , S.M., Muhammad A. , M.Y. Ashraf , B. Khanzada, S..M. Farhan, M.U. Shirazi, M.A. Khan , A. shereen and Mumtaz . 2007. Physiological responses of wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes under water stress conditions at seedling stage. Pak. J. Bot., 39 (7) : 2575-2579.

24 - الجبوري ، بسمه عزيز حميد . 2013 . تأثير مستويات مختلفة من رطوبة التربة والبوتاسيوم في نمو وحاصل الحنطة *Triticum aestivum* L. (صنف سالي) . رسالة ماجستير . كلية التربية للعلوم الصرفة – جامعة كربلاء .

25- Sharifi, P. ; Amirnia, R., Hadi, H. , Majidi, E., Nakhoda, B. , Moradi, F., Roustaii, M. and Alipoor, H. M. (2012). Relationship between drought stress and some antioxidant enzymes with cell membrane and chlorophyll stability in wheat lines. African. J. Microbiol. Res. , 6(3): 617-623.

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

27- Gara, L. D., M. C. Pinto, F. Tommasi(2003).The antioxidant systems vis-á-vis reactive oxygen speciesduring plant-pathogen interaction, Pl. Physiol. and Biochem. 41: 863-870.

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

29-Ahmadizadeh, M.Valizadeh M., Zaefizadeh M.and Shahbazi H.(2011).Antioxidative protection and electrolyte leakage in durum wheat under drought stress condition. J. Appl. Sci. Res. , 7(3):236-246.