تأثير الإجهاد المائي وبيروكسيد الهيدروجين والبوتاسيوم في نمو وحاصل الذرة الصفراء (*Zea mays* L.)

اسماعيل خليل السامرائي
حمدالله سليمان راهي
قسم علوم التربة والموارد المائية / كلية الزراعة / جامعة بغداد
اسعد كاظم عبدالله
قسم علوم الحياة / كلية التربية للعلوم الصرفة (ابن الهيثم) / جامعة بغداد

استلم البحث في : 2013/9/10 ، قبل البحث في : 2013/12/4

الخلاصة

نفذت تجربة حقلية للموسم الخريفي2011 في حقل قسم علوم المحاصيل الحقلية / كلية الزراعة/ جامعة بغداد لدراسة تأثير التداخل بين ثلاثة مستويات من الإجهاد المائي عندما يستنزف 40 و60 و80 % من الماء الجاهز (D1 وD2 وD3) على التتابع ، و تنقيع بذور الذرة الصفراء بثلاثة تراكيز من بيروكسيد الهيدروجين (0 و 15 و 30) مليمول. لتر$^{-1}$ ، وأضافة البوتاسيوم رشاً على الجزء الخضري بتركيز 3000 ملغم k.لتر$^{-1}$ على شكل K_2SO_4 (K%41) وذلك بعد 45 يوماً من البزوغ في نمو وحاصل الذرة الصفراء صنف بحوث 106، نفذت عمليات الحراثة والتنعيم والتسوية وقسمت الارض تبعاً للتصميم المستعمل (Split Split Plot Design) ضمن تصميم القطاعات الكاملة المعشاة RCBD، اذ كانت الإجهادات المائية العامل الرئيس والبوتاسيوم العامل الثانوي وبيروكسيد الهيدروجين تحت الثانوي.
أشارت النتائج إلى ان الإجهاد المائي العالي (D3) وبيروكسيد الهيدروجين بتركيز 30 مليمول أثر بشكل معنوي في انخفاض مؤشرات النمو المتمثلة بالمساحة الورقية والوزن الجاف ووزن 500 حبة وحاصل الحبوب والحاصل البايولوجي بينما سلك البوتاسيوم سلوكاً مخالفاً إذ ادى إلى زيادة معنوية للصفات المدروسة اعلاه قياساً بعدم اضافته.

الكلمات المفتاحية : الإجهاد المائي ، بيروكسيد الهيدروجين ، البوتاسيوم ، الذرة الصفراء

المقدمة

يعد الإجهاد المائي واحداً من أهم الإجهادات غيرالحيوية المحددة لأنتاجية المحاصيل لاسيما الذرة الصفراء [1] إذ يسبب انخفاضاً اكثر من 50% من معدل الحاصل في العالم [2] كما تشير العديد من الدراسات إلى أن الإجهاد المائي يسبب العديد من التغيرات الفسيولوجية والكيميائية في النبات التي تؤدي إلى اختزال نمو النبات لاسيما انخفاض حجم الورقة، واستطالة الساق، وتوسع الجذور، وانخفاض كفاية استعمال الماء [3] وكذلك يثبط استطالة الخلايا وانقسامها [4] ويؤدي إلى غلق الثغور وانخفاض معدلات النتح والإجهاد المائي في أنسجة النبات [5] كما يسبب انخفاضاً في الفعاليات الأيضية، مثل عملية التمثيل الضوئي، والتنفس، وأمتصاص الايونات، والنقل، والكاربوهيدرات، وأيض المغذيات، ومحفزات النمو [6] و [7] كما يقوم بتثبيط الفعاليات الأنزيمية [8] و يؤدي إلى تراكم المواد الذائبة العضوية ايضاً مثل Proline, Mannitol, Sorbitol ومنظم النموالابسيسك اسد و تحفـيز المركبات الكابحة للـجذور الحرة مثل Ascorbate , Glutathione , α tocopherol وتصنيع بروتينات جديدة و mRNAs [9] .

يعد بيروكسيد الهيدروجين سيفاً ذا حدين، إذ انه في التراكيز الواطئة يكون بمثابة أشارة جزيئية معقدة تسبب تحمل النبات ضد الإجهادات الحيوية وغير الحيوية [10] و [11] و [12] أما التراكيز العالية من بيروكسيد الهيدروجين فينتج منها تحرير العوامل المحثة للموت الخلوي المبرمج Programmed cell death [13] يساهم بيروكسيد الهيدروجين في العديد من الآليات المقاومة عن طريق تعزيز جدار الخلية عبر تكوين اللكنين (Lignifications) وهذا المركب مهم جداً لأنه وسيلة حماية ودفاع ضد الإصابات المرضية و إنتاج المواد الدفاعية Phytoalexins وتحسين المقاومة [14]. يعمل افراز بيروكسيد الهيدروجين داخل النبات على قتل المسببات المرضية مباشرةً أو تحفيز الجينات الدفاعية لتحد من الأصابة من الميكروب[15]. أقترح[16] ان بيروكسيد الهيدروجين ليس أشارة جزيئية دفاعية ولكن له وظيفة ايضاً بأرسال ايعازات جزيئية متعلقة بنمو وتطور النبات ، كما يكون المفتاح التنظيمي لمدى واسع من العمليات الفسيولوجية مثل الشيخوخة [17] و [18]، وعمليات التمثيل الضوئي، والتنفس الضوئي [19]، و حركة الثغور [20]، ودورة الخلية [12] .

يعمل البوتاسيوم على تحمل النبات للجفاف ويقلل من التاثيرات الضارة في نمو النبات [21] إذ يقوم البوتاسيوم بوظائف عديدة ومهمة في زيادة مقاومة النبات للجفاف من خلال تنظيم عملية فتح وغلق الثغور وتنظيم الازموزية أو حالة الطاقة وموازنة الشحنة وتصنيع البروتين [22] و [23] كما ان للبوتاسيوم دوراً في حماية النبات من الإجهاد المؤكسد إذ ان تحسين تغذية النبات بالبوتاسيوم يقلل من إنتاج Reactive Oxygen Species (ROS) وذلك من خلال خفض فعالية أكسدة NADPH والمحافظة على نقل الالكترونات في اثناء عملية التمثيل الضوئي[24]. لذا تهدف الدراسة إلى دور البوتاسيوم في تقليل التداخل السلبي لأجهادي الجفاف وبيروكسيد الهيدروجين في نمو وحاصل الذرة الصفراء .

المواد وطرائق العمل

نفذت تجربة حقلية للموسم الخريفي 2011 في حقل قسم علوم المحاصيل الحقلية الواقع ضمن دائرة عرض 33.2 شمالاً وخط طول 44.24 شرقاً وارتفاع 34.1م فوق سطح البحر، زرعت بذور الذرة الصفراء في 2011/8/1 بوضع 3-4 بذرة في كل جورة (حفرة) ثم خفت البادرات البازغة إلى نبات واحد بعد أسبوعين من الزراعة ، المسافة بين خط وآخر 75 سم، وجورة وآخرى 25 سم ، نفذت عمليات الحراثة والتنعيم والتسوية وقسمت الارض تبعاً للتصميم المستعمل(Split Split Plot Design) ضمن تصميم القطاعات الكاملة المعشاة RCBD ، أشتملت الدراسة على ثلاثة مستويات من الإجهاد المائي عندما يستنزف 40 و60 و80 % من الماء الجاهز (D1 وD2 وD3) على التتابع ، نقعت بذور الذرة الصفراء بثلاثة تراكيز من بيروكسيد الهيدروجين (0 و 15 و 30) مليمول مدة 24 ساعة، أما البوتاسيوم فقد أضيف رشاً على الجزء الخضري بتركيز 3000 ملغم k.لتر-1 على شكل K2SO4 (K%41) وذلك بعد 45 يوماً من البزوغ، اذ كانت الإجهادات المائية العامل الرئيس، والبوتاسيوم العامل الثانوي، وبيروكسيد الهيدروجين تحت الثانوي ، في الواح ابعادها (2 م × 3 م) ، وتركت فواصل بين الالواح والمكررات بمقدار 1 م لمنع تسرب الماء والاسمدة إلى المعاملات . أستخدمت الطريقة الوزنية بأخذ عينات بوساطة مثقاب التربة قبل اكثر من يومين لمعرفة نسبة الرطوبة في التربة لغرض الري حسب المعاملات. وقد حدد الماء الجاهز من خلال الفرق بين نسبة الرطوبة عند الإجهادين 33 و 1500 كيلوباسكال ، ولحساب كمية الماء المضاف حسب المعاملات لتعويض الاستنزاف الرطوبي عند السعة الحقلية استعملت معادلة [25] . قدرت المساحة الورقية حسب طريقة[26] وقدر الوزن الجاف للأجزاء الخضرية (الاوراق و السيقان) لكل معاملة (حصدت 10 نباتات محروسة من الخطوط الوسطية من كل وحدة تجريبية) بعد تعديل الوزن على أساس رطوبة 15.5% ، كما قدر حاصل الحبوب ووزن 500 حبة بعد ان فصلت العرانيص وفرطت الحبوب وجففت على درجة حرارة 65 م° مدة 48 ساعة .حسب الحاصل البايولوجي عن طريق جمع حاصل المادة الجافة وحاصل العرانيص . وضعت البيانات في جداول وحللت إحصائياً على وفق التصميم المستخدم واجري التحليل الاحصائي حسب برنامج SAS .

النتائج والمناقشة

يبين الجدول (1) قيم المساحة الورقية عند تعرض نباتات الذرة الصفراء إلى الإجهاد المائي وبيروكسيد الهيدروجين . إذ يلاحظ إن معاملة الإجهاد المائي وبكلا مستوييه D2 و D3 أعطت أوطأ القيم للمساحة الورقية (LSA) بلغت 3834.0 و 2790.3 سم2 وبنسبة انخفاض 25.07 % و 45.46 % على التتابع قياساً مع المستوى D1 الذي اعطى 5116.8 سم2.

ويعزى السبب إلى أن الإجهاد المائي أدى إلى أختزال حجم الخلايا نتيجة لأنخفاض الإجهاد المائي لنسيج الورقة فقلت مقدرتها على الأستطالة . كما يسبب الإجهاد المائي أختزال في تمدد الورقة أو نتيجة لأختزال في عمليات النمو المتمثلة بالأنقسام واتساع الخلية والتمايز الخلوي[27] و[28]. سبب بيروكسيد الهيدروجين بتركيز 15 مليمول زيادة غير معنوية في المساحة الورقية، إذ اعطى أعلى القيم بلغت 4083.2 سم2، كما يلاحظ إن زيادة تركيز بيروكسيد الهيدروجين من صفر إلى 30 مليمول قد أعطت أوطأ القيم للمساحة الورقية بلغت 3660.1 سم2 وبنسبة إنخفاض 8.44 % قياساً بمعاملة عدم اضافة بيروكسيد الهيدروجين (صفر H2O2) الذي اعطى3997.9 سم2 .و يعزى السبب إلى إن بيروكسيد الهيدروجين قد شجع أنبات البذور ونمو الجذور وتوسيعها الذي انعكس ايجابياً على النمو الخضري للنبات [29] و [30] كما تفوقت معاملة اضافة البوتاسيوم على المعاملة من دون اضافة البوتاسيوم في أعطاء أعلى قيم للمساحة الورقية فقد ابدت زيادة مقدارها 22.28 % وكانت قيم المساحة الورقية 4306.0 سم2 عند اضافة البوتاسيوم و 3521.4 سم2 في حالة عدم اضافة البوتاسيوم. وتعزى الزيادة الحاصلة في المساحة الورقية إلى دور البوتاسيوم في تأخير شيخوخة الأوراق وكذلك إلى دوره في تكوين مجموع خضري جيد مما ينعكس على عملية التركيب الضوئي ومن ثم زيادة انقسام الخلايا مما يؤدي إلى زيادة المساحة الورقية للأوراق فضلا عن دوره في زيادة دليل المساحة الورقية وهذا يتفق مع ما جاء به [31] و [32] وبالنسبة إلى التداخل الثلاثي (الإجهاد المائي وبيروكسيد الهيدروجين و البوتاسيوم) فان اضافة البوتاسيوم قد خفف من الضرر الذي سببه العاملان الإجهاد المائي عن المستوى D1 و H2O2 بتركيزصفر مليمول وذلك بزيادة المساحة الورقية من 4846.6 إلى 5346.0 سم2. ومن 2264.3 إلى 2889.8 سم2 عند المعاملة D3 و 30 مليمول H2O2 .

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي في جدول (2) وجود فروق معنوية في وزن المادة الجافة للنباتات الذرة الصفراء عند تعرضها إلى الإجهاد المائي وبيروكسيد الهيدروجين وجهد البوتاسيوم (K-) ، إذ سبب الإجهاد المائي اختزالاً معنوياً في هذه الصفة وبكلا مستوييه D2 و D3 وأعطى أوطأ وزن للمادة الجافة بلغ 8.60 و 5.39 طن . هـ$^{-1}$ وبنسبة إنخفاض 17.06 % و 48.04 % على التتابع وبفارق معنوي عن المستوى D1 الذي أعطى 10.37 طن . هـ$^{-1}$. إن من اسباب انخفاض الوزن الجاف هو تحلل النشا إلى سكريات ذائبة، وتثبيط أنزيم Rubpcarboxylase، وفقدان سعة البلاستيدات، وزيادة تركيز أنزيم Cellelosease المحلل للأنسجة الخلوية، وتثبيط عملية التمثيل الضوئي يسبب أكسدة الحديد بوساطة أنزيم Iron oxidase [33] و [34] أثر تركيز15 مليمول بيروكسيد الهيدروجين معنوياً في وزن المادة الجافة واعطى أعلى وزن لها بلغ 8.46 طن . هـ$^{-1}$ قياساً بمعاملة عدم اضافة بيروكسيد الهيدروجين (صفر H_2O_2) 8.11 طن . هـ$^{-1}$ في حين إنخفضت قيم وزن المادة الجافة معنوياً عند زيادة تركيز بيروكسيد الهيدروجين من صفر إلى 30 مليمول بلغت 7.80 طن . هـ$^{-1}$ وبنسبة إنخفاض 3.8 % قياساً بمعاملة صفر بيروكسيد الهيدروجين. إن المعاملة بيروكسيد الهيدروجين قد حسنت من معدل التمثيل الضوئي الصافي وأختزال معدل النتح نتيجة زيادة كفاية استعمال الماء والأيصالية الثغرية تحت ظروف اجهادات الجفاف[35]. تفوقت معاملة اضافة البوتاسيوم وأعطت زيادة في وزن المادة الجافة قدرها 10.63 % عن المعاملة من دون اضافة البوتاسيوم وكانت قيم وزن المادة الجافة 8.53 طن . هـ$^{-1}$ عند اضافة البوتاسيوم و 7.71 طن . هـ$^{-1}$ في حالة عدم اضافة البوتاسيوم . إن الزيادة الحاصلة في وزن المادة الجافة تعود إلى دور البوتاسيوم في تحفيز عملية التمثيل الضوئي وزيادة كفاية الأوراق في اثناء العملية، إذ إن المادة الجافة للنبات تعد مقياساً للتعبير عن كفاية اعتراض الضوء وتوظيفه في بناء أجزاء النبات [36] . كما إن البوتاسيوم يساعد على تكوين الخلايا السكلارنكيمية ومن ثم زيادة في سمك السيقان وتصلبها الذي ينعكس على زيادة الوزن الجاف للمجموع الخضري [37] فضلاً عن دوره في تنشيط انقسام الخلايا وزيادة النمو[38] وبالنسبة الى التداخل الثلاثي (الإجهاد المائي وبيروكسيد الهيدروجين و البوتاسيوم) فان اضافة البوتاسيوم قد خفف من الضرر الذي سببه العاملان الإجهاد المائي عن المستوى D1 و H_2O_2 بتركيزصفر مليمول وذلك بزيادة حاصل المادة الجافة من 10.05 إلى 10.50 طن . هـ$^{-1}$. ومن 4.49 إلى 5.55 طن . هـ$^{-1}$عند المعاملة D3 و 30 مليمول H_2O_2 . أي ان البوتاسيوم قد زاد حاصل المادة الجافة بمقدار طن تحت تأثير الإجهاد الجفافي وبيروكسيد الهيدروجين .

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي في جدول (3) وجود فروق معنوية في وزن 500 حبة للنباتات الذرة الصفراء عند تعرضها إلى الإجهاد المائي وبيروكسيد الهيدروجين وجهد البوتاسيوم (K-) ، إذ سبب الإجهاد المائي اختزالاً معنوياً في هذه الصفة وبكلا مستوييه D2 و D3 وأعطت أوطأ وزن 500 حبة بلغت 91.20 و 78.67 غم وبنسبة إنخفاض 13.40 % و 25.30% على التتابع وبفارق معنوي عن المستوى D1 الذي اعطى 105.32 غم . أن أنخفاض وصول الماء والمغذيات في اثناء مدة أمتلاء البذرة يؤدي إلى أنكماشها وصغر حجمها وأنخفاض وزنها [39] ويعزى تراجع متوسط وزن 500 حبة إلى كفاية أمتصاص العناصر المعدنية وتراجع معدل نقل نواتج التمثيل الضوئي من المصدر إلى المصب[40] ويمكن أن يؤدي الجفاف إلى تشكيل بذور صغيرة وضامرة ومجعدة بسبب تسريع النضج وتقصير طول مدة إمتلاء البذور Seed filling period ،إذ يؤدي الجفاف إلى تقصير مراحل النمو ، ويجبر النباتات على إكمال دورة حياتها وتشكيل البذور خلال مدة زمنية أقصر [41] إن اضافة بيروكسيد الهيدروجين بتركيز 15 مليمول أثر وبشكل معنوي في وزن 500 حبة واعطى أعلى قيم لهذه الصفة بلغت 97.20 غم قياساً بمعاملة عدم اضافة بيروكسيد الهيدروجين وإنخفضت قيم وزن 500 حبة معنوياً عند زيادة تركيز بيروكسيد الهيدروجين من صفر إلى 30 مليمول بلغت 86.17 غم وبنسبة إنخفاض 6.01 % قياساً بمعاملة صفر بيروكسيد الهيدروجين 91.74 غم . ويعزى السبب إلى أن بيروكسيد الهيدروجين قد حفز انقسام وأستطالة الخلايا وتكوين الجدر الثانوية وتحسين معامل حيوية الجذوروعدد وطول الجذور مما سبب في الامتصاص العالي للنتروجين الذي انعكس ايجابياً في نمو وحاصل النبات [42] و [43] كما تفوقت معاملة اضافة

البوتاسيوم وأعطت زيادة في وزن 500 حبة قدرها 15.53 % عن المعاملة من دون اضافة البوتاسيوم وكانت قيم وزن 500 حبة 98.33 غم عند اضافة البوتاسيوم و 85.13 غم في حالة عدم اضافة البوتاسيوم . يؤثر البوتاسيوم في زيادة منتجات عملية التمثيل الضوئي (زيادة وزن المادة الجافة) ومن ثم تجهيز مواقع النشوء الجديدة (الحبوب) بمتطلباتها من الغذاء المصنع اللازم لديمومتها وامتلائها الذي انعكس في زيادة وزنها فضلاً عن دوره الحيوي في نقل هذه المنتجات وفي زيادة الكمية الممتصة من العناصر التي تساهم هي الاخرى في زيادة وزن الحبة . كما يقوم البوتاسيوم بدور مهم في تحسين كفاية استعمال الماء وظروف نمو النبات وأنقسام الخلية وتصنيع الهايدروكاربون والبروتين والنقل السريع للمواد باتجاه الحبوب [22]. وبالنسبة إلى التداخل الثلاثي (الإجهاد المائي وبيروكسيد الهيدروجين و البوتاسيوم) فان اضافة البوتاسيوم قد خفف من الضرر الذي سببه العاملان الإجهاد المائي عند المستوى D1 و H_2O_2 بتركيزصفر مليمول وذلك بزيادة وزن 500 حبة من 98.62 إلى 112.96 غم. ومن 69.70 إلى 79.89 غم عند المعاملة D3 و 30 مليمول H_2O_2 . يتضح من الجدول (4) إن الإجهاد المائي وبيروكسيد الهيدروجين أثرا وبشكل معنوي في حاصل الحبوب، إذ يلاحظ حصول إنخفاض معنوي في هذه الصفة عند تعرض نباتات الذرة الصفراء إلى الإجهاد المائي وبكلا مستوييه D2 و D3، إذ سجلا أوطأ القيم بلغتا 4.45 ، 3.46 طن.هـ-1 وبنسبة إنخفاض قدرها22.87 % و 40.03 % على التتابع قياساً بالمستوى D1 الذي اعطى5.77 طن.هـ-1. ويعزى سبب أنخفاض الحاصل بسبب أنخفاض النمو الخضري لاسيما المساحة الورقية وأنخفاض تراكم المادة الجافة ووزن 500 حبة في الجداول (1 و 2 و3) [44] . كما ان الإجهاد المائي يؤدي إلى قلة تجهيز مواد التمثيل الضوئي إلى البيضات المخصبة ، مما يسبب إجهاضاً للحبوب الناشئة فيقل عددها ويضمر قسم منها ويقل الحاصل تبعا لذلك . كما يعتقد أن أجهاد الجفاف يؤدي إلى تراكم انواع الاوكسجين الفعالة ROS، والانزيمات الهاضمة، مثل انزيم Lipoxygenase الذي يعمل على هدم البروتين و يحدث خللاً في تجميع الكاربوهيدرات [45]. إن اضافة بيروكسيد الهيدروجين بتركيز 15 مليمول أثر وبشكل معنوي في زيادة حاصل الحبوب واعطى أعلى قيم لهذه الصفة بلغت 4.88 طن . هـ-1 قياساً بمعاملة عدم اضافة بيروكسيد الهيدروجين وإنخفضت قيم حاصل الحبوب وبشكل غير معنوي عندزيادة تركيز بيروكسيد الهيدروجين من صفر إلى 30 مليمول بلغت 4.30 طن . هـ-1 قياساً بمعاملة صفر بيروكسيد الهيدروجين 4.51 طن . هـ-1 . كما بينت النتائج أن أضافة بيروكسيد الهيدروجين بتركيز 15 مليمول ادت إلى تحسين صفة حاصل الحبوب ويعزى السبب إلى أن بيروكسيد الهيدروجين يحث الجينات الوراثية المسؤولة عن العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات لاسيما عنصري البوتاسيوم والكالسيوم [46] و [47] وتفوقت معاملة اضافة البوتاسيوم وأعطت زيادة في حاصل الحبوب قدرها 14.08 % عن المعاملة من دون اضافة البوتاسيوم وكانت قيم حاصل الحبوب 4.86 طن . هـ-1 عند اضافة البوتاسيوم و 4.26 طن . هـ-1 في حالة عدم اضافة البوتاسيوم . إن التغذية الجيدة بالبوتاسيوم لها أهمية في تكوين البروتينات وملئ الحبوب ، وأن البوتاسيوم يعمل على نقل المركبات النتروجينية إلى الحبوب ومن ثم زيادة المحتوى البروتيني وزيادة وزن الحبوب وهذا ما ينعكس على زيادة الحاصل [48] . وبالنسبة إلى التداخل الثلاثي (الإجهاد المائي وبيروكسيد الهيدروجين و البوتاسيوم) فان اضافة البوتاسيوم قد خفف من الضرر الذي سببه العاملان الإجهاد المائي عند المستوى D1 و H_2O_2 بتركيزصفر مليمول وذلك بزيادة حاصل الحبوب من 5.34 إلى 6.12 طن . هـ-1. ومن 3.05 إلى 3.60 طن . هـ-1 عند المعاملة D3 و 30 مليمول H_2O_2 . بينت نتائج التحليل الاحصائي في جدول (5) وجود فروق معنوية في الحاصل البايولوجي لنباتات الذرة الصفراء عند تعرضها إلى الإجهاد المائي وبيروكسيد الهيدروجين وجهد البوتاسيوم (K-) ، إذ سبب الإجهاد المائي اختزالاً معنوياً في هذه الصفة وبكلا مستوييه D2 و D3 وأعطى أوطأ حاصل بايولوجي بلغت قيمته 13.05، 8.89 طن . هـ-1 وبنسبة إنخفاض 19.19 % و 44.95 % على التتابع وبفارق معنوي عن المستوى D1 الذي اعطى 16.15 طن . هـ-1. و يعود سبب الانخفاض لهذه الصفة إلى أن الاجهاد المائي أدى إلى تقليل تراكم المادة الجافة للنبات نتيجة لقلة النمو الخضري المرتبط بالمساحة الورقية ، و نتيجة لتأثير الإجهاد المائي في تقليل امتصاص الماء والمغذيات اللذين لهما دوراً مهماً في عمليات النمو وتراكم المادة الجافة . ففي الإجهاد المائي المنخفض تكون المغذيات N و P و K اكثر جاهزية للنبات مما يزيد من امتصاصها الذي يؤدي بدوره إلى زيادة نمو الخلايا وانقسامها وانتظام عملية التمثيل الضوئي مع زيادة تراكم المادة الجافة في النبات عند الإجهاد المائي المنخفض وتكون الحالة معكوسة بزيادة الإجهاد المائي . تتفق هذه النتائج مع[49] الذين ذكروا أن توافر الرطوبة الملائمة في التربة يؤدي إلى زيادة واضحة في الحاصل البايولوجي لمحصول الذرة الصفراء . أثرت معاملات بيروكسيد الهيدروجين و بتركيز 15 مليمول معنوياً في زيادة الحاصل البايولوجي واعطى أعلى قيم لهذه الصفة بلغت 13.34 طن . هـ-1 قياساً بمعاملة عدم اضافة بيروكسيد الهيدروجين وإنخفضت قيم الحاصل البايولوجي وبشكل معنوي عند زيادة تركيز بيروكسيد الهيدروجين من صفر إلى 30 مليمول بلغت 12.12 طن . هـ-1 وبنسبة إنخفاض 4.11 % قياساً بمعاملة المقارنة صفر بيروكسيد الهيدروجين 12.64 طن . هـ-1. يعمل بيروكسيد الهيدروجين على حث وتفعيل العديد من الأشارات الجزيئية المسؤولة عن الهورمونات النباتية Abscisic acid (ABA) و Ethylene و Jasmonate (JA) و Salicylic acid (SA) [50] وتفوقت معاملة اضافة البوتاسيوم وأعطت زيادة في الحاصل البايولوجي قدرها 11.84 % عن المعاملة من دون اضافة البوتاسيوم وكانت قيم الحاصل البايولوجي 13.41 طن . هـ-1 عند اضافة البوتاسيوم و 11.99 طن . هـ-1 في حالة عدم اضافة البوتاسيوم . اما البوتاسيوم فقد سلك الاتجاه نفسه، اذ ان اضافته أدت إلى زيادة الحاصل البايولوجي لمحصول الذرة الصفراء في الإجهاد المائي المنخفض وانخفض هذا المؤشر بزيادة الإجهادات المائية [51] اللذان اشارا إلى ان للبوتاسيوم دوراً في الحد من تأثير الإجهاد المائي العالي في النبات من خلال آلية فتح وغلق الثغور ، كما قد يعزى السبب الى الدور الذي يؤديه البوتاسيوم في تأثيره في عدد كبير من الانزيمات فضلاً عن زيادة النمو

الخضري والجذري وامتصاص المغذيات[52] و [37] وبالنسبة إلى التداخل الثلاثي (الإجهاد المائي وبيروكسيد الهيدروجين و البوتاسيوم) فان اضافة البوتاسيوم قد خفف من الضرر الذي سببه العاملان الإجهاد المائي عند المستوى D1 و H2O2 بتركيزصفر مليمول وذلك بزيادة الحاصل البايولوجي من 15.38 إلى 16.63 طن . هـ-1. ومن 7.56 إلى 9.18 طن . هـ-1 عند المعاملة D3 و 30 مليمول H2O2. ويستنتج من هذه الدراسة إن عاملا الدراسة الإجهاد المائي وبيروكسيد الهيدروجين سلكا سلوكاً متماثلاً على عكس البوتاسيوم الذي سلك سلوكاً معاكساً لسلوكهما .

المصادر

1-Sallah, P.Y.K.; Antwi, K.O. and Ewool, M.B. (2002) Potential of elite maize composites for drought tolerance in stress and non drought stress environments . *Afr. Crop Sci*. J., 10: 1-9.
2- Wang, W.; Vinocur, B.and Altman, A. (2003) Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. Planta 218:1-14.
3- Jaleel , C.A.; Manivannan, P.; Wahid,A.; Farooq,M.; Al- Juburi, H.J.; Somasundram, R., and Panneerselvam, R. (2009) Drought Stress in Plant : A Review on Morphological Characteristics and Pigments Composition. Int . J . Biol .,11(1): 100-105.
4- Farooq. M ; Wahid, A.; Kobayashi, N.; Fujita, D.and Basra S.M.A. (2009) Plant drought stress effects , mechanisms and mangement . Agron. Sustain. Dev. , 29 : 186 – 212
5- Yordanov , I .; Velikova ,V.and Tsonev,T. (2003) Plant responses to Drought and stress tolerance . Bulg . J . Plant Physiol ., Special Issue . 187-206.
6- Jaleel, C.A.; Gopi, R.; Sankar,B.; Gomathinayagam, M. and Panneerselvam, R., (2008) Differential responses in water use efficiency in two varieties of Catharantius roseus under drought stress . Comp. Rend. Biol., 331: 42-47.
7- Farooq,M.; Basra,S.M.A.; Wahid,A.; Cheema,Z.A., and Khaliq,A.(2008) Physiological role of exogenously applied glycinebetaine in improving drought of fine grain aromatic rice (*Oryza sativa* L.) . J. Agron. Crop Sci ., 194: 325-333.
8- Ashraf , M., and Foolad, M.R. (2007) Roles of glycinebetaine and proline in improving plant abiotic stress resistance . Environ . Exp. Bot. , 59 : 206 – 216.
9- Fukao,T.and Bailey-Serre, J. (2004). Plant responses to hypoxia-is survival a balancing act. Trends in Pl. Sci., 9: 449-456.
10- LaIoi, C., Apel, K.and Danon, A. (2004). Reactive oxygen signaling: the latest news. *Current opinion in plant Biology* 7, 323-328.
11- Mittler, R.; Vanderauwera, S.; Gollery, M.and Van Breusegem, F. (2004). Reactive oxygen gene network of plant. *TRENDS Pl. Sci.* 9(10), 490-498.
12- Dat, J.; Vandenabeele, S.; Vranova, E.; van Montagu, M.; Inze, D.and van Breusegem, F. (2000). Dual action of the active oxygen species during plant stress responses. *Cell. Mol. Life Sci.* 57, 779-795.
13- Dempsey, D.A.and klessig, D.F. (1995). Signals in plant disease resistance. *Bull. Inst. Pasteur.* 93, 167-186.
14- Bozsó, Z.; Ott, P.G.; Szamári, Á.; Zelleng, Á.C.; Varga, G.; Besenyei, E.; *et al* (2005) Early detection of Bacterium–induced basal resistance in Tobacco leaves with diaminobenzidine and dichlorofluorescein diacetate. *J Phytopathology*. 153, 596-607.
15- Foreman, J.; Bothwell, J.H.; Demidchik, V.; Mylona, P.; Miedema,H.;Torres, M.A.; *et al.* (2003) Reactive oxygen species produced by NADPH oxidase regulate plant cell growth. *Nature* 422, 442-446.
16- Bhattachrjee, S (2005). Reactive oxygen species and oxidative burst: Roles in stress, senescence and signal transduction in plant. *Current Science* 89, 1113-1121.
17- Peng, L.T.; Jiang, Y.M.; Yang, S.Z.and Pan, S.Y. (2005). Accelerated senescence of Fresh-cut Chinese water chestnut Tissues in relation to Hydrogen peroxide accumulation. Pl. Physl., 31(5), 527-532.

18- Bright, J.; Desikan, R.; Hancock, J.T.; Weir, I.S.and Neill, S.J. (2006).ABA-induced NO generation and stomatal closure in *Arabidopsis* are dependent on H_2O_2 synthesis. *The Pl. J.* 45., 113-122.
19- Noctor,G.and Foyer,C.H. (1998). Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol Biol.* 49, 249-279.
20- Bright, J.; Desikan, R.; Hancock, J.T.; Weir, I.S.and Neill, S.J. (2006). ABA-induced NO generation and stomatal closure in Arabidopsis are dependent on H_2O_2 synthesis. *The Pl. J.* 45., 113-122.
21- Sangkkara , U.R.; Frehner and Nosberger, M. J. (2001) Influence of soil moisture and Fertilizer potassium on the regetative growth of mungbean (*Vigna radiata* L. Wikzek) and cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) . J. Agron . Crop Sci . 186 , 73 – 81.
22- Marschner , H., (1995) Mineral nutrition of higher plants . Academic Press San Diego , USA .
23- Fusheing , L., (2006) potassium and water Interaction . International workshop on soil potassium and K Fertilizer management . Agricultural college Guangxi university . 1- 32 .
24- Cakmak , I. (2005) the role of potassium in alleviating detrimental effects of biotic stresses in plants . J. plant Nutr. Soil Sci , 168 , 521 – 530 .
25- Kovda , V.A.; VandenBerg,C.; and Hangun R.M. (1973) Drainage and salinity. FAO . UNE Co. London.
26- الساهوكي ، مدحت مجيد . 1990 . الذرة الصفراء أنتاجها وتحسينها . جامعة بغداد. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، العراق .
27- Metealfe J.C.; Davies,W.J and Pereira,J.S. (1990) .Leaf growth of Eucalyptus globules seeding under water deficit . Tree physiol. 6:221-227.
28- Alves , A.A.C., and Srtter,T.L. (2004) Respouse of cassava leaft area expansion to water deficit : Cell proliferation , Cell expansion and delayed development . Ann . Bot . (London) 94:605 – 613 .
29- Gondim . F.A.; Filho, E.G.; Lacerda,C.F.; Prisco, J.T.; Neto, A.D.A., and Marques,E.C. (2010) Pretreatment with H_2O_2 in maize seeds : effects on germination and seedling acclimation to salt stress . Braz. J. Plant Phsiol. ,22(2) : 103 – 112 .
30- Deng, X.P.; Cheng, Y.J.; Wu, X.B.; Kwak, S.S.; Chen, W.; and Eneji, A.E. (2012) Exogenous hydrogen peroxide positively influences root growth and exogenous hydrogen peroxide positively influences root growth and metabolism in leaves of sweet potato seedlings. AJCS 6(11):1572-1578.
31- Wiebold, B. and Scharf,P. (2006) Potassium deficiency symptoms in drought stressed crops, plant stress resistance and the impact of potassium application south china. Agron. J., 98: 1354-1359.
32- Ebrahimi, S. T.; Yarnia,M.; Benam,M.B.K. and Tabrizi, E.F.M. (2011) Effect of potassium Fertilizer on corn yield (Jeta cv.) under Drought stress condition. Am – Euras. J. Agric & Environ. Sci , 10 (2):257 – 263 .
33- Rao, K.V.M.; Raghavendra, A.S. and Reddy, K.J. (2006) Physiology and molecular biology of stress tolerance in plants. Springer, Dordecht, Netherlands: 345 P.
34- Chaves, M.M.;, Flexas,J. and Pinheiro,C. (2009) Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisim for whole plant to cell. Ann. Bot., 105:551-560.
35- He , L.; Gao , Z. and Li, R. (2009) Pretreatment of seed with H_2O_2 enhances drought to lerance of wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings . AFr. J. Biotechnol . Vol. 8(22) , PP. 6151 – 6157 .
36- عيسى ، طالب احمد. 1990. فسيولوجيا نباتات المحاصيل. كتاب مترجم. جامعة بغداد. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.
37- International Potash Institute (IPI).(2000) Potassium in plant production.Basel. Switzerland.

38- Tisdale, S.L.; Nelson, W.L.; Beaton, J.D. and Havlin, J.L. (1997) Soil fertility and fertilizer. Prentice Hall of India. New Delhi.
39- Mut, Z.; Akay, H.and Aydin, N. (2010) Effect of seed size and drought stress on germination and seedling growth of some oat genotypes (*Avena sative* L.). Afric. J. Agric. Res. 5(10): 1101-1107.
40- Iqbal, M. Z.; Kausar, R.; Muhammad, I. and Muhammad, I. (1999).Effect of biopost on different fungal diseases of Wheat.Int. J. of Agric. and Biol.,1(3):114-115.
41- Pierre , C.S.; Pelerson , C.J.; Ross, A.S.; Ohm , J.B.; Verhoeven , M.C.; Larson, M. and Hoefer, B. (2008) White wheat grain quality changes with genotype, nitrogen fertilization, and water stress. Agron. J. 100 : 414-420.
42- Liao, M.; Fillery, I.R.P., and Palta , J.A. (2004) Early vigorous growth is a major factor influencing nitrogen uptake in wheat. Funct.Pl. Biol., 31:121-9.
43- Hameed , A. ; Farooq , S.; Iqbal, N . and Arshad, R. (2004) Influence of Exogenous Application of Hydrogen peroxide on root and seedling Growth on wheat (*Triticum aestivum* L.). Int. J. Agri. Biol. , 6 , NO. 2 – 366 – 369 .
44- Anjum. S.A.; xie, X.Y.; Wang , L.C.; Saleem , M.F.; Man,C., and Lei, W. (2011) Morphological and biochemical responses of plants to drought stress . Afr. J. Agric. Res. Vol. 6(9) , PP. 2026 – 2032 .
45- Bahtangar- Mathur, P.; Devi, M.J.; Vades, V. and Sharma,K.K. (2009) Differential anti oxidative responses in transgenic Peanut bear on relationship to their superior transpiration efficiency under drought stress. J. Pant Physiol., 166: 1207-1217.
46- Liu, Q.; Yu, Z.G.and Kuang, W.C. (2004). Ethylene signal transduction in *Arabidopsis*. J. of Pl. Physiol. and Mol. Biol., 30(3), 241-250.
47- Desikan, R.; Cheng, M.K.; Clarke, A.; Golding, S.; Sagi, M.; Fluhr, R. *et al.* (2004) Hydrogen peroxide is a common signal for darkness- and ABA-induced stomatal closure in *Pisum sativum*. *Funct. Plant Biol.* 31, 913-920.
48- ابو ضاحي ، يوسف محمد ومؤيد احمد اليونس . (1988) . دليل تغذية النبات . مديرية دار الكتب للطباعة والنشر - جامعة بغداد، العراق.
49- Abdelmajid, E.A.; Mustafa, M.A. and Ayed, I. (1982) Effect of irrigation interval, urea and gypsum on N, P, and uptake by forage sorghum on highly saline sodic cla. Exp. Agric. 18:177-182.
50- Quan, L.J.; Zhang, B.; Shi, W.W. and Li, H.Y. (2008) Hydrogen Peroxide in plants; A versatile Molecule of Reactive Oxygen Species Network. Supported by the National Natural Science Foundation of China (30170238; 30670070).
51- محمد ، عبدالعظيم كاظم ومؤيد احمد اليونس. 1991. اساسيات فسيولوجيا النبات . دار الحكمة للطباعة والنشر ، كلية الزراعة. جامعة بغداد.
52- Kraas, A. (1993) Role of potassium in fertilizer nutrient efficiency (cited by).Mengel K and Krans A. 1993. K availability of soils in west Asia and North Africa status and perspectives. Basel. Switzerland. 39- 57.

جدول رقم (1) : تأثير الإجهاد المائي وبيروكسيد الهيدروجين والبوتاسيوم في المساحة الورقية (سم^2) لنبات الذرة الصفراء.

Water stress	- K			+ K			
	H_2O_2			H_2O_2			
	0	15	30	0	15	30	
D1	4846.6	5072.8	4337.8	5346.0	5788.2	5309.4	
D2	3435.0	3340.3	3065.8	4517.9	4551.9	4093.6	
D3	2776.3	2554.4	2264.3	3065.8	3191.9	2889.8	
Water stress	K						Mean
	- K			+ K			
D1	4752.4			5481.2			5116.8
D2	3280.3			4387.8			3834.0
D3	2531.6			3049.1			2790.3
Mean	3521.4			4306.0			
$H_2O_2 * K$	H_2O_2						Mean
	- K			+ K			
0	3685.9			4309.9			3997.9
15	3655.8			4510.6			4083.2
30	3222.6			4097.6			3660.1
Mean	3521.4			4306.0			
LSD 0.05							
D*K* H_2O_2	K* H_2O_2	D* H_2O_2		D*K	H_2O_2	K	D
409.9	1010.8	602.2		296.6	190.1	155.2	190.1

جدول رقم (2) : تأثير الإجهاد المائي وبيروكسيد الهيدروجين والبوتاسيوم في وزن المادة الجافة (طن . هكتار$^{-1}$) لنبات الذرة الصفراء.

Water stress	- K			+ K			
	H_2O_2			H_2O_2			
	0	15	30	0	15	30	
D1	10.05	10.47	9.80	10.50	11.07	10.36	
D2	8.16	8.48	7.89	9.03	9.39	8.72	
D3	4.92	5.17	4.49	6.03	6.23	5.55	
Water stress	K						Mean
	- K			+ K			
D1	10.10			10.64			10.37
D2	8.17			9.04			8.60
D3	4.86			5.93			5.39
Mean	7.71			8.53			Mean
$H_2O_2 * K$	H_2O_2						
	- K			+ K			
0	7.71			8.52			8.11
15	8.04			8.89			8.46
30	7.39			8.21			7.80
Mean	7.71			8.54			
LSD 0.05							
D*K* H_2O_2	K* H_2O_2	D* H_2O_2		D*K	H_2O_2	K	D
0.329	2.128	0.595		0.328	0.136	0.111	0.136

جدول رقم (3) : تأثير الإجهاد المائي وبيروكسيد الهيدروجين والبوتاسيوم في وزن 500 حبة (غم) لنبات الذرة الصفراء.

Water stress	- K			+ K			
	H_2O_2			H_2O_2			
	0	15	30	0	15	30	
D1	98.62	104.45	88.44	112.96	126.10	101.37	
D2	85.13	89.09	81.81	96.70	98.70	95.83	
D3	71.98	76.98	69.70	85.09	88.42	79.89	
Water stress	K						Mean
	- K			+ K			
D1	97.17			113.47			105.32
D2	85.34			97.07			91.20
D3	72.88			84.46			78.67
Mean	85.13			98.33			Mean
$H_2O_2 * K$	H_2O_2						
	- K			+ K			
0	85.24			98.25			91.74
15	90.17			104.40			97.28
30	79.98			92.36			86.17
Mean	85.13			98.33			
LSD 0.05							
D*K* H_2O_2	K* H_2O_2	D* H_2O_2		D*K	H_2O_2	K	D
9.982	12.647	10.864		7.441	2.881	2.352	2.881

جدول رقم (4) : تأثير الإجهاد المائي وبيروكسيد الهيدروجين والبوتاسيوم في حاصل الحبوب (طن . هكتار$^{-1}$) لنبات الذرة الصفراء.

Water stress	- K			+ K			
	H_2O_2			H_2O_2			
	0	15	30	0	15	30	
D1	5.34	5.52	4.98	6.12	6.78	5.91	
D2	4.10	4.61	4.06	4.63	5.13	4.24	
D3	3.23	3.49	3.05	3.67	3.76	3.60	
Water stress	K						Mean
	- K			+ K			
D1	5.28			6.27			5.77
D2	4.25			4.66			4.45
D3	3.25			3.67			3.46
Mean	4.26			4.86			Mean
$H_2O_2 * K$	H_2O_2						
	- K			+ K			
0	4.22			4.80			4.51
15	4.54			5.22			4.88
30	4.03			4.58			4.30
Mean	4.26			4.86			
LSD 0.05							
D*K* H_2O_2	K* H_2O_2	D* H_2O_2		D*K	H_2O_2	K	D
0.654	1.040	0.605		0.421	0.275	0.224	0.275

جدول رقم (5) : تأثير الإجهاد المائي وبيروكسيد الهيدروجين والبوتاسيوم في الحاصل البايولوجي (طن . هكتار$^{-1}$) لنبات الذرة الصفراء.

Water stress	- K			+ K			
	H_2O_2			H_2O_2			
	0	15	30	0	15	30	
D1	15.38	16.01	14.80	16.63	17.88	16.27	
D2	12.29	13.09	11.95	13.66	14.39	12.98	
D3	8.19	8.68	7.56	9.72	10.05	9.18	

Water stress	K		Mean
	- K	+ K	
D1	15.39	16.92	16.15
D2	12.44	13.67	13.05
D3	8.14	9.65	8.89
Mean	11.99	13.41	

$H_2O_2 * K$	H_2O_2		Mean
	- K	+ K	
0	11.95	13.33	12.64
15	12.59	14.10	13.34
30	11.43	12.81	12.12
Mean	11.99	13.41	

LSD 0.05						
D*K* H_2O_2	K* H_2O_2	D* H_2O_2	D*K	H_2O_2	K	D
0.795	3.088	1.062	0.660	0.350	0.286	0.350

Effect of Water Stress and Hydrogen Peroxide and Potassium on the Growth and Yield of (*Zea mays L.*)

Ismail khalil AL-Samerria
Hamadallah Sulaiman Rahi
Department. of Soil and Water Resources /College of Agricuture / University of Baghdad.
Asaad Kadhim Abdullah
Dept. of Biology/ College of Education For Pure Science (Ibn-Haitham)/ University of Baghdad.

Received in : 10/9/2013 , Accepted in : 4/12/2013

ABSTRACT

An experiment was conducted in the field, Department of field crops , College of Agriculture , University of Baghdad during fall season 2011. To study the effect of interaction of water stress and hydrogen peroxide and potassium on the growth and yield of maize plant cultivar Bohooth 106. It Included the study of three levels of water stresses of 40 , 60 and 80% of the available water , (D1 , D2 and D3) respectively, three levels of hydrogen peroxide of concentrations (0 , 15 and 30 Mm), and foliar application of potassium at the concentration of 3000 mg K. L^{-1} K_2SO_4 and without applied potassium.. Split – Split with RCBD design with three replications were used. The levels of water stresses occupied the main plots , potassium levels were in the sub- plots and the maize seed soaked with hydrogen peroxide occupied sub-sub plots.

The results showed that water stress (D3) and H_2O_2 (30) Mm significatly reduced the plant propreties (LSA , dry matter weight , 500 grain weight , grain and biological yield) whereas k significantly increased these plant propreties .

Key words : water stress , hydrogen peroxide , potassium , *Zea mays* .