مجلة المثنى للعلوم الزراعية المجلد (8) العدد(3) لسنة 2021
Al-Muthanna J. For Agric Sci. Print ISSN: 2226-4086 Online ISSN:2572-5149
DOI 10.52113/mjas04/8.3/39

مجلة المثنى للعلوم الزراعية
muthjas.mu.edu.iq

Study of the effectiveness of hydrogen peroxide in improving the germination characteristics of maize seed under water stress

Shatha Abd Al-Hassan Ahmed — **Coll. Agric. - Univ. Baghdad**
Ali Abdul Hadi Hassan — **Office Agric. Res. – Mini. Agric.**

Article Info.
Received 2021 / 4 / 1
Publication 2021 / 6 /7
Keywords
water stress hydrogen peroxide imbibition rate

Abstract

A factorial experiment was carried out in the lab. college of Agricultural Engineering Science, University of Baghdad Al- Jadiriyah during year of 2017 With the aim of improving the germination properties of Maize variety of Noor under water stress. According to the Completely randomize design (CRD) with three replications were used in both and two factors: first: it included water tensile treatments by exposing the seeds to a solution of polyethylene glycol PEG 6000 with three levels (0, -4 ,-8) Bar, while the second factor with three concentrations of the compound peroxide Hydrogen H2O2 with a concentration of 50% (0, 10 , 20 mg L-1). The results showed that water stress had a significant effect on the characteristics of Maize seedlings, as it reduced the level of water stress (-8) bar, the average germination percentage, Average 80.00%, Root Shoot length, 7.900 , 5.22 (cm), respectively, seedling dry weight 269.9 (mg seedlings-1) and Seed vigor index of drought resistance 0.781, while treatment with compound hydrogen peroxide H2O2 contributed to improving the characteristics of Maize seedlings significantly, as the seed soaking treatment at a concentration of 20 (mg L-1) recorded the highest germination rate of 89.44%, the feather length of 5.90 (cm), and the seedling dry weight 353.6 (mg seedlings-1). Germination and vigor index of drought resistant 1.089. We recommend to soak maize seeds with peroxide Hydrogen H2O2 (10) mg L-1 for 24 h before planting, especially under water stress.

Corresponding author: E-mail(shchshch2016@gmail.com) All rights reserved Al- Muthanna University

***Research paper from PHD thesis for the secondary Author.**

دراسة فعالية مركب بيروكسيد الهيدروجين في تحسين خصائص انبات وبادرات الذرة الشامية تحت الشد المائي

شذى عبد الحسن أحمد — **وزارة الزراعة – دائرة البحوث الزراعية**
علي عبد الهادي حسن — **قسم المحاصيل الحقلية/ كلية علوم الهندسة الزراعية/ جامعة بغداد**

المستخلص

نفذت تجربة عاملية في مختبرات قسم المحاصيل الحقلية - كلية علوم الهندسة الزراعية - جامعة بغداد عام 2017 بهدف تحسين خصائص انبات الذرة الصفراء صنف نور تحت الشد المائي. استخدم التصميم العشوائي الكامل CRD وبثلاث تكرارات وبعاملين الاول: تضمن معاملات الشد المائي وذلك بتعريض البذور لمحلول بولي اثيلين كلايكول 6000 PEG وبثلاث مستويات وهي (0 و -4 و -8) بار، بينما العامل الثاني ثلاث تراكيز من مركب بيروكسيد الهيدروجين ذو التركيز 50% وهي (0 و 10 و 20 ملغم لتر-1) . أظهر النتائج ان الشد المائي أثر معنوياً في خصائص بادرات الذرة الصفراء، اذ خفض مستوى الشد المائي -8 بار متوسط نسبة الانبات اذ بلغت 80.00% وطول الجذير والرويشة 7.900 و 5.22 سم بالتتابع، والوزن الجاف للبادرة 269.9 ملغم بادرة-1 ودليل قوة البذرة لمقاومة الجفاف 0.781، بينما ساهم معاملة بمركب بيروكسيد الهيدروجين في تحسين خصائص بادرات الذرة الصفراء معنويا، اذ سجلت معاملة نقع البذور في تركيز 20 ملغم لتر-1 أعلى نسبة انبات بلغ 89.44% وطول الجذير والرويشة 8.356 و 5.90 سم والوزن الجاف للبادرة 353.6 ملغم بادرة-1 ودليل قوة الانبات لمقاومة الجاف 1.089. نوصي بنقع بذور الصفراء بمركب بيروكسيد الهيدروجين بتركيز 10 ملغم لتر-1 تحت الشد المائي.

.كلمات مفتاحية: الشد المائي، بيروكسيد الهيدروجين، معدل التشرب، طول الجذير
البث مستل من اطروحة دكتوراه للباحث الثاني*

المقدمة

تعتمد دراسات الشد المائـي على تعريض النباتات إلى بيئات ذات رطوبة منخفضة نسبياً وتتم باستعمال بعض المركبات العضوية الكيميائية لخفض جهد الماء ومنها مركبات المانيتول Mannitol أو بولي أثيلين كلايكول Polyetheylen glycol (PEG) التي تعتمد على مبدأ زيادة لزوجة الماء (Skribanek و Tomcsanyi،2008). إتضح في ضوء استعراض العديد من الدراسات منذ سبيعنات القرن الماضي، ان PEG هو أكثر المواد استعمالاً في اختبارات تحمل النباتات للشد المائـي كونه يعمل على خفض جهد الـماء، اذ يقوم بإضعاف قدرة النبات على إمتصاص الـماء إلى المستوى الذي يحاكي ما يحدث في الطبيعة تحت ظروف الشد المائـي. أكدت دراسات عدة ان الذرة الصفراء حساسة جداً للشد المائـي أثناء مرحلتي الانبات والبزوغ مسبباً خفض نسبتها ومعدل نمو البادرات اذ تتأثر خصائص بادرات الذرة الصفراء تحت الشد المائـي المختبري عند استعمال لخمسة مستويات من الشد المائي (0 ، - 3 ، - 6 ، - 9 و - 12 بار) اذ انخفض بشكل كبير كل من طول الرويشة والجذير للبادرات وسجلت متوسطات بلغت 3.15 و 5.25 و 2.0 و 4.4 و 0.8 و 3.4 و 0.72 و 2.2 و 0.32 و 2.1 سم بالتتابع (Khodarahmpour ،2011). بينت نتائج دراسة Efeoglu وآخرون (2009) إلى ان تعرض بادرات الذرة الصفراء إلى الشد المائـي باستعمال PEG سبب انخفـاضاً معنوياً في محتوى كلوروفيل a و b والكلوروفيل الكلي. كمـا بينت دراسة Liu واخرون (2015) عند استعمال أربعة مستويات من الشد المائـي وهي 0 و 0.49- و0.99- و 0.149- MPa، وجود فروق معنوية في خصائص الانبات لبادرات الذرة الصفراء، اذ أعطت متوسطاً بلغ 3 و 6 و 10 و 20 سم بالتتابع لطول الجذير ومتوسطاً بلغ 1 و 1.5 و 3.5 و 12 سم لطول الرويشة. بينت نتائج دراسة Nada و Hamza (2019) تأثير معنوي لمستويات الشد المائي حول خصائص انبات الذرة الصفراء صنف بغداد3، عند استعمال (-5 و-8 و-11) بار، وسجلت أعلى انخفاض لنسبة الانبات بلغ 30.4% و لطول 1.0 سم، وعزى ذلك وجود الماء ضروريا للعمليات الحيوية ومنها النمو وانقسام الخلايا في منطقة التمايز كالجذير. يعد مركب بيروكسيد الهيدروجين سلاحاً ذو حدين، إذ انه يعمل فـي التراكيز القلية بمثابة إشارة جزئية معقدة تساهم علـى تحمل النباتات للإجهادات الحيوية واللاحيوية، أما فـي التراكيز العالية تعمل علـى تحرير العوامل المحثة للموت الخلوي المبرمج (Mittler ، وآخرون، 2004). أي عندما يتم الحفاظ على كمية مناسبة من H_2O_2 أي ضمن المستوى الطبيعي ومناسب، فإنه يعمل كمرسِل للإشارات الكيميائية لحماية النبات من الاجهادات وتحفزها على تحمل الشدود (Li وآخرون،2011). كمـا ان من أهم وظائف H_2O_2 يعمل علـى تشجيع الانبات وزيادة نمو الجذور وتوسيعها وانعكاسها علـى الجزء الخضري للنبات (Gondim وآخرون،2010 و Deng وآخرون، 2012). كما انه يساهم فـي العديد من آليات زيادة التحمل للشدود عن طريق تعزيز وحماية جدار الخلية من خلال منع تكوين اللكنين، وتحفيز الجينات الدفاعية (Bozso وآخرون، 2005). كما تشير دراسة Luo وآخرون (2012) ان H_2O_2 يساهم في مختلف العمليات البايوكيميائية والفسيولوجية للنبات، من خلال تحفيز الانبات ونمو الجذور، من خلال توجيه الانتحاء الارضي للجذور وتطور الجذور الجانبية. وجد Abass و Mohamed (2011) إلى أن الاضافة الخارجية H_2O_2 تحت الشد المائي أدت إلى تحسين مستوى هرمونات النمو ومنها زيادة محتوى IAA و GA3.

المواد وطرائق العمل:

نفذت تجربة مختبرية سنة 2017 في مختبر زراعة الانسجة التابع لقسم المحاصيل الحقلية-كلية علوم الهندسة الزراعية-جامعة بغداد، بهدف معرفة دور مركب بيروكسيد الهيدروجين في تحسين خصائص انبات الذرة الصفراء الشامية تحت الشد المائي. طبقت تجربة عاملية بتصميم تام التعشية (CRD) وبثلاث تكرارات، وبعاملين الاول: تضمن ثلاث مستويات من الشد المائي وذلك بتعريض البذور لمحاليل من Polyetheylen 6000 glycol (PEG) ، وهي (0 و -4 و -8) بار، واعطيت لها P_0 و P_1 و P_2 ، بينما العامل الثاني تضمن تحفيز البذور بالنقع لمدة 24 ساعة بثلاث تراكيز من مركب بيروكسيد الهيدروجين Hydrogen peroxide H_2O_2 السائل ذو التركيز 50% وهي (0 و 10 و 20) ملغم لتر$^{-1}$ ورمز لها H_0 و H_1 و H_2. (khalil واخرون، 2011). تم تحضير محاليل الشد المائي بإضافة PEG على وفق ما جاء في طريقة (Michel و

Kaufmann، 1973). اذ تم اختيار بذور سليمة وخالية من أي تكسر أو تلوث ومتجانسة الحجم قدر الامكان وثم غسلت البذور بالماء العادي للتخلص من أي أثار للغبار والاتربة، عقمت البذور بمحلول هايبوكلوريد الصوديوم 1% لمدة 3 دقائق (Ashraf و McNeilly ، 1990)، وبعد ذلك نقعت بالتراكيز التي ذكرت اعلاه، بمقدار ما يضمن غمر وتغطية تامة للبذور بالمحاليل المعدة وفق الدراسة. زرعت البذور بترتيبها على شكل صفوف فوق ورق الترشيح ووضعت في أطباق بتري، وفي كل طبق 20 بذرة، ووضعت في منبتة الانبات تحت درجة حرارة 25 °م ± 5 ومدة اضاءة (8) ساعة والظلام (16) ساعة وفق مصباح النيون العادي الضوء، وبدأ عد إنبات البذور عند ظهور الجذير 2 مم مع استمرار متابعة القراءة الى نهاية التجربة.

الصفات التي درست في التجربة

معدل التشرب (غم 20 بذرة$^{-1}$): وفق معادلة رقم (1). ونسبة الانبات (%) وفق معادلة رقم (2) . وطول الجذير والرويشة (سم): بعد انتهاء مدة التجربة البالغة سبعة أيام بأخذ خمسة بادرات طبيعية وبشكل عشوائي لغرض قياس طول الجذير باستعمال المسطرة، بعد فصله من نقطة اتصاله بالبذرة. والوزن الجاف للبادرة (ملغم بادرة$^{-1}$): بعد انتهاء مدة الفحص البالغة سبعة أيام تم اخذ خمسة بادرة طبيعية وتم فصل الجذير من نقطة اتصاله بالبذرة وفصلت الرويشة من نقطة اتصالها بالسويقة الجنينية الوسطى وتم استبعاد السويقة الجنينية الوسطى وبقايا البذرة ووضع الجذير والرويشة في كيس ورقي مثقب داخل فرن كهربائي لغرض التجفيف على درجة حرارة 60 م° لمدة 24 ساعة ووزنت العينات بواسطة ميزان الكتروني حساس (Hampton وTekrony، 1995). ودليل قوة الانبات لمقاومة الجفاف: وفق معادلة رقم (3). ودليل قوة البذرة لمقاومة الجفاف وفق معادلة رقم (4). دليل صبغة الكلوروفيل (Spad).

- معدل التشرب = $\frac{W1-W0}{W}$ .....(1).

حسب من خلال القانون التالي (Tian واخرون، 2014). اذ ان W1 هو وزن البذور المتشربة، و W0 هو الوزن الأصلي للبذور.

- نسبة الانبات (%) = $(\frac{\text{عددبذورنابتة}}{\text{الكلي عددبذور}})$ *100------- (2)

- دليل قوة الانبات لمقاومة الجفاف = $(\frac{PIS \text{ دليلسرعةالبذورالنابتةتحتالاجهادالمائي}}{PIC \text{ دليلسرعةالبذورالنابتةعندمعاملةالمقارنة}})$ ------- (3).

علماً : PI = عدد البذور النابتة في اليوم الثاني *(1) + عدد البذور النابتة في اليوم الرابع *(0.75) + عدد البذور النابتة في يوم السادس * (0.5) + عدد البذور النابتة في يوم الثامن (0.25). وحسب وفق ما جاء في طريقة (Grzesiak واخرون،2013).

- دليل قوة البذرة لمقاومة الجفاف = $(\frac{VIS \text{ دليلقوةالبذرةتحتالاجهادالمائي}}{PIC \text{ دليلاقوةالبذرةعندمعاملةالمقارنة}})$ ------- (4).

علماً : Sx ،، VI =PI * Sx = هو متوسط طول البادرة في الايام السبعة (Liu واخرون، 2015).

النتائج والمناقشة

1- تأثير الشد المائي في بعض خصائص بذور الصفراء

يشير نتائج جدول (1) إلى وجود فروق معنوية بين المتوسطات معاملات الشد المائي لصفة معدل التشرب، إذ تفوقت معاملة المقارنة النقع بالماء المقطر P0 معنوياً بأعلى متوسط لمعدل التشرب بلغ 0.175 ملغم 20 بذرة$^{-1}$ والتي لم تختلف معنوياً عن P1، في حين أثرت معاملة الشد المائي المختبري P2 في انخفاض معدل التشرب وأعطت متوسط بلغ 0.146 ملغم 20 بذرة$^{-1}$. اما النسبة المئوية للإنبات (%) فقد يبين وجود اختلافات معنوية بين متوسطات معاملات الشد المائي المختبري ، إذ أثرت معاملات الشد المختبري معنوياً في خفض نسبة الإنبات للبذور الذرة الصفراء وحققت المعاملة P2 أقل متوسط بلغ 80.00% قياساً بمعاملة المقارنة P0 التي أعطت أعلى متوسط بلغ 90.56%. الجدول (1) نفسه يشير إلى وجود فروق معنوية بين متوسطات معاملات الشد المائي المختبري وتسببها في انخفاض طول الجذير (سم) ، اذ حققت معاملة P2 أقل متوسط بلغ 7.90 سم، قياساً مع معاملة المقارنة (P0) التي سجلت أعلى متوسط بلغ 8.45 سم. كما ان صفة طول الرويشة (سم) قد سلكت نفس السلوك وتأثرت معنويا تحت الشد المائي، إذ سجلت معاملة المقارنة (P0) أعلى متوسط لطول الرويشة بلغ 6.28 سم، بينما الشد المائي تسبب في خفض طول الرويشة وأعطت معاملة P1 و P2 متوسط بلغ 5.26 و 5.22 (سم) بالتتابع. صفة الوزن الجاف للبادرة (ملغم بادرة$^{-1}$) فقد اختلفت معنوياً

تحت الشد المائي، اذ أعطت معاملة P2 أقل متوسط لهذه الصفة بلغ 269.90 ملغم بادرة$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغ 19.05% عن معاملة المقارنة P0 والتي سجلت متوسط بلغ 333.43 ملغم بادرة$^{-1}$. كما تشير نتائج جدول (1) إلى عدم وجود فروق معنوية لمعاملات الشد المائي المختبري ودليل محتوى الكلوروفيل (Spad). بينما دليل قوة الإنبات لمقاومة الجفاف قد انخفضت معنوياً تحت الشد المائي، اذ أعطت أقل متوسط بلغ 0.83 قياساً مع معاملة المقارنة التي سجلت أعلى متوسط كدليل قوة الإنبات لمقاومة الجفاف بلغ 1.12. أيضا أثرت معاملات الشد في اختزال دليل قوة البذرة لمقاومة الجفاف وحققت المعاملة P2 أقل متوسط بلغ 0.78 قياساً مع معاملة المقارنة التي سجلت أعلى متوسط لدليل قوة البذرة لمقاومة الجفاف بلغ 1.19. ان أهمية الشد المائي المختبري تكمن في صعوبة التعامل مع التجارب الحقلية وتطبيقاتها لدراسات الشد المائي من جهة، ولتجنب أو فصل تداخل العوامل البيئة (اللاحيوية) مع بعضها من جهة أخرى. ان تطبيق الشد بالمستويات العالية من اضافة PEG قد أدى الى تأثيرات عكسية وسلبية في أغلب خصائص الانبات المدروسة، إذ إنخفض معدل تشرب البذور عند المعاملة بالمحاليل PEG نتيجة بطئ وانخفاض معدل دخول الماء للبذرة ويعود ذلك لفرض الية عمل PEG من خلال زيادة لزوجة الماء وبذلك يولد جهد أزموزي ومن ثم تتأثر عملية تشرب وامتصاص البذور للماء. وتتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة Achakzai، (2009) و نتائج Tian وآخرون، (2014) الذين وجدوا انخفاض معدل تشرب بذور الصفراء مع زيادة شدة الشد المائي المختبري. كما ان إنخفاض نسبة الإنبات تحت الشد المائي، قد يعود إلى ان الإجهاد المائي أدى إلى خفض معدل أو بطئ تشرب البذرة جدول (1) وبالنتيجة انخفضت كمية الرطوبة الداخلة إلى البذرة (قل ليونة الجدار الخارجي للبذرة) والعملية هذه قد أدت إلى انخفاض التوصيل الهيدروليكي للبذرة، وبالتالي تأثرت العمليات الايضية والفسيولوجية المسؤولة عن الإنبات وانعكس ذلك سلباً على نسبة الإنبات. وهذا يتفق مع ما ذكره Avramova، وآخرون، (2015). إن إنبات البذور محدد بزيادة وجود الماء، لأن تشرب الماء ضروري جداً للتخلّص من صلابة البذرة وزيادة نسبة الانبات. أو قد يعود الى تثبيط عمل الانزيمات المسؤولة عن الإنبات (مثل الألفا أميليز وبيتا أميليز) ودورها الفعال في تحسين الانبات (Ajouri واخرون، 2004 و Farooq واخرون، 2006). اتفقت هذه النتيجة مع نتائج الباحثين الذين وجدوا انخفاض نسبة الإنبات لبذور الذرة الصفراء تحت الشد المائي المختبري (Golbashy وآخرون، 2012). يلاحظ ان طول الرويشة والجذير من الصفات المهمة جداً تحت الشد المائي، وقد يعود تدهورهما الى اختزال معدل انقسام الخلايا والحد منها في استطالة الجذير والرويشة (Sharafizad وآخرون، 2013 و Avramova، وآخرون، 2015). تتفق هذه النتيجة مع نتائج الباحثين الذين وجدوا انخفاض أو اختزال طول الجذير والرويشة تحت الشد المائي (Ahmad وآخرون،2018). كما ان انخفاض الوزن الجاف للبادرة يعود الى انخفاض طول الجذير والرويشة. ويتفق هذا مع ما وجده Ashagre وآخرون، (2014). يعتبر دليل قوة البذرة لتحمل الجفاف ودليل قوة الانبات لتحمل الجفاف من المؤشرات المهمة جداً تحت الشد المائي وتأتي أهمية ذلك بأنها تعطي دقة عالية في اختبارات التقييم لتحمل الجفاف (Partheeban، 2017). اذ يتأثر دليل قوة الانبات لتحمل الجفاف نتيجة تأخر سرعة الإنبات (زيادة الوقت اللازم للنبات). كما ان تأثر دليل قوة البذرة لتحمل الجفاف عند الشد المائي، قد يكون نتيجة إنخفاض متوسط طول البادرة (طول الرويشة والجذير) تحت الشد المائي وانعكاس ذلك على قوة البادرة التي هي من أهم مؤشرات أو مدخلات تقييم دليل قوة البذرة لتحمل الجفاف. تتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة (Liu وآخرون، 2015 و Bashir وآخرون، 2016 و Partheeban، 2017) الذين وجدوا بأن الشد المائي أثر في انخفاض دليل قوة الإنبات لتحمل الجفاف ودليل قوة البذرة لتحمل الجفاف. قد يعود إنخفاض دليل الكلوروفيل تحت الشد المائي المختبري نتيجة إنخفاض محتوى Aminolevulinic acid (ALA) المسؤول عن انخفاض نشاط Aminolevulinic acid dehydratase-5 (ALAD) وقد يكون ذلك إن الشد المائي أثر على مسار تكوين أو تخليق الكلوروفيل بدلاً من تدهوره (Meeta، وآخرون 2013).

2- تأثير مركب بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 في بعض خصائص بذور الصفراء

توضح نتائج جدول (2) الى عدم وجود فروق معنوية في معدل تشرب البذور ودليل محتوى الكلوروفيل. في حين كان لصفة

نسبة الانبات (%) استجابة معنوية للمعاملة بتراكيز بيروكسيد الهيدروجين، اذ تفوقت معاملة H2 بأعلى متوسط بلغ 89.44% بنسبة زيادة بلغت 9.51% عن معاملة المقارنة H0 النقع بالماء المقطر فقط. كما يشير الجدول (2) أن كلاً من طول الجذير والرويشة (سم) سجلت فروق معنوية عند النقع ببيروكسيد الهيدروجين، اذ تفوقت معاملة H1 معنوياً بأعلى متوسط لطول الجذير لبادرات الذرة الصفراء بلغ 8.46 سم، قياساً مع معاملة المقارنة H0 التي أعطت أقل متوسط بلغ 7.92 سم. ايضا تحقق أعلى متوسط لطول الرويشة عند معاملة H2 بلغ 5.90 سم والتي لم تختلف معنوياً عن معاملة H1 التي سجلت 5.69 سم، بينما أعطت معاملة H0 أقل متوسط بلغ 5.17 سم. وزاد الوزن الجاف للبادرة معنوياً عن معاملة بيروكسيد الهيدروجين وتحديداً المعاملة H2 عند التركيز التي أعطت أعلى متوسط بلغ 353.6 ملغم. أما دليل قوة الإنبات والبذرة لمقاومة الجفاف قد زادت معنوياً تحت عند معاملة بيروكسيد الهيدروجين، اذ أعطت معاملة H2 أعلى متوسط بلغ 1.089 و 1.127 وبنسبة زيادة بلغ 23.46% و 35.13% عن معاملة المقارنة H0 التي سجلت متوسط بلغ 0.882 و 0.834. إن التحفيز هي تقانة يتم من خلالها إحداث تغيرات فسيولوجية على البذور المستهدفة ويتم ذلك باستخدام المركبات الطبيعية أو الصناعية لمعاملة البذور قبل الإنبات. إن عدم معنوية تشرب البذور عند النقع بحامض الكلايسين قد تكون مؤشر ايجابي ويعكس ذلك أن التركيب الكيمياوي لحامض بيروكسيد الهيدروجين قد سلك سلوك مشابه للماء المقطر وبذلك كان دخول الماء (تشرب البذرة) مؤشراً إيجابياً. عند معاملة البذور بمركب بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 ساهم في تحسين خصائص الانبات لبادرات الذرة الصفراء من خلال زيادة نسبة الانبات، وقد يعزى ذلك الى أن محفزات النمو تحث وتساهم في مجموعة واسعة من التغيرات البيوكيميائية التي لها دور مهم في زيادة تحسين خصائص الانبات، من خلال كسر السكون أو التحلل المائي للتخلص من مثبطات النمو وتنشيط الإنزيمات (Ajouri واخرون،2004). ان معاملة النقع بـ H_2O_2 شجع على زيادة نسبة انبات البذور نتيجة أكسدة المثبطات الموجودة في البذور وكذلك زيادة في نشاط مضادات الاكسدة في بذور الذرة الصفراء (Mylona وآخرون، 2007). بينما أشار Ashraf، وآخرون(2015) إلى ان زيادة نسبة الانبات عند المعاملة بالبيروكسيد الهيدروجين تحت الشد المائي قد يعود إلى البدء بالتبكير في تنشيط العمليات الأيضية المختلفة في البذور أثناء فترة الإنبات. كما أن زيادة طول الجذير والرويشة والوزن الجاف للبادرة عند المعاملة ببيروكسيد الهيدروجين، قد يعود إلى ان بيروكسيد الهيدروجين يساهم في زيادة النمو من خلال إستطالة الخلايا وزيادة إنقسام الخلايا ونموها(Li وآخرون، 2011). فضلاً الى دور ومساهمة مركب H_2O_2 على تشجيع الانبات ونمو الجذور الاولية وتوسيعها (Deng وآخرون، 2012). تتفق هذه النتيجة مع ما وجده Abass و Mohamed (2011) أن الاضافة الخارجية من H_2O_2 حفز من نمو الجذور ووزن البادرة تحت الشد المائي. ان مساهمة بيروكسيد الهيدروجين كانت ذات فعالية أكثر وضوحاً على تفوق دليل قوة الانبات ودليل قوة البذرة لمقاومة الجفاف، وقد يعزى ذلك الى تفوق معدل سرعة الانبات ونسبة الانبات. وهذا يتفق مع ما أشار اليه Quan وآخرون، (2008) أن بيروكسيد الهيدروجين يعتبر من أهم العوامل الرئيسة التي يتوسط للتكيف والتحمل مع الاجهادات، ومن ثم يزيد من دليل التحمل للنبات.

3- تأثير التداخل بين عاملي الدراسة في بعض خصائص بذور الصفراء

تشير نتائج جدول (3) إلى وجود تداخل معنوي بين عاملي الدراسة مما يدل على اختلاف سلوكية معاملات النقع بالبيروكسيد باتجاه معاملات الشد المائي، كان نوع التداخل هو اختلاف في كمية الاستجابة وليس في اتجاه الاستجابة اي ان جميع معاملات الشد المائي إنخفض تأثيرها في متوسط طول الرويشة كلما زاد تراكيز بيروكسيد الهيدروجين. كما ان كان التداخل معنوياً في متوسط دليل الكلوروفيل لبادرات الذرة الصفراء، أي يوضح اختلاف معاملات النقع بيروكسيد الهيدروجين باتجاه معاملات الشد المائي، كان نوع التداخل هو اختلاف في كمية الاستجابة وليس في اتجاه الاستجابة اي ان معاملات الشد المائي اختزل تأثيرها في متوسط دليل محتوى الكلوروفيل بزيادة تراكيز البيروكسيد.

جدول (1). تأثير معاملات الشد المائي في بعض خصائص بذور الذرة الصفراء

الصفات المدروسة	معاملات الشد المائي			
	P0	P1	P2	L S D$_{0.05}$
معدل التشرب (غم. 20 بذرة$^{-1}$)	0.175	0.171	0.146	0.014
نسبة الانبات (%)	90.56	84.44	80.00	1.90
طول الجذير (سم)	8.452	8.378	7.900	0.419
طول الرويشة (سم)	6.28	5.26	5.22	0.55
الوزن الجاف للبادرة (ملغم)	333.4	323.0	269.9	13.53
دليل محتوى الكلوروفيل (Spad)	33.33	35.08	34.61	n.s
دليل قوة الانبات لمقاومة الجفاف	1.119	1.026	0.827	0.064
دليل قوة البذرة لمقاومة الجفاف	1.189	1.009	0.781	0.084

جدول (2). تأثير معاملات بيروكسيد الهيدروجين في بعض خصائص بذور الذرة الصفراء

الصفات المدروسة	معاملات بيروكسيد الهيدروجين			
	H0	H1	H2	L S D$_{0.05}$
معدل التشرب (غم. 20 بذرة$^{-1}$)	0.162	0.166	0.164	n.s
نسبة الانبات (%)	81.67	83.89	89.44	1.90
طول الجذير (سم)	7.919	8.456	8.356	0.419
طول الرويشة (سم)	5.17	5.69	5.90	0.55
الوزن الجاف للبادرة (ملغم)	263.7	309.1	353.6	13.53
دليل محتوى الكلوروفيل (Spad)	33.44	34.48	35.11	n.s
دليل قوة الانبات لمقاومة الجفاف	0.882	1.001	1.089	0.064
دليل قوة البذرة لمقاومة الجفاف	0.834	1.018	1.127	0.084

جدول (3). تأثير التداخل بين معاملات الشد المائي وبيروكسيد الهيدروجين في بعض خصائص بذور الذرة الصفراء

معاملات الشد المائي	معاملات بيروكسيد الهيدروجين	معدل التشرب (20 ملغم بذرة$^{-1}$)	نسبة الانبات (%)	طول الجذير (سم)	طول الرويشة (سم)
P0	H0	0.174	88.33	8.023	5.90
	H1	0.173	90.00	8.500	5.93
	H2	0.177	93.33	8.833	7.00
P1	H0	0.169	81.67	8.133	4.77
	H1	0.171	81.67	8.933	5.17
	H2	0.173	90.00	8.067	5.83
P2	H0	0.144	75.00	7.600	4.83
	H1	0.154	80.00	7.933	5.97
	H2	0.140	85.00	8.167	4.87
L S D$_{0.05}$		n.s	n.s	n.s	0.96

معاملات الشد المائي	معاملات بيروكسيد الهيدروجين	الوزن الجاف للبادرة (ملغم)	دليل محتوى الكلوروفيل (Spad)	دليل قوة الانبات لمقاومة الجفاف	دليل قوة البذرة لمقاومة الجفاف

1.000	1.000	36.14	287.3	H0	
1.155	1.115	30.43	339.7	H1	P0
1.410	1.241	33.41	373.3	H2	
0.841	0.906	31.33	269.3	H0	
1.071	1.058	37.08	320.0	H1	P1
1.115	1.113	36.83	379.7	H2	
0.660	0.740	32.84	234.3	H0	
0.826	0.829	35.92	267.7	H1	P2
0.855	0.913	35.08	307.7	H2	
n.s	n.s	5.14	23.44	L S $D_{0.05}$	

References:

Abass, S. M., and H. I. Mohamed .2011. Alleviation of adverse effects of drought stress on common bean by exogenous application of hydrogen peroxide. Bangladesh Journal of Botany., 40(1): 75-83.

Achakzai, A. K. K. .2009. Effect of water stress on imbibition, germination and seedling growth of maize cultivars. Sarhad J. Agric., 25(2): 165-172.

Ahmad, I. A., Din, K. U., ahmad Dar, Z., Sofi, P. A., and A. A. Lone. 2018. Effect of Drought On The Germination of Maize Using PEG (Polyethylene Glycol) As A Substitute For Drought Screening. Bio. Rxiv, 362160.

Ajouri, A., H. Asgedom and M. Becker .2004. Seed priming enhances germination and seedling growth of barley under conditions of P and Zn deficiency. J. Plant Nutr. Soil Sci., 167:630–636.

Ajouri, A., H. Asgedom and M. Becker .2004. Seed priming enhances germination and seedling growth of barley under conditions of P and Zn deficiency. J. Plant Nutr. Soil Sci., 167:630–636.

Ashagre, H., M. Zeleke, M. Mulugeta and E. Estifanos .2014. Evaluation of highland maize (Zea mays L.) cultivars for polyethylene glycol (PEG) induced moisture stress tolerance at germination and seedling growth stages. Journal of Plant Breeding and Crop Science, 6(7): 77-83.

Ashraf, M. A., M. Rasheed, I. Hussain, M. Iqbal, M. Z. Haider, S. Parveen and M. A. Sajid .2015. Hydrogen peroxide modulates antioxidant system and nutrient relation in maize (Zea mays L.) under water-deficit conditions. Archives of Agronomy and Soil Science, 61(4): 507-523.

Ashraf, M., and T. McNeilly.1990. Responses of four Brassica species to sodium chloride. Environmental and Experimental Botany, 30(4), 475-487.

Avramova, V., H. AbdElgawad, Z. Zhang, B. Fotschki, R. Casadevall, L. Vergauwen, D. Knapen, E. Taleisnik, Y. Guisez, H. Asard and G.T.S. Beemster .2015. Drought Induces Distinct Growth Response, Protection, and Recovery Mechanisms in the Maize Leaf Growth Zone. Plant Physiol., 169: 1382-1396.

Avramova, V., H. AbdElgawad, Z. Zhang, B. Fotschki, R. Casadevall, L. Vergauwen, D. Knapen, E. Taleisnik, Y. Guisez, H. Asard and G.T.S. Beemster .2015. Drought Induces Distinct Growth Response, Protection, and Recovery Mechanisms in the Maize Leaf Growth Zone. Plant Physiol., 169: 1382-1396.

Bashir, N., S. Mahmood, Z. U. Zafar and S. Rasul .2016. Is drought tolerance in maize (Zea mays L.) cultivars atthe juvenile stage maintainedat the reproductive stage?. Pak. J. Bot., 48(4): 1385-1392.

Bozso, Z. Ott, P.G. Szamári, Á. Zelleng, Á.C. Varga, G. Besenyei, E. .2005. Early detection of Bacterium–induced basal resistance in Tobacco leaves with diaminobenzidine and dichlorofluorescein diacetate.J Phytopathology.,153:596-607.

Deng, Z. D., Lisanby, S. H., and A. V. Peterchev. 2013. Controlling stimulation strength and focality in electroconvulsive therapy via current amplitude and electrode size and spacing: comparison with magnetic seizure therapy. The journal of ECT, 29(4): 325.

Efeoglu,b., Y. Ekmekci and N. Cicek .2009. Physiological responses of three maize

cultivars to drought stress and recovery . South African J.Bot.,75:34-42.

Farooq, M., S. M. A. Basra, R. Tabassum and I. Afzal .2006. "Enhancing the performance of direct seeded fine rice by seed priming," Plant Production Science, 9(4):. 446–456.

Golbashy, M., M. Ebrahimi, S. K. Khorasani and K. Mostafavi .2012. Effects of drought stress on germination indices of corn hybrids (Zea mays L.). Electronic Journal of Plant Breeding, 3(1): 664-670.

Gondim, F.A. , E.G. Filho , C.F. Lacerda , J.T. Prisco , A.D.A. Neto , and E.C. Marques .2010. Pretreatment with H2O2 in maize seeds : effects on germination and seedling acclimation to salt stress .Braz. J. plant phsiol. ,22(2) : 103 – 112.

Grzesiak, M. T., Waligorski, P., Janowiak, F., Marcinska, I., Hura, K., Szczyrek, P., and T. Głab.2013. The relations between drought susceptibility index based on grain yield (DSIGY) and key physiological seedling traits in maize and triticale genotypes. Acta Physiol Plant, 35, 549-565.

Hampton, J. G., and D. M. Tekrony. 1995. Handbook of vigour test methods. The International Seed Testing Association, Zurich (Switzerland .(PP:117 .

Khodarahmpour, Z. .2011. Effect of drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) on germination indices in corn (Zea mays L.) hybrids. African Journal of Biotechnology, 10(79): 18222-18227.

khalil AL-Samerria, I., Rahi, H. S., & Abdullah, A. K. 2017. Effect of Water Stress and Hydrogen Peroxide and Potassium on the Growth and Yield of (Zea mays L.). Ibn AL-Haitham Journal For Pure and Applied Science, 27(1), 39-49.

Li, T., Li, H., Zhang, Y. X., & Liu, J. Y. 2011. Identification and analysis of seven H2O2-responsive miRNAs and 32 new miRNAs in the seedlings of rice (Oryza sativa L. ssp. indica). Nucleic acids research, 39(7), 2821-2833.

Liu, Zhu, Y, W. Sheng,Y. Zhang, J.Chiu ,T. Yan,J. Jiang, M. M. Tan and A. Zhang .2015. ABA Affects Brassinosteroid-Induced Antioxidant Defense via ZmMAP65-1a in Maize Plants. Plant and Cell physiology, Oxford Univ. J., 57(5):1-44.

Luo, L., Li, F., Zhu, L., Zhang, Z., Ding, Y., and D.Deng .2012. Non-enzymatic hydrogen peroxide sensor based on MnO2-ordered mesoporous carbon composite modified electrode. Electrochimica Acta, 77, 179-183.

Meeta, J., M. Mini, and G. Rekha .2013. Effect of PEG-6000 imposed water deficit on chlorophyll metabolism in maize leaves. Journal of stress Physiology and biochemistry, 9(3.(

Michel, B.E., M.R. Kaufmann .1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physio., 51: 914-917 .

Mittler, R., Vanderauwera, S., Gollery, M., and Van Breusegem, F. 2004. Reactive oxygen gene network of plants. Trends in plant science, 9(10), 490-498.

Mylona, P.V., A.N. Polidoros and J.G. Scandalios .2007. Antioxidant gene responses to ROS-generating xenobiotics in developing and germinated scutella of maize. J. Exp. Bot., 58:1301–1312.

Nada, H. S., and Hamza, J. H. 2019. Priming of maize seed with gibberellin (GA3) to tolerate drought stress field emergence and its properties . Iraq Journal of desert studies , 9(1), 1-12.

Partheeban, C., C. N. Chandrasekhar, P. Jeyakumar, R. Ravikesavan and R.Gnanam .2017. Effect of PEG induced drought stress on seed germination and seedling characters of maize (Zea mays L.) genotypes. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci., 6(5): 1095-1104.

Partheeban, C., C. N. Chandrasekhar, P. Jeyakumar, R. Ravikesavan and R.Gnanam .2017. Effect of PEG induced drought stress on seed germination and seedling characters of maize (Zea mays L.) genotypes. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci., 6(5): 1095-1104.

Quan, L. J., Zhang, B., Shi, W. W., and Li, H. Y. 2008. Hydrogen peroxide in plants: a versatile molecule of the reactive oxygen species network. Journal of Integrative Plant Biology, 50(1), 2-18.

Sharafizad, M., Naderi, A., Siadat, S. A., Sakinejad, T., and Lak, S. 2013. Effect of salicylic acid pretreatment on germination of wheat under drought stress. Journal of Agricultural Science (Toronto), 5(3), 179-199.

Skribanek, A., and A. Tomcsanyi. 2008. Predicting water stress tolerance of malting barley varieties with seedlings PEG -reactions. Acta Biologica Szegediensis. 52(1):187-189.

Tian, Y., B. Guan, D. Zhou, J. Yu, G. Li and Y. Lou .2014. Responses of seed germination,

seedling growth, and seed yield traits to seed pretreatment in maize (Zea mays L.). The Scientific World Journal.,(3): 1- 8.