ISSN:1994-7801
المجلة العراقية لدراسات الصحراء
Iraqi. J. Des. Stud. 8 (2) 79-89, 2018. 2018, 89-79:(2) 8

تنشيط بذور الذرة الصفراء بالجبرلين (3GA) لتحمل إجهاد الجفاف. 1. الإنبات وقوة البادرة

هبة صالح ندى* جلال حميد حمزة**

*وزارة الزراعة - شركة ما بين النهرين العامة للبذور- قسم الذرة الصفراء

**جامعة بغداد - كلية علوم الهندسة الزراعية- قسم المحاصيل الحقلية

*E-mail: j.hamza@coagri.uobaghdad.edu.iq

المستخلص:

نفذت تجربة عاملية تحت ظروف المختبر في العام 2017 في مختبرات الدراسات العليا في كلية علوم الهندسة الزراعية - جامعة بغداد. هدفت التجربة إلى دراسة استجابة بذور اصناف من الذرة الصفراء (بغداد3 وفجر1 والمها وسارة) للتنشيط بحامض الجبريليك 3GA (بتركيز 300 ملغم لتر$^{-1}$ تم نقعها لمدة 24 ساعة) لتحمل إجهاد الجفاف (-5 و -8 و -11 بار) في مرحلة الإنبات. استعمل تصميم تام التعشية (CRD) بتوزيع التجارب العاملية بأربعة تكرارت. أجري التحليل الإحصائي للبيانات وقورنت المتوسطات باستخدام إختبار أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 (أ.ف.م 5%) ، وأجري تحليل الارتباط البسيط بين الصفات التي تم دراستها وهي : نسبة الإنبات في العد النهائي وطولي الجذير والرويشة والوزن الجاف للبادرة ونسبة الجذير إلى الرويشة ومعدل نمو البادرة ودليل قوة البادرة. أظهرت نتائج تحليل التباين وجود فروق معنوية بتأثير التداخل الثلاثي بين الأصناف والتنشيط وإجهاد الجفاف في بعض الصفات التي تم دراستها ، إذ تفوقت معاملة التداخل الثلاثي (بغداد3 × بذور منشطة × -5) معنوياً على بقية المعاملات بإعطائها أعلى متوسط للإنبات في العد النهائي (89.0%) ، ومن دون أن تختلف معنوياً مع المعاملة نفسها عند الجهد الأزموزي -8 او -11 بار ، وتفوقت معاملة التداخل الثلاثي (المها × بذور منشطة × -5) معنوياً على بقية المعاملات بإعطائها أعلى متوسط لطول الجذير (6.2 سم) ، وأعلى متوسط لدليل قوة البادرة (876.5). ونستنتج من ذلك أن هناك دوراً للتركيب الوراثي وعملية تنشيط البذور في تحمل إجهاد الجفاف إلى حد ما. لذا نقترح زراعة أحد الصنفين بغداد3 أو سارة بعد تنشيط بذورهما لتحسين أدائهما تحت ظروف إجهاد الجفاف من عدمه.

الكلمات المفتاحية: تحفيز البذور ، الجهد الأزموزي ، حيوية البذرة ، قوة البذرة ، حامض الجبريليك

PRIMING OF MAIZE SEED WITH GIBBERELLIN (GA3) TO TOLERATE DROUGHT STRESS. 1. GERMINATION AND SEEDLING VIGOUR

Hiba Saleh Nada* **Jalal Hameed Hamza****

***University of Baghdad, College of Agricultural Engineering Sciences, Department of Field Crops.**

Ministry of Agriculture, Mesopotamia State Company for Seed, Department of Maize**

*E-mail: j.hamza@coagri.uobaghdad.edu.iq

ABSTRACT:

A factorial experiment was carried out under laboratory conditions in 2017 at the postgraduate laboratories at the College of Agricultural Engineering Sciences, University of Baghdad. The experiment aimed to study the response of maize cultivars seed (Baghdad3, Fajr1, Almaha and Sara) to be primed with GA3 (soaking seed in 300 mg L^{-1} for 24 hours) to tolerate drought stress (-5, -8, and -11 bar) in germination stage. Complete randomize design (CRD) with four replications was used according to factorial experiments. Data statistical analysis was done and mean were compared using the least significant difference at 5% probability. The simple correlation analysis was done between the studied traits: germination ratio at final count, lengths of root and plumule, seedling dry weight, root to plumule ratio, seedling growth rate and seedling vigour index. The results showed the analysis of variance indicates significant differences in the effect of tri-interaction between cultivars, seed priming and drought stress. The treatment of tri-interaction (Baghdad3 × primed seed × -5) significantly

exceeded the rest of the treatments by giving the highest average of germination ratio at the final count (89.0%) and did not differ significantly with the same treatment at the osmotic potential of -8 or -11 bar. The treatment of tri-interaction (Almaha × primed seed × -5) significantly exceeded the rest of the treatments by giving the highest average length of root (6.2 cm) and the highest mean of seedling vigour index (876.5). It can be conclude that there is a role for genotypes and seed priming process to tolerate drought stress to somewhat extent. Therefore, it can be recommend planting one of the two cultivars of Baghdad3 or Sara after priming their seed to improve their performance under conditions of drought stress or not.
Keywords: seed stimulation, osmotic potential, seed vitality, seed vigour, gibberellic acid

المقدمة:

يعد الجفاف من أهم المشاكل البيئية العالمية التي تحد من إنتاج المحاصيل المختلفة فضلاً عن تهديد الأمن الغذائي العالمي (Mshawer ، 2013). إن أهمية الماء تتجلى في دوره الفاعل في زيادة جاهزية العناصر الغذائية ودوره الفاعل في تنظيم العمليات الحيوية التي يقوم بها النبات عن طريق نمو الخلايا وانقسامها وتطورها ، وتنظيم أهم عملية وهي التمثيل الكربوني (Elsahookie وآخرون ، 2009). إن البذور تحتاج إلى نظام إنزيمي فعال للإنبات والقيام بعمليتي البناء والهدم أثناء عملية الإنبات (Attia و Jadoaa ، 1999). إن هرمون الجبرلين له تأثير كبير في جعل البذرة المعاملة به ذات متطلبات أقل للقيام بعملية الإنبات وتقليل الوقت اللازم للإنبات مما يجنبها الكثير من الظروف البيئية المحيطة بها (Mayer و Poljakoff ، 1989). وإن الغرض من تنشيط بذور الذرة الصفراء بحامض الجبريليك هو لزيادة نسبة الإنبات تحت مدى واسع من الظروف البيئية (Sedghi وآخرون ، 2010).

وجد Swanson و Hunter (1936) اختلافات في متوسط نسبة الإنبات بين بعض الأصناف وقد يكون السبب هو في اختلاف سمك غلاف البذرة ، بينما ذكر Phillips و Youngman (1971) أن بذور الأصناف لايوجد بينها اختلافات في متوسط نسبة الإنبات وهذه النسبة تتراوح مابين89 -96%. بين Ahmed (2017) اختلافات معنوية بين أصناف الذرة الصفراء في نسبة الإنبات وطول الرويشة والوزن الجاف للبادرة. مثلما وجد Al-naqeeb وآخرون (2018) تفوق معنوي لبذور الذرة الصفراء صنف بغداد3 معنوياً على أصناف المها وفجر1 وسارة بإعطاء أفضل نسبة إنبات وأعلى متوسط لطول الجذير وأعلى متوسط لطول الرويشة أعلى متوسط للوزن الجاف للبادرة. أتفق Afzal وآخرون (2002) و Shonjani) 2002) و Siadat وآخرون 2011)) و Tian وآخرون (2014) على أن نقع بذور الذرة الصفراء بحامض الجبريليك زاد من نسبة وسرعة الإنبات في العد الأول والأخير وسرعة الإنبات. وتفوقت بذور الذرة الصفراء المنشطة بحامض الجبريليك معنوياً في طول الجذير والرويشة والوزن الجاف للبادرة بالمقارنة مع معاملة الماء المقطر (Subedi وMa ، 2005). وأشارت نتائج دراسة Siadat وآخرون (2011) إلى التفوق المعنوي لبذور الذرة الصفراء المنشطة بحامض الجبريليك في إعطاء أعلى نسبة إنبات مقارنةً بالبذور غير المنشطة. وبين Sudozai وآخرون (2013) وجود تفوق معنوي في بذور الذرة الصفراء المنشطة عندما أعطت أعلى نسبة إنبات قياساً بالبذور الجافة. إن تنشيط بذور الذرة الصفراء أدى إلى زيادة معدل نسبة الإنبات بالمقارنة مع البذور غير المنشطة (Tian وآخرون ، 2014). وأعطت معاملة بذور الذرة الصفراء المنقوعة بحامض الجبريليك أعلى متوسط إنبات في العد النهائي بالمقارنة مع البذور غير المنقوعة والتي أعطت أقل متوسط في نسبة الإنبات. وبين Ali و Hamza (2014) و Hamza و Ali (2016 و 2017) أن تحفيز بذور الذرة الصفراء بحامض الجبريليك أعطى أعلى متوسط لنسبتي الإنبات في العد الأول والعد النهائي وطول الرويشة وأسرع شروع في الإنبات وأنتهائه وافضل القيم لكل من صفات الوقت المستغرق للانبات ومتوسط زمن الانبات ومعامل سرعة الانبات ودليل متوسط الانبات قياساً بمعاملة عدم التحفيز ، واستنتجا إن نقع بذور الذرة الصفراء بـالـ 3GA زاد من حيوية وقوة البذور من خلال تحسين نسبة الإنبات والصفات المرتبطة. تنتج البذور التي تنمو بشكل سريع في المراحل المبكرة من تكوين النبات بادرات كبيرة وقوية بالمقارنة مع البذور بطيئة النمو. ويعزى السبب في قوة البذرة إلى قدرة البذرة على تكوين نبات يمكنه استعمال مواد التمثيل المخزونة في مدة زمنية معينة من دون اللجوء إلى عملية التمثيل الكربوني والمتمثلة بالوزن الجاف للبادرات ، وعلية فالوزن الأثقل للبادرة يعبر عن نشاطها الجيد (Hussein ، 2003). إن معاملة بذور الذرة الصفراء بمحلول 6000-PEG تحت جهد -1.2 ميكاباسكال يعطي أقل معيار في دليل قوة البادرة وعند تنشيط البذور أدى إلى تفوق معنوي قياساً بمعاملة المقارنة (Dezfuli وآخرون ، 2008). بين Alebrahim وآخرون (2008) وجود تفوق معنوي في بذور الذرة الصفراء المحفزة إذ أعطت أعلى معدل في دليل قوة البادرة بينما أعطت البذور غير المحفزة أقل معدل تحت ظروف الإجهاد المائي. تهدف هذه الدراسة إلى معرفة مدى استجابة بذور أربعة أصناف تركيبية من الذرة الصفراء للتنشيط بحامض الجبريليك 3GA لتحمل إجهاد الجفاف في مرحلة الإنبات.

ISSN:1994-7801
المجلة العراقية لدراسات الصحراء
2018, 89-79:(2) 8
Iraqi. J. Des. Stud. 8 (2) 79-89, 2018.

المواد والطرائق:

نفذت تجربة عاملية تحت ظروف المختبر في العام 2017 في مختبرات الدراسات العليا في كلية علوم الهندسة الزراعية - جامعة بغداد. تضمنت التجربة دراسة تأثير ثلاثة عوامل في الإنبات وقوة البادرة. العامل الأول هو أربعة أصناف من الذرة الصفراء (بغداد3 وفجر1 والمها وسارة) ، والعامل الثاني هو تنشيط البذور عن طريق نقعها بحامض الجبريليك 3GA بتركيز 300 ملغم لتر$^{-1}$ لمدة 24 ساعة (بذور منشطة وبذور غير منشطة) ، والعامل الثالث هو إجهاد الجفاف متمثل بثلاث مستويات من الجهد الأزموزي (-5 و -8 و -11 بار) تحت ظروف المختبر. استعمل تصميم تام التعشية بأربعة تكرارت. تم الحصول على بذور الأصناف أعلاه من قسم بحوث الذرة الصفراء – دائرة البحوث الزراعية – وزارة الزراعة. تم أخذ عينات من البذور وتجزئتها وصولاً إلى العينة العملية التي تجرى عليها الفحوص ، ثم أخذت 100 بذرة نقية لكل معاملة. حُضر محلول النقع بإذابة 300 ملغم من حامض الجبريليك 3GA التجاري الألماني المنشأ ($C_{19}H_{22}O_6$) في لتر من الماء المقطر للحصول على محلول تركيزه 300 ملغم لتر$^{-1}$. زُرعت البذور بأربعة تكرارت لكل معاملة على ورق النشاف بقطر 22 سم بطريقة اللف. تم نقع ورق النشاف بالماء ذو مستويات الجهد الأزموزي المطلوبة عن طريق إذابة كميات محددة (202.2 و 262 و 311.4 غم) من البولي اثيلين كلايكول (6000-PEG) في الماء المقطر وعلى درجة حرارة 25ºم (Michel و Kaufmann ، 1973). وتم دراسة الصفات الآتية:

1- نسبة الإنبات في العد النهائي (%): أُخذت 25 بذرة نقية لكل وحدة تجريبية وزُرعت بشكل متناوب بين طبقتين من الورق النشاف ولفت ووضعت في المنبتة بوضع يكون النمو عمودياً قدر الإمكان تحت درجة حرارة 20 °م ±2 ورطوبة نسبية 80% (ISTA ، 2013). ثُم حُسبت البادرات الطبيعية فقط بعد انتهاء مُدة الفحص (7 يوم) كعد نهائي ، وحُولت النتائج إلى نسب مئوية على وفق المعادلة رقم 1.

$$\text{نسبة الإنبات (\%)} = \frac{\text{عدد البادرات الطبيعية}}{\text{العدد الكلي للبذور المزروعة}} \times 100 \quad \text{--- (1)}$$

2- طولي الجذير والرويشة (سم) والوزن الجاف للبادرة (غم): أخذت 10 بادرات طبيعية بعد انتهاء مُدة الفحص، ثُم فُصل الجذير من نقطة اتصاله بالبذرة وفُصلت الرويشة من نقطة اتصالها بالسويقة الجنينية الوسطى، ثُم قِيسَ طولي الجذير والرويشة كلٌ على حِدة باستخدام المسطرة. بعدها وضعت البادرات في كيس ورقي مُثقب وجُففت على درجة حرارة 80ْم لمدة 24 ساعة (Hampton و Tekrony ، 1995). وحُسب متوسط الوزن الجاف للبادرة بقسمة وزن مجموع البادرات الجافة على عددها.

3- نسبة الجذير إلى الرويشة: حسبت عن طريق قسمة طول الجذير على طول الرويشة.

4-معدل نمو البادرة اليومي (غم يوم$^{-1}$): حسب عن طريق قسمة الوزن الجاف للبادرة على عدد الأيام من الزراعة ولغاية أخذ الوزن الجاف للبادرة (7 أيام).

5- دليل قوة البادرة: حسب وفقاً للمعادلة رقم 2 (Abdul-Baki و Anderson ، 1973).

قوة البادرة = النسبة المئوية للإنبات × (طول الجذير + طول الرويشة) --- (2)

أجري التحليل الإحصائي للبيانات باستعمال برنامج GenStat أصدار 2008 على وفق تحليل التباين لتصميم تام التعشية بأربعة تكرارت ، وقورنت المتوسطات باستخدام إختبار أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05 (أ.ف.م 5%) ، وأجري تحليل الارتباط البسيط بين الصفات التي تم دراستها (Steel و Torrie ، 1980).

النتائج والمناقشة:

نسبة الإنبات في العد النهائي (%)

تشير نتائج تحليل التباين إلى وجود فروق معنوية في هذه الصفة بتأثير الأصناف والتنشيط وإجهاد الجفاف والتداخل الثلاثي فيما بينهم، بينما كان تأثير جميع التداخلات الثنائية غير معنوي، علماً أن التأثير الأعلى للعوامل المستقلة في هذه الصفة يعود لتأثير الجفاف وتلاه تأثير الأصناف ومن ثم تأثير التنشيط (جدول-1).

جدول 1. متوسطات المربعات (MS) لتأثير الأصناف والتنشيط وإجهاد الجفاف في الصفات المدروسة في الذرة الصفراء تحت ظروف المختبر.

مصادر التغاير	درجات الحرية	نسبة الإنبات في العد النهائي	طول الجذير	طول الرويشة	نسبة الجذير إلى الرويشة	الوزن الجاف للبادرة	معدل نمو البادرة اليومي	دليل قوة البادرة
الأصناف	3	5562.7*	9.349*	8.411*	1.3833*	0.05090	0.0010388	243337*
التنشيط	1	11266.7*	4.611	20.020*	0.0123	0.03690	0.0007530	494145*
إجهاد الجفاف	2	18543.2*	53.076*	26.137*	5.2824*	0.02220	0.0004531	1072599*
الأصناف × التنشيط	3	1508.4	1.589	3.304	0.8300	0.05175	0.0010561	32290
الأصناف × إجهاد الجفاف	6	743.8	7.116*	3.450*	0.6308	0.02761	0.0005635	123125*
التنشيط × إجهاد الجفاف	2	1248.2	4.678*	1.413	2.3515*	0.00309	0.0000631	27723
الأصناف × التنشيط × إجهاد الجفاف	6	2002.6*	4.515*	0.999	1.7776*	0.02810	0.0005735	61156*
الخطأ التجريبي	72	362.3	1.245	1.271	0.4349	0.02799	0.0005713	26852

***معنوي عند مستوى 0.05**

تفوق الصنف بغداد3 في إعطائه أعلى متوسط لنسبة الإنبات في العد النهائي (70.7%) من دون أن يختلف معنوياً عن الصنفين سارة والمها ، بينما كان أقل متوسط لهذه الصفة يعود للصنف فجر1 (35.0%) (جدول 2). ربما تتباين هذه الأصناف فيما بينها في عملية التشرب وامتصاص البذرة للماء وامتلاء أنسجتها واستعادة النمو الفعال الناتج من تمزق غلاف البذرة وبزوغ الجذير والرويشة. وهذا يتفق مع نتائج Al-naqeeb وآخرون (2018) الذين وجدوا اختلافاً معنوياً بين أصناف الذرة الصفراء في متوسط نسبة الإنبات في العد النهائي.

أدى تنشيط البذور إلى زيادة نسبة الإنبات في العد النهائي معنوياً مقارنة بالبذور الجافة (غير المنشطة) ، إذ بلغت نسبة الإنبات 67.5 و 45.8% ، على التتابع (جدول 2). ربما يعود السبب إلى فاعلية تنشيط البذور في تسريع سلسلة العمليات الأيضية التي تبدأ بالتشرب وتنتهي بعملية بزوغ الجذير والرويشة عن طريق زيادة حيوية وقوة البذرة ، وهذا يتفق مع Afzal وآخرون (2002) و Siadat وآخرون (2011) و Sudozai وآخرون (2013) و Tian وآخرون (2014) و Ali و Hamza (2014) و Hamza و Ali (2016 و 2017).

إن زيادة الجهد الأزموزي أدت إلى إخفاض نسبة الإنبات في العد النهائي ، إذ أعطت معاملة إجهاد الجفاف (-5 بار) أعلى متوسط لهذه الصفة (77.6%) متفوقة بذلك معنوياً على بقية المعاملات ، وقد أعطت معاملة إجهاد الجفاف (-11 بار) أقل متوسط لهذه الصفة (30.4%) (جدول 2). ربما يعود ذلك إلى الدور الفاعل للماء لأنه وسطاً مذيباً وناقلاً للمواد المهمة والضرورية ومن ثم فأن اي نقص في توافره إلى الحد الحرج سيؤدي إلى تأثر العمليات الحيوية إلتي تتطلب جاهزية الماء لأتمامها بكفاءة عالية.

تفوقت معاملة التداخل الثلاثي (بغداد3 × بذور منشطة × -5) معنوياً على بقية المعاملات بإعطائها أعلى متوسط لهذه الصفة (89.0%) ، من دون أن تختلف معنوياً مع عدد من المعاملات الأخرى (جدول 2) ، ومن هذه المعاملات هي (بغداد3 × بذور منشطة × -8) و (بغداد3 × بذور منشطة × -11) و (سارة × بذور منشطة × -8) و (سارة × بذور منشطة × -11) ، وهذا يشير إلى أن هذين الصنفين يمتلكان الطاقة الكامنة والمقدرة على الاستجابة لعملية تنشيط البذور لتحمل إجهاد الجفاف ، وذلك ربما يعود لطبيعة التركيب الوراثي الذي يختلف نسبياً من صنف لآخر فضلاً عن دور عملية التنشيط في تحسين سلوك البذرة ورفع حيويتها قوتها عن طريق زيادة نشاط العمليات الأيضية فيها.

جدول2. نسبة الإنبات في العد النهائي (%) بتأثير الأصناف والتنشيط وإجهاد الجفاف (الجهد الأزموزي).

التنشيط (نقع البذور بالـ 3GA)	الأصناف	إجهاد الجفاف (الجهد الأزموزي)			التنشيط × الأصناف
		-5 بار	-8 بار	-11 بار	
بذور منشطة	بغداد3	89.0	85.0	74.0	82.7
	فجر1	84.0	61.0	0.0	48.3
	المها	85.0	72.0	22.0	59.7
	سارة	67.0	87.0	84.0	79.3
بذور جافة (غير منشطة)	بغداد3	88.0	65.0	23.0	58.7
	فجر1	45.0	20.0	0.0	21.7
	المها	77.0	75.0	29.0	60.3
	سارة	86.0	31.0	11.0	42.7
أ.ف.م. 5%		37.1			غ.م.
التنشيط					
التنشيط × إجهاد الجفاف	بذور منشطة	81.2	76.2	45.0	67.5
	بذور جافة	74.0	47.8	15.7	45.8
أ.ف.م. 5%		غ.م.			10.7
الأصناف					
الأصناف × إجهاد الجفاف	بغداد3	88.5	75.0	48.5	70.7
	فجر1	64.5	40.5	0.0	35.0
	المها	81.0	73.5	25.5	60.0
	سارة	76.5	59.0	47.5	61.0
أ.ف.م. 5%		غ.م.			15.1
إجهاد الجفاف (الجهد الأزموزي)		77.6	62.0	30.4	
أ.ف.م. 5%		13.1			

ISSN:1994-7801
المجلة العراقية لدراسات الصحراء
2018, 89-79:(2) 8
Iraqi. J. Des. Stud. 8 (2) 79-89, 2018.

طول الجذير (سم):

تشير نتائج تحليل التباين إلى وجود فروق معنوية في هذه الصفة بتأثير الأصناف وإجهاد الجفاف والتداخلين الثنائيين (الأصناف × إجهاد الجفاف و التنشيط × إجهاد الجفاف) والتداخل الثلاثي (الأصناف × التنشيط × إجهاد الجفاف)، بينما كان تأثير التنشيط والتداخل الثنائي (الأصناف × التنشيط) غير معنوي، علماً أن التأثير الأعلى للعوامل المستقلة في هذه الصفة كان يعود لتأثير الجفاف وتلاه تأثير الأصناف ومن ثم تأثير التنشيط (جدول 1). تفوقت بادرات صنف المها معنوياً على بقية الأصناف بإعطائها أعلى متوسط لطول الجذير (2.8 سم) من دون أن يختلف معنوياً عن بادرات الصنف بغداد3، بينما كان أقل متوسط لهذه الصفة هو من نصيب الصنف فجر1 (1.4 سم) (جدول 3). ربما يعود ذلك إلى اختلاف التراكيب الوراثية فيما بينها في طبيعة وسرعة نمو الخلايا وانقسامها مما ينجم عنه تباين طول الجذير فيها. وهذا يتفق مع نتائج Ahmed (2017) و Al-Naqeeb وآخرين (2018). إن زيادة الجهد الأزموزي أدت إلى تقليل طول الجذير، إذ أعطت معاملة إجهاد الجفاف (-5 بار) أعلى متوسط لهذه الصفة (3.5 سم) متفوقة بذلك معنوياً على بقية المعاملات، وقد أعطت معاملة إجهاد الجفاف (-11 بار) أقل متوسط لهذه الصفة (1.0 سم) (جدول 3). ربما يعود ذلك إلى نقص الماء الجاهز في مرحلة حرجة كمرحلة الانبات التي تتطلب توافر الماء لدوره الفاعل في بدأ واستمرار كل العمليات الحيوية التي تؤدي بالنهاية الى الانبات ومنها عمليات نمو وانقسام الخلايا في مناطق التمايز كالجذير. تفوقت معاملة التداخل الثنائي (المها ×- 5 بار) معنوياً على جميع المعاملات الأخرى بإعطائها أعلى متوسط لهذه الصفة (5.6 سم) (جدول 3).

جدول 3 . طول الجذير (سم) بتأثير الأصناف والتنشيط وإجهاد الجفاف (الجهد الأزموزي).

التنشيط (نقع البذور بالـ 3GA)	الأصناف	إجهاد الجفاف (الجهد الأزموزي)			التنشيط × الأصناف
		-5 بار	-8 بار	-11 بار	
بذور منشطة	بغداد3	3.0	2.4	2.0	2.5
	فجر1	2.4	1.6	0.0	1.3
	المها	6.2	2.0	0.8	3.0
	سارة	1.7	2.9	3.1	2.6
بذور جافة (غير منشطة)	بغداد3	2.8	2.4	1.3	2.1
	فجر1	3.6	0.5	0.0	1.4
	المها	5.1	2.2	0.8	2.7
	سارة	3.6	0.4	0.2	1.4
أ.ف.م. 5%		1.6			غ.م.
التنشيط					
التنشيط × إجهاد الجفاف	بذور منشطة	3.3	2.2	1.5	2.3
	بذور جافة	3.8	1.4	0.6	1.9
أ.ف.م. 5%		0.8			غ.م.
الأصناف					
الأصناف × إجهاد الجفاف	بغداد3	2.9	2.4	1.6	2.3
	فجر1	3.0	1.1	0.0	1.4
	المها	5.6	2.1	0.8	2.8
	سارة	2.6	1.7	1.7	2.0
أ.ف.م. 5%		1.1			0.6
إجهاد الجفاف (الجهد الأزموزي)		3.5	1.8	1.0	
أ.ف.م. 5%		0.6			

تفوقت معاملة التداخل الثنائي (بذور جافة × -5 بار) معنوياً على بقية المعاملات بإعطائها أعلى متوسط لهذه الصفة (3.8 سم) ، ومن دون أن تختلف معنوياً مع معاملة التداخل الثنائي (بذور منشطة × -5 بار) والتي بدورها تفوقت معنوياً على بقية المعاملات الأخرى (جدول 3).

تفوقت معاملة التداخل الثلاثي (المها × بذور منشطة × -5 بار) معنوياً على بقية المعاملات بإعطائها أعلى متوسط لهذه الصفة (6.2 سم)، ومن دون أن تختلف معنوياً مع المعاملة (المها × بذور جافة × -5 بار) (جدول 3). على الرغم من وجود علاقة ارتباط عالية المعنوية وموجبة بين صفتي طول الجذير ونسبة الإنبات في العد النهائي (0.718) (جدول 4) إلا أن نتائج هاتين الصفتين لم تكن متشابهة إلى حد ما، مما يؤشر أن ارتفاع نسبة الإنبات ليس بالضرورة أن يعكس قوة البادرة، أو أن يؤدي إلى زيادة نموها، أو نمو أحد أجزائها كالجذير مثلاً.

جدول 4. قيم معامل الارتباط البسيط بين الصفات المدروسة في الذرة الصفراء بتأثير الأصناف والتنشيط وإجهاد الجفاف تحت ظروف المختبر

الصفات المدروسة	نسبة الإنبات في العد النهائي	طول الجذير	طول الرويشة	نسبة الجذير إلى الرويشة	الوزن الجاف للبادرة	معدل نمو البادرة اليومي
طول الجذير	0.718**					
طول الرويشة	0.709**	0.734**				
نسبة الجذير إلى الرويشة	0.664**	0.762**	0.338**			
الوزن الجاف للبادرة	0.313**	0.243*	0.222*	0.202*		
معدل نمو البادرة اليومي	0.313**	0.243*	0.222*	0.202*	1.0**	
دليل قوة البادرة	0.814**	0.892**	0.908**	0.549**	0.257*	0.257*

*معنوي عند مستوى 0.05
**معنوي عند مستوى 0.01

طول الرويشة (سم):

يشير تحليل التباين الى وجود فرق معنوي في هذه الصفة بتأثير الاصناف وتنشيط واجهاد الجفاف والتداخل الثنائي (الاصناف × اجهاد الجفاف)، بينما كان يعود لتأثير الجفاف وتلاه تأثير الاصناف ومن ثم تأثير التنشيط (جدول 1).

تفوقت بادرات الصنف المها معنوياً على بقية الأصناف بإعطائها أعلى متوسط لطول الرويشة (2.3 سم) ومن دون أن تختلف معنوياً عن بادرات الصنف بغداد3 ، بينما كان أقل متوسط لهذه الصفة يعود للصنف فجر1 والذي بلغ (1 سم) (جدول 5). وهذا يتفق مع Ahmed (2017) و Al-naqeeb وآخرين (2018) الذين وجدوا اختلافات معنوية بين الأصناف في طول الرويشة ، والذي ربما تعود لطبيعة التركيب الوراثي نفسه. أدى تنشيط البذور إلى زيادة طول الرويشة معنوياً مقارنة بالبذور الجافة (غير المنشطة) ، إذ بلغ طول الرويشة 2.2 و 1.3 سم، على التتابع (جدول 5). وهذا يتفق مع Subedi وMa (2005) و Ali و Hamza (2014) الذين وجدوا اختلافات معنوية في طول الرويشة بتأثير نقع البذور بحامض الجبريليك ربما لدوره الفاعل في تحفيز وتنظيم العمليات الحيوية التي تنتهي بتكوين بادرة قادرة على الاعتماد على نفسها والقيام بعملية التمثيل الضوئي. إن زيادة الجهد الأزموزي أدت إلى تقليل طول الرويشة، إذ أعطت معاملة إجهاد الجفاف (-5 بار) أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ (2.6 سم) متفوقة بذلك معنوياً على بقية المعاملات ، وقد أعطت معاملة إجهاد الجفاف (-11 بار) أقل متوسط لهذه الصفة بلغ 0.8 سم (جدول 5). تفوقت معاملة التداخل الثنائي (المها × -5 بار) معنوياً على جميع المعاملات الأخرى بإعطائها أعلى متوسط لهذه الصفة (4.1 سم) (جدول 5).

على الرغم من وجود علاقة ارتباط عالية المعنوية وموجبة بين صفتي طول الرويشة ونسبة الإنبات في العد النهائي والذي بلغ 0.709 (جدول 4) إلا أن نتائج هاتين الصفتين لم تكن متشابهة إلى حد ما، وهذا ربما يشير إلى أن ارتفاع نسبة الإنبات ليس بالضرورة أن يعكس قوة البادرة، أو أن يؤدي إلى زيادة نموها، أو نمو أحد أجزائها كالرويشة مثلاً.

ISSN:1994-7801
المجلة العراقية لدراسات الصحراء
Iraqi. J. Des. Stud. 8 (2) 79-89, 2018.
2018, 89-79:(2) 8

كذلك وجدت علاقة ارتباط عالية المعنوية وموجبة بين صفتي طولي الرويشة والجذير (0.734) (جدول 4)، وهذا ربما يشير إلى مدى العلاقة القوية بين الجذير والرويشة في إمداد أحدهما للآخر بمتطلبات النمو المتاحة لإعطاء بادرة قوية عن طريق التعبير الأمثل للطاقة الكامنة في البذرة نفسها فينعكس ذلك على طبيعة النمو وفاعليته. وقد أشار Hampton و Tekrony (1995) إلى إن البادرات القوية ارتبطت مع متوسط طول الرويشة.

جدول 5. طول الرويشة (سم) بتأثير الأصناف والتنشيط وإجهاد الجفاف (الجهد الأزموزي).

التنشيط (نقع البذور بالـ 3GA)	الأصناف	إجهاد الجفاف (الجهد الأزموزي) -5 بار	-8 بار	-11 بار	التنشيط × الأصناف
بذور منشطة	بغداد3	2.8	4.0	2.0	2.9
	فجر1	2.5	1.7	0.0	1.4
	المها	4.1	2.1	0.7	2.3
	سارة	2.4	1.8	2.1	2.1
بذور جافة (غير منشطة)	بغداد3	1.9	1.0	0.7	1.2
	فجر1	1.5	0.4	0.0	0.6
	المها	4.2	2.1	0.7	2.3
	سارة	1.8	0.6	0.3	0.9
أ.ف.م. 5%			غ.م.		غ.م.
التنشيط					
التنشيط × إجهاد الجفاف	بذور منشطة	2.9	2.4	1.2	2.2
	بذور جافة	2.3	1.0	0.4	1.3
أ.ف.م. 5%			غ.م.		0.5
الأصناف					
الأصناف × إجهاد الجفاف	بغداد3	2.4	2.5	1.3	2.1
	فجر1	2.0	1.0	0.0	1.0
	المها	4.1	2.1	0.7	2.3
	سارة	2.1	1.2	1.2	1.5
أ.ف.م. 5%			1.1		0.7
إجهاد الجفاف (الجهد الأزموزي)		2.6	1.7	0.8	
أ.ف.م. 5%			0.6		

نسبة الجذير إلى الرويشة:

تشير نتائج تحليل التباين إلى وجود فروق معنوية في هذه الصفة بتأثير الأصناف وإجهاد الجفاف والتداخل الثنائي (التنشيط × إجهاد الجفاف) والتداخل الثلاثي بين عوامل الدراسة، بينما كان تأثير التنشيط وبقية التداخلات الثنائية غير معنوي، علماً أن التأثير الأعلى للعوامل المستقلة في هذه الصفة كان يعود لتأثير الجفاف وتلاه تأثير الأصناف ومن ثم تأثير التنشيط (جدول 1).

تفوق الصنف بغداد3 معنوياً على الصنف فجر1 فقط ومن دون أن يختلف معنوياً عن الصنفين الآخرين (سارة والمها) ، وقد أعطى أعلى متوسط لنسبة الجذير إلى الرويشة (1.2) ، بينما كان أقل متوسط لهذه الصفة يعود لصنف فجر1 (0.7) (جدول 6).

إن زيادة الجهد الأزموزي أدت إلى إنخفاض نسبة الجذير إلى الرويشة، إذ أعطت معاملة إجهاد الجفاف (-5 بار) أعلى متوسط لهذه الصفة (1.4) متفوقة بذلك معنوياً على بقية المعاملات ، وقد أعطت معاملة إجهاد الجفاف (-11 بار) أقل متوسط لهذه الصفة (0.6) (جدول 6). تفوقت معاملة التداخل الثنائي (بذور جافة × -5 بار) معنوياً على بقية المعاملات بإعطائها أعلى متوسط لهذه الصفة (1.7) (جدول 6).

تفوقت معاملة التداخل الثلاثي (سارة × بذور جافة × -5 بار) معنوياً على بقية المعاملات بإعطائها أعلى متوسط لهذه الصفة (2.1) ، ومن دون أن تختلف معنوياً مع عدد من المعاملات الأخرى ومنها (سارة × بذور منشطة × -8 بار) و (سارة × بذور منشطة × -11 بار) (جدول 6) ، وهذا يشير إلى أن زيادة نسبة الجذير إلى الرويشة لها دور في تحمل إجهاد الجفاف ربما عن طريق تحسس البادرة للإجهاد البيئي كالجفاف فتكون استجابتها لهذا الإجهاد بالعمل على زيادة انقسام الخلايا ونموها التي تؤدي إلى استطالة الجذير والتي تهدف إلى الوصول إلى مناطق توفر الرطوبة.

ظهرت علاقة ارتباط عالية المعنوية وموجبة بين صفة نسبة الجذير إلى الرويشة وبين صفة طول الجذير (0.664) بمقدار أعلى من تلك التي تربط بين صفة نسبة الجذير إلى الرويشة وبين صفة طول الرويشة (0.338) تحت ظروف هذه الدراسة (جدول 4) ، ويعزز ذلك طبيعة الأستجابة لصفتي طولي الجذير والرويشة (الجدولين 3 و 5). وهذا ربما يشير إلى أن تحسين هذه الصفة مرتبط بزيادة طول الجذير أو تقليل طول الرويشة إلى الحد الذي يجعل من هذه الصفة أحد المؤشرات التي ربما تؤدي إلى تحمل إجهاد الجفاف إلى حد ما.

جدول 6. نسبة الجذير إلى الرويشة بتأثير الأصناف والتنشيط وإجهاد الجفاف (الجهد الأزموزي).

التنشيط (نقع البذور بالـ 3GA)	الأصناف	إجهاد الجفاف (الجهد الأزموزي) -5 بار	-8 بار	-11 بار	التنشيط × الأصناف
بذور منشطة	بغداد3	1.1	0.9	1.0	1.0
	فجر1	1.0	0.7	0.0	0.6
	المها	1.5	0.9	0.3	0.9
	سارة	0.6	1.7	1.8	1.4
بذور جافة (غير منشطة)	بغداد3	1.5	1.9	0.8	1.4
	فجر1	1.9	0.3	0.0	0.7
	المها	1.3	1.0	0.5	1.0
	سارة	2.1	0.3	0.2	0.9
أ.ف.م. 5%		0.9			غ.م.
التنشيط					
التنشيط × إجهاد الجفاف	بذور منشطة	1.1	1.1	0.8	1.0
	بذور جافة	1.7	0.9	0.4	1.0
أ.ف.م. 5%		0.5			غ.م.
الأصناف					
الأصناف × إجهاد الجفاف	بغداد3	1.3	1.4	0.9	1.2
	فجر1	1.4	0.5	0.0	0.7
	المها	1.4	1.0	0.4	0.9
	سارة	1.3	1.0	1.0	1.1
أ.ف.م. 5%		غ.م.			0.4
إجهاد الجفاف (الجهد الأزموزي)		1.4	1.0	0.6	
أ.ف.م. 5%		0.3			

الوزن الجاف للبادرة (غم)

نتائج تحليل التباين لم تسجل أي فروق معنوية في هذه الصفة بتأثير الأصناف والتنشيط وإجهاد الجفاف والتداخلات الثنائية والثلاثي فيما بينهم ، علماً أن التأثير الأعلى للعوامل أعلاه في هذه الصفة كان يعود لتأثير الأصناف وتلاه تأثير الجفاف ومن ثم تأثير التنشيط (الجدولين 1 و 7).

معدل نمو البادرة اليومي (غم يوم$^{-1}$)

يلاحظ من نتائج تحليل التباين عدم وجود فروق معنوية في هذه الصفة بتأثير الأصناف والتنشيط وإجهاد الجفاف والتداخلات الثنائية والثلاثي فيما بينهم ، علماً أن التأثير الأعلى للعوامل أعلاه في هذه الصفة كان يعود لتأثير الأصناف وتلاه تأثير الجفاف ومن ثم تأثير التنشيط (الجدولين 1 و 8).

ISSN:1994-7801
المجلة العراقية لدراسات الصحراء
Iraqi. J. Des. Stud. 8 (2) 79-89, 2018. 2018, 89-79:(2) 8

جدول 7. الوزن الجاف للبادرة (غم) بتأثير الأصناف والتنشيط وإجهاد الجفاف (الجهد الأزموزي).

التنشيط (نقع البذور بالـ 3GA)	الأصناف	إجهاد الجفاف (الجهد الأزموزي) -5 بار	-8 بار	-11 بار	التنشيط × الأصناف
بذور منشطة	بغداد3	0.312	0.072	0.279	0.221
	فجر1	0.072	0.183	0.000	0.085
	المها	0.079	0.060	0.013	0.051
	سارة	0.054	0.072	0.070	0.065
بذور جافة (غير منشطة)	بغداد3	0.045	0.044	0.125	0.072
	فجر1	0.026	0.006	0.000	0.011
	المها	0.062	0.078	0.019	0.053
	سارة	0.276	0.011	0.102	0.130
أ.ف.م. 5%		غ.م.			غ.م.
التنشيط × إجهاد الجفاف	بذور منشطة	0.129	0.097	0.091	0.106
	بذور جافة	0.102	0.035	0.062	0.066
أ.ف.م. 5%		غ.م.			غ.م.
الأصناف × إجهاد الجفاف	بغداد3	0.178	0.058	0.202	0.146
	فجر1	0.049	0.095	0.000	0.048
	المها	0.070	0.069	0.016	0.052
	سارة	0.165	0.041	0.086	0.098
أ.ف.م. 5%		غ.م.			غ.م.
إجهاد الجفاف (الجهد الأزموزي)		0.116	0.066	0.076	
أ.ف.م. 5%		غ.م.			

جدول 8. معدل نمو البادرة اليومي (غم يوم$^{-1}$) بتأثير الأصناف والتنشيط وإجهاد الجفاف (الجهد الأزموزي).

التنشيط (نقع البذور بالـ 3GA)	الأصناف	إجهاد الجفاف (الجهد الأزموزي) -5 بار	-8 بار	-11 بار	التنشيط × الأصناف
بذور منشطة	بغداد3	0.044	0.010	0.040	0.032
	فجر1	0.010	0.026	0.000	0.012
	المها	0.011	0.009	0.002	0.007
	سارة	0.008	0.010	0.010	0.009
بذور جافة (غير منشطة)	بغداد3	0.006	0.006	0.018	0.010
	فجر1	0.004	0.001	0.000	0.002
	المها	0.009	0.011	0.003	0.008
	سارة	0.039	0.002	0.015	0.019
أ.ف.م. 5%		غ.م.			غ.م.
التنشيط × إجهاد الجفاف	بذور منشطة	0.018	0.014	0.013	0.015
	بذور جافة	0.015	0.005	0.009	0.009
أ.ف.م. 5%		غ.م.			غ.م.
الأصناف × إجهاد الجفاف	بغداد3	0.025	0.008	0.029	0.021
	فجر1	0.007	0.014	0.000	0.007
	المها	0.010	0.010	0.002	0.007
	سارة	0.024	0.006	0.012	0.014
أ.ف.م. 5%		غ.م.			غ.م.
إجهاد الجفاف (الجهد الأزموزي)		0.017	0.009	0.011	
أ.ف.م. 5%		غ.م.			

دليل قوة البادرة:

يشير تحليل التباين إلى وجود فروق معنوية في هذه الصفة بتأثير الأصناف والتنشيط وإجهاد الجفاف والتداخل الثنائي (الأصناف × إجهاد الجفاف) والتداخل الثلاثي بين عوامل الدراسة، بينما كان تأثير التداخلات الثنائية الأخرى غير معنوي، علماً أن التأثير الأعلى للعوامل أعلاه في هذه الصفة كان يعود لتأثير الجفاف وتلاه تأثير الأصناف ومن ثم تأثير التنشيط (جدول 1).

تفوق صنف المها معنوياً على بقية الأصناف بإعطائه أعلى متوسط لدليل قوة البادرة (399.7) ومن دون أن

يختلف معنوياً عن الصنف بغداد3 ، بينما كان أقل متوسط لهذه الصفة يعود للصنف فجر1 (173.4) (جدول 9).

أدى تنشيط البذور إلى زيادة دليل قوة البادرة معنوياً مقارنة بالبذور الجافة (غير المنشطة)، إذ بلغ متوسط دليل قوة البادرة 380.0 و 237.0 على التتابع (جدول 9).

إن زيادة الجهد الأزموزي أدت إلى تقليل دليل قوة البادرة، إذ أعطت معاملة إجهاد الجفاف (-5 بار) أعلى متوسط لهذه الصفة (503.0) متفوقة بذلك معنوياً على بقية المعاملات، وقد أعطت معاملة إجهاد الجفاف (-11 بار) أقل متوسط لهذه الصفة (139.4) (جدول 9).

تفوقت معاملة التداخل الثنائي (المها × -5 بار) معنوياً على جميع المعاملات الأخرى بإعطائها أعلى متوسط لهذه الصفة (782.5) (جدول 9). تفوقت معاملة التداخل الثلاثي (المها × بذور منشطة × -5 بار) معنوياً على بقية المعاملات بإعطائها أعلى متوسط لهذه الصفة (876.5)، ومن دون أن تختلف معنوياً مع المعاملة (المها × بذور جافة × -5 بار) (جدول 9). ظهرت علاقة ارتباط عالية المعنوية وموجبة بين صفة دليل قوة البادرة وبين كل من صفات نسبة الإنبات في العد النهائي وطولي الجذير والرويشة (0.814 و 0.892 و 0.908 على التتابع) (جدول 4)، وكانت أعلى قيمة للارتباط مع صفة طول الرويشة مما يشير إلى أن لها التأثير الأعلى في زيادة دليل قوة البادرة مقارنة مع نسبة الإنبات وطول الجذير، وقد انخفضت قيمة الارتباط مع الصفات المدروسة الأخرى تحت ظروف هذه الدراسة. ويعزز ذلك السلوك العام في نتائج هذه الصفة التي جاءت متقاربة إلى حد بعيد مع نتائج صفتي طولي الجذير والرويشة فضلاً عن صفة نسبة الإنبات (الجداول 2 و 3 و 5). وهذا ربما يؤكد ما ذكر سابقاً عن أن ارتفاع نسبة الإنبات ليس بالضرورة أن يعكس قوة البادرة بالقدر الذي تقوم به عملية الانقسام والنمو ومن ثم استطالة الجذير والرويشة. وهذا يتفق مع Alebrahim وآخرون (2008) لذين وجدوا تفوق معنوي في دليل قوة البادرة تحت ظروف الإجهاد المائي مقارنةً بالبذور غير المحفزة.

يمكن أن نستنتج من هذه الدراسة أن هناك دوراً للتركيب الوراثي وعملية تنشيط البذور في تحمل إجهاد الجفاف إلى حد ما. ونوصي بزراعة أحد الصنفين بغداد3 أو سارة بعد تنشيط بذورهما لتحسين أدائهما تحت ظروف إجهاد الجفاف من عدمه.

جدول 9. دليل قوة البادرة بتأثير الأصناف والتنشيط وإجهاد الجفاف (الجهد الأزموزي).

التنشيط (نقع البذور بالـ 3GA)	الأصناف	إجهاد الجفاف (الجهد الأزموزي)			التنشيط × الأصناف
		-5 بار	-8 بار	-11 بار	
بذور منشطة	بغداد3	522	559	301	461
	فجر1	406	261	0	222
	المها	876	2944	129	433
	سارة	362	401	454	406
بذور جافة (غير منشطة)	بغداد3	412	295	122	276
	فجر1	301	72	0	124
	المها	688	324	86	366
	سارة	456	64	23	181
أ.ف.م. 5%		231.0			غ.م.
التنشيط					
التنشيط × إجهاد الجفاف	بذور منشطة	542	379	221	380
	بذور جافة	464	189	58	237
أ.ف.م. 5%		غ.م.			66.7
الأصناف					
الأصناف × إجهاد الجفاف	بغداد3	467	427	211	369
	فجر1	354	167	0	173
	المها	782	309	108	400
	سارة	409	232	239	293
أ.ف.م. 5%		163.3			94.3
إجهاد الجفاف (الجهد الأزموزي)		503	284	139	
أ.ف.م. 5%		81.7			

REFERENCES:

Abdul-Baki, A.A., and J.D. Anderson. 1973. Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. Crop Sci., 13: 630-633.

Afzal, I., S.M.A. Basra, N. Ahmad, M.A. Cheema and E.A. Warraich. 2002. Effect of priming and growth regulator treatments on emergence and seedling growth of hybrid maize (*Zea mays* L.). International Journal of Agriculture and Biology. 4: 303-306.

Ahmed, M.S. and F.A. Kadhem. 2017. Selection index efficiency for roots traits in drought tolerance of maize (*Zea mays* L.) Genotypes. Anbar Journal of Agricultural Sciences. 15(1): 95-110.

Alebrahim, M.T., M. Janmohammadi, F. Sharifzade and S. Tokasi. 2008. Evaluation of salinity and drought stress effects on germination and early growth of maize inbred lines (*Zea mays* L.). Electronic Journal of Crop Production. 1(2): 35-43.

Ali, M.K.M. and J.H. Hamza. 2014. Effect of GA3 on germination characteristics and seedling growth under salt stress in maize. The Iraqi Journal of Agricultural Sciences. 45(1): 6-17.

Al-Naqeeb, M.A., M.H.K. Al-baldawi, J.H. Hamza, M.O. Shihab, H.S. Nada, S.A.G. Al-ali and B.A. Shehade. 2018. Germination and seedling growth under saline stress in maize. Proceedings of 3rd Agricultural Scientific Conference 5-6 March 2018, College of Agriculture, University of Kerbala. Journal of Kerbala for Agricultural Sciences. 5(5): 1-13.

Attia, H.J. and K.A. Jadoaa. 1999. Plant Growth Regulators, Theory and Practice. Ministry of Higher Education and Scientific Research. Baghdad. p. 327.

Dezfuli, P.M., F.S. Zadeh and M. Janmohammadi. 2008. Influence of priming techniques on seed germination behavior of maize inbred lines (*Zea mays* L.). ARPN Journal of Agricultural and Biological Science. 3(3): 22-25.

Elsahookie, M.M., A. O. Alfalahi and A. F. Almehemdi. 2009. Crop and soil management and breeding for drought tolerance. The Iraqi Journal of Agricultural Sciences. 40(2): 1-28.

Hampton, J.H. and D.M. Tekrony. 1995. Handbook of Vigour Test Methods. 3rd edn. International Seed Testing Association. (ISTA). Zurich. pp. 102.

Hamza, J.H. and M.K.M. Ali. 2016. Response and germination properties of maize (*Zea mays* L.) seeds for soaking with gibberellic acid (GA3) under salt stress circumstances. Iraqi Journal of Soil Sciences. 16(1):113-128.

Hamza, J.H. and M.K.M. Ali. 2017. Effect of concentration and soaking duration with gibberellic acid (GA3) on germination and traits of viability and vigour of *Zea mays* L. seeds. Iraqi Journal of Agriculture Research. 22(10): 153-163.

Hussein, R.M.A. 2003. Effect of growth season and harvest date on seed quality of strains and hybrid maize and sunflower. PhD Thesis. University of Baghdad. College of Agriculture. Department of Field Crops. p. 146

International Seed Testing Association (ISTA). 2013. International Rules for Seed Testing. Adopted at the ordinary meeting 2012, Venlo, the Netherlands to become effective on 1st January 2013, Chapter 5.

Mayer, A.M. and A.M. Poljakoff. 1989. The Germination of Seeds. 3rd edn. Pergamon Press, Oxford. pp. 270.

Michel B.E. and M.R. Kaufmann. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiology. 51: 914-916.

Mshawer, K.A. 2013. Potassium role in maize (*Zea mays* L.) to tolerate drought stress and hydrogen peroxide. PhD Thesis. University of Baghdad. College of Agriculture. Department of Soil and Water Sciences. p. 171.

Phillips, J.C. and V.E. Youngman. 1971. Effect of initial seed moisture content on emergence and yield of grain sorghum. Crop Science. 11(13): 354-357.

Sedghi, M., A. Nemati and B. Esmaielpour. 2010. Effect of seed priming on germination and seedling growth of two medicinal plants under salinity. Journal of Food and Agriculture. 22(2): 130-139.

Shonjani, S. 2002. Salt Sensitivity of rice, maize, sugar beet, and cotton during germination and early vegetative growth. Ph.D. Dissoretion, Justus Liebig University Gies-sen. pp. 16.

Siadat, S.A., S.A. Moosavi, M.Sh. Zadeh, F. Fotouhi and M. Zirezadeh. 2011. Effects of halo and phytohormone seed priming on germination and seedling growth of maize under different duration of accelerated ageing treatment. African Journal of Agricultural Research. 6(31): 6453-6462

Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. 2nd edn. McGraw-Hill Book Company, New York.

Subedi, K.D. and B.L. Ma. 2005. Seed priming does not improve corn yield in a humid temperate environment. Agronomy Journal. 97: 211-218.

Sudozai, M.I., S. Tunio, Q. Chachar and I. Rajpar. 2013. Seedling establishment and yield of maize under different seed priming periods and available soil moisture. Sarhad Journal of Agriculture. 29(4): 515-527.

Swanson, A.F. and R. Hunter. 1936. Effect of germination and seed size on sorghum stands. Agronomy Journal. 28:97-1004.

Tian, Y., B. Guan, D. Zhou, J. Yu, G. Lin 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. Volume 2014, Article ID 834630, 8 pages.