

دور اضافة ABA في تحسين بعض الصفات المظهرية لزهرة الشمس تحت الإجهاد المائي

شذى عبد الحسن أحمد

علي عبد الهادي حسن*

استاذ مساعد

باحث

shathaabdelhassan@yahoo.com

Alihadi955@yahoo.com

قسم المحاصيل الحقلية – كلية الزراعة – جامعة بغداد

المستخلص

نفذت تجربة حقلية في حقل تجارب قسم المحاصيل الحقلية – كلية الزراعة – جامعة بغداد خلال الموسمين الربيعيين 2012 و 2013. كان ذلك لمعرفة تأثير معاملات الري وتراكيز حامض ABA في بعض صفات النمو المظهرية والوزن الجاف لجذر محصول زهرة الشمس، طبقت التجربة على وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة بترتيب الألواح المنشقة بثلاثة مكررات. احتلت الألواح الرئيسية معاملات الري وهي الري بعد استنزاف 50% من الماء الجاهز (المقارنة) و 70% و 50% و 30% من كمية المياه لمعاملة القياس والتي رمز لها S_1 و S_2 و S_3 و S_4 . احتلت الألواح الثانوية تراكيز حامض ABA 0 و 2.5 و 5 و 7.5 مايكرومول والتي رمز لها C_0 و C_1 و C_2 و C_3 . اعطت معاملة الري 70% من معاملة (القياس) متوسط لارتفاع النبات بلغ 128 سم والمساحة الورقية 0.45 م². نبات⁻¹ والمدة من الزراعة إلى 50% تزهير 77.62 يوماً ومعدل نمو المحصول 12.80 غم.م⁻². يوم⁻¹ والوزن الجاف للجذر 30.85 غم. نبات⁻¹ كمعدل للموسمين لم تختلف هذه القيم معنوياً عن معاملة الري (القياس) التي اعطت أعلى متوسط بلغ 136 سم و 0.45 م². نبات⁻¹ و 78.41 يوماً و 12.08 غم.م⁻². يوم⁻¹ و 31.46 غم. نبات⁻¹ كمعدل للموسمين بالتتابع. اعطت معاملة الري 30% من معاملة القياس أقل متوسط للصفات المدروسة لجميع معاملات الري. تفوق التركيز 7.5 مايكرومول معنوياً بأعلى متوسط للوزن الجاف للجذر (28.81) غم. نبات⁻¹ ومعدل نمو المحصول 9.95 غم.م⁻². يوم⁻¹ كمعدل للموسمين والمدة من الزراعة إلى 50% تزهير 76.83 يوماً للموسم الأول فقط. لذلك نوصي بإمكانية الري بمعدل 70% من حاجة الري الكامل (50% من الماء الجاهز) من دون تأثير معنوي في بعض الصفات المظهرية، فضلاً عن إمكانية معاملة نباتات زهرة الشمس بحامض ABA لتحسين مقدرتها على تحمل الإجهاد المائي.

الكلمات المفتاحية: المساحة الورقية، دليل المساحة الورقية، المدة للتزهير، نمو الجذر.

*البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الأول.

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences – 45(2): 133-142, 2014

Hassan & Ahmed

ROLE OF ABA APPLICATION TO IMPROVE SOME SUNFLOWER TRAITS UNDER WATER DEFICIT STRESS

A. H. Hassan*

S. A. Ahmed

Researcher

Assist. Prof.

Alihadi955@yahoo.com

shathaabdelhassan@yahoo.com

Dept. of Field Crops - Coll. of Agric. - Univ. of Baghdad

ABSTRACT

A field study was conducted during two spring seasons 2012 and 2013 at the experimental farm of Field Crop Department, College of Agriculture, University of Baghdad. That was to study the effect of irrigation of and concentrations of abscisic acid (ABA) in some morphological characteristics sunflower *Helianthus annuus* L. using the design of RCBD with split plot arrangement at three replications. The main plots were irrigation treatments, the control treatment (irrigation 50% of the water available), 70 %, 50%, and 30% of the amount of control water treatment coded S_1 , S_2 , S_3 and S_4 , while secondary plots was occupied concentrations of ABA (0, 2.5, 5 and 7.5) micromoles coded C_0 , C_1 , C_2 and C_3 . Irrigation treatment 70% of the treatment (control) gave the average plant height was 128 cm and leaf area 0.45 m².plant⁻¹ and duration from planting to flowering to 50% 77.62 day the crop growth rate 12.80 g .m⁻². d⁻¹ and root dry weight 30.85 g. plant⁻¹ as average for two seasons, and did not differ significantly from the irrigation treatment (control) started gave higher average rate of 136 cm and 0.45 m².plant⁻¹ and 78.41 days and 12.08 g.m⁻².d⁻¹ and 31.46 g.plant⁻¹ for average two seasons respectively, while the irrigation treatment gave 30% of the treatment measurement lowest average for all irrigation treatments. Outweigh the concentration of 7.5 micromoles significant highest average dry weight of the root of 28.81 g. ⁻¹ plant and crop growth rate of 9.95 gm.m⁻².d⁻¹ on average for the two seasons and duration from planting to 50% flowering 76.83 the first day of the season only. Therefore, we recommend possibility of irrigation water by 70% of a need of the full irrigation (50% depletion of available water) without significant effect on some morphological traits, in addition to possibility treatment of sunflower plants with ABA to improvement capacity of water stress.

Keywords: leaf area, LAI, flowering time, root growth.

*Part of M.Sc thesis of the first author.

المقدمة

الثغور وكذلك استحثاث عدد من الجينات التي تشفر الانزيمات تساعد على تحمل الإجهادات (23). إن حامض ABA لا يشارك في نمو الخلايا بصورة مباشرة من خلال تكوين وتشكل الخلايا وانقسامها ولكن يسهم بصورة غير مباشرة في تحسين نمو النبات من خلال السيطرة على الثغور ومقاومة النتح وغيرها من التغيرات التي يمكن أن تكون لها أهمية كبيرة لبقاء نمو النبات بشكل أفضل تحت ظروف الإجهاد المائي (21). تساعد قوة نمو الجذور سهولة النفاذية في طبقات التربة المضغوطة مما يزيد من كمية الماء الممتصة وتكوين نظام جذري عميق، وهو ضروري من أجل الحصول على نمو ونشاط جيد للأجزاء الخضرية في جميع مراحل نمو النبات (24). تحت ظروف محدودة ماء التربة تؤدي الجذور دوراً مهماً في المحافظة على حالة الماء في النبات خاصة تحفيز التغيرات المظهرية والتشريحية في الجذر استجابة للجفاف، وينتج عنها تحوير في قابلية استخلاص الجذور لماء التربة وذلك من خلال إحداث تغيرات إما في قابلية تقريع الجذر (تكوين الجذور الجانبية) ومعدل واتجاه نمو الجذور أو قابلية توصيل الماء في الجذر (25). إن زيادة في طول الجذور كاستجابة للإجهاد الرطوبي مع نقصان في طول الجذور الجانبية قد يعد مقياساً لتكيف نبات زهرة الشمس للجفاف (26). إن الوزن الجاف لجذور نباتات زهرة الشمس يختلف باختلاف نسجة التربة ومرحلة النمو والكثافة النباتية وطبيعة الشد المسلط عليه والخصوبة والملوحة وعمق مقد التربة الصالح لانتشار الجذر (26). اشار Sharp (27) إلى أن ABA له دور في تنظيم نمو المجموع الجذري وقد يكون ذلك من خلال منع تكوين هرمون الاثيلين، كما يحفز بناء ABA في أطراف الجذور والخلايا البرنكيميية للحزم الوعائية تحت الإجهاد المائي (10 و9). إن ABA الذي يحفز نمو خلايا القلقسوة لكي تستجيب للجاذبية الأرضية (Geotropism) وتخترق التربة (28).

المواد والطرائق

نفذت تجربة حقلية خلال الموسمين الربيعيين 2012 و2013 في حقل تجارب قسم المحاصيل الحقلية-كلية الزراعة-جامعة بغداد بهدف دراسة تأثير كميات مياه الري وتركيز حامض ABA في بعض صفات النمو المورفولوجية والفسلجية لمحصول زهرة الشمس صنف فلامبي. استخدم ترتيب الألواح

يعبر عن الإجهاد المائي أنه غياب الماء اللازم لحياة النبات لمدة زمنية معينة يحد فيها من عمليات النمو للنبات (12). تعد مرحلة النمو الخضري مرحلة نشطة لنمو وتوسع الخلايا وانقسامها والتي تتأثر بالإجهاد المائي ويعد توسع الخلية أكثر تأثراً من انقسامها، فضلاً عن أن الإجهاد المائي يؤدي إلى تثبيط عمل الأوكسين فيقل ارتفاع النبات (18). إن تعرض نباتات زهرة الشمس للإجهاد المائي في مرحلة النمو الخضري قد قلل من متوسط ارتفاع النبات (31). بينت نتائج Kazemeini وآخرون (19) أن الري عند استنفاد 50% من السعة الحقلية يعطي أقل متوسط لارتفاع النبات قياساً بمعاملات الري الأخرى وهي استنفاد 100% و75% من السعة الحقلية وبنسبة انخفاض بلغت 15.1% مقارنة بمعامله الري 100% من السعة الحقلية. وجد Ardianini وآخرون (5) أن ري نباتات زهرة الشمس بمستوى (60 و40)% من السعة الحقلية عند مرحلتي النمو الخضري والتزهير أدى إلى اختزال قطر الساق بنسبة 22 و39% بالتتابع قياساً بمعامله الري 100% من السعة الحقلية. إن انخفاض عدد الأوراق ومساحتها يؤدي إلى انخفاض في مستوى التمثيل الضوئي ونواتجه ومن ثم قلة إنتاج النبات للمادة الجافة (3). إن رش نباتات زهرة الشمس ABA في مرحلة البرعم الزهري أدى إلى زيادة دليل المساحة الورقية عند استخدام ثلاثة تراكيز 0 و5 و10 مايكرومول ولكن كانت الزيادة أكثر عند التركيز 5 مايكرومول (17). يعد موعد التزهير من الصفات ذات الأهمية الكبيرة في التأثير في حاصل البذور النهائي، فالتبكير بالتزهير أو تأخيره قد يؤثر في طول أو قصر مدة النمو الخضري فتتأثر بذلك كفاءة المصدر وكفاءة المصب أو كليهما (2). إن حدوث الإجهاد المائي في أي مرحلة من حياة النبات سيكون له تأثير سلبي في نموه وحاصله ولكن بدرجات متفاوتة (11). اظهرت دراسة Tahir وآخرون (29) أن المدة من الزراعة إلى 100% تزهير قلت بتقليل عدد الريات، إذ أن نسبة الاختزال وصلت إلى 10.2% وبلغ عدد الأيام في معاملة الإجهاد المائي 71.67 يوماً مقارنةً مع معاملة القياس التي بلغت 80.21 يوماً. إن زيادة مستويات ABA في الأنسجة النباتية تحت ظروف الإجهاد يعمل على تحسين المحتوى المائي من خلال التحكم في غلق

الحقلية لضمان البروغ. استخدمت الطريقة الحجمية لقياس المحتوى الرطوبي للتربة، بأخذ عينات من التربة بواسطة الأوكر قبل الري وبعده بيومين ووضعت في علبة الالمنيوم ووزنت وهي رطبة، ثم وضعت في microwave oven بعد ان تم تعيره وحسب الطريقة المقترحة من قبل Zein (32) لتجفيف العينات، ثم وزنت، وقدّر المحتوى الرطوبي فيها حسب من المعاملة الآتية:

$$Q_v = Q_w \times \partial b$$

إذ أن: $Q_v =$ المحتوى الرطوبي على أساس الحجم و $Q_w =$ المحتوى الرطوبي على أساس الوزن و $\partial b =$ الكثافة الظاهرية للتربة (ميكافرام.م⁻³). جرت عملية الري على اساس معاملة القياس (الري 50% من الماء الجاهز)، وكانت كميات مياه الري للعمق 40 سم (283 و 198 و 142 و 85) لتر/م². تم حساب كمية الماء المضاف حسب معادلة (20).

$$W = a \cdot A_s \left(\frac{\% P_w^{F^c} - \% P_w^w}{100} \right) \times \frac{D}{100}$$

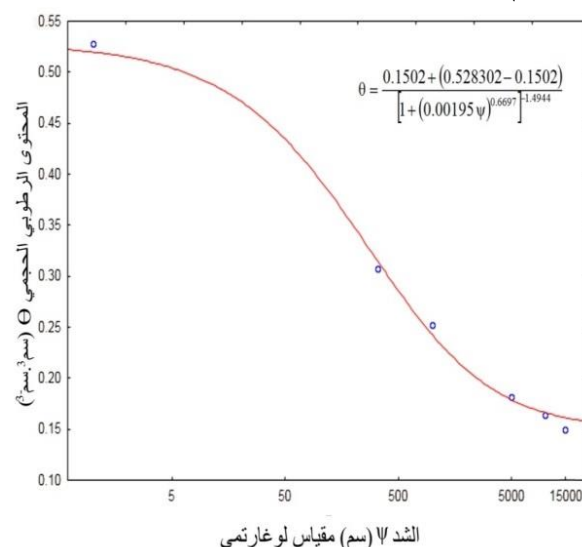
إذ أن: $W =$ حجم الماء الواجب إضافته خلال رية (م³) و $a =$ المساحة المروية (م²) و $A_s =$ الكثافة الظاهرية (ميكافرام.م⁻³) و $P_w^F =$ النسبة المئوية لرطوبة التربة على أساس الوزن عند السعة الحقلية (بعد الري) و $P_w^w =$ النسبة المئوية لرطوبة التربة قبل موعد الري و $D =$ عمق الماء المضاف (سم).

تحضير محلول حامض ABA

تم تجهيز ABA التجاري من شركة سيكما للمواد الكيماوية ذات المنشأ الأمريكي وحضر المحلول حسب التراكيز المطلوبة في مختبر قسم المحاصيل الحقلية- كلية الزراعة - جامعة بغداد. تم رش ABA في الصباح الباكر على الجزء الخضري (عند المرحلة التي يكوّن فيها النبات ست أوراق حقيقية في المعدل) حتى البلل التام. تم إعداد محاليل الرش.

1. الرش باستخدام ABA مايكرومول 0 (ماء مقطر فقط).
2. الرش باستخدام ABA مايكرومول 2.5 (جرى تحضيره بإذابة 0.661 ملغم من ABA في لتر ماء مقطر).
3. الرش باستخدام ABA مايكرومول 5 (جرى تحضيره بإذابة 1.322 ملغم من ABA في لتر من الماء المقطر).

المنشقة بتصميم القوالب الكاملة المعشاة بثلاثة مكررات. خصصت الألواح الرئيسية لمعاملات كميات مياه الري وهي معاملة القياس (الري بعد استنزاف 50% من الماء الجاهز) و 70% و 50% و 30% من كمية المياه المضافة لمعاملة القياس واعطيت لها الرموز S₁ و S₂ و S₃ و S₄ بالتتابع، أما الألواح الثانوية فكانت لتراكيز حامض ABA (0 و 2.5 و 5 و 7.5) مايكرومول واعطيت لها الرموز C₀ و C₁ و C₂ و C₃. كانت مساحة الوحدة التجريبية 3×3 م² وبكثافة نباتية 66666 نبات.ه⁻¹ بمسافة 75 سم بين الخطوط و 20 سم بين النباتات. سمّدت أرض التجربة في كلا الموسمين بالسماذ المركب (DAP) بمعدل 220 كغم.ه⁻¹ دفعة واحدة قبل الزراعة، ثم أضيف سماذ اليوريا (N %46) بمعدل 260 كغم.ه⁻¹ على دفعتين الأولى عند مرحلة اكتمال اربع أوراق حقيقية والثانية عند وصول النباتات مرحلة ظهور البراعم الزهرية (1). قدرت العلاقة بين المحتوى المائي الحجمي والشد الهيكلي عند الشدود 33 و 100 و 500 و 1000 و 1500 كيلو باسكال التي مثلت في منحنى وصف رطوبة التربة ومنها تم تحديد الماء الجاهز من خلال الفرق بين المحتوى الرطوبي عند السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم (شكل 1).



شكل 1. منحنى الوصف الرطوبي للتربة المستخدمة في الدراسة

تم الري بواسطة انابيب بلاستيكية مرنة مربوطة بمضخة مثبتة على البئر ومزودة بعدد لقياس كميات الماء المضاف، اعطيت كميات متساوية من ماء الري عند الزراعة إلى السعة

بإذابة 1.983 ملغم من ABA في لتر من الماء المقطر). داخل النبات مما يحثها على الإسراع نحو التزهير والتي يمكن أن نعبر عنها بهروب النبات من الجفاف. إن اختزال المدة من الزراعة إلى 50% تزهير عند تناقص كميات مياه الري تدرج ضمن آليات تحمل الإجهاد المائي وتحديداً ضمن آلية الهروب من الجفاف أي مقدرة النبات على إكمال دورة حياته قبل التعرض إلى إجهاد مائي خطير وهو مؤشر لتحمل الجفاف من خلال تعجيل أو تسريع العمليات الحيوية التي تجري داخل النبات مثل اختزال نمو الأوراق وارتفاع النبات. تتفق هذه النتيجة مع ما وجدته Ali و Noorka (4).

جدول 1. تأثير معاملات الري وتراكيز ABA في متوسط عدد الأيام من الزراعة إلى 50% تزهير (يوم) للموسمين (2012 إلى الأعلى و 2013 إلى الأسفل)

الري	تراكيز ABA (مايكرومول)			
	C3	C2	C1	C0
S1	78.83	79.00	78.33	79.33
	78.08	77.67	77.33	78.67
S2	78.75	78.00	78.67	80.67
	76.50	74.67	76.67	78.33
S3	75.50	77.67	75.00	77.33
	76.25	76.33	77.67	76.00
S4	73.83	73.67	73.67	76.67
	74.33	75.00	73.67	74.33
أ.ف.م %5	2.16			غ.م 2.02
	1.36			
المعدل	76.83	76.33	75.92	76.08
	76.08	75.92	76.33	74.33
أ.ف.م %5				2.22 غ.م

كما يوضح جدول 1 أن زيادة حامض ABA قد قللت عدد الأيام من الزراعة إلى 50% تزهير، إذ سجلت معاملة ABA عند التركيز C₁ أقل متوسط لعدد الأيام من الزراعة إلى 50% تزهير بلغ 75.92 يوماً في الموسم الأول فقط مقارنة مع معاملة C₀ التي سجلت أعلى متوسط لعدد الأيام بلغ 78.50 يوماً ولم تختلف معنوياً عن المعاملة C₁ و C₂ بالتتابع. قد يعزى السبب ذلك إلى أن حامض ABA يشجع حصول تغيرات في الصفات التطورية للنبات منها تسارع العمليات الفسلجية التي بإمكانها مساعدة النبات على تحمل مدى واسع من الإجهادات البيئية منها التبريد بالتزهير (22). حققت التوليفة عند الري S₄ مع المعاملة ABA عند التركيز C₁ أقل متوسط لعدد الأيام بلغ 73.67 يوماً مقارنة مع معاملة الري S₁ والمعاملة C₀ من حامض ABA التي

4. الرش باستخدام ABA مايكرومول 7.5 (جرى تحضيره الصفات المدروسة

1. المدة من الزراعة إلى 50% تزهير
2. الوزن الجاف (غم.نبات⁻¹): حسب من معدل خمسة نباتات قطعت وجفت طبيعياً على الهواء لحين ثبات الوزن.
3. معدل نمو المحصول (غم.م⁻².يوم⁻¹) في مرحلة 50% تزهير: استخرج من قسمة المادة الجافة عند هذه المرحلة على عدد الأيام من الزراعة لغاية 50% تزهير.
4. ارتفاع النبات (سم): قيس من سطح التربة ولغاية قاعدة القرص لعشرة نباتات مأخوذة بصورة متتابعة من الخطين الوسطين لكل وحدة تجريبية.
5. المساحة الورقية (م².نبات⁻¹): حسب من المعادلة الآتية (أقصى عرض لأوراق النبات ثم ضرب مجموع مربعات العرض × 0.65) للحصول على المساحة الورقية للنبات (12).

6. دليل المساحة الورقية: استخرج من حاصل قسمة المساحة الورقية للنبات على المساحة التي يشغلها.
7. عدد الأوراق (ورقة.نبات⁻¹)
8. قطر الساق (ملم): تم قياسه عند منتصف النبات بجهاز (Vernier).
9. الوزن الجاف الجذري (غم.نبات⁻¹): استخرج المجموع الجذري بطريقة الاسطوانة المشار إليها من قبل Boham (6).

النتائج والمناقشة

المدة من الزراعة إلى 50% تزهير

توضح النتائج في جدول 1 وجود تأثير معنوي لمعاملات الري في المدة من الزراعة إلى 50% تزهير للموسمين ولتراكيز حامض ABA في الموسم الأول وللتداخل بينهما للموسم الثاني. بكرت نباتات معاملة S₄ بإعطائها أقل عدد من الأيام للوصول إلى 50% تزهير، إذ احتاجت إلى 73.83 و 74.33 يوماً للموسمين بالتتابع، وتأخرت بحدود 4-5 أيام لمعاملة الري S₁ وللموسمين بالتتابع والتي لم تختلف معنوياً عن معاملة الري S₂ في الموسم الأول، وهذا قد يعود إلى ارتفاع درجات الحرارة التراكمية للموسم الأول الذي زاد من تأثير الإجهاد المائي، فقلة الماء في ظل التغيرات في الظروف المناخية زادت من الفعاليات الحيوية التي تجري

50% تزهير (جدول 1) ومن ثم قلة مدة التمثيل الكربوني والمواد المتجمعة وبالنتيجة قلة إنتاج المادة الجافة. تتفق هذه النتيجة مع ما جاء به Filho وآخرون (14) الذين وجدوا انخفاض وزن المادة الجافة لنباتات زهرة الشمس عند تعرضها للإجهاد المائي، وعزوا ذلك إلى تدني قيم مكونات المادة الجافة المتمثل بعدد الأوراق ومساحتها الورقية وارتفاع النبات وقطر الساق.

معدل نمو المحصول

يوضح جدول 3 وجود تأثير معنوي لمعاملات الري وتراكيز حامض ABA ولم يكن التداخل معنويًا بينهما في معدل نمو المحصول، فقد اعطت معاملة الري S₁ أعلى معدل نمو المحصول بلغ 11.93 و 12.24 غم.م⁻². يوم⁻¹ ولم تختلف معنويًا عن معاملة الري S₂ في الموسم الثاني التي اعطت متوسط بلغ 12.20 غم.م⁻². يوم⁻¹ بينما اعطت نباتات معاملة الري S₄ أقل متوسط لهذه الصفة بلغ 4.64 و 5.67 غم.م⁻². يوم⁻¹ ونسبة انخفاض بلغت 61.11 و 53.68% للموسمين بالتتابع. قد يعزى سبب انخفاض معدل نمو المحصول بتناقص كميات الري إلى قصر المدة من الزراعة إلى 50% تزهير (جدول 1) بسبب الإجهاد المائي وإلى قلة المجموع الخضري ومن ثم قلة كمية ما يمكن اعتراضه من الأشعة الشمسية فضلاً تحوّل الجزء الأكبر من المواد المتمثلة باتجاه عملية التنفس التي تزداد مع زيادة شدة الإجهاد المائي مما ينعكس سلباً على اختزال تراكم المادة الجافة ومن ثم قلة معدل نمو المحصول. كما كان هناك اختلافاً معنويًا في معدل نمو المحصول بين تراكيز حامض ABA، إذ اعطت المعاملتان C₂ و C₃ أعلى معدل نمو المحصول بلغ 8.99 و 9.29 غم.م⁻² (م⁻²) يوم⁻¹ في الموسم الأول و 9.83 و 9.90 غم.م⁻² (م⁻²) يوم⁻¹ للموسم الثاني وبفارق غير معنوي فيما بينهما مقارنة مع التركيزين عند المعاملة C₀ و C₁ اللذان انخفض فيهما معدل نمو المحصول إلى 8.72 و 8.97 غم.م⁻² يوم⁻¹ في الموسم الأول و 9.63 و 9.73 غم.م⁻² يوم⁻¹ في الموسم الثاني اللذان لم يختلفا فيما بينهما معنويًا. إن سبب هذه الزيادة قد تعود إلى أن إضافة الحامض بالتراكيز العالية لنباتات هاتان المعاملتان (C₂ و C₃) قد مكنتها من تحقيق توازن بين حاصل المادة الجافة المنتجة في هذه المدة وبين عدد الأيام اللازمة لإنتاجها فضلاً عن تفوق هذه

اعطت أطول مدة إلى 50% تزهير بلغ 78.67 يوماً والتي لم تختلف معنويًا مع جميع معاملات إضافة ABA مع المستوى نفسه من معاملة الري (القياس). نستنتج من ذلك أن إضافة حامض ABA بجميع التراكيز عند معاملة الإجهاد المائي الري 30% من معاملة القياس قد حسنت من تحمل النبات للإجهاد المائي من خلال اختزال عدد الأيام من الزراعة إلى التزهير.

الوزن الجاف للنبات

توضح نتائج جدول 2 وجود تأثير معنوي لمعاملات مياه الري في هذه الصفة لكلا الموسمين ولم يكن هناك تأثير معنوي لتراكيز ABA والتداخل الثنائي بينهما. تفوقت معاملة الري S₁ معنويًا بإعطائها أعلى متوسط لحاصل المادة الجافة بلغ 142.39 و 144.90 غم.نبات⁻¹ للموسمين بالتتابع، بينما اعطت النباتات عند معاملة الري S₄ أقل متوسط لهذه الصفة بلغ 51.79 و 104.80 غم.نبات⁻¹ ونسبة انخفاض بلغت 63.62% و 55.88% عن معاملة S₁ القياس للموسمين بالتتابع.

جدول 2. تأثير معاملات الري وتراكيز ABA في متوسط الوزن الجاف للنبات (غم) للموسمين (2012 إلى الأعلى

و 2013 إلى الأسفل)

الري	تراكيز ABA (مايكرومول)			
	C3	C2	C1	C0
S1	142.3	142.7	143.1	142.1
	144.9	144.9	141.4	141.4
S2	135.9	137.8	136.1	134.7
	142.8	142.8	139.9	141.4
S3	91.3	91.7	92.1	90.9
	142.8	104.8	103.9	103.5
S4	51.7	54.4	51.7	51.0
	104.8	65.9	63.0	63.21
أ.ف.م %5	3.68			غ.م
	1.91			غ.م
المعدل	104.3	104.7	105.8	106.6
	114.6	113.1	112.9	112.8
أ.ف.م %5				غ.م
				غ.م

إن انخفاض حاصل المادة الجافة عند معاملة الري S₄ قد يعود إلى قلة الكساء الخضري وهذا ناتج من قلة ارتفاع النبات وقطر الساق وعدد الأوراق والمساحة الورقية، فضلاً عن اختزال الوزن الجاف للمجموع الجذري بسبب قلة نمو الجذور فقلت قدرة النبات على امتصاص الماء والعناصر الغذائية وانتقالها ومن ثم تقليل الفعاليات في المجموع الخضري، وكذلك يعزى إلى قصر المدة من الزراعة إلى

النبات (31). تتفق هذه النتيجة مع Abdulameer (2) من أن الإجهاد المائي سبب انخفاضاً في ارتفاع النبات لمحصول زهرة الشمس.

جدول 4. تأثير معاملات الري وتراكيز ABA في متوسط ارتفاع النبات (سم) للموسمين (2012 إلى الأعلى و2013 إلى الأسفل)

الري	تراكيز ABA (مايكرومول)				المعدل
	C3	C2	C1	C0	
S1	137.2	137.5	141.8	137.5	137.2
	135.3	131.6	134.2	137.4	135.3
S2	127.4	134.0	131.2	125.7	127.4
	128.7	127.7	132.3	127.8	128.7
S3	95.9	96.4	98.13	91.7	95.9
	110.2	104.6	109.3	115.6	110.2
S4	85.1	80.6	79.0	85.8	85.1
	98.7	104.3	96.6	96.0	98.7
أ.ف.م %5	19.8				19.8
	17.0				17.0
المعدل	110.8	112.1	112.5	110.2	
	118.5	117.1	118.1	119.2	
أ.ف.م %5					غ.م غ.م

المساحة الورقية للنبات

توضح نتائج جدول 5 وجود فروق معنوية لمعاملات الري في متوسط المساحة الورقية لكلا الموسمين، ولم يكن هناك تأثير معنوي لتراكيز ABA ولمعاملات التداخل في هذه الصفة. اعطت معاملة الري S₁ (القياس) أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 0.43 م² نبات⁻¹ ولم تختلف معنوياً عن معاملة الري S₂ في الموسم الأول، بينما اعطت معاملة الري S₂ أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 0.48 م² نبات⁻¹ فيما حققت معاملة الري S₄ أقل متوسط للمساحة الورقية بلغت 0.14 و0.19 م² نبات⁻¹ وبنسبة انخفاض 67.44 و60.42% للموسمين بالتتابع.

جدول 5. تأثير معاملات الري وتراكيز ABA في متوسط المساحة الورقية (م² نبات⁻¹) للموسمين (2012 إلى الأعلى

و2013 إلى الأسفل)

الري	تراكيز ABA (مايكرومول)				المعدل
	C3	C2	C1	C0	
S1	0.43	0.44	0.43	0.42	0.43
	0.47	0.48	0.50	0.45	0.47
S2	0.42	0.42	0.43	0.42	0.42
	0.48	0.49	0.46	0.48	0.48
S3	0.21	0.23	0.19	0.18	0.21
	0.23	0.25	0.22	0.20	0.23
S4	0.14	0.18	0.13	0.12	0.14
	0.19	0.20	0.19	0.18	0.19
أ.ف.م %5	0.09				0.09
	0.04				0.04
المعدل	0.31	0.32	0.29	0.28	
	0.35	0.35	0.34	0.33	
أ.ف.م %5					غ.م غ.م

النباتات بوزنها الجاف للمجموع الجذري الذي ساعد على تحسين المحتوى المائي للنبات فانعكس بشكل إيجابي على معدل نمو المحصول من خلال نقل الماء والمواد الغذائية بشكل كافي إلى الأجزاء العليا (الجزء الخضري فوق سطح التربة)، كما أن الإضافة الخارجية لحمض ABA تعمل كمضاد للنتح (anti-transparent) وتحافظ على المحتوى المائي للنبات وتقلل من تأثيرات الإجهاد المائي وهذا مهم في تنظيم نمو النبات (28).

جدول 3. تأثير معاملات الري وتراكيز ABA في معدل نمو

المحصول (غم.م⁻² يوم⁻¹) للموسمين (2012 إلى الأعلى

و2013 إلى الأسفل)

الري	تراكيز ABA (مايكرومول)				المعدل
	C3	C2	C1	C0	
S1	11.93	11.97	11.99	11.78	11.93
	12.24	12.17	12.39	12.29	12.24
S2	11.41	11.71	11.52	11.32	11.41
	12.20	12.35	12.37	12.18	12.20
S3	8.00	8.42	7.84	8.02	8.00
	8.98	9.23	8.99	8.80	8.98
S4	4.64	5.05	4.64	4.57	4.64
	5.67	5.86	5.55	5.65	5.67
أ.ف.م %5	0.27				0.27
	0.27				0.27
المعدل	9.29	8.99	8.97	8.72	
	9.90	9.83	9.73	9.63	
أ.ف.م %5					0.36 0.17

ارتفاع النبات

يبين جدول 4 أن معاملات الري أثرت معنوياً في ارتفاع نباتات زهرة الشمس في كلا الموسمين ولم يكن تأثير معنوي لتراكيز ABA في هذه الصفة. اعطت معاملة الري S₁ أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 137.2 و135.3 سم ولم تختلف معنوياً عن معاملة الري S₂ التي سجلت ارتفاع بلغ 127.4 و128.3 سم، بينما سجلت معاملة الري S₄ أقل متوسط لارتفاع النبات بلغ 85.1 و98.7 سم للموسمين بالتتابع، وبنسبة انخفاض بلغت 37.93 و27.01% عن معاملة S₁ بالتتابع. قد يعود سبب انخفاض ارتفاع النبات إلى ان نقص الماء قد يؤثر في انقسام وتوسع واستطالة خلايا الساق نتيجة لانخفاض الجهد المائي للخلايا النباتية المرتبطة بنقص جاهزية ماء التربة، فضلاً عن قلة كثافة الغطاء النباتي في هذه المعاملة والذي سمح بنفوذ الضوء بكميات كبيره مما أدى إلى عدم إعطاء الأوكسين فرصة العمل على استطالة السلايميات بسبب تحطيمه ضوئياً مؤثراً بالنتيجة في ارتفاع

و14.83 ورقة نبات¹ مقارنة مع معاملة الري S₁ التي اعطت أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 26.06 و26.17 ورقة نبات¹ ولم تختلف معنوياً عن معاملة الري S₂ التي سجلت متوسط عدد أوراق بلغ 24.35 و24.89 ورقة نبات¹ للموسمين بالتتابع. قد يعزى سبب اختزال عدد الأوراق إلى اختلاف طول المدة من الزراعة إلى 50% تزهير (جدول 1) المتأثرة بنقص رطوبة التربة مما اثر في طول المدة المخصصة لنمو عقد الساق المخصصة لإنتاج الأوراق فقل عدد الأوراق.

جدول 7. تأثير معاملات الري وتراكيز ABA في متوسط عدد الأوراق (ورقة نبات¹) للموسمين (2012 إلى الاعلى و2013 إلى الاسفل)

الري	تراكيز ABA (مايكرومول)			
	C3	C2	C1	C0
S1	26.06	27.33	24.80	26.13
	26.17	26.89	26.11	25.78
S2	24.35	25.33	23.60	22.80
	24.89	25.56	24.44	25.22
S3	17.77	16.33	19.23	18.53
	18.78	17.44	19.00	18.89
S4	13.39	13.96	12.66	14.00
	14.83	15.89	13.67	15.00
أ.ف.م	غ.م			
%5	غ.م			
المعدل	20.74	20.07	20.36	20.40
	21.44	20.81	21.22	21.19
أ.ف.م	غ.م			
%5	غ.م			

قطر الساق

يبين جدول 8 وجود تأثير معنوي لمعاملات الري في قطر الساق خلال موسمي الدراسة ولتراكيز ABA في الموسم الأول. اختزل قطر الساق بشكل معنوي مع زيادة الإجهاد المائي، إذ اعطت النباتات عند معاملة الري S₄ أقل متوسط لقطر الساق بلغ 11.73 و14.02 ملم وبنسبة انخفاض بلغت 45.64 و33.64% عن معاملة S₁ التي حققت أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 21.58 و21.13 ملم التي بدورها لم تختلف معنوياً عن معاملة الري S₂ التي اعطت متوسط بلغ 21.04 و20.67 ملم للموسمين بالتتابع. إن سبب في هذا الانخفاض قد يعود إلى أن الإجهاد المائي أدى إلى تقليل المحتوى المائي للنبات والذي يحد من انقسام واتساع الخلايا، فضلاً عن أن نقص الماء المتوفر يحد من قدرة النبات على الامتصاص والاستفادة من العناصر الغذائية. كما يبين جدول 8 أن إضافة ABA للمعاملة بتراكيز C₂ وC₃ أدت إلى زيادة

قد يعود سبب اختزال المساحة الورقية بتناقص كميات مياه الري انخفاض عدد الأوراق للنبات ومحتوى الماء النسبي الذي يؤدي إلى اختزال معدل نموها وعدم قدرتها على الاستطالة والتوسع ومن ثم اختزال حجم الخلايا بسبب انخفاض الجهد المائي للأوراق (31).

دليل المساحة الورقية

يبين جدول 6 وجود تأثير معنوي لمعاملات الري في دليل المساحة الورقية لنباتات زهرة الشمس لكلا الموسمين ولم يكون هناك تأثير معنوي لتراكيز ABA والتداخل بينهما. سجلت معاملتا الري S₁ وS₂ أعلى متوسط لدليل المساحة الورقية بلغ 2.85 و2.82 في الموسم الأول و3.13 و3.21 في الموسم الثاني وبفارق غير معنوي بينهما، بينما اعطت معاملة الري S₄ أقل متوسط لهذه الصفة بلغ 0.94 و1.29 وبنسبة انخفاض بلغت 67.02% و66.67% في الموسم الأول و58.79% و59.81% في الموسم الثاني، وقد يعزى ذلك إلى اختزال المساحة الورقية بسبب قلة الماء الجاهز في التربة واختزال عدد الأوراق أيضاً مما انعكس سلباً على دليلها.

جدول 6. تأثير معاملات الري وتراكيز ABA في متوسط دليل الورقية للموسمين (2012 إلى الاعلى و2013 إلى الاسفل)

الري	تراكيز ABA (مايكرومول)			
	C3	C2	C1	C0
S1	2.85	2.84	2.90	2.87
	3.13	3.03	3.18	3.34
S2	2.82	2.87	2.78	2.87
	3.21	3.32	3.27	3.09
S3	1.42	1.67	1.56	1.24
	1.55	1.70	1.68	1.48
S4	0.94	0.92	1.20	0.87
	1.29	1.35	1.31	1.29
أ.ف.م	غ.م			
%5	غ.م			
المعدل	2.07	2.11	1.96	1.90
	2.35	2.36	2.30	2.19
أ.ف.م	غ.م			
%5	غ.م			

عدد الأوراق للنبات

تشير نتائج جدول 7 إلى وجود تأثير معنوي لمعاملات الري في عدد الأوراق لنباتات زهرة الشمس لكلا الموسمين ولم يكون هناك تأثير معنوي لتراكيز ABA والتداخل بينهما. انخفض عدد الأوراق بتناقص مستويات مياه الري، فقد انتجت نباتات معاملة الري S₄ أقل متوسط لعدد الأوراق بلغ 13.39

و 32.48 غم.نبات⁻¹ ولم تختلف معنوياً عن معاملة الري S₂ التي اعطت متوسط بلغ 29.90 و 31.27 غم.نبات⁻¹، بينما سجلت معاملة الري S₄ أقل متوسط لهذه الصفة بلغ 18.14 و 23.22 غم.نبات⁻¹ للموسمين بالتتابع، وبنسبة انخفاض بلغت 40.42 و 28.50% عن معاملة القياس S₁ للموسمين بالتتابع وهذا يتفق مع Geetha وآخرون (15)، وقد يعزى اختزال الوزن الجاف للجذور إلى ان نقص رطوبة التربة في مراحل نمو النبات أدى إلى قلة نمو الجذور فقل وزنه، فضلاً عن تأثير الإجهاد المائي في المجموع الخضري الذي يؤدي إلى نقص كفاءة التمثيل الكربوني وتحديد انتقال نواتج التمثيل إلى الجذور وبذلك ينخفض معدل نمو الجذور وهذا الانخفاض في نمو الجذور يقلل بدوره تدفق الماء والعناصر الغذائية إلى الجزء الخضري. أما بالنسبة لتراكيز ABA وتأثيرها في الجذور فقد تفوق التركيز عند المعاملة C₃ بأعلى متوسط للوزن الجاف للمجموع الجذري بلغ 28.14 و 29.49 غم.نبات⁻¹ ولم يختلف معنوياً عن المعاملة C₂ في الموسم الأول والثاني.

جدول 9. تأثير معاملات الري وتراكيز ABA في متوسط الوزن الجاف للجذر (غم.نبات⁻¹) للموسمين (2012 إلى الاعلى و 2013 إلى الاسفل)

المعدل	تراكيز ABA (مايكرومول)				الري
	C3	C2	C1	C0	
30.45	30.77	31.22	29.66	30.14	S1
32.48	32.96	32.68	32.11	32.19	
29.90	32.19	31.51	28.04	27.88	S2
31.27	31.95	31.19	30.89	31.06	
24.53	28.73	24.91	22.10	22.36	S3
25.92	28.31	26.77	24.59	24.03	
18.14	20.88	19.18	16.33	16.17	S4
23.22	24.73	24.90	22.02	21.24	
4.52	6.28				أ.ف.م %5
7.49	غم.م				
	28.14	27.40	24.03	24.14	المعدل
	29.49	28.89	27.40	27.13	
	1.27				أ.ف.م %5
	4.18				

قد يعزى السبب في زيادة الوزن الجاف للمجموع الجذري عند معاملة حامض ABA إلى دوره المهم في تحفيز تكوين الجذور الجانبية وتشجيعها على النمو تحت ظروف الإجهاد المائي من خلال تثبيط إنتاج الاثيلين (عكس المجموع الخضري) الذي يحفز نمو الجذور (22).

قطر الساق إلى أعلى متوسط له بلغ 18.09 و 18.55 ملم وبفارق غير معنوي بينها، واللذين زادا معنوياً عن قطر الساق عند معاملي C₀ والمعاملة بتركيز C₁ اللتان اعطتا متوسط قطر ساق بلغ 16.37 و 16.67 ملم بالتتابع في الموسم الأول. قد يعزى سبب زيادة قطر الساق بزيادة تراكيز ABA إلى إمكانية ABA على تحفيز إنتاج هرمون الاثيلين الذي يعمل على تنظيم نمو قطر الساق من جهة، ويعمل على تقليل وانهاء دور الهرمونات المشجعة للنمو مثل الأوكسينات (33). أما استجابة قطر الساق لتداخل معاملات الري مع تراكيز ABA فيلاحظ أن تداخل معاملة الري S₂ مع التركيز C₃ اعطت أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 23.62 ملم، في حين انخفضت هذه الصفة إلى أقل متوسط عند تداخل معاملة الري S₄ مع جميع التراكيز وبفارق غير معنوي بينهما.

جدول 8. تأثير معاملات الري وتراكيز ABA في متوسط قطر الساق (ملم) للموسمين (2012 إلى الاعلى و 2013 إلى الاسفل)

الري	تراكيز ABA (مايكرومول)				المعدل
	C3	C2	C1	C0	
S1	21.58	21.97	21.67	21.11	21.57
	21.67	22.75	21.33	20.87	21.71
S2	21.04	22.37	21.27	20.00	20.52
	20.67	23.62	18.51	20.80	19.73
S3	15.33	17.35	16.44	14.13	13.40
	16.83	15.40	19.84	16.80	15.27
S4	11.73	12.50	13.00	11.43	10.00
	14.02	13.80	14.33	13.81	14.13
أ.ف.م %5	19.8	غم.م			المعدل
	17.0	3.71			
المعدل	18.55	18.09	16.67	16.37	أ.ف.م %5
	18.89	18.50	18.07	17.71	
أ.ف.م %5	غم.م				أ.ف.م %5
	غم.م				

الوزن الجاف للمجموع الجذري

تكمن أهمية تشكيل وزيادة المجموع الجذري في إمكانية استخلاص الماء من طبقات التربة العميقة والرطبة، إذ يتوقف امتصاص الماء من قبل الجذور على كثافتها وعلى رطوبة التربة ومدى التصاق الشعيرات الجذرية بحبيبات التربة. تشير نتائج جدول 9 إلى وجود فروق معنوية بين متوسطات معاملات الري وتراكيز حامض ABA في الوزن الجاف للمجموع الجذري لنباتات زهرة الشمس ولم يكن هناك تأثير معنوي لمعاملات التداخل للموسم الثاني بين العاملين. اعطت معاملة الري S₁ أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 30.45

- in sunflower. *J. Agronomy and Crop Sci.* 151: 199-204.
14. Filho, D. H., L. H. Chaves, V. B. Campos. J. A. Junior and J. Oliveira. 2011. Production of sunflower and biomass depending on available soil water and nitrogen levels. *Iranica J. Energy, Environ.* 2(4): 313-319.
15. Geetha, A., J. Suresh and P. Saidaiah. 2012. Study on response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes for root and yield characters under water stress. *Current Biotica.* 6(1): 32-41.
16. Ghaffari, M., M. Toorchi M. Valizadeh M. R. Shakiba. 2012. Morpho-physiological Screening of Sunflower inbred lines under drought stress condition. *Turkish J. Field Crops.* 17(2): 185-190.
17. Hussain, S. 2010. Enhancement of Drought Tolerance in Sunflower (*Helianthus annuus* L.) By Exogenous Application of Abscisic Acid. Ph.D. Thesis Coll. of Agric., Univ. of Agric., Faisal ABAD, Pakistan.
18. Issa, T. A. 1990. Physiology of Crop Plants. Univ. of Baghdad, Ministry of Higher Education Scientific Research. Translator. pp. 480
19. Kazemeini, S. A., M. Edalat and A. Shekoofa. 2009. Interaction effect of deficit irrigation and row spacing on Sunflower (*Helianthus annuus* L.) growth, seed yield and oil yield. *African J. Agri. Res.* 4(11): 1165-1170.
20. Kohnke, H. 1968. Soil Physics. Mc Draw Hill.
21. Kurahashi, Y., A. Terashima and S. Takumi. 2009. Variation in dehydration tolerance, ABA sensitivity and related gene expression patterns in D-Genome progenitor and synthetic hexaploid wheat lines. *Int. J. Mol. Sci.* 10: 2733-2751.
22. Majeed, A. A., Bano, M. Salim, M. Asim. and M. Hadees. 2011. Physiology and productivity of rice crop influenced by drought stress induced at different developmental stages. *Afric. J. Biotechnology.* 10(26): 5121-5136.
23. Mizoi, J., K. Shinozaki and K. Yamaguchi-Shinozaki. 2012. AP2/ERF family transcription factors in plant abiotic stress responses. *Biochim Biophys Acta.* 1819: 86-96.
1. Alrawy, W. M. 2001. Guidance in The Cultivation of Sunflower. Ministry of Agriculture and the General Authority for Guidance Agricultural Cooperation. pp. 8.
2. Abd - ulameer, O. Q. 2013. Growth and Yield of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) As Influenced By Water Stress and Potassium Fertilization. Master Thesis. of Agriculture. Baghdad University.
3. Afkari, B. 2010. Effect of water limitation on grain yield and oil yield of Sunflower (*Helianthus annuus* L). cultivars. *J. Food, Agric. Environ.* 8(1): 132-135.
4. Ali, A., and I. Noorka. 2013. Differential growth and development response of sunflower hybrid in contrasting irrigation regimes. *Amer. J. Plant Sci.* 4: 1060-1065.
5. Ardiarini, N., R. Kusrieningrum, and A. Kuswanto. 2013. The path analysis on yield due to the sunflower (*Helianthus annuus* L.) oil under drought stress. *J. Basic. Appl. Sci. Res.* 3(4): 1-7.
6. Boham, W. 1979. Methods of Studying Roots Systems. Springer Veriang, Berlins Heidelberg, New Yourk. USA.
7. Bray, E. 2002. Abscisic acid regulation of gene expression during water deficit stress in the era of the Arabidopsis genome. *Plant Cell Environ.* 25: 153-161.
8. Chanson, A. and P. E. Pilot .1982. Transport and metabolism of abscisic acid in maize root. *Plant Physiol.* 154: 556-561.
9. Chencw, Y., H. S. Lur., Y. G. Tsai and M. C. Chang. 2006. A novel function of abscisic acid in the regulation of rice (*Oryza sativa* L.) root growth and development. *Plant Cell Physiol.* 47: 1-13.
10. Christmann, A., I. Hoffmann, E. Teplova and A. Grill .2005. Generation of active pools of abscisic acid revealed by in vivo imaging of water-stressed Arabidopsis. *Critical Reviews in Plant Sci.* 24: 23-58.
11. Day, W. 1979. Water stress and crop growth. *East. Agric. Sci.* 30: 199-214.
12. Elsahookie, M. M., A. Alfalahi and A. F. Almehemdi. 2009. Crop and soil management and breeding for drought tolerance. *Iraqi J. Agric. Sci.* 40(2): 1-28.
13. Elsahookie, M. M., and E. E. Eld ABA. 1982. One leaf dimension to estimate leaf area

24. Oikeh, S. O., J. G. Kling, W. J. Horst, V. O. Chude and R. J. Carsky. 1999. Growth and distribution of maize roots under nitrogen fertilization in lintwhite soil. *Field Crops Res.* 62: 1-13.
25. Patakas, A. 2012. Abiotic Stress-induced Morphological and Anatomical Changes in Plants. In: Ahmad, P. And M. N. Prasad, *Abiotic Stress Response in Plants: Metabolism, Productivity and Sustainability.* Springer Science + Business Media, Spring Street, New York, USA. pp. 463.
26. Rauf, S. and H. A. Sadaqat. 2008. Effect of varied water regimes on root length, dry matter partitioning and endogenous plant growth regulators in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *J. Plant Interactions.* 2(1): 41-51.
27. Sharp, R. E. 2002. Interaction with Ethylene: Changing views on the role of abscisic acid in root and shoot growth responses to water stress. *Plant Cell and Environment.* 25: 211-222.
28. Shinohara, T. and D. Leskovar. 2014. Effects of ABA, anti-transparent, heat and drought stress on plant growth, physiology and water status of artichoke transplants. *Scientia Horticulturae.* 165: 225-234.
29. Tahir, M., M. Imran and M. K. Hussian. 2002. Evaluation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) inbred lines for drought tolerance. *Inter. J. Agric., Biol.* 4(3): 338-400.
30. Turhan, H. and I. Baser. 2004. In vitro and In vivo water stress in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia.* 27: 227-236.
31. Yagoub, S. O., A. M. Osman and A .K. Abdesalam. 2010. Effect of watering intervals and weeding on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *J. Sci. Tech.* 11(2): 137-148.
32. Zein, A. M. K. 2002. Rapid determination of soil moisture content by the microwave oven drying method. *Sudan Engineering Society J..* 48(40): 43-54.
33. Zhang, J. and W. J. Davies. 1991. Anti-transpiration activity in xylem sap of maize plants. *J. Exp. Bot.* 42: 317-321.