

تحسس زهرة الشمس للاجهاد المائي بحسب مراحل نموها و أثر التوازن السمادي في إنتاجها

سداد أحمد محمود*

الباحث

محمد مبارك علي عبد الرزاق

أستاذ

drmmubarak@gmail.com

قسم المحاصيل الحقلية – كلية الزراعة – جامعة بغداد

المستخلص

نفذت تجربة حقلية خلال الموسم الربيعي 2014 في حقل تجارب قسم المحاصيل الحقلية – كلية الزراعة، جامعة بغداد، أبو غريب بهدف دراسة تحسس زهرة الشمس للاجهاد المائي بحسب مراحل نموها والتوازن السمادي والتداخل بينهما في صفات الحاصل ومكوناته وكفاءة استهلاك الماء لنبات زهرة الشمس صنف فلامي. طبقت التجربة بترتيب الألواح المنشقة على وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة RCBD بثلاثة مكررات. مثلت الألواح الرئيسية معاملات التوازن السمادي (F) وهي: معاملة المقارنة (F₁) (إضافة التوصية السمادية كاملة 180 كغم N هـ⁻¹ و 110 كغم P₂O₅ هـ⁻¹ و 100 كغم K₂O هـ⁻¹ لعناصر NPK بالتتابع وإضافة نصف الكمية الموصى بها من NPK (F₂) ومضاعفة كمية N فقط، أما P و K فتضاف حسب التوصية السمادية (F₃) ومضاعفة كمية P فقط، أما N و K فتضاف بحسب التوصية السمادية (F₄) ومضاعفة كمية K و N و P تضاف بحسب التوصية السمادية (F₅) ومضاعفة NPK (F₆)، بينما مثلت الألواح الثانوية معاملات الاجهاد المائي (S) وهي: استنزاف 50% من الماء الجاهز (معاملة المقارنة) والري بعد استنزاف 80% من الماء الجاهز في مراحل النمو الخضري (S₂) والتزهير (S₃) وامتلاء البذور (S₄). أظهرت نتائج الدراسة تفوق النباتات غير المعرضة للاجهاد المائي بأعلى المتوسطات لصفات نسبة الاخصاب وقطر القرص وعدد البذور في القرص وحاصل البذور (4.587 طن هـ⁻¹) ولم تختلف معنويًا عن النباتات المعرضة للاجهاد المائي في مرحلة امتلاء البذور (S₄) في الصفات المذكورة جميعها كما لم تختلف معنويًا عن النباتات المعرضة للاجهاد المائي في مرحلة النمو الخضري (S₂) في صفتي قطر القرص وحاصل البذور، في حين حققت نباتات المعاملة S₂ أعلى النتائج لصفات وزن 1000 بذرة ودليل الحصاد، وكانت النباتات المعرضة للاجهاد المائي في مرحلة امتلاء البذور أكثر كفاءة في استعمال الماء بلغت 1.193 كغم بذور (م⁻³)¹. كما اعطت النباتات المسمدة بضعف الكمية من الفسفور والكميات الموصى بها من النايروجين والبوتاسيوم (F₄) أعلى المتوسطات لصفات نسبة الاخصاب وقطر القرص وعدد البذور في القرص من ثم زيادة حاصل البذور (4.422 طن هـ⁻¹) وكانت أكثر كفاءة في استعمال الماء (1.075 كغم بذور (م⁻³)¹)، في حين حققت النباتات المسمدة بضعف الكمية من البوتاسيوم والكميات الموصى بها من النايروجين والفسفور (F₅) أعلى متوسط لوزن 1000 بذرة. أما التداخل ف بين عاملي الدراسة قد كان معنويًا في أغلب الصفات المدروسة.

الكلمات المفتاحية: زهرة الشمس، الجفاف، المغذيات الكبرى، حاصل البذور، كفاءة استعمال الماء.

*البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الثاني

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences –1433-1446: (6) 48/ 2017

Abdul-Razak & Mahmood

SENSITIVITY OF SUNFLOWER TO WATER DEFICIT THROU GROWTH STAGES AND ROLE OF BALANCED FERTILIZERS ON PRODUCTIVITY

M. M. A. Abdul-Razak

Prof.

Dept. of Field Crop – Coll. of Agric. Univ. of Baghdad

drmmubarak@gmail.com

S. A. Mahmood

Researcher

ABSTRACT

A field experiment was conducted during spring season of 2014 at the experimental station of field crops department, College of Agriculture, University of Baghdad, Abu Ghraib to study the sensitivity of sunflower growth stages to water stress, fertilizers balance and interaction between them, and their effect on growth, yield, yield components and quality characteristics of sunflower Flamy cultivar. A randomized complete plot design (RCBD) was used with split-plot arrangement by three replicates. Fertilizers levels (F) [F₁: recommended (180 kg N ha⁻¹, 110 kg P₂O₅ ha⁻¹ and 100kg K₂O ka⁻¹), F₂: 1/2 (NPK), F₃: 2NPK, F₄: N2PK, F₅: NP2K and F₆: 2(NPK)] were represent the main plots while stress treatment (S) represent the sub plots [S₁ 50% water depletion (control) S₂ 80% water depletion at vegetative growth stage, S₃: 80% water depletion at flowering and at seed filling stage]. Results showed that the existence of a significant effects of water stress treatment levels on most of the investigated traits, unstressed plants had the superiority over stressed once, by having more fertility, higher head diameter, higher number of seeds per head which all, resulted in improving sunflower seed yield (4.59 ton ha⁻¹). There is no significantly different under stress plants in vegetative growth stage (S₂) in both head diameter and seed yield, while the plant at S₂ showed higher values in weight 1000 seeds and harvest index. Plants at S₂ showed higher water use efficiency. Fertilizers combinations have a significant effect on most of the traits under investigation. Plants under F₄ treatment have higher means of fertility percentage, head diameter and head seed number which caused an improvement in seed yield (4.422 ton ha⁻¹), while F₅ showed higher 1000 seeds weight. The interaction between two factors was significantly difference in most of the studied traits.

Key words: Sunflower, drought, macronutrient, seed yield, WUE.

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

*Received:6/3/2016, Accepted:22/10/2017

المقدمة

لقد غدت شحة المياه الواردة إلى بلاد الرافدين هاجساً كبيراً لأهل الاهتمام من زراعيين واقتصاديين وساسة، فمن جهة أثرها في إنتاجية المحاصيل الزراعية ومن جهة أخرى دورها الأساسي في بيئة الإنسان والحيوان فضلا عن اسهامها في تدهور المستوى الاقتصادي والسياسي في البلد للارتباط الوثيق بينها، ولعل أبرز أسباب شحة المياه في العراق هي قلة الأمطار وعدم انتظام توزيعها فضلا عن انخفاض واردات نهري دجلة والفرات نتيجة السياسات المائية لدول المنبع. لقد انخفضت كمية المياه الواردة في نهر دجلة بنسبة 47% إذ بلغت 9.7 مليار م³ بعد أن كانت 20.93 مليار م³ سنويا فما بال الفرات. لقد اثرت قلة المياه في اختزال المساحات القابلة للزراعة بنسبة 53% في العراق (25). حتم ذلك على المختصين استخدام أساليب وتقنيات متعددة لإدارة ملف المياه كاستعمال المياه المالحة والثقيلة واستعمال الري الجزئي والناقص وكذلك الري الممغنط. تتباين مراحل نمو المحاصيل في احتياجاتها المائية وحساسيتها لنقص الماء، وأن معرفة المرحلة الأكثر حساسية يفيد في تجنب المحصول العطش فيها فضلا عن امكانية تقنين استعمال الماء في المراحل الأخرى الأقل حساسية. تهدف ادارة المحصول إلى تجنبه الاجهادات التي قد يتعرض لها خلال مراحل نموه، إذ تبرز أهمية معرفة الحاجات المائية الفعلية للمحاصيل الزراعية ووقت حاجتها وتحديد المرحلة الأكثر حساسية لنقص المياه من أجل تجنب الهدر فيها وزيادة كفاءة استعمالها وتقليل تكاليف الإنتاج (19). إن اضافة الأسمدة بصورة متوازنة من شأنه أن يزيد من تحمل النباتات للشدود اللاحيوية كالإضافة المتوازنة للأسمدة الضرورية لنمو وتطور النبات كالنايتروجين والفسفور والبوتاسيوم لما لها من دور أساسي في الحد من أضرار الشد الرطوبي وتأثيره في كمية العناصر الغذائية الممتصة من النبات بالانتشار والجريان الكتلتي (8)، الأمر الذي يجنب النبات التعرض لأي اجهاد غذائي من شأنه أن يحد من تطور النمو الخضري والتكاثري ومن ثم الحصول النهائي (32). نفذت هذه التجربة بهدف تحديد حساسية مراحل نمو زهرة الشمس لنقص الماء وتجنب تعطيش المحصول فيها، والنظر في امكانية تقليل كمية الماء المضاف في المراحل الأخرى، فضلا عن تجهيز بدائل للري

في المناطق الديمة لتجنب تعرض المحصول للاجهاد المائي فيها، وتحديد أفضل توليفة سمادية من العناصر الأساسية لتحسين الإنتاج والنوعية والتقليل من حساسية المحصول لنقص الماء.

المواد والطرائق

اجريت تجربة حقلية خلال الموسم الربيعي 2014 في حقل تجارب قسم المحاصيل الحقلية - كلية الزراعة - جامعة بغداد - أبو غريب في تربة مزيجة غرينية طينية موضحة بعض صفاتها الفيزيائية والكيميائية في جدول 1، بهدف دراسة تحسس زهرة الشمس للاجهاد المائي بحسب مراحل نموها والتوازن السمادي في صفات الحاصل ومكوناته.

جدول 1. بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لتربة التجربة

قبل الزراعة

العناصر	القيمة	الوحدة
نسجة التربة	مزيجة طينية	-----
مفصولات التربة	الرمل	غم كغم ⁻¹ تربة
	الغرين	56.56
	الطين	26.24
درجة التفاعل (pH)	7.1	-----
الإصلالية الكهربائية (EC)	4.4	ديسيمنز م ⁻¹
النتروجين الجاهز	28.0	مليمكافى لتر ⁻¹
الفسفور الجاهز	63.0	مليمكافى لتر ⁻¹
البوتاسيوم الجاهز	266.0	مليمكافى لتر ⁻¹
الأيونات الموجبة	29.5	مليمكافى لتر ⁻¹
	الكالسيوم	17.5
	المغنسيوم	12.8
	الصوديوم	Nil
الأيونات السالبة	2.4	مليمكافى لتر ⁻¹
	الكبريتات	42.0
	الكلوريدات	13.5

طبقت التجربة بترتيب الألواح المنشقة على وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة وبثلاثة مكررات. مثلت الألواح الرئيسية معاملات التوازن السمادي (F) وهي: معاملة المقارنة (F₁) (إضافة التوصية السمادية كاملة 180 كغم N هـ⁻¹ و 110 كغم P₂O₅ هـ⁻¹ و 100 كغم K₂O هـ⁻¹ لعناصر NPK بالتتابع (4) وإضافة نصف الكمية الموصى بها من NPK (F₂) ومضاعفة كمية N فقط أما P و K فتضاف حسب التوصية السمادية (F₃) ومضاعفة كمية P فقط أما N و K فتضاف بحسب التوصية السمادية (F₄) ومضاعفة كمية K أما N و P فتضاف بحسب التوصية السمادية (F₅) ومضاعفة NPK (F₆)، بينما مثلت الألواح الثانوية معاملات الاجهاد المائي (S) وهي: استنزاف 50% من الماء

(33). جرت عملية تقييم المحتوى الرطوبي للتربة بأخذ عينات عشوائية من الوحدات التجريبية بشكل مستمر طول مدة التجربة، وعند استنفاد 50% و 80% من الماء الجاهز لمعاملة المقارنة وبقية معاملات الاجهاد المائي بالتتابع، وجرى الري باضافة عمق الماء اللازم للوصول الى المحتوى الرطوبي عند السعة الحقلية لتربة الحقل، إذ قدر المحتوى الرطوبي على وفق المعادلة التي ذكرها Hillel (18).

$$pw = \left(\frac{Msw - Ms}{Ms} \right) 100$$

إذ أن:

Pw = النسبة المئوية الوزنية للرطوبة.

Msw = كتلة التربة الرطبة (غم).

Ms = كتلة التربة الجافة (غم).

وكذلك تم حساب الرطوبة الحجمية التي يكون عندها الري على وفق المعادلة الآتية:

$$Qv = Qw \times \partial b$$

إذ أن:

Qv = المحتوى الرطوبي على أساس الحجم.

Qw = المحتوى الرطوبي على أساس الوزن.

∂b = الكثافة الظاهرية للتربة (ميكروغرام. م⁻³).

طريقة الري

تم الري باستخدام مضخة مثبتة على بئر ومزودة بانابيب بلاستيكية ذات قطر 1.5 أنج مربوط إليها عداد الكتروني لقياس كميات المياه المضافة لكل وحدة تجريبية. روي الحقل بكميات متساوية من ماء الري عند الزراعة إلى السعة الحقلية لضمان حدوث الانبات ونشوء المحصول، ثم رويت النباتات عند استنزاف 50% و 80% من الماء الجاهز وبحسب مراحل النمو للنبات وتم حساب كمية الماء المضاف على وفق المعادلة التي ذكرها Kohnke (21).

إذ أن: W = حجم الماء الواجب إضافته خلال رية (م³).

a = المساحة المروية (م²).

As = الكثافة الظاهرية (ميكروغرام م⁻³).

Pw^{Fc} = النسبة المئوية لرطوبة التربة على أساس الوزن عند السعة الحقلية (بعد الري).

Pw^w = النسبة المئوية لرطوبة التربة قبل موعد الري.

D = عمق التربة (سم).

الجاهز (معاملة المقارنة) والري بعد استنزاف 80% من الماء الجاهز في مراحل النمو الخضري (S2) والتزهير (S3) وامتلاء البذور (S4). اجريت عمليات خدمة التربة وذلك بحرارة موقع التجربة حرائتين متعامدتين بالمحراث المطرحي القلاب ثم اجريت عمليات التعديل والتسوية وفتح المروز والسواقي. كانت مساحة الوحدة التجريبية 9 م² التي احتوت على أربعة مروز مع ترك فواصل 2 م بين المكررات و 1 م بين المعاملات لمنع تسريب الماء بين الوحدات التجريبية. زرعت بذور زهرة الشمس *Helianthus annuus* L صنفي فلامي بتاريخ 2014/3/15 على جانب واحد من المروز بمسافة 20 سم بين الجور 75 سم بين المروز بوضع ثلاث إلى أربع بذور في الجورة الواحدة ثم خفت إلى نبات واحد عند وصول النباتات إلى مرحلة ظهور الاوراق الحقيقية لتصبح الكثافة النباتية 66666 نبات ه⁻¹. اجريت عمليات خدمة المحصول من تسميد وري بحسب المعاملات وعزق وتعشيب كلما دعت الحاجة إلى ذلك وحصدت النباتات بتاريخ 2014/6/27. تم قياس العلاقة بين الشد الهيكلي (ψ) والمحتوى المائي الحجمي (θ) لعينات التربة إذ قدر المحتوى الرطوبي لتقدير سعة احتفاظ التربة بالماء وتم تمثيلها بيانيا بمنحنى الشد الرطوبي الذي تم استخدامه في هذه الدراسة (شكل 1) اذ بلغت الرطوبة الحجمية عند السعة الحقلية 0.34 سم³ سم⁻³ وعند نقطة الذبول الدائم 0.14 سم³ سم⁻³ ومن هذين النقطتين تم تحديد الماء الجاهز بطرح الثانية من الاولى.

قياس المحتوى الرطوبي للتربة

تم تقدير المحتوى الرطوبي للتربة باستعمال الطريقة الوزنية لقياس رطوبة التربة ولمتابعة التغيرات الرطوبة في التربة وتحديد وقت الارواء، ولتحديد عمق الماء المضاف اخذت النماذج من التربة بوساطة البريمة (Auger) من بطن المروز الثاني، تم تقدير رطوبة التربة على عمق 0-30 سم خلال مرحلة النمو الخضري، ثم قدرت رطوبة التربة على عمق 50 سم خلال مرحلتي التزهير وامتلاء البذور. قدر المحتوى الرطوبي في نماذج التربة بتجفيف النماذج في فرن المايكروويف (Microwave Oven) ولمدة خمس وعشرين دقيقة بعد أن تم تعيير مدة التجفيف لفرن المايكروويف مع الفرن الكهربائي على وفق الطريقة المقترحة من قبل Zein

الصفات المدروسة

أولاً- الحاصل ومكوناته

1. نسبة الاخصاب (%): حسبت بأخذ عينة عشوائية من البذور بمعدل 50 غم لكل وحدة تجريبية وحسب عدد البذور الممتلئة والفارغة، وتم تقسيم عدد البذور الممتلئة على عدد البذور الكلية ثم ضرب الناتج $\times 100$ (23).

2. قطر القرص (سم): حسب باستخدام شريط القياس كمتوسط لعشرة نباتات مأخوذة من المرزبين الوسطيين لكل وحدة تجريبية.

3. عدد البذور في القرص: حسب كمتوسط لعدد البذور في عشرة أقرص.

4. وزن 1000 بذرة (غم): حسب بأخذ عينة عشوائية من حاصل عشرة نباتات ثم عدل الوزن على أساس 16% رطوبة.

5. حاصل البذور الكلي (طن ه⁻¹): حسب من ضرب حاصل البذور لكل وحدة تجريبية \times الكثافة النباتية.

6. دليل الحصاد: حسب على وفق المعادلة الآتية (5):

$$HI = (SY / BY) \times 100$$

إذ أن:

HI = دليل الحصاد (%).

SY = حاصل البذور (طن ه⁻¹).

BY = الحاصل البيولوجي (طن ه⁻¹).

ثانياً- كفاءة استعمال الماء لحاصل البذور (كغم م⁻³):

قيست حسب المعادلة (14):

$$WUE = \frac{GY}{WA}$$

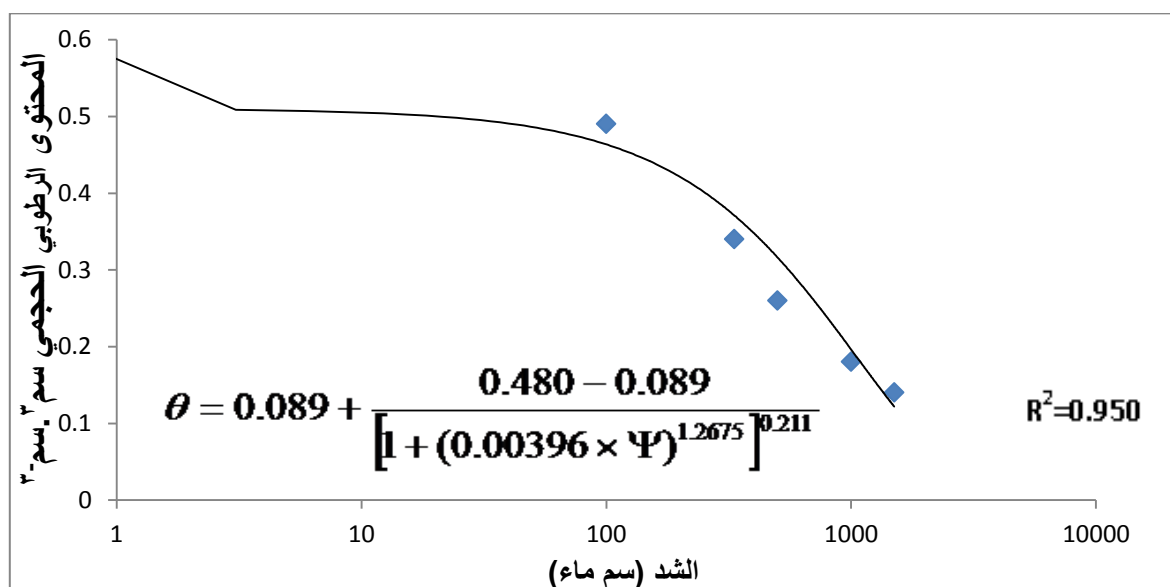
إذ أن:

WUE = كفاءة استعمال الماء (كغم. م⁻³).

GY = حاصل البذور (طن ه⁻¹).

WA = مياه الري المضافة (م³ ه⁻¹).

ثالثاً- الاستهلاك المائي (ملم): حسبت كمية الماء المضاف خلال موسم النمو فضلا عن كميات الأمطار خلال موسم الزراعة. حلت البيانات احصائيا حسب تصميم RCBD بترتيب الألواح المنشقة باستخدام برنامج Genstat Discovery Edition 4 وقورنت المتوسطات الحسابية على وفق اختبار أقل فرق معنوي (LSD) وعند مستوى احتمالية (0.05) كما وقدرت قيم معامل الارتباط بين الصفات المدروسة واختبرت عند مستوى المعنوية نفسه.



شكل 1. منحنى الوصف الرطوبي

النتائج والمناقشة

المعاملة F₄ في نسبة الاخصاب إلى دور الفسفور في زيادة قابلية النبات على امتصاص عنصري النايتروجين والبوتاسيوم (27 و 31)، وما يرافق ذلك من زيادة في كفاءة عملية التمثيل الكربوني ومن ثم زيادة المواد المتمثلة وهذا بالنتيجة سيؤدي إلى زيادة عدد البويضات الفعالة والقابلة للتلقيح والاخصاب في القرص (28). أما سبب انخفاض نسبة الاخصاب لنباتات المعاملة F₆ فقد يعود إلى زيادة سمية العناصر الغذائية المضافة للتربة وانعكاسها السلبي على انخفاض معدلات نمو النبات ومن ثم انخفاض نسبة الاخصاب. كان التداخل معنويًا بين معاملات الاجهاد والمعاملات السمادية (جدول 2)، فقد تميزت النباتات غير المعرضة للاجهاد (S₁) والمسمدة بضعف الكمية من الفسفور والكميات الموصى بها من النايتروجين والبوتاسيوم (F₄) أعلى قيمة لنسبة الاخصاب بلغت 96.84% ولم تختلف معنويًا عن النباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة امتلاء البذور (S₄) والمسمدة بضعف الكمية من الفسفور والكميات الموصى بها من النايتروجين والبوتاسيوم (F₄) التي اعطت 96.72% في حين اعطت النباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة التزهير (S₃) والمسمدة بضعف الكمية من النايتروجين والفسفور والبوتاسيوم (F₆) أقل قيمة لنسبة الاخصاب بلغت 80.05%. من جهة أخرى، فإن المعاملة السمادية F₄ حققت أعلى نسبة اخصاب لبذور زهرة الشمس المعرضة للاجهاد المائي في مرحلة التزهير بلغ 81.90% قياسًا بالمعاملات السمادية الأخرى ضمن معاملة الاجهاد المائي في مرحلة التزهير (S₃) وهذا يوضح الدور الإيجابي لهذه المعاملة في تقليل الأثر الضار للاجهاد المائي في مرحلة التزهير وزيادة نسبة الاخصاب للبذور.

نسبة الاخصاب: توضح نتائج الجدول 2 وجود تأثير معنوي لمعاملات الاجهاد المائي والمعاملات السمادية والتداخل بينهما في نسبة الاخصاب لبذور زهرة الشمس. تبين نتائج الجدول 2 الفرق المعنوي بين معاملات الاجهاد المائي خلال مراحل مختلفة من نمو زهرة الشمس في نسبة الاخصاب، فقد تفوقت النباتات غير المعرضة للاجهاد (المقارنة S₁) بأعلى نسبة اخصاب بلغت 91.57% إلا أنها لم تختلف معنويًا عن النباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة امتلاء البذور (S₄) التي اعطت 91.39% في حين اعطت النباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة التزهير (S₃) أقل نسبة اخصاب بلغت 80.85%. يعود سبب انخفاض نسبة الاخصاب لبذور نباتات زهرة الشمس المعرضة للاجهاد في مرحلة التزهير (S₃) إلى التأثير السلبي لقلة الماء في النمو الخضري للنبات وما يرافقه من انخفاض في تراكم نواتج التمثيل الكربوني وانتقالها عبر الأنابيب المنخلية إلى مواقع النشوء الجديدة في المرحلة التكاثرية (1)، فضلًا عن تأثير الاجهاد المائي في حيوية حبوب اللقاح وجفاف المياسم (10). تتفق هذه النتيجة مع نتائج Mehrpouyan وآخرون (24) بوجود تأثير معنوي للاجهاد المائي في نسبة الاخصاب لبذور زهرة الشمس. يلاحظ من نتائج الجدول 2 وجود فرق معنوي بين المعاملات السمادية في نسبة الاخصاب، إذ سجلت النباتات المسمدة بضعف الكمية من الفسفور والكميات الموصى بها من النايتروجين والبوتاسيوم (F₄) أعلى نسبة اخصاب بلغت 92.56% قياسًا بالنباتات المسمدة بضعف الكمية من النايتروجين والفسفور والبوتاسيوم (F₆) التي سجلت أقل نسبة اخصاب بلغت 84.07%، وقد يعود سبب تفوق نباتات

جدول 2. تأثير التوازن السمادي والاجهاد المائي في مراحل نمو مختلفة في نسبة الاخصاب (%) لنبات زهرة الشمس

المتوسط	مراحل النمو				المعاملات السمادية
	S4	S3	S2	S1	
91.35	95.25	81.44	93.30	95.39	(F ₁) NPK
85.69	88.10	80.21	86.17	88.28	(F ₂) 1/2(NPK)
86.93	89.55	80.82	87.64	89.71	(F ₃) 2NPK
92.56	96.72	81.90	94.79	96.84	(F ₄) N2PK
89.34	92.74	80.67	90.89	93.04	(F ₅) NP2K
84.07	85.95	80.05	84.09	86.17	(F ₆) 2(NPK)
0.65		0.89			أ.ف.م 0.05
	91.39	80.85	89.48	91.57	المتوسط
		0.31			أ.ف.م 0.05

قطر القرص

توضح نتائج الجدول 3 وجود تأثير معنوي لمعاملات الاجهاد المائي والمعاملات السمادية والتداخل بينهما في متوسط قطر القرص لزهرة الشمس. يتبين من الجدول 3 تفوق نباتات معاملة المقارنة (S₁) إذ اعطت أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 24.30 سم والتي لم تختلف معنويًا عن S₂ و S₄ اللتان اعطتا 24.23 و 24.27 سم بالتتابع بينما اعطت النباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة التزهير (S₃) أقل متوسط للصفة بلغ 18.43 سم. قد يعود سبب انخفاض قطر القرص لنباتات زهرة الشمس المعرضة للاجهاد في مرحلة التزهير (S₃) إلى أن مدة التزهير تستغرق مدة 20-25 يوما فضلا عن استنزاف طاقة النبات في تطور الأجزاء التكاثرية واتمام عملية الاخصاب وتكوّن البذرة وما يرافق هذه المرحلة من استهلاك بعض العناصر المغذية من أجزاء النبات المختلفة إلى مناطق التكاثر، وهذا ما يوضح انخفاض مؤشرات النمو في هذه المرحلة للنبات من وزن الجذور ووزن النبات وكفاءة عملية التمثيل الكربوني (لم تعرض البيانات). تتفق هذه النتيجة مع نتائج باحثون آخرون (9 و 13 و 16 و 15 و 24) بوجود تأثير معنوي للاجهاد المائي في متوسط قطر القرص لزهرة الشمس. يلاحظ من نتائج الجدول 3 وجود فرق معنوي بين المعاملات السمادية في متوسط قطر القرص، فقد سجلت النباتات المسددة بضعف الكمية من الفسفور والكميات الموصى بها من النايتروجين والبوتاسيوم (F₄) أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 24.14 سم قياسا بالنباتات المسددة بضعف الكمية من النايتروجين والفسفور والبوتاسيوم (F₆) التي سجلت أقل متوسط لهذه الصفة بلغ 21.41 سم ويعود السبب

في زيادة قطر القرص لنباتات المعاملة F₄ إلى زيادة الوزن الجاف للمجموع الجذري (لم تعرض البيانات) وهذا بالمحصلة أدى إلى انتقال العناصر الغذائية بشكل كافٍ إلى الأجزاء العليا للنبات مؤديا إلى زيادة مؤشرات النمو الخضري الأمر الذي انعكس وبشكل إيجابي على زيادة الوزن الجاف الكلي (لم تعرض البيانات) ومن ثم زيادة قطر القرص. تتفق هذه النتيجة مع نتائج باحثون آخرون (20 و 22) بوجود تأثير معنوي لمعاملات التوازن السمادي في متوسط قطر القرص لزهرة الشمس. كان التداخل معنويًا بين معاملات الاجهاد والمعاملات السمادية (جدول 3)، إذ تفوقت النباتات غير المعرضة للاجهاد (S₁) والمسددة بضعف الكمية من الفسفور والكميات الموصى بها من النايتروجين والبوتاسيوم (F₄) بأعلى متوسط لقطر القرص بلغ 25.70 سم إلا أنها لم تختلف معنويًا عن النباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة النمو الخضري (S₂) والنباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة امتلاء البذور (S₄) والمسددة بضعف الكمية من الفسفور والكميات الموصى بها من النايتروجين والبوتاسيوم (F₄) اللتان اعطتا 25.67 و 25.69 سم بالتتابع بينما اعطت النباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة التزهير (S₃) والمسددة بضعف الكمية من النايتروجين والفسفور والبوتاسيوم (F₆) أقل متوسط لقطر القرص بلغ 17.15 سم. كما يوضح جدول 3 أن المعاملة السمادية F₄ تفوقت معنويًا بأعلى متوسط لقطر القرص (19.49 سم) قياسا بمعاملات التوازن السمادي الأخرى ضمن معاملة الاجهاد المائي في مرحلة التزهير (S₃) وهذا يوضح الدور الإيجابي لهذه المعاملة في زيادة قطر القرص في ظروف العجز المائي في مرحلة التزهير.

جدول 3. تأثير التوازن السمادي والاجهاد المائي في مراحل نمو مختلفة في قطر القرص (سم) لنباتات زهرة الشمس

المتوسط	مراحل النمو				المعاملات السمادية
	S4	S3	S2	S1	
23.72	25.26	19.08	25.21	25.31	(F ₁) NPK
22.01	23.40	17.84	23.36	23.43	(F ₂) ½(NPK)
22.40	23.79	18.26	23.75	23.81	(F ₃) 2NPK
24.14	25.69	19.49	25.67	25.70	(F ₄) N2PK
23.18	24.67	18.75	24.62	24.69	(F ₅) NP2K
21.41	22.83	17.15	22.78	22.87	(F ₆) 2(NPK)
0.17		0.24			أ.ف.م 0.05
	24.27	18.43	24.23	24.30	المتوسط
		0.08			أ.ف.م 0.05

عدد البذور في القرص

تشتمل على عدد البذور الكلي الممتلئة والفارغة في القرص. توضح نتائج الجدول 4 وجود تأثير معنوي لمعاملات الاجهاد المائي والمعاملات السمادية والتداخل بينهما في متوسط عدد البذور في قرص زهرة الشمس. تبين نتائج الجدول 4 وجود اختلاف معنوي بين معاملات الاجهاد المائي خلال مراحل مختلفة من نمو زهرة الشمس في متوسط عدد البذور في القرص، فقد تميزت نباتات المقارنة (S₁) بأعلى متوسط لهذه الصفة (1385.8 بذرة قرص⁻¹) ولم تختلف معنويًا عن نباتات S₄ (1381.9 بذرة قرص⁻¹) في حين اعطت النباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة التزهير (S₃) أقل متوسط للصفة (850.9 بذرة قرص⁻¹). يعود سبب انخفاض عدد البذور في أقراص نباتات زهرة الشمس المعرضة للاجهاد في مرحلة التزهير (S₃) إلى انخفاض نسبة الاخصاب (جدول 2) نتيجة التأثير العكسي للاجهاد المائي الذي سبب اجهاض البذور وعدم عقدها واسهم في اختزال الممتلئ منها، فضلا عن انخفاض مؤشرات النمو الخضري والوزن الجاف للمجموع الخضري الأمر الذي اثر وبشكل سلبي في قطر القرص (جدول 3) من جهة وتراكم المواد المتمثلة في مواقع نشوء الزهيرات من جهة أخرى مما انعكس بشكل سلبي على عدد البذور في القرص. تتفق هذه النتيجة مع نتائج باحثون آخرون (9 و 16 و 26) بوجود تأثير معنوي للاجهاد المائي في متوسط عدد البذور في القرص لنبات زهرة الشمس. يلاحظ من نتائج الجدول 4 وجود تأثير معنوي للمعاملات السمادية في متوسط عدد البذور في القرص، إذ تفوقت النباتات المسمدة بضعف الكمية من الفسفور والكميات الموصى بها من النايتروجين والبوتاسيوم (F₄) بأعلى متوسط لهذه الصفة (1318.7 بذرة قرص⁻¹) قياسا بالنباتات المسمدة

بضعف الكمية من النايتروجين والفسفور والبوتاسيوم (F₆) التي سجلت أقل متوسط للصفة (1156.3 بذرة قرص⁻¹). يعود السبب في زيادة عدد البذور في القرص لنباتات المعاملة F₄ إلى زيادة نسبة الاخصاب (جدول 2) وقطر القرص (جدول 3) الأمر الذي انعكس وبشكل إيجابي على زيادة عدد البذور في القرص. تتفق هذه النتيجة مع نتائج باحثون آخرون (6 و 20) بوجود تأثير معنوي لمعاملات التوازن السمادي في متوسط عدد البذور في القرص لنبات زهرة الشمس. كان التداخل معنويًا بين معاملات الاجهاد والمعاملات السمادية (جدول 4)، فقد حققت النباتات غير المعرضة للاجهاد (S₁) والمسمدة بضعف الكمية من الفسفور والكميات الموصى بها من النايتروجين والبوتاسيوم (F₄) أعلى متوسط لعدد البذور في القرص بلغ 1465.5 بذرة قرص⁻¹ لكنها لم تختلف معنويًا عن النباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة امتلاء البذور (S₄) والمسمدة بضعف الكمية من الفسفور والكميات الموصى بها من النايتروجين والبوتاسيوم (F₄) التي اعطت 1461.9 بذرة قرص⁻¹ بينما حققت النباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة التزهير (S₃) والمسمدة بضعف الكمية من النايتروجين والفسفور والبوتاسيوم (F₆) أقل متوسط لعدد البذور في القرص بلغ 778.1 بذرة قرص⁻¹. كما يوضح جدول 4 أن المعاملة السمادية F₄ تفوقت معنويًا بأعلى متوسط لعدد البور بالقرص (911.5 بذرة قرص⁻¹) قياسا بمعاملات التوازن السمادي الأخرى ضمن معاملة الاجهاد المائي في مرحلة التزهير (S₃) مما يشير إلى التأثير الإيجابي لهذه المعاملة في زيادة عدد البذور في القرص على الرغم من تعرض النباتات للاجهاد المائي في مرحلة التزهير.

جدول 4. تأثير التوازن السمادي والاجهاد المائي في مراحل نمو مختلفة في عدد البذور في القرص لنبات زهرة الشمس

المتوسط	مراحل النمو				المعاملات السمادية
	S4	S3	S2	S1	
1296.0	1439.4	888.1	1412.7	1443.6	(F ₁) NPK
1194.6	1332.7	817.0	1292.5	1336.1	(F ₂) ½(NPK)
1217.6	1354.0	841.4	1317.4	1357.7	(F ₃) 2NPK
1318.7	1461.9	911.5	1436.0	1465.5	(F ₄) N2PK
1262.1	1399.1	869.5	1371.7	1408.0	(F ₅) NP2K
1156.3	1301.3	778.1	1241.7	1304.0	(F ₆) 2(NPK)
9.8		13.5			أ.ف.م 0.05
	1381.9	850.9	1345.3	1385.8	المتوسط
		4.8			أ.ف.م 0.05

وزن 1000 بذرة

من النايتروجين والفسفور (F₅) أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 53.90 غم قياسا بالنباتات المسمدة بضعف الكمية من النايتروجين والفسفور والبوتاسيوم (F₆) التي سجلت أقل متوسط لهذه الصفة بلغ 45.86 غم. إن زيادة وزن البذرة لنباتات زهرة الشمس المسمدة بضعف كمية البوتاسيوم والكميات الموصى بها من النايتروجين والفسفور قد يعود إلى توفر البوتاسيوم داخل الأنسجة النباتية في التراكيز الملائمة فضلا عن دوره في زيادة كفاءة انتقال المواد الأيضية إلى البذور (17) ورفع القيمة الغذائية للمحاصيل عن طريق زيادة حجم ووزن البذور (30). تتفق هذه النتيجة مع نتائج باحثون آخرون (6 و 20 و 22) بوجود تأثير معنوي لمعاملات التوازن السمادي في متوسط وزن البذرة لنبات زهرة الشمس. كان التداخل معنوي بين معاملات الاجهاد والمعاملات السمادية (جدول 5)، إذ اعطت النباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة النمو الخضري (S₂) والمسمدة بضعف الكمية من البوتاسيوم والكميات الموصى بها من النايتروجين والفسفور (F₅) أعلى قيمة لوزن 1000 بذرة بلغت 58.86 غم في حين اعطت النباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة التزهير (S₃) والمسمدة بضعف الكمية من النايتروجين والفسفور والبوتاسيوم (F₆) أقل متوسط لوزن 1000 بذرة بلغ 34.56 غم. كما يوضح جدول 5 أن المعاملة السمادية F₅ تفوقت معنويا بأعلى متوسط لوزن 1000 بذرة (41.21 غم) قياسا بالمعاملات السمادية الأخرى ضمن معاملة الاجهاد المائي في مرحلة التزهير (S₃) مما يشير إلى كفاءة هذه المعاملة في زيادة وزن البذور على الرغم من التعرض للعجز المائي في مرحلة التزهير.

تبين نتائج الجدول 5 وجود تأثير معنوي لمعاملات الاجهاد المائي والمعاملات السمادية والتداخل بينهما في متوسط وزن 1000 بذرة لزهرة الشمس. يلاحظ من نتائج الجدول 5 وجود فروق معنوية بين معاملات الاجهاد المائي خلال مراحل مختلفة من نمو زهرة الشمس في متوسط وزن 1000 بذرة، إذ تفوقت النباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة النمو الخضري (S₂) بأعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 54.89 غم واختلفت معنويا عن معاملات الاجهاد المائي الأخرى ولاسيما النباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة التزهير (S₃) التي اعطت أقل متوسط للصفة بلغ 38.19 غم. يعود سبب انخفاض وزن البذرة لنباتات المعاملة S₃ إلى التأثير السلبي للاجهاد المائي في تقليل التفاعلات الحيوية داخل الأنسجة النباتية مما أدى إلى انخفاض مؤشرات النمو الخضري جميعها ولاسيما المساحة الورقية للنبات وتقليل كفاءتها في اعتراض الضوء وانخفاض محتوى الأوراق من الكلوروفيل ومن ثم انخفاض إنتاج المادة الجافة ((لم تعرض البيانات) وانتقالها من المصدر (الأوراق) وتراكمها في المصب (البذور)، وفي هذا المجال اشارت الدراسات إلى أن الوزن النهائي للبذرة يتحدد من خلال حجم المصب ومقدرته على سحب أكبر قدر من المواد الأيضية من المصدر والمرتبطة بمدى فعالية مساحة الأوراق للقيام بالتمثيل الكربوني (10). تتفق هذه النتيجة مع نتائج باحثون آخرون (9 و 16 و 26) بوجود تأثير معنوي للاجهاد المائي في متوسط وزن البذرة لنبات زهرة الشمس. تشير نتائج الجدول 5 إلى وجود فرق معنوي بين المعاملات السمادية في متوسط وزن 1000 بذرة، إذ سجلت النباتات المسمدة بضعف الكمية من البوتاسيوم والكميات الموصى بها

جدول 5. تأثير التوازن السمادي والاجهاد المائي في مراحل نمو مختلفة في وزن 1000 بذرة (غم) لنبات زهرة الشمس

المتوسط	مراحل النمو				المعاملات السمادية
	S4	S3	S2	S1	
51.16	55.36	39.12	56.00	54.19	(F ₁) NPK
47.73	51.79	36.50	52.41	50.24	(F ₂) ½(NPK)
52.88	57.46	40.04	57.77	56.23	(F ₃) 2NPK
48.86	52.76	37.72	53.49	51.48	(F ₄) N2PK
53.90	58.14	41.21	58.86	57.39	(F ₅) NP2K
45.86	49.38	34.56	50.81	47.70	(F ₆) 2(NPK)
0.49		0.67			أ.ف.م 0.05
	54.15	38.19	54.89	52.87	المتوسط
		0.24			أ.ف.م 0.05

حاصل البذور

توضح نتائج الجدول 6 وجود تأثير معنوي لمعاملات الاجهاد المائي والمعاملات السمادية والتداخل بينهما في متوسط حاصل البذور لزهرة الشمس. يبين الجدول 6 تفوق النباتات غير المعرضة للاجهاد (المقارنة S_1) بأعلى متوسط لحاصل البذور بلغ 4.597 طن ه⁻¹ إلا أنها لم تختلف معنويًا عن النباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة النمو الخضري (S_2) والنباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة امتلاء البذور (S_4) اللتان اعطتا 4.587 و 4.591 طن ه⁻¹ بالتتابع وبنسبة زيادة بلغت 58.2% و 57.3% و 58.0% للمعاملات الثلاث بالتتابع عن حاصل البذور للنباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة التزهير (S_3) التي اعطت أقل متوسط للصفة بلغ 2.906 طن ه⁻¹. يعود سبب زيادة حاصل البذور في معاملي المقارنة (S_1) وتعرض النباتات للاجهاد المائي في مرحلة امتلاء البذور (S_4) إلى تفوقهما في مكونين من مكونات الحاصل لزهرة الشمس هما قطر القرص (جدول 3) وعدد البذور في القرص (جدول 4) فضلا عن تفوقهما في نسبة الاخصاب (جدول 2)، أما سبب عدم اختلاف حاصل البذور للنباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة النمو الخضري (S_2) فقد يعود إلى عدم اختلاف نباتات هذه المعاملة في قطر القرص عن نباتات المعاملتين S_1 و S_4 (جدول 3) وتفوقها في وزن 1000 بذرة (جدول 5). تتفق هذه النتيجة مع نتائج باحثون آخرون (9 و 16 و 26) بوجود تأثير معنوي للاجهاد المائي في متوسط حاصل البذور لزهرة الشمس. يلاحظ من نتائج الجدول 6 وجود فرق معنوي بين المعاملات السمادية في متوسط حاصل البذور، إذ سجلت النباتات المسمدة بضعف الكمية من الفسفور والكميات الموصى بها من النايتروجين والبيوتاسيوم (F_4) أعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 4.422 طن ه⁻¹ قياسا بالنباتات المسمدة بضعف الكمية من النايتروجين والبيوتاسيوم (F_6) التي سجلت أقل متوسط لهذه الصفة بلغ 3.904 طن ه⁻¹، وقد يعود سبب الزيادة في حاصل البذور إلى تفوقها في صفات نسبة الاخصاب (جدول 2) وقطر القرص (جدول 3) وعدد البذور في القرص (جدول 4) مما انعكس وبشكل إيجابي على زيادة حاصل البذور. تتفق هذه النتيجة مع نتائج باحثون آخرون (6 و 20 و 22) بوجود تأثير معنوي لمعاملات التوازن

السمادي في متوسط حاصل البذور لزهرة الشمس. أما سبب انخفاض حاصل البذور لنباتات المعاملة F_6 فقد يعود إلى التأثير السمي لمضاعفة كمية الأسمدة المضافة للتربة ولاسيما النايتروجين في نمو النبات وانعكاسه السلبي على مكونات الحاصل جميعها وبالمحصلة انخفاض حاصل البذور الذي يمثل خلاصة العمليات الأيضية والتفاعلات الكيميائية التي تجري داخل الأنسجة النباتية، وفي هذا الصدد لاحظ Block و Calvey (7) أن المركبات النايتروجينية تصبح سامة للنبات إذا تجاوز تركيزها 50 ملغم N كغم⁻¹ كما ذكر Ali (3) أن الأمونيوم يصبح ساما للنبات إذا تحول إلى أمونيا ولاسيما في مرحلة الانبات ونمو البادرات. كان التداخل معنويًا بين معاملات الاجهاد والمعاملات السمادية (جدول 6)، إذ تفوقت النباتات غير المعرضة للاجهاد (S_1) والمسمدة بضعف الكمية من الفسفور والكميات الموصى بها من النايتروجين والبيوتاسيوم (F_4) بأعلى متوسط للحاصل بلغ 4.863 طن ه⁻¹ إلا أنها لم تختلف معنويًا عن النباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة النمو الخضري (S_2) والنباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة امتلاء البذور (S_4) والمسمدة بضعف الكمية من الفسفور والكميات الموصى بها من النايتروجين والبيوتاسيوم (F_4) اللتان اعطتا 4.855 و 4.858 طن ه⁻¹ بالتتابع بينما اعطت النباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة التزهير (S_3) والمسمدة بضعف الكمية من الفسفور والبيوتاسيوم (F_6) أقل متوسط للحاصل بلغ 2.646 طن ه⁻¹. يعزى سبب انخفاض حاصل البذور للنباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة التزهير (S_3) والمسمدة بضعف الكمية من النايتروجين والفسفور والبيوتاسيوم (F_6) إلى تأثر نمو وتطور المحصول وانعكاس ذلك على الفعاليات الأيضية والشكل المورفولوجي للنبات وضعف القابلية الإنتاجية نتيجة لانخفاض قطر القرص (جدول 3) وعدد البذور في القرص (جدول 4) ووزن 1000 بذرة (جدول 5) مما أثر ذلك سلباً في نقصان حاصل البذور تحت ظروف الاجهاد المائي المترافق مع مضاعفة كمية NPK المضافة، فضلاً عن اختزال نمو الجذور قفلاً ووزنها (لم تعرض البيانات) وانخفضت قابلية النبات على امتصاص الماء والعناصر الغذائية المهمة لنمو وتطور النبات مما أدى إلى انخفاض الفعاليات الحيوية في المجموع الخضري أي تقلصت سعة التمثيل الكربوني

يلاحظ من النتائج أن النباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة النمو الخضري (S₂) اعطت أعلى دليل حصاد وهذا يشير إلى أن نباتات هذه المعاملة كانت أكثر كفاءة في إعادة توزيع المواد الغذائية من المصدر (الجزء الخضري للنبات) إلى المصب (البذور) بمعنى أن هذه النباتات كان نموها أفضل من خلال كفاءتها في تحفيز المصادر على إنتاج المواد المتمثلة وزيادة قدرة المصببات (البذور) على استيعاب الزيادة الحاصلة في المادة الجافة مما أدى إلى زيادة وزن 1000 بذرة (جدول 5) الأمر الذي انعكس إيجابياً على زيادة حاصل البذور (جدول 6) وبالمحصلة زيادة دليل الحصاد، إذ يؤدي توفر العوامل التي تزيد من حجم المصببات إلى زيادة حاصل البذور ومن ثم زيادة دليل الحصاد (12). تتفق هذه النتيجة مع نتائج باحثون آخرون (11 و 15) بوجود تأثير معنوي للاجهاد المائي في دليل الحصاد لزهرة الشمس. يلاحظ من نتائج الجدول 7 عدم وجود فرق معنوي بين المعاملات السمادية في دليل الحصاد، وعلى الرغم من عدم المعنوية إلا أن النباتات المسمدة بضعف الكمية من الفسفور والكميات الموصى بها من النايتروجين والبوتاسيوم (F₄) حققت أعلى متوسط لهذه الصفة (39.83%) قياساً بالنباتات المسمدة بضعف الكمية من النايتروجين والفسفور والبوتاسيوم (F₆) التي سجلت أقل متوسط لهذه الصفة (39.29%). تتفق هذه النتيجة مع نتائج Khakwani وآخرون (20) من عدم وجود تأثير معنوي لمعاملات التوازن السمادي في دليل الحصاد لزهرة الشمس. كما تشير نتائج جدول 7 إلى عدم وجود تداخل معنوي بين معاملات الاجهاد المائي والمعاملات السمادية في دليل الحصاد لزهرة الشمس.

نتيجة لاختزال عدد الأوراق والمساحة الورقية ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل (لم تعرض البيانات). كما يوضح جدول 6 أن المعاملة السمادية F₄ تفوقت معنوياً بأعلى متوسط لحاصل البذور (3.111 طن هـ⁻¹) وزيادة معنوية بلغت 2.6% و 11.3% و 8.1% و 4.7% عن حاصل بذور نباتات المعاملة F₁ و F₂ و F₃ و F₅ بالتتابع و 17.6% عن حاصل بذور نباتات المعاملة F₆ التي حققت أقل متوسط للصفة (2.646 طن هـ⁻¹) ضمن معاملة الاجهاد المائي في مرحلة التزهير (S₃) وهذا يؤكد الدور الإيجابي للمعاملة F₄ في تقليل ضرر التعرض للجفاف وكفاءتها في زيادة حاصل البذور على الرغم من التعرض للعجز المائي في مرحلة التزهير.

دليل الحصاد

توضح نتائج الجدول 7 وجود تأثير معنوي لمعاملات الاجهاد المائي في دليل الحصاد لزهرة الشمس، في حين لم يكن تأثير المعاملات السمادية والتداخل بين عاملي الدراسة معنوياً. تبين نتائج الجدول 7 الفرق المعنوي بين معاملات الاجهاد المائي خلال مراحل مختلفة من نمو زهرة الشمس في دليل الحصاد، إذ اعطت النباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة النمو الخضري (S₂) أعلى دليل حصاد (42.49%) قياساً بالنباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة التزهير (S₃) التي اعطت أقل دليل للحصاد (32.06%). يعود السبب في انخفاض دليل الحصاد للنباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة التزهير (S₃) إلى انخفاض مؤشرات النمو الخضري جميعها وبالنتيجة انخفاض نواتج التمثيل الكربوني وانعكاسها السلبي على وزن المادة الجافة الكلي للنبات (لم تعرض البيانات) فضلاً عن انخفاض حاصل البذور لنباتات هذه المعاملة (جدول 6) ومن ثم انخفاض دليل الحصاد، ومن جهة أخرى،

جدول 6. تأثير التوازن السمادي والاجهاد المائي في مراحل نمو مختلفة في حاصل البذور (طن هـ⁻¹) لزهرة الشمس

المتوسط	مراحل النمو				المعاملات السمادية
	S4	S3	S2	S1	
4.360	4.800	3.033	4.797	4.810	(F ₁) NPK
4.014	4.420	2.796	4.342	4.425	(F ₂) ½(NPK)
4.084	4.485	2.878	4.479	4.493	(F ₃) 2NPK
4.422	4.858	3.111	4.855	4.863	(F ₄) N2PK
4.237	4.659	2.971	4.656	4.662	(F ₅) NP2K
3.904	4.325	2.646	4.306	4.329	(F ₆) 2(NPK)
0.033		0.045			أ.ف.م 0.05
	4.591	2.906	4.587	4.597	المتوسط
		0.016			أ.ف.م 0.05

جدول 7. تأثير التوازن السمادي والاجهاد المائي في مراحل نمو مختلفة في دليل الحصاد (%) لزهرة الشمس

المتوسط	مراحل النمو				المعاملات السمادية
	S4	S3	S2	S1	
39.80	42.04	32.47	42.72	41.95	(F ₁) NPK
39.44	41.94	31.81	42.16	41.86	(F ₂) ½(NPK)
39.64	41.96	32.05	42.70	41.84	(F ₃) 2NPK
39.83	42.05	32.67	42.56	42.02	(F ₄) N2PK
39.69	42.00	32.21	42.67	41.89	(F ₅) NP2K
39.29	41.91	31.17	42.13	41.93	(F ₆) 2(NPK)
N.S		N.S			أ.ف.م 0.05
	41.98	32.06	42.49	41.92	المتوسط
		0.46			أ.ف.م 0.05

كفاءة استعمال الماء

توضح نتائج الجدول 8 وجود تأثير معنوي لمعاملات الاجهاد المائي والمعاملات السمادية والتداخل بينهما في متوسط كفاءة استعمال الماء. تبين نتائج الجدول 8 الاختلاف المعنوي بين معاملات الاجهاد المائي خلال مراحل مختلفة من نمو زهرة الشمس في متوسط كفاءة استعمال الماء، فقد حققت النباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة امتلاء البذور (S₄) أعلى متوسط لكفاءة استعمال الماء بلغ 1.193 كغم بذور (م³)⁻¹ في حين حققت النباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة التزهير (S₃) أقل متوسط للصفة بلغ 0.810 كغم بذور (م³)⁻¹. تعود زيادة كفاءة استعمال الماء للنباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة امتلاء البذور (S₄) إلى زيادة إنتاج حاصل البذور (جدول 6) مقارنة مع كمية الماء المستخدم لنباتات المعاملة نفسها، وقلة التبخر من سطح التربة نتيجة انخفاض السطح المعرض للترطيب من النبات ومن ثم قلة الاستهلاك المائي، وربما لقلة حاجة المحصول إلى الماء لانخفاض الفعاليات الحيوية في هذه المرحلة (26) أما سبب انخفاض كفاءة استعمال الماء في النباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة التزهير (S₃) فيعود إلى قلة حاصل البذور (جدول 6) وزيادة حاجته للماء (26). تتفق هذه النتيجة مع نتائج باحثون آخرون (2 و 16) بوجود تأثير معنوي للاجهاد المائي في متوسط كفاءة استعمال الماء لنبات زهرة الشمس. يلاحظ من نتائج الجدول 8 وجود فرق معنوي بين المعاملات السمادية في متوسط كفاءة استعمال الماء، إذ اعطت النباتات المسمدة بضعف الكمية من الفسفور والكميات الموصى بها من النايتروجين والبوتاسيوم (F₄) أعلى متوسط لهذه الصفة

(1.075 كغم بذور (م³)⁻¹) قياسا بالنباتات المسمدة بضعف الكمية من النايتروجين والفسفور والبوتاسيوم (F₆) التي اعطت أقل متوسط لهذه الصفة (0.947 كغم بذور (م³)⁻¹)، وهذه النتيجة تؤكد الدور الإيجابي للأسمدة الكيمائية عند إضافتها بالكميات الملائمة في تقليل التأثير السلبي للاجهاد الرطوبي في النبات ورفع كفاءة استخدام الماء (29)، فالتسميد بضعف الكمية من الفسفور والكميات الموصى بها من النايتروجين والبوتاسيوم (المعاملة F₄) كان لها دور ايجابي في مضاعفة الإنتاج لوحدة المساحة (جدول 6) وذلك من خلال زيادة جاهزية العناصر في محلول التربة مما زاد من مقدرة التربة على امداد النبات بهذه العناصر بما يتلاءم وحاجة النبات إليها. كان التداخل معنويا بين معاملات الاجهاد والمعاملات السمادية (جدول 8)، إذ سجلت النباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة امتلاء البذور (S₄) والمسمدة بضعف الكمية من الفسفور والكميات الموصى بها من النايتروجين والبوتاسيوم (F₄) أعلى قيمة للصفة بلغت 1.262 كغم بذور (م³)⁻¹ بينما سجلت النباتات المعرضة للاجهاد في مرحلة التزهير (S₃) والمسمدة بضعف الكمية من النايتروجين والفسفور والبوتاسيوم (F₆) أقل قيمة للصفة بلغت 0.737 كغم بذور (م³)⁻¹. كما يوضح جدول 8 أن المعاملة السمادية F₄ تفوقت معنويا بأعلى متوسط كفاءة استعمال الماء بلغ 0.867 كغم بذور (م³)⁻¹ قياسا بالمعاملات السمادية الأخرى ضمن معاملة الاجهاد المائي في مرحلة التزهير (S₃) مما يوضح الدور الإيجابي لهذه المعاملة في زيادة كفاءة استعمال الماء في ظروف العجز المائي في مرحلة التزهير.

الاستهلاك المائي

يبين الجدول 9 عدد الريات وكميات الماء المضافة خلال موسم الزراعة إذ بلغت كميات الماء المستهلك (الماء المضاف + الأمطار) 463.5 و 432.5 و 358.5 و 384.5 ملم موسم¹ لمعاملات المقارنة (S₁) ومرحلة النمو الخضري (S₂) ومرحلة التزهير (S₃) ومرحلة الامتلاء (S₄) بالتتابع. يلاحظ أن هناك تفاوت في قيم الاستهلاك المائي وهذا يعود إلى عدم تساوي مراحل النمو في مدة النمو (104 يوم). يلاحظ أن الحاصل في مرحلة النمو الخضري ومرحلة امتلاء البذرة لم ينخفض معنوياً على الرغم من انخفاض الاستهلاك المائي لهاتين المرحلتين (جدول 6) مما يدل على امكانية توفير 6.6% من كمية الماء المستهلك في مرحلة النمو

الخضري و 17% من كمية الماء المستهلك في مرحلة امتلاء البذور التي يمكن الاستفادة منها في زيادة الرقعة الزراعية لهذا المحصول أو لمحاصيل أخرى، ولكن انخفاض نسبة الاستهلاك المائي في مرحلة التزهير (29%) تسبب في نقص حاصل البذور بنسبة 49% وهذا يدل على ضرورة عدم تعطيش المحصول في وقت التزهير لكونها أكثر المراحل حساسية لنقص الماء. كما يلاحظ من الجدول نفسه أن الاستهلاك المائي لمعاملة القياس كان أعلى ما يمكن وهذا أمر طبيعي لكون نسبة الرطوبة فيها عالية مما أدى إلى زيادة في الصفات الكمية كحاصل البذور وعدد البذور في القرص وقطر القرص ونسبة الاخصاب.

جدول 8. تأثير التوازن السمادي والاجهاد المائي في مراحل نمو مختلفة في كفاءة استعمال الماء كغم بذور (م)¹⁻³

المتوسط	مراحل النمو				المعاملات السمادية
	S4	S3	S2	S1	
1.059	1.247	0.845	1.108	1.037	(F ₁) NPK
0.971	1.148	0.779	1.003	0.954	(F ₂) ½(NPK)
0.992	1.165	0.802	1.034	0.968	(F ₃) 2NPK
1.075	1.262	0.867	1.121	1.048	(F ₄) N2PK
1.030	1.210	0.828	1.075	1.005	(F ₅) NP2K
0.947	1.123	0.737	0.994	0.933	(F ₆) 2(NPK)
0.009		0.015			أ.ف.م 0.05
	1.193	0.810	1.056	0.991	المتوسط
		0.006			أ.ف.م 0.05

جدول 9. كمية الماء المضاف وعدد الريات والاستهلاك المائي خلال مراحل النمو لزهرة الشمس

المعاملات	عدد الريات	كمية الماء المضاف لتر	عمق الماء المضاف mm	عمق ماء المطر (mm)	عمق الماء المستهلك (mm)	كمية الماء المستهلك م ³ هـ ¹⁻
المقارنة	12	3920.0	436	27.5	463.5	4640
النمو الخضري	12	3641.6	405	27.5	432.5	4330
التزهير	12	2976.0	331	27.5	358.5	3590
الامتلاء	12	3212.0	357	27.5	384.5	3850

REFERENCES

1. Afkari, B. A. 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.
2. Ahmad, S. A. H. 2012. Effect of water stress and hill spacing on seed yield and some growth traits of sunflower. The Iraqi J. of Agric. Sci. 43(4): 14-27.
3. Ali, N. A. Shaoqi. 2012. Guidelines on Plant Nutrition. Translate. Coll. of Agric., Univ. of Baghdad, Ministry of Higher Edu. and Scientific Res.
4. Alrawie, W. M. 2001. Guidelines of Sun Flower Planting. Ministry of Agric., Iraq. pp. 6.
5. Andrich, G., S. Bazini, A. Zinnai, S. Silvestri and C. Galoppini. 1996. The effect of drought stress on some characteristics of sunflower seeds. Agric. Med. 126: 285-291.
6. Banerjee, H., S. K. Dutta, S. J. Pramanik, K. Ray, A. Phonglosa and K. Bhattacharyya. 2014. Productivity and profitability of spring planted sunflower hybrid with nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer. Annl. of Plant and Soil Res. 16(3): 250-256.
7. Block, E., and E. M. Calvey. 1994. Fact and artifacts in Allium chemistry. American Chemical Society Symposium Series ACS. 564: 79-63.
8. Bronson, K. 2004. Nutrition management for texas high plains cotton production. The Agriculture Program. The Texas A & M. University System. Crop Sci. 33: 4-10.
9. Buriro, M., N. A. Chachar, B. Buriro, A. W. Gandahi, and T. Mangan. 2015. Effect of water stress on growth and yield of sunflower. Ec. Agriculture. 260- 270.
10. Daneshian, J. and M. Kheybari. 2013. Effect of water deficit stress on head characteristics of sunflower hybrids. Intl. J. Agric. Res & Rev. 3(4): 917-922.
11. Dehkhoda, A., M. Naderidarbaghshahi, A. Rezaei and B. Majdnasiri. 2013. Effect of water deficiency stress on yield and yield component of sunflower cultivars in Isfahan. Inter. J. of farming and Allied Sci. 2(52): 1319-1324.
12. Donald, C. M. 1962. In search of yield. J. Aust. Inst. Agric. Sci. 28: 495-499.
13. Elsahookie, M. M., F. Oraha and A. Humood. 2006. Role of alternative irrigation, father lines for mothers and site in the sunflower performance. Iraqi J. Agric. Sci. 37 (1): 117-122.
14. Eltaef, N. I. and I. K. Al-Hadithi. 1988. Irrigation, Principles and Application. Univ. of Baghdad, Ministry of Higher Edu. And Scientific Res.
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. Curr. Bio. Tech. 6(1): 32-41.
16. Hassan, A. A. H. 2014. Role of ABA on Tolerance of *Helianthus annuus* L. to Draught. M.Sc. Thesis, Coll. of Agric., Univ. of Baghdad pp:150.
17. Havlin, J. L., J. D. Beaton, S. L. Tisdale and W. L. Nelson. 2005. Fertility and Fertilizers "An Introduction to Nutrient Management". 7th Edn. Prentice Hall. New Jersey, USA. pp. 515.
18. Hillel, D. 1980. Application of Soil Physics. Academic Press. Inc. New York. p. 116-126.
19. Iqbal, N., M. Y. Ashraf and F. Azam. 2005. Effect of exogenous application of glycinebetaine on capitulum size and achene number of sunflower under water stress. International J. Biol. Biot. 2(3): 765-771.
20. Khakwani. A. A., S. Noor, M. Sadiq, I. U. Awan, M. Munir, M. S. Baloch, Ghazanfarullah, S. and I. Bakhsh. 2014. Impact of plant densities and npk fertilization on growth and optimum economic return of sunflower. Sarhad J. Agric. 30(2): 157-164.
21. Kohnke, H. 1968. Soil Physics. McGraw Hill Book Company, Inc. New York, USA. p. 105-108.
22. Malamasuri, K., P. Rao, V. Sri Ranjitha and B. Mukundam. 2013. Production potential of sunflower genotyped under varying fertility levels in andhra pradesh. 3(10): 97-101.
23. Masoud, T. K. 2013. Role of Partial Irrigation of Rows and Organic Matter in the Water Requirement, Growth and Yield of sunflower. M.Sc. Thesis, Dept. of Soil Sci., and Water Resources, Coll. of Agric., Univ. of Baghdad. pp. 112.
24. Mehrpouyan, M., G. Nazari and S. Sayfzadea. 2010. Effect of Irrigation stop at different growth stages on some agronomic

traits of sunflower under three plant densities in takestan region, Iran. *Plant Eco-Physiology*. 2: 137-144.

25. Ministry of Water Resources. 2013. Dept. of Planning and Follow up, Section of Environmental Policy.

26. Mobasser, H. R and A. Tavassoli. 2013. Effect of water stress on quantitative and qualitative characteristics of yield in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *of Novel Applied Sci*. 2(9): 299-302.

27. Muhammed, H. A. 2011. Effect of Phosphorous and Potash Fertilizer and Water Irrigation Deficit on Growth and Yield of *Zea mays* L. MSc. Thesis, Coll. of Agric., Univ. of Baghdad pp:145.

28. Nawaz, N., G. Sarwar, M. Yousaf, T. Naseeb, A. Ahmad and M. J. Shah. 2003. Yield and yield components of sunflower as affected by various NPK levels. *Asian J. of Plant Sci*. 2(7): 561-562.

29. Oweis, T., H. Zhang and M. Pala. 2000. Water use efficiency of rain-fed and irrigated bread wheat in Mediterranean environments. *Agron. J*. 92: 231-238.

30. Pettigrew, W. T. 2008. Potassium influences on yield and quality production for maize, wheat, soybean and cotton. *Physiologia Plantarum*. 133: 670-681.

31. Semikhnenko, P. G and O. N. Sukhareva. 1975. The effect of phosphate application at the stage of leaf formation on the growth, development and productivity of sunflower. *Field Crop*. 29: 4138-4139.

32. Wiedenhoft, A. C. 2006. *Plant Nutrition*. University of Western Ontario. Canada. pp. 144.

33. Zein, A. K. 2002. Rapid determination of soil moisture content by the microwave oven drying method. *Sudan Engineering Soc. J*. 48(40): 43-54.