تقييم التباين في كفاءة استعمال المياه لبعض طرز أكساد من الشعير (*Hordeum vulgare* L.)

Evaluation the Variation in Water Use Efficiency Among ACSAD-Genotypes of Barley (*Hordeum vulgare* L.)

جمال صالح[1-2] حسين المحاسنة[1-2]

Jamal Saleh[1- 2] Hussain Almahasneh[1 -2]

(1) المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة/ أكساد، دمشق، سورية.

(1) The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands/ACSAD, Damascus, Syria.

(2) قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، دمشق، سورية.

(2) Field Crops Department, Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria.

الملخص

نُفذت تجربة أصص زراعية وتجربة حقلية في محطة بحوث إزرع التابعة للمركز العربي-أكساد خلال الموسم الزراعي 2018/2017، بهدف تقييم التباين في صفة كفاءة استعمال المياه وبعض الصفات الفيزيولوجية لبعض طرز أكساد من الشعير ثنائي الصنف (أكساد$_{60}$، أكساد$_{1420}$) والشعير سداسي الصف (أكساد$_{176}$، أكساد$_{68}$، أكساد$_{1230}$، أكساد$_{1630}$، أكساد$_{1713}$). صُممت تجربة الأصص الزراعية وفق التصميم العشوائي البسيط (CRD). ونفذت التجربة الحقلية وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (RCBD) بثلاثة مكررات. أشارت نتائج التحليل الإحصائي في تجربة الأصص الزراعية إلى وجود فروق معنوية بين طرز الشعير في معظم المؤشرات المدروسة، حيث كان متوسط المساحة الورقية الخضراء الفعّالة في عملية التمثيل الضوئي الأعلى معنوياً لدى الطراز أكساد$_{1230}$ (5.27 سم^2. يوم$^{-1}$) تلاه دون فروق معنوية بينها الطرز أكساد$_{176}$، أكساد$_{68}$ (4.90، 4.87 سم^2. يوم$^{-1}$ على التوالي)، وكان متوسط كمية المياه المنتوحة التراكمية الأعلى معنوياً لدى الطراز أكساد$_{60}$ (3.74 كغ. أصيص$^{-1}$) تلاه دون فروق معنوية الطرز أكساد$_{1713}$، أكساد$_{1420}$ (3.70، 3.53 كغ. أصيص$^{-1}$ على التوالي)، وكان متوسط كمية المادة الجافة الكلية الأعلى معنوياً لدى الطراز أكساد$_{1230}$ (5.74غ. نبات$^{-1}$) تلاه ودون فروق معنوية بينها الطرز أكساد$_{68}$، أكساد$_{176}$ (5.54، 5.32 غ . نبات$^{-1}$)، وكان متوسط كفاءة استعمال المياه الأعلى معنوياً لدى الطراز أكساد$_{1230}$ (1.91 غ مادة جافة. كغ$^{-1}$ ماء) تلاه دون فروق معنوية بينها الطرز أكساد$_{68}$، أكساد$_{176}$ (1.73، 1.71 غ مادة جافة. كغ$^{-1}$ ماء على التوالي). أظهرت نتائج التجربة الحقلية أنّ متوسط الغلة الحبية والغلة الحيوية وكفاءة استعمال مياه الأمطار كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الطراز أكساد$_{1230}$ (6500 كغ. هكتار$^{-1}$، 14500 كغ. هكتار$^{-1}$، 22.33 كغ حبوب. ملم$^{-1}$. هكتار$^{-1}$ على التوالي) تلاه بفروق معنوية الطراز أكساد$_{176}$ (6300 كغ. هكتار$^{-1}$،

©2023 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands. **ISSN:2305 - 5243 ; (p: 57 -69)**

13700 كغ.هكتار$^{-1}$، 21.64 كغ حبوب. ملم$^{-1}$. هكتار$^{-1}$ على التوالي). تميزت الطرز الوراثية من الشعير (أكساد$_{1230}$، أكساد$_{176}$، أكساد$_{68}$) بكفاءة عالية في استعمال المياه، لذلك يمكن استخدام هذه الطرز كآباء في برامج التربية والتحسين الوراثي المستقبلية لتطوير أصناف من الشعير متحملة للجفاف والتغيرات المناخية المتوقعة مستقبلاً.

الكلمات المفتاحية: التباين، الشعير، أصص زراعية، كفاءة استعمال المياه، الغلة الحبية.

Abstract

Agricultural pot and field experiment were carried out at Izraa Research Station (ACSAD) during the growing season 2017/2018, to evaluate the variation of water use efficiency and some physiological traits of some two-rowed barley genotypes (Acsad$_{60}$, Acsad$_{1420}$) and six-rowed barley genotypes (Acsad$_{176}$, Acsad$_{68}$, Acsad$_{1230}$, Acsad$_{1630}$, Acsad$_{1713}$). The pot experiment was designed using complete randomized design (CRD), where field experiment was designed according to randomized complete block design (RCBD) with three replications. Statistical analysis results of pot culture experiment indicated significant differences among studied genotypes in most investigated traits, the mean value of leaf area duration was the highest in the genotype Acsad$_{1230}$ (5.27 cm^2.day^{-1}) followed by the genotype Acsad$_{176}$ and Acsad$_{68}$ (4.90 , 4.87 cm^2.day^{-1} respectively). The quantity of cumulative transpired water was the highest in the genotype Acsad60 (3.74 kg.pot^{-1}) followed with the genotypes Acsad$_{1713}$ and Acsad$_{1420}$ (3.70 and 3.53 kg.pot^{-1}respectively). The mean value of total dry matter was the highest in the genotype Acsad$_{1230}$ (5.74 g. plant^{-1}) followed by the genotypes Acsad$_{68}$ and Acsad$_{176}$ (5.54 and 5.32 g.plant^{-1} respectively). The highest mean value of water use efficiency was recorded in the genotype Acsad$_{1230}$ (1.91 g dry matter. Kg^{-1} water) followed by the genotype Acsad$_{68}$, and Acsad$_{176}$ (1.73 and 1.71 g dry matter. Kg^{-1} water respectively) without significant differences among them. Regarding the field experiment, the mean value of grain yield, biological yield and rainwater use efficiency were the highest in the genotype Acsad$_{1230}$ (6500 kg.ha^{-1} and 14500 kg.ha^{-1} and 22.33 kg grains.mm^{-1}.ha^{-1} respectively) followed by the genotype Acsad$_{176}$ (6300 kg.ha^{-1} and 13700 kg.ha^{-1} and 21.64 kg grains.mm^{-1}.ha^{-1} respectively). Barley genotypes (Acsad$_{1230}$, Acsad$_{176}$ and Acsad$_{68}$) recorded the highest mean values of water use efficiency, therefore it is recommended to use these genotypes in plant breeding programme of barley crop to develop some varieties of barley tolerant to drought and climatic changes.

Keywords: Variation, Barley, Pot Culture, Water Use Efficiency, Grain Yield.

المقدّمة

تحتل محاصيل الحبوب Cereals المرتبة الأولى بين المحاصيل المزروعة في الوطن العربي، إذْ بلغ إجمالي المساحة المزروعة بالحبوب عام 2017 قرابة 31.99 مليون هكتاراً (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2018)، حيث يحتل محصولي القمح والشعير صدارة المحاصيل الحبية المزروعة.

ينتمي الشعير (*Hordeum vulgare* L) إلى العائلة النجيلية Gramineae والرتبة Poales والجنس Hordeum، وتُعد مناطق شرق المتوسط وبعض الأماكن القريبة من شمال أفريقيا الموطن الأصلي للشعير (Ellis، 2002)، وعادةً ما يكون المحصول الحبي الوحيد الذي يمكن أنْ ينجح في البيئات الجافة التي يقل فيها معدل الهطول المطري السنوي عن 350 مم، لمقدرته

العالية على النمو في بيئاتٍ مناخية قاسية، ويتسم بمقدرته على النمو وإعطاء غلة حبية جيدة في البيئات الهامشية التي غالباً ما تتسم بالجفاف Drought، وارتفاع درجات الحرارة Heat stress ولا سيما خلال المراحل المتقدمة الحرجة من حياة المحصول (Tambussi وزملاؤه، 2007).

يحتل محصول الشعير المرتبة الرابعة ضمن المحاصيل الحبية في العالم من حيث المساحة المزروعة، ويأتي من حيث الأهمية الاقتصادية بعد القمح، والرُز، والذرة الصفراء (Martin وزملاؤه، 2006). قُدّرت المساحة المزروعة بمحصول الشعير عالمياً بنحو 51.3 مليون هكتاراً, ووصل الإنتاج إلى ما يقارب 148.5 مليون طناً، والإنتاجية 2895 كغ. هكتار$^{-1}$ (FAO،2017)، أما في الوطن العربي فيُعتبر الشعير المحصول الحبي الأول بعد القمح، حيث بلغت المساحة المزروعة به نحو 6.02 مليون هكتاراً، والإنتاجية قرابة 980 كغ. هكتار$^{-1}$، والإنتاج نحو 5.91 مليون طناً (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2018)، يحتل محصول الشعير المرتبة الثانية من حيث الأهمية الاقتصادية بعد القمح في سورية، حيث قُدَّرت المساحة المزروعة بمحصول الشعير ما يقارب 1.31 مليون هكتاراً، ووصل الإنتاج إلى ما يقارب 910 ألف طناً بمتوسط إنتاجية 700 كغ.هكتار$^{-1}$ (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2018).

تُعد الخطوة الأولى في أي عملية لتحسين كفاءة محاصيل الحبوب لتحمل البيئات المجهدة مائياً هي تحديد الصفات الشكلية والفيزيولوجية التي تساهم في تكيّف المحصول وفي زيادة كفاءته الإنتاجية عند كل مستوى من مستويات الإجهاد المائي، وذلك من خلال تقييم أداء الطرز الوراثية في مناطق بيئية مختلفة، بحيث يمكن في خطوات لاحقة استخدام هذه الصفات في برامج التهجين والانتخاب للحصول على أصناف متميزة، وملائمة لظروف بيئية محددة (Blum، 2009). ما يُشير إلى أهمية المحافظة على استقرار الإنتاج الزراعي ضمن ظروف شح الموارد المائية لتقليل الفجوتين الإنتاجية والغذائية، وصولاً إلى تحقيق الاكتفاء الذاتي، وتحسين دخل المزارع ومستوى معيشته، وضمان تحقيق الأمن الغذائي. تتحدد غلة المحصول الحبية تحت ظروف الزراعة المطرية بكمية المياه المتوافرة والمنتوحة من قبل النباتات، وكفاءة تحويل المياه المنتوحة إلى كتلة حية، أو ما يُعرف اصطلاحاً بكفاءة استعمال المياه Water Use Efficiency (WUE)، التي تُعد كمعيار انتخابي لتحسين الغلة الحبية تحت ظروف الجفاف (Rebetzke وزملاؤه، 2002).

تبين المعادلة المقترحة من قبل (Passioura، 2006) أنَّ غلة محاصيل الحبوب الحبية تحت ظروف البيئات الشحيحة بالمياه تتحدد بثلاثة مكونات: ($Y= T_E$ x WUE x HI)، حيث أنَّ: Y: الغلة الحبية، T: كمية المياه المفقودة بالتبخر- نتح،WUE: كفاءة استعمال المياه، HI: دليل الحصاد. تُشير هذه المعادلة إلى أهمية صفة كفاءة استعمال المياه كمعيار انتخاب لتحسين غلة المحاصيل الحبية تحت ظروف الزراعة المطرية، وتتحدد أيضاً درجة تحمل الجفاف بكفاءة نباتات المحصول على تشكيل مجموع جذري متعمق ومتشعب، حيث يُحسِّن ذلك من كفاءة النبات في استخلاص كمية أكبر من المياه من طبقات التربة العميقة الرطبة، بحيث يتم تعويض المياه المفقودة بالنتح والمحافظة على جهد الامتلاء داخل الخلايا النباتية (Passioura، 1996).

تُعرّف كفاءة استعمال المياه (WUE) في المحصول على مستوى النبات الكامل تحت ظروف الزراعة الحقلية بأنَّها نسبة الغلة الحبية إلى كمية المياه المستعملة من قبل نباتات المحصول (Tambussi وزملاؤه، 2007)، ويُعبر عن الماء المستعمل بشكلٍ عام بمفهوم كمية المياه الكلية المضافة (أمطار، ومياه ري). ويمكن أن تُعرَّف كفاءة استعمال المياه بأنّها نسبة الربح من الكربون إلى الفقد من المياه. يُمكن أن تحقق النباتات كفاءةً عاليةً في استعمال المياه من خلال زيادة معدل التمثيل الضوئي أو من خلال تقليل معدل التنفس وفقد المياه بالنتح (T) أو كلاهما معاً (Farquhar وزملاؤه، 1982). وتؤدي عملية تحسين كفاءة استعمال المياه في المحاصيل الزراعية إلى زيادة إنتاجية المياه Water productivity، وزيادة كمية المياه المتاحة في منطقة انتشار الجذور (Parry وزملاؤه، 2005).

تتأثّر كفاءة استعمال المياه بالعديد من العوامل البيئيّة أهمّها درجة الحرارة في الوسط المحيط، وإتاحة المياه، والرطوبة النسبيّة، وتركيز غاز CO_2، من خلال تأثيرها في فرق التدرّج في ضغط بخار الماء بين الأوراق والوسط المحيط (VPD)، الذي يؤثر بدوره في معدّل فقد المياه بالنّتح، ومن ثمّ في كفاءة النّتح، وتُساعد عمليّة غربلة الطرز الوراثيّة التابعة لنوع محصولي ما لتحمل

الإجهـاد المائـي بالاعتمـاد علـى صفـة كفـاءة اسـتعمال الميـاه فـي فهـم آليـة تحسـين إنتاجيّـة الميـاه (Blum، 2009) مـن خـلال انتخـاب الطـرز الوراثيـة التـي تُصنّـع كميّـةٍ أكبـر مـن المـادة الجافـة باسـتهلاك كميّـة أقـل مـن الميـاه.

أظهـرت نتائـج تجربـة حقليـة أجريـت فـي أسـتراليا لتقييـم طرازيـن مـن القمـح القاسـي الصنـف (HYV) شـبه القـزم، والطـراز المحلـي (LR)، تحـت ظـروف الإجهـاد المائـي انخفـاض كميـة الميـاه المسـتعملة والكتلـة الحيـة تحـت ظـروف الجفـاف، وكانـت كميـة الميـاه المسـتعملة الأعلـى معنويـاً لـدى الطـراز المحلـي (LR) مقارنـةً بالصنـف المـزروع (HYV). ولُوحـظ أنَّ كفـاءة اسـتعمال الميـاه كانـت الأعلـى معنويـاً لـدى الصنـف (HYV)، بالمقارنـة مـع الطـراز (LR) نتيجـة للاختـلاف النسـبي فـي كميـة الميـاه المسـتعملة، والكتلـة الحيـة الناتجـة (Blum، 2005).

نُفذت التمو (2013) تجربـة لتقييم أداء بعض الطـرز الوراثيـة مـن الشـعير بالاعتمـاد علـى صفـة كفـاءة اسـتعمال الميـاه بالطريقـة الوزنيـة فـي كليـة الزراعـة-جامعـة دمشـق، سـورية، أشـارت النتائـج إلـى وجـود فروقـاتٍ معنويـة بيـن الطـرز الوراثيـة المدروسـة، حيـث كان متوسـط كميـة الميـاه المنتوحـة التراكميـة وكميـة المـادة الجافـة الكليـة المصنعـة الأعلـى معنويـاً لـدى الصنـف أكسـاد$_{176}$، والأصـول البريـة عمـان، والسـويداء، ودرعـا، فـي حيـن كان الأدنـى معنويـاً لـدى السـلالات أكسـاد$_{1420}$، وأكسـاد$_{1602}$، وأكسـاد$_{1182}$، وكان متوسـط معـدل فقـد الميـاه بالنتـح فـي وحـدة المسـاحة الورقيـة الأعلـى معنويـاً لـدى الصنـف أكسـاد$_{176}$، والسـلالتين أكسـاد$_{1602}$ وأكسـاد$_{1614}$، وكان متوسـط كفـاءة اسـتعمال الميـاه الأعلـى معنويـاً لـدى السـلالة أكسـاد$_{1420}$، والصنـف أكسـاد$_{60}$، فـي حيـن كان الأدنـى معنويـاً لـدى الطـراز أكسـاد$_{176}$.

فـي تجربـة حقليـة أجريـت فـي الأردن لتقييـم صنفيـن مـن الشـعير (أكسـاد$_{176}$، رم)، بالإضافـة إلـى الصنـف المحلـي لصفـة كفـاءة اسـتعمال الميـاه تحـت ظـروف الزراعـة المائيـة Hydroponic conditions، بيّنـت النتائـج أنَّ WUE كانـت الأعلـى معنويـاً لـدى الصنـف المحلـي مقارنـةً بالصنفيـن أكسـاد$_{176}$، و Rum (1.48، 1.76، 1.87 كـغ. م$^{-3}$ علـى التوالـي) (Al-Karaki وAl-Momani، 2011).

يهدف هذا البحث إلى: تقييـم التبايـن فـي صفـة كفـاءة اسـتعمال الميـاه لـدى سـبعة طـرز وراثيـة مـن الشـعير باعتمـاد الطريقـة الوزنيـة، وعلـى مسـتوى النبـات الكامـل فـي الحقـل، وتحديـد الصفـات الفيزيولوجيـة المرتبطـة بزيـادة كفـاءة اسـتعمال الميـاه.

مواد البحث وطرائقه

1-المـادة النباتيـة: تـم تقييـم التبايـن فـي كفـاءة اسـتعمال الميـاه لسـبعة طـرز وراثيـة مـن الشـعير ثنائـي الصـف: أكسـاد$_{60}$، أكسـاد$_{1420}$، والشـعير سداسـي الصـف: أكسـاد$_{176}$، أكسـاد$_{68}$، أكسـاد$_{1230}$، أكسـاد$_{1630}$، أكسـاد$_{1713}$. وتـمّ الحصـول علـى البـذار مـن برنامـج الحبوب-أكسـاد.

الطراز	المواصفات العامة
أكساد60	ثنائي الصفوف، تنجح زراعته في مناطق الاستقرار ذات الهطول المطري الأكثر من 250 مم . سنة$^{-1}$. يتراوح متوسط إنتاجيته بين 2300 - 2800 كغ.هكتار$^{-1}$.
أكساد1420	ثنائي الصفوف، تنجح زراعته في مناطق الاستقرار ذات الهطول المطري الأكثر من 250 مم . سنة$^{-1}$. يتراوح متوسط إنتاجيته بين 2500 - 3000 كغ.هكتار$^{-1}$.
أكساد176	سداسي الصفوف، تنجح زراعته في مناطق الاستقرار ذات الهطول المطري الأكثر من 250 مم . سنة$^{-1}$. يتراوح متوسط إنتاجيته بين 2500 - 3000 كغ.هكتار$^{-1}$.
أكساد68	سداسي الصفوف، تنجح زراعته في مناطق الاستقرار ذات الهطول المطري الأكثر من 250 مم . سنة$^{-1}$. يتراوح متوسط إنتاجيته بين 2500 - 3000 كغ.هكتار$^{-1}$.
أكساد1230	سداسي الصفوف، تنجح زراعته في مناطق الاستقرار ذات الهطول المطري الأكثر من 250 مم . سنة$^{-1}$. يتراوح متوسط إنتاجيته بين 2600 - 3100 كغ.هكتار$^{-1}$.
أكساد1630	سداسي الصفوف، تنجح زراعته في مناطق الاستقرار ذات الهطول المطري الأكثر من 250 مم . سنة$^{-1}$. يتراوح متوسط إنتاجيته بين 2250 - 2750 كغ.هكتار$^{-1}$.
أكساد1713	سداسي الصفوف، تنجح زراعته في مناطق الاستقرار ذات الهطول المطري الأكثر من 250 مم . سنة$^{-1}$. يتراوح متوسط إنتاجيته بين 3000 - 3500 كغ.هكتار$^{-1}$.

2- مـكان تنفيـذ البحـث: نفـذت الدراسـة خـلال الموسـم الزراعـي (2018/2017) فـي محطـة بحـوث إزرع التابعـة للمركـز العربـي لدراسـات المناطـق الجافـة والأراضـي القاحلـة (أكسـاد)، فـي محافظـة درعـا.

تقع محطة بحوث إزرع على بعد قرابة 80 كم جنوب مدينة دمشق على خط طول 36.15° شرقاً، وخط عرض 32.51° شمالاً. وترتفع قرابة 575 م عن سطح البحر، تُصنَّف منطقة إزرع كمنطقة استقرار ثانية، استناداً إلى العديد من المؤشرات المناخية، ولا سيما معدل الهطول المطري السنوي، ومتوسط درجات الحرارة العظمى والصغرى (الجدول، 1)، نلاحظ من الجدول أنّ الهطولات المطرية انخفضت خلال أشهر آذار ونيسان وأيار، حيث تمّ تقديم ريّات تكميلية خلال المراحل الحرجة من حياة المحصول (3 ريّات) بمجموع 80 ملم، وتُصبح كمية المياه الكلية المُضافة = 289.1 ملم.

الجدول (1): متوسط درجات الحرارة والهطول المطري خلال موسم الزراعة في محطة بحوث إزرع.

أشهر موسم النمو	الموسم الزراعي (2017– 2018)		
	متوسط درجات الحرارة (مْ)		متوسط الهطول المطري (ملم)
	العظمى	الصغرى	
تشرين ثاني	24.2	13.5	1.9
كانون أول	15.1	7.2	19.7
كانون ثاني	11.4	5.2	89.0
شباط	20.1	13.3	68.0
آذار	18.5	8.3	8.0
نيسان	25.5	13.4	22.5
أيار	30.2	18.1	0.0
حزيران	36.3	20.3	0.0
المتوسط	**22.66**	**12.41**	**المجموع = 209.1**

تتميز التربـة فـي محطـة إزرع بأنّهـا طينيـة ثقيلـة حمـراء تتشـقق عنـد الجفـاف، وفقيـرة بالمـادة العضويـة (0.72 %)، ومحتواهـا منخفـض مـن الآزوت المعدنـي (7.62 مغ/كـغ تربـة)، ومتوسـطة المحتـوى مـن الفوسـفور والبوتاسـيوم (12.42، 390.10 ملـغ. كـغ$^{-1}$ تربـة علـى التوالـي) (الجـدول، 2).

الجدول (2): التحليل الميكانيكي والكيميائي لتربة موقع الزراعة في محطة إزرع.

العمق (سم)	درجة الحموضة (pH)	المادة العضوية (%)	الآزوت المعدني (%)	الفوسفور (مغ .كغ$^{-1}$ تربة)	البوتاسيوم (مغ .كغ$^{-1}$ تربة)	التحليل الميكانيكي		
						الرمل (%)	السلت (%)	الطين (%)
30 - 0	7.52	0.72	7.62	12.42	390.10	19.7	17.4	62.9

3- طريقة الزراعة Cultivation method:

أولاً- تقدير كفاءة استعمال الماء (WUE) لبعض طرز أكساد من الشعير المزروعة في أصص زراعية بالطريقة الوزنية:

تستخدم الطريقة الوزنية لتقدير قيمة كفاءة استعمال الماء بهدف انتخاب الطرز التي تتسم بقيم مرتفعة لكفاءة استعمال الماء نظرا لأهمية هذه الصفة في تحسين تحمل الإجهاد المائي مع المحافظة على طاقة المحصول الإنتاجية بحسب المعادلة المقترحة من قبل العالم (Passioura، 2006).

الغلة = التبخر- نتح × كفاءة استعمال المياه × دليل الحصاد

تسمح هذه الطريقة بحساب قيمة كفاءة استعمال الماء خلال مرحلة محددة من حياة النبات، حيث تنفذ التجربة عادة في أصص أو أنابيب زراعية أو ليزيمترات مملوءة بالتراب الزراعي.

طريقة العمل:

1. مُلئت الأصص الزراعية سعة 15 كغ بالتربة وتزرع حبوب الأصناف المدروسة بمعدل خمس حبات في كل أصيص وبعد مرور عشرة أيام على الإنبات تتم عملية التفريد بحيث يتم الإبقاء على نباتين قويين وسليمين ومتجانسي النمو في كل أصيص.
2. تروى الأصص الزراعية بشكل يومي للمحافظة على محتوى التربة المائي عند 100 % من السعة الحقلية (15 % FC). وتستمر عملية الري بهذه الطريقة حتى بداية مرحلة دراسة كفاءة استخدام الماء. حيث تروى الأصص قبل يوم واحد من بدء القياس بالماء حتى حد الإشباع وتترك مدة 6-8 ساعات حتى يرشح كل الماء الزائد وتصبح التربة عند السعة الحقلية.
3. تُسد بعد ذلك الثقب أو الثقوب الموجودة في قاعدة الأصيص بالإسمنت.
4. يغطى سطح التربة (في الأصيص) بقطع صغيرة من البلاستيك للحد ما أمكن من فقد الماء من التربة بالتبخر.
5. يسجل وزن كل أصيص على حدة متضمنا التربة عند السعة الحقلية (100 %) والنبات والقطع البلاستيكية المستعملة لتغطية سطح التربة، وذلك باستخدام ميزان إلكتروني محمول، ويتحرك بطريقة تسمح بالوصول إلى الأصيص الزراعي وهو في مكانه.
6. يغرس في تربة كل أصيص زراعي وعلى عمق 30سم أنبوب بلاستيكي بطول 50سم وبقطر 2.5 سم ويحتوي ثقوباً على طوله وبفاصل 7.5 سم بين الثقب والآخر، يستخدم هذا الأنبوب لإضافة الماء من خلاله مباشرة لضمان وصول كامل كمية المياه المضافة إلى منطقة انتشار الجذور.
7. يسجل وبشكل يومي وزن الأصص الزراعية خلال فترة الصباح (8-10 صباحاً) لحساب كمية المياه المفقودة يوميا بالنتح عن طريق النباتات خلال كامل فترة التجربة. وبعد الانتهاء من عملية الوزن يضاف إلى كل أصيص كمية المياه اللازمة لإعادة التربة إلى 100 % من السعة الحقلية.

- حساب كمية المياه اللازمة لتأمين 100% من السعة الحقلية (W_{100}):

$$W_{100}=A+B+Q_{100}$$

W_{100}: وزن الأصيص عند 100 % سعة حقلية.

A: وزن التربة الجافة مع وزن الأصيص.

B: وزن القطع البلاستيكية الموزعة فوق سطح التربة مع وزن الأنبوب المغموس في التربة

Q_{100}: كمية المياه الموجودة عند سعة حقلية 100%.

- حساب كمية المياه الواجب إضافتها يوميا لتأمين 100% سعة حقلية (RQ_{100}):

$$RQ_{100} = W_{100} - X_{100}$$

حيث إنّ: X_{100}: يمثل وزن الأصيص اليومي.

- حساب كمية المياه المفقودة يوميا من الأصص الزراعية بالتبخر:

إنّ الغاية من وجود القطع البلاستيكية فوق سطح التربة للحد ما أمكن من فقد المياه بالتبخر، إلا أنها غير فعالة بشكلٍ مطلق للحد من التبخر، لذلك ولحساب كمية المياه المفقودة بالتبخر فعادةً ما تترك مجموعة من الأصص الزراعية التي تتسم بكل مواصفات

الأصـص السـابقة المزروعـة إلّا أنهـا خاليـة مـن النباتـات. تـروى أيضـاً هـذه الأصـص بشـكلٍ يومـي، ويمثـل الفـرق بيـن وزن هـذه الأصـص عنـد سـعة حقليـة 100 % والـوزن اليومـي لهـذه الأصـص كميـة الميـاه المفقـودة بالتبخـر (CWT*).

تتـم حمايـة الأصـص الزراعيـة مـن ميـاه الأمطـار باسـتعمال واقـي مطـري (Rain-out shelter) يتحـرك بسـهولة علـى سـكة حديديـة لتغطيـة الأصـص الزراعيـة خـلال الليـل وقبـل هطـول الأمطـار خـلال النهـار.

حُسبت خلال سير التجربة المؤشرات التالية:

1) كميـة المـاء التراكميـة المنتوحـة (Cumulative water transpired CWT): (كـغ. أصيـص$^{-1}$): تمثـل حاصـل فـرق كميـة المـاء التراكميـة المفقـودة بالتبخـر-نتـح مـن كميـة المـاء المفقـودة بالتبخـر فقـط.

$$CWT = CWA - *CWT$$

حيث أنّ:

CWT: كمية الماء التراكمية المنتوحة.

CWA: كمية الماء التراكمية المضافة إلى الأصيص

CWT*: كمية الماء المفقودة بالتبخر.

2) المسـاحة الورقيـة (سم^2) والـوزن الجـاف للنبـات (غ): تـم حصـاد أحـد النباتيـن فـي الأصيـص لأخـذ المسـاحة الورقيـة والـوزن الجـاف للنبـات (W_1,L_1 علـى التوالـي) عنـد الزمـن t_1، وتُـرك النبـات الآخـر لأخـذ المسـاحة الورقيـة والـوزن الجـاف للنبـات فـي نهايـة التجربـة (W_2,L_2 علـى التوالـي) عنـد الزمـن t_2

وحسب استنادا إلى تلك المؤشرات الصفات التالية:

3) كفاءة استعمال الماءWUE (غ مادة جافة. كغ$^{-1}$ ماء):

$$WUE = TDM/CWT$$

حيث إنّ:

TDM: كمية المادة الجافة الكلية المصنعة خلال فترة التجربة $= W_2 - W_1$.

CWT: كمية الماء الكلية المنتوحة خلال الفترة نفسها.

4) المساحة الورقية الفعالة في عملية التمثيل الضوئيLAD (سم^2. يوم$^{-1}$):

$$LAD = (L_1 + L_2)/2 \times (t_2 - t_1)$$

5) معدل فقد الماء بالنتح Mean Transpiration Ratio (MTR):(غ. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$):

$$MTR = CWT/LAD$$

6) نسبة المجموع الجذري للمجموع الخضري (%): تم حسابها وفق المعادلة الرياضية التالية:

$$\text{نسبة المجموع الجذري إلى المجموع الخضري} = \frac{\text{الوزن الجاف للمجموع الجذري}}{\text{الوزن الجاف للمجموع الخضري}}$$

ثانياً- تقدير كفاءة استعمال الماء (WUE) لبعض طرز أكساد من الشعير المزروعة في الحقل:

تمَّت زراعـة طـرز الشـعير المدروسـة فـي الحقـل فـي الأسـبوع الأخيـر مـن شـهر تشـرين الثانـي للموسـم الزراعـي 2018/2017 بعـد تحضيـر الأرض بشـكلٍ جيـد، حيـث زُرعـت الحبـوب لـكل طـراز مـدروس يدويـاً فـي سـطور (8 سـطور/القطعة التجريبيـة)، طـول السـطر 3.0 م، بمعـدل 350 حبـة/م^2 (مـا يعـادل 150 كغ.هكتـار$^{-1}$)، وتُركـتْ مسـافة 25 سـم بيـن السـطر والآخـر، بمعـدل ثلاثـة مكـررات لـكل طـراز وراثـي، تـمّ إضافـة الأسـمدة الآزوتيـة (يوريـا 46 %) بمعـدل 100 كـغ N. هكتـار$^{-1}$، وأضيفـت الأسـمدة الفوسـفورية (سـوبر فوسـفات أحـادي 16 %) بمعـدل 80 كـغ P_2O_5.هكتـار$^{-1}$، اعتمـدت التجربـة علـى الهطـولات المطريـة، لكـن نتيجـة انحبـاس الأمطـار فـي

نهاية موسم النمو (آذار، نيسان، أيار) تمّ تقديم ثلاث ريّات تكميلية (30 + 30 + 20 =80 ملم)، ليصبح مجموع كمية المياه الكلية المستهلكة من قبل المحصول (209.1 ملم + 80 ملم = 289.1 ملم).

سُجلت القراءات المطلوبة (الغلة الحبية، الغلة الحيوية، وكفاءة استعمال المياه) من النباتات الموجودة في السطور الأربعة الداخلية لكل طراز مزروع في كل قطعة تجريبية.

- تصميم التجارب والتحليل الإحصائي: نُفذت تجربة الأصص الزراعية وفق التصميم العشوائي البسيط (CRD). ونفذت التجربة الحقلية وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (RCBD) بمعدل ثلاثة مكررات. وتمَّ تحليل البيانات للصفات المدروسة باستخدام برنامج التحليل الإحصائيGenstat-12V لحساب قيم أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى معنوية 0.05 بين المتغيرات لجميع الصفات المدروسة، وحساب قيم معامل الاختلاف (CV%).

النتائج والمناقشة

أولاً-تقدير كفاءة استعمال المياه لطرز الشعير المزروعة في أصص زراعية:

1-المساحة الورقية الخضراء الفعّالة(LAD Leaf Area Duration) (سم^2. يوم$^{-1}$):

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي (الجدول، 3) وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في صفة المساحة الورقية الخضراء الفعّالة بين الطرز الوراثية، حيث كان متوسط المساحة الورقية الخضراء الفعّالة في عملية التمثيل الضوئي الأعلى معنوياً لدى الطراز أكساد$_{1230}$ (5.27 سم^2. يوم$^{-1}$) تلاه دون فروقاتٍ معنوية بينها الطرز أكساد$_{176}$، أكساد$_{68}$ (4.90، 4.87 سم^2. يوم$^{-1}$ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطراز أكساد$_{1630}$ (3.53 سم^2. يوم$^{-1}$).

2- كمية المياه المنتوحة التراكمية (CWT) (كغ. أصيص$^{-1}$): يُلاحظ من الجدول (3) وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في صفة كمية المياه المنتوحة التراكمية بين الطرز االمدروسة، وكان متوسط كمية المياه المنتوحة التراكمية الأعلى معنوياً لدى الطراز أكساد$_{60}$ (3.74 كغ. أصيص$^{-1}$) تلاه دون فروقاتٍ معنوية الطرز أكساد$_{1713}$، أكساد$_{1420}$ (3.70، 3.53 كغ. أصيص$^{-1}$ على التوالي)، بينما كان متوسط كمية المياه المنتوحة التراكمية الأدنى معنوياً لدى الطراز أكساد$_{1230}$ (3.00 كغ. أصيص$^{-1}$).

3- معدل فقد المياه بالنتح (MTR) (غ. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$): يُلاحظ من الجدول (3) وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في صفة معدل فقد المياه بالنتح بين الطرز الوراثية المدروسة، كان متوسط معدل فقد المياه بالنتح الأعلى معنوياً لدى الطراز أكساد$_{1713}$ (0.976 غ. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$) تلاه دون فروقاتٍ معنوية الطرز أكساد$_{1630}$، أكساد$_{1420}$ (0.963، 0.944 غ. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$ على التوالي)، بينما كان متوسط معدل فقد المياه بالنتح الأدنى معنوياً لدى الطراز أكساد$_{1229}$ (0.569 غ. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$).

يُعزى التباين في كمية المياه الكلية المنتوحة، ومتوسط كمية المياه المنتوحة في وحدة المساحة الورقية إلى التباين في المساحة الورقية الخضراء الفعّالة في عملية التمثيل الضوئي، حيث تؤدي زيادة المساحة الورقية واستمرار اخضرار الأوراق لفترةٍ زمنيةٍ أطول إلى زيادة كمية المياه الكلية المنتوحة، ومعدل فقد المياه بالنتح، نتيجة زيادة كمية الأشعة الشمسية المستقبلة والممتصة، ما يؤدي إلى زيادة فرق التدرج في ضغط بخار الماء بين الأوراق والوسط المحيط (VPD)، الذي يُعد بمنزلة القوة الرئيسة المحركة لفقد الماء من الأوراق إلى الوسط المحيط. ما يؤكد على أهمية المحافظة على جهد الامتلاء الضروري لاستمرار استطالة الخلايا النباتية، ومن ثمّ نمو الأوراق. ويؤدي بالمقابل امتلاك بعض الأنماط الوراثية المقدرة على التعديل الحلولي (تصنيع كمية أكبر من البرولين) إلى زيادة حدة التدرج في الجهد المائي بين التربة وخلايا المجموعة الجذرية، ما يؤدي إلى زيادة معدل تدفق الماء وامتصاصه والمحافظة على الحد الأدنى من جهد الامتلاء الضروري لاستطالة الخلايا النباتية. تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه (التمو، 2013؛ Blum، 2005؛ Tambussi وزملاؤه، 2007).

الجدول (3): المساحة الورقية الخضراء الفعّالة (LAD) (سم^2. يوم$^{-1}$)، كمية المياه المنتوحة التراكمية (CWT) (كغ. أصيص$^{-1}$)، معدل فقد المياه بالنتح (MTR) (غ. سم$^{-2}$. يوم$^{-1}$) لدى بعض طرز الشعير.

الطرز الوراثية	المساحة الورقية الخضراء(LAD)	كمية المياه المنتوحة التراكمية (CWT)	معدل فقد المياه بالنتح (MTR)
أكساد$_{60}$	4.37	3.74	0.86
أكساد$_{1420}$	3.74	3.53	0.94
أكساد$_{68}$	4.87	3.20	0.66
أكساد$_{176}$	4.90	3.11	0.63
أكساد$_{1230}$	5.27	3.00	0.57
أكساد$_{1630}$	3.53	3.40	0.96
أكساد$_{1713}$	3.79	3.70	0.98
المتوسط	**4.35**	**3.38**	**0.80**
(0.05) L.S.D	0.410*	0.280*	0.10*
(%) C.V	14.55	12.61	13.56

4-كميـة المـادة الجافـة الكليـة (TDM) (غ. نبـات$^{-1}$): يُلاحـظ مـن الجـدول (4) وجـود فروقـاتٍ معنويـة ($P\leq0.05$) فـي صفـة كميـة المـادة الجافـة الكليـة المُصنّعـة بيـن الطـرز الوراثيـة. وكان متوسـط كميـة المـادة الجافـة الكليـة الأعلـى معنويـاً لـدى الطـراز أكسـاد$_{1230}$ (5.74غ. نبـات$^{-1}$) تـلاه ودون فروقـاتٍ معنويـة بينهـا الطـرز أكسـاد$_{68}$، أكسـاد$_{176}$ (5.54، 5.32 غ . نبـات$^{-1}$)، فـي حيـن كان متوسـط كميـة المـادة الجافـة الكليـة المصنّعـة الأدنـى معنويـاً لـدى الطـراز أكسـاد$_{1630}$ (3.64 غ. نبـات$^{-1}$).

يُعـزى التبايـن فـي كميـة المـادة الجافـة الكليـة المُصنّعـة بيـن الطـرز الوراثيـة إلـى التبايـن فـي معـدل فقـد الميـاه بالنتـح، ومـن ثـمّ كميـة الميـاه الكليـة المنتوحـة، حيـث يُلاحـظ أنَّ الطـرز الوراثيـة التـي صنّعـت كميـة أكبـر معنويـاً مـن المـادة الجافـة هـي الطـرز نفسـها التـي كانـت فيهـا كميـة الميـاه الكليـة المنتوحـة معنويـاً أعلـى والعكـس صحيـح، نتيجـة وجـود علاقـة ارتبـاط خطيـة بيـن معـدل فقـد الميـاه بالنتـح ومعـدل التمثيـل الضوئـي، حيـث تفقـد النباتـات الميـاه عـن طريـق المسـامات فـي أثنـاء عمليـة التبـادل الغـازي كضريبـةٍ للحصـول علـى غـاز الفحـم (CO_2) الـلازم لعمليـة التمثيـل الضوئـي، وتصنيـع المركبـات العضويـة (المـادة الجافـة)، حيـث يـزداد معـدل انتشـار CO_2 ومـن ثـمّ تركيـزه فـي مراكـز التثبيـت ضمـن الصّانعـات الخضـراء CO_2-fixation sites بازديـاد معـدل فقـد الميـاه بالنتـح (الناقليـة المسـامية)، مـا يسـاهم فـي زيـادة الإنتاجيـة.

ويُعـزى أيضـاً التبايـن بيـن الطـرز الوراثيـة فـي كميـة المـادة الجافـة الكليـة المُصنّعـة إلـى التبايـن فـي حجـم المصـدر Source size (المسـاحة الورقيـة الخضـراء الفعّالـة فـي عمليـة التمثيـل الضوئـي LAD)، مـا يؤكـد علـى أهميـة المحافظـة علـى حجـم المصـدر واسـتدامة اخضـرار الأوراق لزيـادة كفـاءة النبـات التمثيليـة مـن خـلال زيـادة كميـة الطاقـة الضوئيـة الفعّالـة فـي عمليـة التمثيـل الضوئـي الممتصـة.

5- كفـاءة اسـتعمال الميـاه (WUE) (غ مـادة جافـة. كـغ$^{-1}$ مـاء): يُلاحـظ مـن الجـدول (4) وجـود فروقـاتٍ معنويـة ($P\leq0.05$) فـي صفـة كفـاءة اسـتعمال الميـاه بيـن الطـرز الوراثيـة المدروسـة. وكان متوسـط كفـاءة اسـتعمال الميـاه الأعلـى معنويـاً لـدى الطـراز أكسـاد$_{1230}$ (1.91 غ مـادة جافـة. كـغ$^{-1}$ مـاء) تـلاه دون فروقـاتٍ معنويـة بينهـا الطـرز أكسـاد$_{68}$، أكسـاد$_{176}$ (1.73، 1.71 غ مـادة جافـة. كـغ$^{-1}$ مـاء علـى التوالـي)، فـي حيـن كان الأدنـى معنويـاً لـدى الطـراز أكسـاد$_{1630}$ (1.07 غ مـادة جافـة. كـغ$^{-1}$ مـاء). تتحـدد كفـاءة اسـتعمال الميـاه بشـكلٍ رئيـس بالناقليـة المسـامية (معـدل فقـد الميـاه بالنتـح)، ومعـدل التمثيـل الضوئـي (كميـة المـادة الجافـة المُصنّعـة) (WUE = A/T).

ويُعزى انخفاض قيمة كفاءة استعمال المياه لدى بعض الطرز على الرغم من تصنيعها معنوياً كمية أكبر من المادة الجافة إلى فقدها بالمقابل كمية أكبر من المياه، حيث كانت كمية المياه الكلية المنتوحة الأعلى معنوياً لدى هذه الطرز الوراثية، وكانت كمية المياه المنتوحة أكبر بكثير من كمية المادة الجافة المُصنّعة، الأمر الذي أدّى إلى تراجع قيمة كفاءة استعمال المياه. ويُعزى تفوق الطرز أكساد$_{1230}$ ، أكساد$_{68}$، أكساد$_{176}$ في متوسط قيمة كفاءة استعمال المياه بالمقارنة مع باقي الطرز الوراثية إلى تدني قيمة كمية المياه الكلية المنتوحة لديها، الأمر الذي زاد من قيمة كفاءة استعمال المياه، حيث تحددت قيمة كفاءة استعمال المياه بالعوامل المسامية، ويمكن تسميتها اصطلاحاً Conductance types، وغالباً ما تُعطي مثل هذه الطرز الوراثية غلة حبية معنوياً أدنى بالمقارنة مع الطرز الوراثية التي تزداد فيها قيمة كفاءة استعمال المياه بازدياد كمية المادة الجافة المُصنّعة عند أي مستوى من معدل فقد المياه بالنتح، أو تلك التي يترافق فيها تراجع الناقلية المسامية ومن ثمّ معدل فقد المياه بالنتح مع ازدياد معدل التمثيل الضوئي، ويمكن تسميتها اصطلاحاً بالأنماط الكفوءة Capacity types، كما هو الحال لدى الطراز أكساد$_{1230}$ الذي صنّع كمية أكبر معنوياً من المادة الجافة (5.74غ. نبات$^{-1}$) بالمقارنة مع باقي الطرز الوراثية. تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه (التمو، 2013؛ Blum، 2005؛ Tambussi وزملاؤه، 2007).

6-نسبة المجموعة الجذرية إلى المجموعة الخضرية (%): يُلاحظ من الجدول (4) وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.05$) في صفة نسبة المجموعة الجذرية إلى المجموعة الخضرية بين الطرز الوراثية، وكان متوسط نسبة المجموعة الجذرية إلى المجموعة الخضرية الأعلى معنوياً لدى الطراز أكساد60 (15.49 %) تلاه دون فروقاتٍ معنوية الطراز أكساد$_{1230}$ (15.26 %)، في حين كان متوسط نسبة المجموعة الجذرية إلى المجموعة الخضرية الأدنى معنوياً لدى الطراز أكساد$_{1420}$ (10.69 %).

الجدول (4): كمية المادة الجافة (TDM) (غ. نبات$^{-1}$)، وكفاءة استعمال المياه (WUE) (غ مادة جافة. كغ$^{-1}$ ماء)، ونسبة المجموعة الجذرية للمجموعة الخضرية لدى بعض طرز الشعير.

الطرز الوراثية	كمية المادة الجافة TDM	كفاءة استعمال المياه WUE	نسبة المجموعة الجذرية للمجموعة الخضرية (%)
أكساد$_{60}$	4.92	1.32	15.49
أكساد$_{1420}$	4.35	1.23	10.69
أكساد$_{68}$	5.54	1.73	13.29
أكساد$_{176}$	5.32	1.71	13.19
أكساد$_{1230}$	5.74	1.91	15.26
أكساد$_{1630}$	3.64	1.07	11.66
أكساد$_{1713}$	4.20	1.14	12.00
المتوسط	**4.82**	**1.44**	**13.08**
L.S.D (0.05)	1.15*	0.24*	2.34*
C.V (%)	14.55	11.43	**11.56**

تُعد صفة المقدرة الوراثية على تشكيل مجموع جذري متعمق ومتشعب، وزيادة نسبة الأجزاء الأرضية إلى الأجزاء الخضرية من الصفات التكيفية المهمة المرتبطة بتجنب الجفاف، من خلال امتصاص كمية من المياه كافية إلى حدٍ ما لتعويض المياه المفقودة بالنتح، بسبب تغلغلها ووصولها إلى طبقات التربة العميقة الأكثر رطوبةً، بالإضافة إلى زيادة نقاط التماس بين الشعيرات الجذرية

وحبيبات التربة، ما يُساعد في استخلاص كمية أكبر من المياه، وبالتالي تكون كمية المياه الممتصة من قبل الجذور كافيةً لتعويض المياه المنتوحة عبر المسامات في الأوراق، ما يُسهم في المحافظة على جهد الامتلاء داخل خلايا الأوراق، وتستمر مثل هذه النباتات في المحافظة على ناقلية مسامية أعلى واستمرار عملية فقد المياه بالنتح وتبريد أجزاء النبات الهوائية، واستمرار انتشار غاز الفحم (CO_2)، وعملية التمثيل الضوئي وتصنيع المادة الجافة اللازمة لنمو أجزاء النبات المختلفة وتطورها (التمو، 2013).

ثانياً-تقدير كفاءة استعمال المياه لطرز الشعير المدروسة في الحقل.

1-الغلة الحبية (كغ. هكتار$^{-1}$): يلاحظ من الجدول (5) وجود فروقات معنوية ($P\leq0.05$) في متوسط الغلة الحبية بين طرز الشعير المدروسة، حيث كان متوسط الغلة الحبية الأعلى معنوياً لدى نباتات الطراز أكساد$_{1230}$ (6500 كغ.هكتار$^{-1}$) تلاه دون بفروقات معنوية الطراز أكساد$_{176}$ (6300 كغ. هكتار$^{-1}$)، وبفروقات معنوية الطراز أكساد$_{1713}$ (5650 كغ.هكتار$^{-1}$)، بينما سجل الطراز أكساد$_{60}$ معنوياً أدنى غلة حبية (4600 كغ. هكتار$^{-1}$).

2-الغلة الحيوية (كغ. هكتار$^{-1}$): يلاحظ من الجدول (5) وجود فروقات معنوية في متوسط الغلة الحيوية بين طرز الشعير المدروسة، حيث كان متوسط الغلة الحيوية الأعلى معنوياً لدى نباتات الطراز أكساد$_{1230}$ (14500 كغ.هكتار$^{-1}$) تلاه وبفروق معنوية الطراز أكساد$_{176}$ (13700 كغ.هكتار$^{-1}$)، والطراز أكساد$_{1713}$ (13100 كغ.هكتار$^{-1}$)، بينما سجل الطراز أكساد$_{60}$ معنوياً أدنى غلة حيوية (12000 كغ. هكتار$^{-1}$).

3-كفاءة استعمال مياه الأمطار: يلاحظ من الجدول (5) وجود فروقات معنوية في متوسط كفاءة استعمال مياه الأمطار بين طرز الشعير المدروسة، حيث كان متوسط كفاءة استعمال مياه الامطار الأعلى معنوياً لدى نباتات الطراز أكساد$_{1230}$ (22.33 كغ حبوب. ملم$^{-1}$. هكتار$^{-1}$) تلاه ودون فروقات معنوية الطراز أكساد$_{176}$ (21.64 كغ حبوب. ملم$^{-1}$.هكتار$^{-1}$) والطراز أكساد$_{1713}$ (19.41 كغ حبوب. ملم$^{-1}$.هكتار$^{-1}$) بينما سجل الطراز أكساد$_{60}$ أدنى متوسط كفاءة استعمال مياه أمطار (15.80 كغ حبوب. ملم$^{-1}$.هكتار$^{-1}$). يؤدي تصنيع كمية أكبر من المادة الجافة الكلية الكافية لملئ جميع الحبوب المتشكلة إلى زيادة عدد الحبوب في وحدة المساحة، فتزداد الغلة الحبية في وحدة المساحة. تتوافق هذه النتائج مع ما توصلت إليه التمو (2013) في محصول الشعير، ويعود التباين بين طرز الشعير المدروسة في الغلة الحبية إلى التباين في مكونات الغلة الحبية بين تلك الطرز.

الجدول (5): الغلة الحبية والغلة الحيوية وكفاءة استعمال مياه الأمطار لدى بعض طرز الشعير.

الطرز الوراثية	الغلة الحبية (كغ.هكتار$^{-1}$)	الغلة الحيوية (كغ.هكتار$^{-1}$)	كفاءة استعمال مياه الأمطار (كغ حبوب. ملم$^{-1}$. هكتار$^{-1}$)
أكساد$_{60}$	4600	12000	15.80
أكساد$_{1420}$	5300	12800	18.21
أكساد$_{68}$	4800	13000	16.49
أكساد$_{176}$	6300	13700	21.64
أكساد$_{1230}$	6500	14500	22.33
أكساد$_{1630}$	5300	12700	18.21
أكساد$_{1713}$	5650	13100	19.41
L.S.D (0.05)	242.4*	615.3*	2.65*
%C.V	11.22	13.54	10.12

أظهرت نتائج التجربة الحقلية أنّ الطرز التي حققت غلة حبية أعلى معنوياً اتسمت جميعها بكفاءة استعمال مياه عالية وهي الطرز (أكساد$_{1230}$، أكساد$_{176}$، أكساد$_{1713}$) ويمكن اعتبارها طرز كفؤة Capacity types في كفاءة استعمال المياه، ويمكن أن يُعزى السبب في ذلك إلى قدرتها على المحافظة على المساحة الورقية الخضراء الفعّالة في عملية التمثيل الضوئي، وبالتالي معدل صافي تمثيل ضوئي عالٍ، وتشكيل مجموع جذري متعمق ومتشعب قادر على امتصاص الماء من طبقات التربة العميقة للمحافظة على ضغط الامتلاء داخل الخلايا النباتية واستمرار تدفق غاز CO_2 وتصنيع منتجات التمثيل الضوئي Photo-assimilates، ما يشير إلى أهمية تلك الصفات في تحسين تحمل الجفاف مع المحافظة على الطاقة الإنتاجية. تتوافق هذه النتائج مع ما توصلت إليه التمو (2013) في محصول الشعير، و(Blum، 2005).

الاستنتاجات والتوصيات

- اتسم صنف الشعير أكساد$_{176}$ والسلالتين أكساد$_{1230}$ وأكساد$_{1713}$ بكفاءة عالية في استعمال المياه، في حين كانت كفاءة استعمال المياه الأدنى معنوياً لدى السلالة أكساد$_{60}$.
- نوصي باستخدام صنف الشعير أكساد$_{176}$ والسلالتين أكساد$_{1230}$ وأكساد$_{1713}$ كأصول وراثية في برامج التربية والتحسين الوراثي المستقبلية لتطوير أصناف من الشعير متحملة للجفاف والتغيرات المناخية المستقبلية، لتميزها بالكفاءة العالية في استعمال المياه.

المراجع

- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2018). منشورات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، الجمهورية العربية السورية.
- المنظمة العربية للتنمية الزراعية (2018). الكتاب السنوي للإحصائيات الزراعية العربية، السودان، الخرطوم.
- التمو، منور. (2013). التباين الوراثي في استجابة بعض طرز الشعير (*Hordeum spp*) لتحمل الجفاف: تقييم الصفات الفسيولوجية والبيوكيميائية والجزيئية، رسالة دكتوراه، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، الجمهورية العربية السورية.

- Al-Karaki, G. N. and N. Al-Momani. (2011). Evaluation of some barley cultivars for green fodder production and water use efficiency under hydroponic conditions, Jordan Journal of Agricultural Sciences. 7(3): 448-457
- Blum, A. (2005). Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential-are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? Australian Journal of Agricultural Research. 56: 1159–1168.
- Blum, A. (2009). Effective use of water (EUW) and not water- use efficiency (WUE) is the target of crop yield improvement under drought stress. Field Crop Res. 112: 119-123.
- Ellis, R.P. (2002). Wild barley as a source of genes for crop improvement. In: "Barley science: recent advances from molecular biology to agronomy of yield and quality" G. A. Slafer, J. L. Molin-Cano, R. Savin, J. L. Araus, I. Romagosa (eds.) Haworth, New York, pp 65–83.
- FAOSTAT data. (2017). Food and Agriculture Organization of the United. Nations. http://apps.fao.org/faostat/.
- Farquhar, G. D.; M. H. O'Leary, and J. A. Berry. (1982). On the relationship between carbon isotope discrimination and the intercellular carbon dioxide concentration in leaves, Aust. J. Plant Physiol. 9: 121-137.
- Martin, J. H.; Walden, R. P. and Stamp, D. L. (2006). Principle of field crop production. Pearson Education, Inc. USA. 4th edition, ISBN-13, Pp:976.

- Parry, M. A. J.; J. Flexas and H. Medrano. (2005). Prospects for crop production under drought: research priorities and future directions. Ann Appl Biol. 147: 211-226.
- Passioura, J. B. (1996). Drought and drought tolerance. Plant Growth Regulation. 20: 79-83.
- Passioura, J. B. (2006). Increasing crop productivity when water is scarce from breeding to field management. Agric. Water Manage. 80: 176-196.
- Rebetzke, G. J.; A. G. Condon; R. A. Richards, and G. J. Farquhar. (2002). Selection for reduced carbon-isotope discrimination increases aerial biomass and grain yield of rainfed bread wheat. Crop Sci. 42: 739-745.
- Tambussi, E. A.; J. Bort and J. L. Araus. (2007). Water use efficiency in C_3 cereals under Mediterranean conditions: a review of physiological aspects. Ann. Appl. Biol. 150: 307–321.
- Tambussi, E. A.; Nogués, S.; Ferrio, P.; Voltas, J. and Araus, J. L. (2007). Does higher yield potential improve barley performance in Mediterranean conditions, A case study. Field Crops Research. 91: 149-160.

N° Ref: 1013