

## تأثير الإجهاد المائي في بعض الصفات الفيزيولوجية لهجينين وحيدى الجين من الشوندر السكري (*Beta vulgaris* L.)

انتصار الجباوي\*<sup>(1)</sup> وفادي عباس<sup>(2)</sup>

(1). قسم بحوث الشوندر السكري، إدارة بحوث المحاصيل، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية. دمشق، سورية.

(2). مركز البحوث العلمية الزراعية في حمص، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، حمص، سورية.

\*للمراسلة: د. انتصار الجباوي، البريد الإلكتروني: [dr.entessara@gmail.com](mailto:dr.entessara@gmail.com).

تاريخ القبول: 2015/06/17

تاريخ الاستلام: 2015/02/02

### الملخص:

نفذت هذه الدراسة في مركز بحوث حمص، خلال العروة الشتوية من العامين 2009 و 2010، بهدف دراسة تأثير الإجهاد المائي في بعض الصفات الفيزيولوجية لصفين من الشوندر السكري (بريجينا ودوروتيا)، وقد تمثلت معاملة الإجهاد بقطع مياه الري مدة 40 يوماً بعد توقف موسم الأمطار. صممت التجربة وفق تصميم القطع المنشقة وبثلاثة مكررات. أثر الإجهاد المائي في منتصف مرحلة نمو النبات في جميع المؤشرات المدروسة، حيث تراجع المحتوى المائي (WC%) والمحتوى المائي النسبي (RWC%) في أجزاء النبات، وكان تراجع المحتوى المائي للجذور بقيم أعلى من أنصال الأوراق وأعناقها، في حين كان تراجع المحتوى المائي النسبي للأوراق المكتملة النمو أقل حدة مقارنةً بالأوراق القديمة والحديثة. كما انخفض كلاً من الوزن الرطب والجاف للمجموعين الخضري والجذري. أظهرت النتائج قدرة الشوندر السكري على تعديل الجهد الحلوي تحت ظروف الإجهاد، من خلال زيادة محتوى المجموعين الخضري والجذري من الصوديوم والبوتاسيوم، كما زاد محتوى المجموع الخضري من السكريات الذوابة. تباين مستوى العمليات الكيما ضوئية في النظام الضوئي الثاني عند الصنفين المدروسين تحت ظروف الإجهاد، حيث زادت قيمة الفلورة الصغرى (F<sub>o</sub>)، في حين تراجعت قيمة الفلورة العظمى (F<sub>m</sub>) ونتيجة لذلك انخفضت غلة الكوانتوم العظمى (F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>)، وقد زاد هذا الانخفاض مع زيادة فترة الإجهاد. وكانت معدلات التراجع في الطراز دوروتيا أعلى من معدلات التراجع في الطراز بريجينا.

**الكلمات المفتاحية:** الإجهاد المائي، الصفات الفيزيولوجية، الشوندر السكري.

### المقدمة:

ينتمي الشوندر السكري *Beta vulgaris* L. للفصيلة السرمقية (*Chenopodiaceae*) وهو من المحاصيل ثنائية الحول التي تشكل في السنة الأولى المجموع الخضري والجذور، وفي السنة الثانية الشماريخ الزهرية والثمار، وقد يختصر الشوندر السكري أحياناً موسم النمو الثاني ويسلك سلوك الحوليات ويعطي الشماريخ الزهرية في نفس العام عند تعرضه لدرجات حرارة منخفضة لمدة طويلة أثناء مراحل نموه الأولى (Smith, 1987).

يعد محصول الشوندر السكري المحصول الثاني بعد قصب السكر الذي تعتمد عليه عملية صناعة واستخراج السكر في العالم، وهو المصدر الوحيد في سورية الذي يستحصل منه على السكر، وهذا ما يوضح أهمية زراعة هذا المحصول من أجل تغطية جزء من احتياجات البلد من السكر (عباس، 2011).

بلغت المساحة المزروعة بهذا المحصول عام 2012 نحو 22.5 ألف هكتاراً أنتجت مليون طن من جذور الشوندر السكري، وبمردود قدره 45.5 طن/هكتار (إحصائيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2012).

تعرضت سورية في الأعوام الأخيرة لموجات حادة من الجفاف أدت إلى العديد من المشاكل الزراعية تمثلت بتراجع إنتاج الحبوب في سورية، ومنع زراعة محصولي الشوندر السكري والقطن في بعض المناطق (محافظة حمص)، وتضررت بعض المحاصيل العلفية الضرورية لتغذية الماشية مما تسبب في ارتفاع أسعار الغذاء المحلي (عباس، 2009).

إن نجاح زراعة محصول الشوندر السكري في سورية يتطلب حل بعض المشكلات التي قد يواجهها في بعض المناطق، لا سيما مشكلتي ندرة مياه الري والتملح، سيما أن مصادر المياه في المناطق الجافة وشبه الجافة آخذة بالانخفاض المستمر. وفي ظل نظم الري السائدة في معظم مناطق الزراعة في سورية فإن المزارعين يحصلون على مياه الري على أساس الدور الذي تنظمه الجمعيات الفلاحية. وإذا ما زرع أكثر من مزارع نفس النوع المحصولي (ذرة - قطن - شوندر سكري) فمن الصعب أن يحصل كل المزارعين على حصتهم من مياه الري بآن واحد. ما يؤدي إلى تعرض معظم الأنواع المحصولية للإجهاد المائي لأكثر من مرة خلال موسم النمو، ومن هنا كان من الضرورة دراسة تأثير الجفاف على نبات الشوندر السكري في منطقة حمص وغيرها من المناطق السورية التي تتعرض لموجات متلاحقة من الجفاف، وتدني كمية مياه الأمطار، وعدم انتظام توزيعها على أشهر الشتاء. (عباس، 2011).

يتميز الشوندر السكري بكفاءة عالية في استخدام الماء (WUE) مقارنة مع النباتات الأخرى من المجموعة نفسها كالقطن وفول الصويا وعباد الشمس (كيال وآخرون، 1998)، وتختلف متطلباته المائية باختلاف قوام التربة والظروف المناخية السائدة والصنف ومرحلة النمو النباتي وطريقة الري المتبعة، حيث أنه يحتاج خلال مرحلة نموه إلى كمية من المياه قدرها (3500-4500) م<sup>3</sup>/هكتار (كيال وآخرون، 1998). ويلزم لتشكيل طن واحد من الجذور والأوراق 80 م<sup>3</sup> ماء (مهنًا والشباك، 2009).

يزرع الشوندر السكري في المناطق الجافة والمناطق متوسطة المناخ بشكل مروي، حيث يحتاج إلى عدد من الريات حتى يكمل نموه بصورة طبيعية حتى النضج، أما في بعض مناطق أوروبا مثل المملكة المتحدة وأجزاء من ألمانيا فإنه ينمو اعتماداً على مياه الأمطار الصيفية، ولكن كميات هذه الأمطار تكون في بعض السنوات غير كافية وبالتالي لا بد من توفير مياه الري بشكل ريات تكميلية (Jaggard et al., 1998).

بعض الدراسات التي تمت على أداء أصناف من الشوندر السكري بالاستجابة لشح المياه لم تبدي أية فروق وراثية ما بين الأصناف المدروسة (Fisher and Kerr, 1998; McGrath et al., 1999)، قد يعزى ذلك إلى ضيق القاعدة الوراثية للأصناف المدروسة في الأبحاث السابقة. بينما توصلت بعض الدراسات الأحدث إلى كشف بعض التباينات الوراثية في استجابة طرز من الشوندر السكري للإجهاد الجفافى مثل دراسات كل من (Sadeghian et al., 2004) و (Bazrafshan et al., 2009).

يتراجع نمو كل من الأوراق والجذور وكذلك نسبة الجذور إلى الأوراق تحت ظروف الجفاف، كما تتناقص نسبة السكر في المادة الجافة وتزداد كمية الأزوت الأميني ولم يلاحظ وجود تفاعل بين الطرز الوراثية وكمية مياه الري (Bloch and Hoffmann, 2005). كما وجد (Abd El-Motagally, 2004) أن الإجهاد المائي سبب تراجع الوزن الرطب للمجموعين الخضري والجذري حيث وصلت نسبة الانخفاض إلى 30-38% بالأوراق و25-37% في الجذور. وعموماً تتأثر أوراق الشوندر السكري بالعجز المائي بشكل أكبر من الجذور (Shaw et al., 2002).

إن العجز المائي في مرحلة مبكرة من نمو النبات يسبب آثاراً سلبية في نمو الورقة ومساحتها ودليل مسطحها الورقي، بينما يؤدي العجز المائي في مرحلة متوسطة أو متأخرة من النمو إلى تأثير أقل في نمو الأوراق (Abayomi and Wright, 2002). وقد وجد اختلاف في الآثار الناجمة عن العجز المائي حسب مكان توضع الورقة، فكان التأثير واضح بشكل أكبر على معدل استئالة الأوراق القديمة السفلية أكثر من الأوراق الحديثة العلوية (Milford and Riley, 1985). ويؤدي الري بعد فترة عجز مائي في حيزان وبداية تموز إلى إعادة اتزان النمو الورقي ولكنه لا ينعكس على تزايد غلة السكر (Abayomi and Wright, 2002).

(2002). على كل حال يمكن استعادة قدرة النبات على النمو والنشط والعمليات الحيوية بعد التعرض للإجهاد الجفافي باستعمال بعض المركبات التي ترش على الأوراق لتحسين التبادل الغازي مع الوسط المحيط (Vomacka and Pospisilova, 2003). وجد (Choluj *et al.*, 2004) أن قطع مياه الري عن الشوندر السكري مدة 27 يوماً في مراحل مختلفة من النمو يعتبر إجهاداً جفافياً متوسطاً، وأدى ذلك إلى انخفاض المحتوى المائي النسبي للأوراق الفتية والقديمة، وتراوح هذا الانخفاض بين 3-6%.

درس (Mohammadian *et al.*, 2003) تأثير الإجهاد الجفافي على محتوى الكلوروفيل في أوراق الشوندر السكري، وذلك بإحداث الإجهاد حقلياً بقطع المياه عن النبات مدة 50 يوماً حتى مرحلة 8-10 أوراق حقيقية، فلاحظ انخفاضاً حاداً في معدل فلورة الكلوروفيل العظمى في الأوراق، ولم يؤثر سلباً على الفلورة الصغرى (الأولية) للمستقبلات الضوئية، وكانت غلة الكوانتوم في النظام الضوئي الثاني (Photosystem II) في الصناعات الخضراء أقل بشكل كبير، كما انخفض تركيز الكلوروفيل، وتباينت المؤشرات السابقة في 9 طرز وراثية مدروسة، كما لوحظت علاقة إرتباطية قوية بين غلة السكر الأبيض ونسبة الفلورة خلال موسم النمو، وبالتالي اعتبر أن الكلوروفيل يمكن أن يستخدم كمؤشر فعال لرصد تحمل الإجهاد الجفافي المبكر في الشوندر السكري.

وجدت بعض الدراسات أنه في الظروف الجافة فإن مجموعة الهيدروكسيل في المركبات متعددة الهيدروكسيل تشكل رابطة هيدرجينية مع الرؤوس القطبية لفوسفوليبيدات الغشاء الخلوي، وهو يعتبر تفاعل كاره للماء (hydrophobic) يقود إلى عدم فقد الماء ويعتبر أساساً لثباتية الغشاء الخلوي (Crowe *et al.*, 1998; Villadsen *et al.*, 2005).

درس (Choluj *et al.*, 2008) تأثير الإجهاد الجفافي في نبات الشوندر السكري تحت نظامين مائيين، الأول معاملة 60% من السعة الحقلية والثاني معاملة جفاف 30-35% من رطوبة السعة الحقلية، وذلك بعد 61 يوماً من الإنبات في مرحلة بداية تطور الجذر واستمرت هذه المعاملة مدة 35 يوم، فلاحظوا تناقص الجهد الحلوي لأعضاء النبات خاصة الجذور، كما وجدوا تناقصاً حاداً لتركيز الكاتيونات أحادية التكافؤ  $Na^+$ ،  $K^+$  في أعناق الأوراق وكذلك تركيز الكاتيونات الثنائية  $Ca^{2+}$ ،  $Mg^{2+}$  في كل من الأوراق القديمة والحديثة. بينما لم يتأثر تركيز الكاتيونات في الجذور. كما زادت نسبة الكاتيونات الأحادية إلى الثنائية في أنصال الأوراق الحديثة وأعناقها، كما سبب الجفاف تناقصاً حاداً في تركيز الفوسفور غير العضوي في الأوراق، أما البرولين فقد زاد تركيزه في جميع أعضاء النبات ما عدا الأوراق الحديثة، كما زاد محتوى الغلايسين بيتين في الأوراق ولم يتأثر محتواه في الجذور في حين زاد تركيز الجلوكوز في الجذور، وزاد تركيز السكروز في جميع أعضاء النبات، واستنتجوا بالتالي أن هذه التغيرات ما هي إلا آلية فعالة لتعديل الجهد الحلوي لإبقاء النبات حياً والمحافظة على نموه في ظروف الجفاف.

استخدمت حركية فلورة الكلوروفيل من قبل مربي النبات لدراسة استجابة النبات للإجهادات البيئية المختلفة (Mohammadian *et al.*, 2003) حيث تبدأ فلورة الكلوروفيل من قيمة أولية تسمى بالفلورة الإبتدائية أو الصغرى  $F_0$ ، والمقصود بها تأكسد المستقبل الأولي لفوتونات الضوء، وتزداد قيمة هذا المؤشر عند تعرض النبات لأي نوع من الإجهاد يؤثر على نشاط مجموعه الخضري والذي يقوم بتمثيل الكربون بالاستفادة من الضوء الساقط عليه، إذ أن أي إجهاد (إجهاد الحرارة أو الجفاف أو الملوحة أو نقص العناصر المغذية) يسبب تغيرات بنيوية في مستويات الأصبغة في النظام الضوئي الثاني، يؤدي إلى تراجع استفادة النبات من فوتونات الضوء الساقطة عليه وتحولها إلى طاقة حرارية غير كيميائية مبددة لا يستفيد منها النبات (Anonymous, 1993).

تعتبر الفلورة العظمى  $F_m$  عن الحالة التي تصبح فيها جميع مراكز التفاعل مغلقة، وفي الظروف المثالية ترتفع قيمة الفلورة العظمى، ويعبر عن الفرق بين نقطتي الفلورة بالمصطلح Fluorescence variable (Fv)  $F_v$ ، كما يعبر عن الكفاءة القصوى لمراكز التفاعل الضوئي PSII، وتنخفض قيمة هذا المؤشر عند التعرض للإجهادات البيئية وإجهادات عدم اتزان العناصر، أما زيادتها فهي ترفع من النسبة  $F_v/F_m$  وهي ما يعبر عنه بغلة الكوانتوم العظمى في النظام الضوئي الثاني، وهي المؤثرة بشكل مباشر في النشاط التمثيلي للنبات، حيث أن انخفاض قيمتها عن القيمة المثالية تدل على تعرض الجهاز التمثيلي في المجموع الخضري للنبات إلى خلل معين (Ranalli *et al.*, 1997).

بناءً على ما سبق فقد هدف هذا البحث إلى دراسة الاستجابة الفيزيولوجية لنبات الشوندر السكري تحت ظروف الإجهاد الجفافي من خلال دراسة بعض مؤشرات العلاقات المائية في الأوراق والجذور، ودراسة آلية التعديل الحولي وفلورة الكلوروفيل أوراق النبات خلال فترة الإجهاد.

#### مواد وطرق البحث:

نفذ هذا البحث في موقع مركز بحوث حمص خلال العروة الشتوية من العامين 2009 و2010. يرتفع موقع حمص عن سطح البحر 487 م، ويقع على خط الطول 36.4 وخط العرض 34.4، ويسود هذه المنطقة صيف حار وجاف وشتاء بارد ماطر، وتشير المعطيات المناخية اليومية المأخوذة من محطة الأرصاد الجوية بحمص إلى ارتفاع درجات الحرارة صيفاً حيث بلغ متوسط درجات الحرارة العظمى 36.47 م في شهر آب من العام 2010، وتوقف الأمطار في شهر نيسان، وبلغ معدل الهطول السنوي 439 ملم.

حرثت الأرض فلاحتين متعامدتين باستخدام المحراث القرصي وأضيفت الأسمدة الأساسية قبل الفلاحة الأخيرة حسب المعادلة المنصوح بها في العروة الشتوية لموقع حمص: 200 وحدة آزوت N (435 كغ يوريا/هكتار)، أضيف نصفها مع الزراعة والنصف الآخر بعد التقريد، 120 وحدة فوسفات P (260 كغ سوبر فوسفات/هكتار)، 120 وحدة بوتاس K (240 كغ سلفات البوتاس/هكتار)، وقد أخذ تحليل التربة بعين الاعتبار. كما تمت إضافة الأسمدة البورائية بمعدل 0.5 كغ B/هكتار بعد خلطها مع الأسمدة لضمان توزيعها بشكل جيد.

من تحليل تربة موقع مركز بحوث حمص (الجدول 1) تبين أنها تربة طينية ثقيلة، محتواها من المادة العضوية متوسط، ومتوسطة المحتوى بالأزوت والفوسفور والبوتاس، ناقليتها الكهربائية منخفضة.

زرعت التجارب بتاريخ 2/7 في العامين الأول والثاني، وتم القلع بتاريخ 2009/8/9 في العام الأول، و2010/8/5 في العام الثاني.

الجدول 1. بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة موقع حمص

العام	التحليل الفيزيائي							التحليل الكيميائي			
	رمل %	سنت %	طين %	مادة عضوية %	EC dS.m <sup>-1</sup>	PH	CaCO <sub>3</sub> %	الفوسفور المتاح	البوتاس المتبادل	الأزوت المعدني	البورون المتاح
2009	25.8	12.4	61.8	1.34	0.37	7.5	2.8	22.4	325	63.4	0.49
2010	28.0	12.0	60.0	1.26	0.43	7.6	2.3	21.2	308	56.6	0.35

ضمت المادة النباتية صنفين هجينين من الشوندر السكري الوحيد الجنين، تم الحصول عليهما من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، وبيين الجدول (2) بعض صفات هذين الصنفين.

الجدول 2. بعض صفات صنفين الشوندر السكري المستخدمين في الدراسة

الهجين	المصدر	نوع البذار	الصيغة الصبغية	نموذج الطراز	طبيعة الطراز
بريجيتا	ألمانيا	وحيد الجنين	Diploid	E	Hybrid
دوروتيا	السويد	وحيد الجنين	Diploid	N	Hybrid

طبقت معاملة الإجهاد المائي حقلياً بعدم ري المحصول بعد آخر تسجيل للهطول المطري بـ 40 يوماً (عادةً يتوقف الهطول المطري في منتصف شهر نيسان في ظروف حمص)، حيث يكون النبات قد كون بحدود 14-16 ورقة، حيث تعتبر الأوراق من 10-20 الأكفاً من حيث القدرة التمثيلية والإنتاجية، (عباس، 2007). ومن ثم تم معاملة المحصول بالري بدءاً من بداية الشهر السادس (مرحلة التغطية العظمى). بالإضافة إلى المعاملة الشاهد التي تم فيها الري بشكل منتظم حسب حاجة المحصول.

## تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

زرعت التجربة وفق تصميم القطع المنشقة Split plot design، وبثلاثة مكررات. حيث توضع معاملات الإجهاد المائي (بدون ري) والشاهد (مع ري) في القطع الرئيسية ووزعت الأصناف في القطع الثانوية، وذلك في قطع تجريبية مساحتها 24 م<sup>2</sup> بثلاثة مكررات، ضمت القطعة ستة خطوط، بطول 8 م للخط الواحد، و 50 سم بين الخط والآخر، و 20 سم بين النباتات ضمن الخط نفسه، بحيث تحقق هذه الأبعاد الكثافة النباتية 100 ألف نبات/هكتار. وحللت البيانات إحصائياً باستخدام برنامج Gene Stat. 12 وحسبت الفروق بين المتوسطات باستخدام اختبار أقل فرق معنوي LSD واختبار T test عند مستوى دلالة 5%.

## الصفات المدروسة:

## 1. مؤشرات العلاقات المائية وتطور الوزن الرطب والجاف للنبات:

قدرت هذه المؤشرات بعد مرور 20 و 40 يوماً من قطع مياه الري.

## المحتوى المائي (WC%)

حسبت نسبة المادة الجافة في كل جزء من أجزاء نبات الشوندر السكري (أنصال الأوراق وأعناقها والجذور)، وذلك بتجفيف عينات معروفة الوزن الرطب (100 غ) في فرن التجفيف على درجة حرارة 80 م° حتى ثبات الوزن. ثم حسب المحتوى المائي بطرح الوزن الجاف من وزن العينة الرطب وتحسب كنسبة مئوية على أساس الوزن الجاف، بتطبيق المعادلة التالية:

$$WC\% = [(FW-DW)/(DW)] * 100$$

FW الوزن الرطب للعينة، DW الوزن الجاف للعينة.

## المحتوى المائي النسبي (RWC %)

حدد المحتوى المائي النسبي حسب (Abdalla and ElKhoshiban, 2007)، حيث أخذت عينات ورقية رطبة من ثلاثة أنواع من الأوراق حسب عمرها، أوراق حديثة (علوية)، متوسطة (مكتلمة النمو)، قديمة (سفلية)، وتم وزنها مباشرة على ميزان كهربائي حساس، وسجل الوزن الرطب للعينة، ثم غمرت هذه العينات بالماء المقطر مدة 8 ساعات، وتم حساب وزن العينة المشبع بالماء، ثم تم تجفيفها بالفرن على حرارة 80 م° حتى ثبات الوزن، وسجل الوزن الجاف للأوراق، وتم تطبيق المعادلة الآتية لحساب المحتوى المائي النسبي:

$$RWC\% = [(FW-DW)/(TW-DW)] * 100$$

FW الوزن الرطب للعينة، DW الوزن الجاف للعينة، TW الوزن عند التشبع بالماء

## الوزن الرطب والجاف للنبات:

أخذت عينة مؤلفة من 10 نباتات من كل قطعة تجريبية، حيث قلعت النباتات ونظفت من التراب وأزيل الذيل حتى قطر 1 سم، ومباشرة تم فصل الأوراق عن الجذور وأخذ وزن الجذور وتم تحديد وزن الأوراق عن طريق طرح وزن الجذور من الوزن الكلي للنبات. ثم تمت عملية التجفيف في فرن التجفيف على درجة حرارة 105 م° حتى ثبات الوزن.

## 2. تقدير محتوى الشوارد الأحادية:

قدر محتوى شوارد الصوديوم (Na<sup>+</sup>) والبيوتاسيوم (K<sup>+</sup>) باستخدام طريقة (Pakniyat and Armion, 2007). حيث أخذت عينات جذرية وورقية وجففت على درجة 65 م° في فرن التجفيف مدة 48 ساعة، ثم طحنت العينات. أخذ 0.5 غ من العينات الجافة ورمدت في مرمدة على درجة 550 م° مدة 5 ساعات. تم هضم العينات بإضافة 5 مل من حمض كلور الماء 2N لكل عينة ومزجت مع ماء مقطر مغلي ورشحت بورق الترشيح (Whatman) في دوارق معيارية 50 مل. ثم قدر البوتاس والصوديوم باستخدام جهاز التحليل باللهب (فلامومتر) وحولت القراءة إلى ملغ/غ من الوزن الجاف.

## 3. تقدير محتوى السكريات الذوابة في المجموع الخضري:

أخذ 10 غ من العينة الورقية الرطبة، سحقت جيداً ثم نقلت كمياً بالماء المقطر إلى دورق سعة 100 مل، وأكمل الحجم حتى 100 مل بالماء المقطر. حرك المزيج 10 دقائق بالرجاج ورشحت العينة بعد ذلك بواسطة قمع بوخنر. أخذ 50 مل من العينة ووضع في دورق عياري سعة 100 مل، وأضيف كمية كافية من حمض كلور الماء (7 مل) وتركت مدة 24 ساعة. في اليوم التالي أضيف كاشف فينول فتالين ووعير المحلول بماءات الصوديوم NaOH 20%، حتى ظهور اللون الوردى الخفيف، وأكمل الحجم حتى 100 مل بالماء المقطر. وضع 5 مل من محلول فهلنغ B+A في بيشر وتم التسخين على النار، وعند بدء الغليان أضيفت 3 قطرات من أزرق الميتيل، ثم بدأت الإضافة من المحلول السكري ببطء وحذر حتى اختفاء اللون الأزرق، وحسبت الكمية اللازمة لاختفاء اللون الأزرق، وبالنهاية حسبت كمية السكر من العلاقة: كمية السكر = 100/القراءة.

## 4. قرائن العمليات الكيمياضوية (Fo): فلورة الكلوروفيل الصغرى، Fm: الفلورة العظمى، Fv/Fm: غلة الكوانتوم العظمى في النظام الضوئي الثاني (PSII):

قدرت هذه المؤشرات بعد مرور 20 و 40 يوماً من قطع مياه الري، حيث تم دراسة الطور السريع لفلورة الكلوروفيل باستخدام جهاز تحليل كفاءة النبات، الفلوروميتر (Plant Efficiency Analyzer-PEA)، (Hansatech, instrument Handy PEA, England) وقد أجريت عملية تكييف الأوراق مع الظلام Dark adaptation باستخدام ملاقط الأوراق الملحقة بالجهاز والحاوية على شريحة متحركة يتم إغلاقها لإحداث حالة الظلام لمدة 15 دقيقة قبل أخذ القراءات، وذلك لجعل مراكز التفاعل ساكنة، أي لا تشترك بأي تفاعلات ضوئية. ومن ثم تم قياس المؤشرات التالية:

فلورة الكلوروفيل الصغرى (Fo) Fluorescence origin. فلورة الكلوروفيل العظمى (Fm) Fluorescence maximum. النسبة Fv/Fm (والتي يعبر عنها بغلة الكوانتوم العظمى في النظام الضوئي الثاني (photo system-II)، تعبر الفلورة العظمى عن الحالة التي تصبح فيها جميع مراكز التفاعل مغلقة، وفي الظروف المثالية ترتفع قيمة الفلورة العظمى، ويعبر عن الفرق بين نقطتي الفلورة بالمصطلح (Fv) Fluorescence variable.

أخذت القياسات كلها في نفس الموعد من الصباح (من الساعة 9 صباحاً وحتى الساعة 11 صباحاً) وذلك لمجانسة الظروف المحيطة بالأوراق المدروسة قدر المستطاع، وأخذت القراءات على الأوراق الوسطى للنبات، حيث استبعدت الأوراق الحديثة والقديمة على السواء.

## 5. نسبة التراجع أو نسبة التباين (%):

قدرت هذه الصفة لكافة الصفات المدروسة وفقاً للمعادلة:

نسب التراجع أو نسبة التباين (%): [(القراءة في الشاهد - القراءة في المعاملة)/القراءة في المعاملة]\*100

## النتائج والمناقشة:

## 1. تأثير الإجهاد المائي في المحتوى المائي (W.C%):

أثر توقف مياه الري سلباً في المحتوى المائي لأجزاء نبات الشوندر السكري (أنصال، أعناق، جذور)، ويلاحظ من الجدول (3) احتواء المجموع الخضري على كمية من الماء أعلى من الجذور في كلٍّ من الظروف الشاهدة والمجهدة، فبعد 20 يوماً من الإجهاد بلغت قيم المحتوى المائي في الجذور 81.7، 78.8% في كلاً من الظروف الشاهدة والمجهدة على التوالي، في حين كانت هذه القيم في أنصال الأوراق (89.1، 87.3%)، وفي أعناقها (90.6، 88.3%)، وبعد 40 يوماً بلغت القيم السابقة في الجذور (77.4، 70.2%)، وفي أنصال الأوراق (87.9، 82.0%)، وفي أعناقها (85.7، 79.0%). وبالتالي يلاحظ دائماً أن المحتوى المائي في الأوراق كان أعلى من الجذور ويفروق معنوية، قد يعود السبب إلى كون جذور الشوندر السكري درنية.

إذاً تحت ظروف الإجهاد المائي تأثر المحتوى المائي للمجموع الجذري بشكل أكبر من تأثر المجموع الخضري وبالتالي كان معدل التراجع أعلى، فبعد 20 يوماً انخفض المحتوى المائي لكل من أنصال الأوراق وأعناقها والجذور بالنسب الآتية (2.1،

2.6، 3.5% على التوالي)، في حين كانت نسبة الانخفاض مقارنةً بالشاهد بعد 40 يوماً كما يلي: (7.2، 8.5، 10.3% على التوالي).

تباينت استجابة الصنفين المدروسين للإجهاد المائي، فكان معدل الانخفاض الأعلى في الصنف دوروتيا، حيث بلغت بعد 40 يوماً في أنصال الأوراق 9.3%، وفي أعناقها 10.6%، في حين بلغت في الجذور 13.6%، أما معدل الانخفاض الأقل فكان في الصنف بريجيتا (5.1%) في أنصال الأوراق، و(6.3%) في أعناقها، و(7.2%) في الجذور.

أظهرت النتائج السابقة تباين استجابة الحالة المائية لأجزاء نبات الشوندر السكري المختلفة عند تعرضها للإجهاد، وهذا يدل ضمناً على عدم وجود آلية لتوازن حركية الماء (Hydrodynamic equilibrium) في نبات الشوندر السكري، إلا أنه يمتلك آلية فعالة للتعديل الحلولي في أنسجة كلاً من الجذور والأوراق (Shaw et al., 2002). فعند قطع مياه الري ينخفض جهد ماء الورقة ما يمنع انتقال الماء من خلايا Xylum (الطبقة الخارجية) إلى خلايا الميزوفيل (الطبقة المتوسطة)، أما في الجذور فيحافظ منحني الجهد على درجات ثابتة ما يدل على أنه بعد زوال الإجهاد تستعيد الجذور عافيتها بسرعة أكبر من الأوراق (Choluj et al., 2004).

الجدول 3. المحتوى المائي (WC%) لأجزاء نبات الشوندر السكري خلال فترة الإجهاد المائي، متوسط العامين (2009-2010).

الصنف (V)	الجزء النباتي (T)	شاهد	معاملة الإجهاد بعد 20 يوم	تراجع %	شاهد	معاملة الإجهاد بعد 40 يوم	تراجع %
بريجيتا	أنصال الأوراق	89.2	87.8	1.6	87.8	83.5	5.1
	أعناق الأوراق	90.3	88.8	1.7	88.8	79.0	6.3
	الجذور	81.2	79.6	1.9	79.6	72.1	7.2
دوروتيا	أنصال الأوراق	88.9	86.7	2.5	86.7	80.4	9.3
	أعناق الأوراق	90.8	87.7	3.4	87.7	79.0	10.6
	الجذور	82.2	78.0	5.1	78.0	68.2	13.6
متوسط الصنفين	أنصال الأوراق	89.1	87.3	2.1	87.3	82.0	7.2
	أعناق الأوراق	90.6	88.3	2.6	88.3	79.0	8.5
	الجذور	81.7	78.8	3.5	78.8	70.2	10.3
<b>LSD 0.05</b>							
		V=1.3*	V=2.4ns	V=0.2*	V=2.4ns	V=3.1*	V=0.3*
		T=2.0*	T=3.1ns	T=0.5*	T=3.1ns	T=4.0*	T=0.6*
		V*O=3.6*	V*O=4.3ns	V*O=1.3*	V*O=4.3ns	V*O=5.8*	V*O=2.2*
<b>CV%</b>							
		6.3	5.5	4.1	5.5	6.5	7.2

\*: تعني وجود فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%، ns: تعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%.

## 2. تأثير الإجهاد الجفافي في المحتوى المائي النسبي (RWC%):

تراجع المحتوى المائي النسبي في الأوراق العلوية (الحديثة) والمتوسطة (مكتملة النمو) والسفلية (القديمة) تحت الظروف المجهد، ويلاحظ من الجدول (4) أن قيمة المحتوى المائي النسبي في الأوراق القديمة كان أعلى، ثم في الأوراق مكتملة النمو، في حين كان قيمته الأدنى في الأوراق الحديثة. بعد 20 يوماً من الإجهاد بلغت قيم RWC في الأوراق القديمة في كلاً من الظروف الشاهدة والمجهد (91.4، 87.3%) على التوالي، في حين كانت هذه القيم في الأوراق مكتملة النمو (88.2، 87.1%)، وفي الحديثة (84.8، 81.1%)، وبعد 40 يوماً بلغت القيم السابقة في الأوراق القديمة والمتوسطة والحديثة على التوالي: (87.8، 80.2%)، (84.3، 81.3%)، (80.3، 73.1%)، (الجدول 4). تراجعت قيمة RWC في جميع أوراق النبات، وكان معدل التراجع متقارباً في كل من الأوراق القديمة والحديثة، ويفروق معنوية ( $P \geq 0.05$ ) عن الأوراق المتوسطة مكتملة النمو التي بلغ معدل التراجع فيها 1.3، 3.7% بعد 20 و 40 يوماً على التوالي، (الجدول 4).

يستنتج مما سبق انخفاض المحتوى المائي النسبي في الأوراق الحديثة والمتوسطة والقديمة، ويتوافق ذلك مع (Choluj et al., 2004)، وكانت الأوراق مكتملة النمو الأقل تأثراً، أما الأوراق الحديثة فكان محتواها المائي أخفض من الأوراق المكتملة والقديمة، ربما يعود ذلك إلى اختلاف سلوك المسام في هذه الأوراق في استجابتها لتغيرات الجهد الحلولي، ويتفق ذلك مع (Choluj et al., 2004)، حيث بينوا أن الناقلية المسامية في الأوراق الحديثة أكبر بمقدار ثلاثة أضعاف من الأوراق الناضجة. وتتفق النتائج السابقة مع (Painawadee et al., 2009)، حيث أوضحت نتائجهم أن الجفاف يؤدي إلى انخفاض قيمة RWC% بشكل كبير. ويكون انخفاض هذا المؤشر في الأصناف الحساسة للجفاف أعلى من المتحملة، وتتفق هذه النتائج مع (Arunyanark et al., 2008) الذين وجدوا انخفاضاً معنوياً لقيمة المحتوى المائي في الجذور (RWC) بعد 33-35 يوماً من تعرض النبات للإجهاد.

الجدول 4. المحتوى المائي النسبي (RWC%) في الأوراق خلال فترة الإجهاد المائي، متوسط العامين (2009-2010).

الصف (V)	موقع الأوراق (T)	شاهد	معاملة الإجهاد بعد 20 يوم	تراجع %	شاهد	معاملة الإجهاد بعد 40 يوم	تراجع %	
بريجيتا	القديمة	92.0	88.4	4.1	89.8	82.6	8.7	
	مكتملة النمو	89.2	88.2	1.1	86.2	84.1	2.5	
	الحديثة	86.2	83.2	3.6	82.2	75.7	8.6	
دوروتيا	القديمة	90.8	86.1	5.5	85.8	77.7	10.4	
	مكتملة النمو	87.2	86.0	1.4	82.3	78.4	5.0	
	الحديثة	83.3	78.9	5.6	78.4	70.5	11.2	
المتوسط	القديمة	91.4	87.3	4.7	87.8	80.2	9.5	
	مكتملة النمو	88.2	87.1	1.3	84.3	81.3	3.7	
	الحديثة	84.8	81.1	4.6	80.3	73.1	9.8	
<b>LSD 0.05</b>								
		V=1.2*	V=2.3*	V=0.4*	V=1.9*	V=3.2*	V=0.4*	
		T=1.9*	T=3.3*	T=0.7*	T=2.8*	T=3.5*	T=0.5*	
		V*O=3.8*	V*O=4.0*	V*O=2.0*	V*O=4.4*	V*O=5.4*	V*O=3.1*	
<b>CV%</b>								
		6.7	5.8	4.5	7.7	6.8	6.9	

\*: تعني وجود فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%، ns: تعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%.

### 3. تأثير الإجهاد الجفافي في الوزن الرطب والجاف للشوندر السكري:

#### 1.3. الوزن الرطب (غ):

تظهر النتائج الموضحة في الجدول (5) انخفاض الوزن الرطب للمجموعين الخضري والجذري للصنفين المدروسين وذلك بعد 20 و40 يوماً من تطبيق الإجهاد الجفافي، (متوسط موسمي الزراعة). فبعد 20 يوماً من تطبيق الإجهاد انخفض الوزن الرطب للمجموع الخضري بنسبة 7.3% (متوسط الطرازين في عامي الدراسة)، حيث بلغ في الشاهد 602.8 غ وانخفض في الظروف المجهدة إلى 561.6 غ، وتباين الصنفين في نسبة الانخفاض بالمقارنة مع الشاهد، حيث حقق الصنف بريجيتا أقل معدلات في تراجع الوزن الرطب للمجموع الخضري بنسبة (5.0%). كذلك تراجع الوزن الرطب للمجموع الجذري في الصنفين بنسبة 9.1%، فبلغ في الشاهد 374.1 وانخفض في الظروف المجهدة إلى 342.8 بفروق معنوية ( $P \geq 0.05$ )، وحقق الصنف بريجيتا أقل معدلات في تراجع الوزن الرطب للجذور بمقدار (4.4%). وبعد 40 يوماً من تطبيق الإجهاد استمر انخفاض الوزن الرطب للمجموعين الخضري والجذري تحت ظروف الإجهاد الجفافي، ولكن بقيم أعلى بسبب تزايد شدة الإجهاد مع زيادة فترة التعطيش.

تتفق النتائج السابقة مع (Munns et al., 2000، Munns, 2002) حيث وجدوا انخفاض نمو كل من المجموع الخضري والمجموع الجذري تحت ظروف الإجهاد المائي، وعزوا ذلك إلى تراجع استطالة الأوراق، أو نتيجة لبعض الافرازات الهرمونية التي يفرزها المجموع الجذري نتيجة للعجز المائي.



الجدول 5. الوزن الرطب للمجموعين الخضري والجذري خلال فترة الإجهاد المائي، متوسط الموسمين (2009-2010).

الصفة (V)	المؤشر (T)	شاهد	معاملة الإجهاد بعد 20 يوم	تراجع %	شاهد	معاملة الإجهاد بعد 40 يوم	تراجع %
بريجيتا	المجموع الخضري	625.5	595.7	5.0	740.6	507.9	45.8
	المجموع الجذري	390.1	373.6	4.4	475.7	319.0	49.1
دوروتيا	المجموع الخضري	580.0	527.4	10.0	630.0	298.3	111.2
	المجموع الجذري	358.0	311.9	14.8	407.9	230.3	77.1
المتوسط	المجموع الخضري	602.8	561.6	7.3	685.3	403.1	70.0
	المجموع الجذري	374.1	342.8	9.1	441.8	274.7	60.8
<b>LSD 0.05</b>							
		V=60.3 T=85.7 V*O=87.8	V=90.4 T=91.0 V*O=96.1	V=0.5 T=1.0 V*O=1.9	V=90.4 T=100.8 V*O=112.9	V=24.2 T=30.9 V*O=39.6	V=1.4 T=1.8 V*O=2.5
<b>CV%</b>							
		9.6	12.5	5.3	10.5	13.0	4.8

\*: تعني وجود فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%، ns: تعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%.

### 2.3. الوزن الجاف (غ):

بعد 20 يوماً زاد الوزن الجاف للمجموع الخضري بنسبة 10.0% (متوسط الصنفين في موسمي الدراسة)، حيث بلغ في الشاهد 66.15 غ وزاد في الظروف المجهدة إلى 73.54 غ، كذلك زاد الوزن الجاف للمجموع الجذري في الطرازين المدروسين بنسبة 4.1%، أما بعد 40 يوماً فقد تراجع كل من الوزن الجاف للمجموعين الخضري والجذري بنسبة (0.1، 19.0 %) على التوالي. مع ملاحظة أن الصنف بريجيتا قد زاد الوزن الجاف للمجموع الخضري بعد 40 يوماً بنسبة 8.82% (الجدول 6). تتفق النتائج السابقة مع (Painawadee et al., 2009) حيث لاحظوا انخفاض الوزن الجاف لنبات الفول السوداني بعد 70 يوماً من الإجهاد وعند الحصاد وعُزي ذلك إلى انخفاض الجهد الحلولي للأوراق. يفسر زيادة الوزن الجاف بعد 20 يوماً نتيجة لزيادة نسبة المادة الجافة في أجزاء النبات بالنسبة لوحدة الوزن الرطب الذي انخفض بنسب أقل. كما وجد Hussien et al., (2006) ازدياد الوزن الجاف للشوندر من 16.21 غ عند الري المثالي إلى 22.46، 24.79 غ عند الري عند 60، 40% من رطوبة السعة الحقلية على التوالي.

الجدول 6. الوزن الجاف (غ) للمجموعين الخضري والجذري خلال فترة الإجهاد المائي، متوسط العامين (2009-2010).

الصفة (V)	المؤشر (T)	شاهد	معاملة الإجهاد بعد 20 يوم	نسبة التباين % ±	شاهد	معاملة الإجهاد بعد 40 يوم	نسبة التباين % ±
بريجيتا	المجموع الخضري	67.41	72.48	-7.0	90.07	97.95	-8.0
	المجموع الجذري	73.43	76.16	-3.6	108.13	89.34	21.0
دوروتيا	المجموع الخضري	64.89	74.60	-13.0	84.46	76.48	10.4
	المجموع الجذري	66.88	70.20	-4.7	94.06	80.52	16.8
المتوسط	المجموع الخضري	66.15	73.54	-10.0	87.27	87.22	0.1
	المجموع الجذري	70.16	73.18	-4.1	101.10	84.93	19.0
<b>LSD 0.05</b>							
		V=1.9* T=2.0* V*O=2.6*	V=1.7ns T=1.9ns V*O=2.2ns	V=3.2* T=4.1* V*O=5.0*	V=6.4* T=7.8* V*O=10.1*	V=2.4ns T=2.7ns V*O=3.5ns	V=5.3* T=6.1* V*O=10.7*
<b>CV%</b>							
		9.0	8.9	3.1	10.0	10.4	2.0

\*: تعني وجود فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%، ns: تعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%.

4. تأثير الإجهاد الجفافي في نسبة الشوارد الأحادية والسكريات الذوابة:

زادت نسبة شوارد الصوديوم في المجموع الخضري للصفين المدروسين تحت ظروف الإجهاد بنسبة 16.1%، في حين زادت في المجموع الجذري بنسبة 16.7%. كذلك زادت نسبة البوتاسيوم في المجموعين الخضري والجذري بنسبة (11.3، 8.5 %) على التوالي، ودائماً كانت الزيادة في الصنف بريجيتا أعلى من الزيادة في الصنف دوروتيا، (الجدول 7). أما السكريات الذوابة فقد زادت في المجموع الخضري بنسبة 21.5%، وكانت الزيادة في الصنف بريجيتا (30.5%) أعلى مقارنةً بالصنف دوروتيا (8.3%)، (الجدول 7).

تتفق النتائج السابقة مع (Abdalla and El-Khoshiban, 2007) اللذان وجدوا زيادة نسبة الصوديوم في المجموعين الخضري والجذري، في الطرز الحساسة والمتحملة من القمح، كما تتفق مع (Nejad, 2010) الذي لاحظ زيادة نسبة الصوديوم في جذور الذرة مع زيادة مستوى الإجهاد الجفافي. فالصوديوم يمكن أن يقوم بجزء من دور البوتاسيوم في تعديل الجهد الحلوي تحت ظروف الجفاف في الشوندر السكري، وبالتالي يزداد تراكم هذا العنصر تحت ظروف الإجهاد المائي (Martinez et al., 2004). إن زيادة البوتاس في جذور الطرز المدروسة تعتبر دليلاً على قدرة النبات على امتصاص هذا العنصر عند انخفاض جهد ماء التربة، وهو نوع من التكيف الذي يبديه النبات للمحافظة على وظائفه الحيوية تحت ظروف الجفاف، وهو ما يدل على أهمية المجموع الجذري في امتصاص البوتاس تحت هذه الظروف والسماح له للقيام بوظائفه الفيزيولوجية واستعادة الفعاليات الحيوية للنبات، وتعد هذه الآلية من التكيفات التي يبديها الجذر لمقاومة الملوحة والجفاف. نتائج مماثلة توصل لها ديب وآخرون (2006) على محصول القمح، وقد وجد (Nejad 2010) أنه في بعض حالات الإجهاد يمتص النبات 2-3 أضعاف كمية البوتاسيوم الموجودة في النبات تحت الظروف المثالية. ذكرت العديد من الدراسات وجود علاقة ارتباط قوية بين تراكم السكريات في أنسجة النبات وتحمل الإجهاد الحلوي (Taji et al., 2002، Abd-El Baki et al., 2000، Gilmour et al., 2000). وتزداد نسبة السكريات المرجعة بشكل رئيسي بسبب تحلل النشاء لتلبي متطلبات نشاط أنزيمات الحلمة (El-Tayeb, 2006، Sawhney and Singh, 2002)، وهذا يتفق مع ما توصلنا له في الدراسة الحالية.

الجدول 7. الشوارد الأحادية والسكريات الذوابة خلال فترة الإجهاد المائي، متوسط العامين (2010-2009).

السكريات الذوابة (ملغ.غ <sup>-1</sup> من الوزن الرطب)			بوتاسيوم (ملغ.غ <sup>-1</sup> من الوزن الجاف)			صوديوم (ملغ.غ <sup>-1</sup> من الوزن الجاف)			الصنف (V)
المجموع الخضري									
±%	إجهاد	شاهد	±%	إجهاد	شاهد	±%	إجهاد	شاهد	
-30.5	90.77	63.13	-20.2	47.10	37.58	-22.4	5.90	4.58	بريجيتا
-8.3	61.27	56.20	-3.8	55.65	53.52	-8.2	4.64	4.26	دوروتيا
-21.5	76.02	59.67	-11.3	51.38	45.55	-16.1	5.27	4.42	المتوسط
21.34*	18.38*	5.83*	16.63*	6.84*	5.98ns	11.87*	1.24*	0.80ns	T test(V) 5%
2.0	2.3	5.3	1.0	1.9	4.0	1.8	2.9	3.5	CV%
المجموع الجذري									
	±%	إجهاد	شاهد	±%	إجهاد	شاهد	±%	إجهاد	شاهد
	-10.3	6.33	5.68	-18.5	0.27	0.22			بريجيتا
	-7.0	6.59	6.13	-14.3	0.21	0.18			دوروتيا
	-8.5	6.46	5.91	-16.7	0.24	0.20			المتوسط
	2.765*	0.431ns	1.09ns	5.89*	0.025*	0.017*			T test(V) 5%
	3.0	2.4	4.6	2.0	2.3	3.1			CV%

\*: تعني وجود فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%، ns: تعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%.

5. تأثير الإجهاد الجفافي في مستوى العمليات الكيمياءضوئية:

ازدادت قيمة الفلورة الصغرى (Fo) طردياً عند الصنفين المدروسين بزيادة فترة الإجهاد، حيث زادت بالقيم (7.1، 22.3%) بعد 20، 40 يوماً من الإجهاد على التوالي (متوسط العامين 2009 و2010)، (الجدول 8)، وتباين الصنفين الوراثيين في نسبة الزيادة، إذ تراوحت بعد 40 يوماً بين 19.5% في الصنف دوروتيا و 25.1% في الصنف بريجيتا. فالفلورة الصغرى تمثل انبعاث جزئيات الكلوروفيل المتهيجة في النظام الضوئي الثاني والتي تدل على أكسدة الإلكترون المستقر المستقبل للنظام الضوئي الثاني ويحدث هذا الانبعاث أو تهيج جزئيات الكلوروفيل تحت ظروف الإجهاد (Ranalli et al., 1997).

انخفضت قيمة الفلورة العظمى (Fm) طردياً عند الصنفين المدروسين بزيادة فترة الإجهاد، حيث تراجعت بالقيم (6.1، 36.8%) بعد 20، 40 يوماً من الإجهاد على التوالي (متوسط الموسمين 2009 و2010)، (الجدول 8)، وبلغت نسبة التراجع في الصنفين بريجيتا ودوروتيا بعد 40 يوماً (32.8، 41.2%) على التوالي. فالفلورة العظمى تعبر عن الكفاءة القصوى لمراكز التفاعل الضوئي PSII وانخفاضها دليل على تأثير هذه المراكز بسبب عدم اتزان العناصر الناتج عن الإجهاد (Ranalli et al., 1997). انخفضت غلة العمليات الكيمياءضوئية (غلة الكوانتوم العظمى في النظام الضوئي الثاني) Fv/Fm عند الصنفين المدروسين بزيادة طول فترة الإجهاد، حيث تراجعت بالقيم (3.6، 26.9%) بعد 20، 40 يوماً من الإجهاد على التوالي (متوسط العامين 2009 و2010)، (الجدول 8)، وتباين الطرازين في نسبة الانخفاض بالمقارنة مع الشاهد، إذ تراوحت بعد 40 يوماً بين 24.5% في الصنف بريجيتا و 29.5% في الصنف دوروتيا. وذلك نتيجة تعرض الجهاز التمثيلي في المجموع الخضري إلى خلل ناتج عن الإجهاد (Ranalli et al., 1997).

الجدول 8. مستوى العمليات الكيمياءضوئية خلال فترة الإجهاد المائي، متوسط العامين (2009-2010).

الصفة (V)	المؤشر (T)	شاهد	معاملة الإجهاد بعد 20 يوم	نسبة التباين ± %	شاهد	معاملة الإجهاد بعد 40 يوم	نسبة التباين ± %
بريجيتا	Fo	676	731	-7.5	643	859	-25.1
	Fm	3548	3383	4.9	3179	2394	32.8
	Fv/Fm	0.809	0.784	3.2	0.798	0.641	24.5
دوروتيا	Fo	685	735	-6.8	695	863	-19.5
	Fm	3317	3090	7.3	2997	2122	41.2
	Fv/Fm	0.793	0.762	4.1	0.768	0.593	29.5
المتوسط	Fo	681	733	-7.1	669	861	-22.3
	Fm	3433	3237	6.1	3088	2258	36.8
	Fv/Fm	0.801	0.773	3.6	0.783	0.617	26.9
T test 0.05	Fo	20.2ns	18.3ns	0.12*	22.5*	10.11ns	7.34*
	Fm	177.8ns	123.5*	1.34*	131.5*	131.43*	4.76ns
	Fv/Fm	0.131ns	0.012*	0.056*	0.021*	0.321*	2.12*

\*: تعني وجود فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%، ns: تعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%.

## الخلاصة:

أثر الإجهاد الجفافي لمدة 40 يوماً في منتصف مرحلة نمو النبات في جميع المؤشرات المدروسة، حيث تراجع المحتوى المائي في المجموعتين الخضري والجذري للطرزين المدروسين، كما تراجع المحتوى المائي النسبي في أجزاء النبات، وكان تراجع المحتوى المائي للجذور بقيم أعلى من أنصال الأوراق وأعناقها، في حين كان تراجع المحتوى المائي النسبي للأوراق المكتملة النمو أقل حدة مقارنةً بالأوراق القديمة والحديثة. كما انخفض كلاً من الوزن الرطب والجاف للمجموعتين الخضري والجذري. زادت نسبة الشوارد الأحادية (صوديوم وبيوتاسيوم) تحت ظروف الإجهاد، وهذا يدل على قدرة الشوندر السكري على تعديل الجهد الحلوي تحت ظروف الإجهاد، كما زاد محتوى المجموع الخضري من السكريات الذوابة. كما تباين مستوى العمليات الكيمياءضوية في النظام الضوئي الثاني عند الطرازين المدروسين تحت ظروف الإجهاد، حيث زادت قيمة الفلورة الصغرى (F0)، في حين تراجعت قيمة الفلورة العظمى (Fm) ونتيجة لذلك انخفضت غلة الكوانتوم العظمى (Fv/Fm)، وقد زاد هذا الانخفاض مع زيادة فترة الإجهاد. وكانت معدلات التراجع في الصنف دوروتيا أعلى من معدلات التراجع في الصنف بريجينا.

## المراجع:

- إحصائيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (2012). وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، مديرية الإحصاء والتعاون الدولي، دمشق، سورية.
- ديب، طارق على وبولص خوري وسناء شيخ (2006). الاستجابة الفيزيولوجية لدى بعض الطرز الوراثية من القمح *Triticum (Spp)* في مرحلة النبات الفتى. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية. 28 (2): 203-217.
- عباس، فادي (2007). دراسة نمو وتطور وتشكل غلة الشوندر السكري وحيد الجنين في المنطقة الوسطى (حمص والغاب). رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة البعث. 156 ص.
- عباس، فادي (2009). الجفاف وتحديات الأمن الغذائي في سورية. ندوة المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة البعث، حمص، سورية، 2009/7/30. ص: 86-103.
- عباس، فادي (2011). استجابة طرز من الشوندر السكري (*Beta vulgaris L.*) للإجهاد الجفافي والملحي، وتقدير التفاعل الوراثي البيئي لبعض الصفات الإنتاجية والنوعية. رسالة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة البعث، حمص، سورية. 196 ص.
- كيال، حامد ومحمود صبوح ويوسف نمر (1998). المحاصيل الصناعية - منشورات جامعة دمشق - كلية الزراعة.
- مهنا، أحمد ومحمود الشباك (2009). إنتاج المحاصيل الصناعية. الجزء النظري. منشورات جامعة البعث، كلية الهندسة الزراعية. 406 ص.
- Abayomi Y.A. and A. Wright (2002). Sugar beet leaf growth and yield response to soil water deficit . African Crop Science Journal, 10(1): 51-66.
- Abdalla, 1 M.M. and N.H. El-Khoshiban (2007). The Influence of water stress on growth, relative water content, photosynthetic pigments, some metabolic and hormonal contents of two *Triticium aestivum* cultivars. Journal of Applied Sciences Research, 3(12): 2062-2074.
- Abd-El Baki, G. K., E. Siefert, H. M. Man, H. Weiner, R. Kaldenhoff, and W. Kaiser, (2000). Nitrate reductase in *zea mays* L. under salinity. Plant Cell Environ., 23: 515-521.
- Abd-El-Motagally, F. M. F. (2004). Evaluation of two sugar beet cultivars (*Beta vulgaris L.*) for growth and yield under drought and heat conditions . Ph. D thesis. Institute of Plant Nutrition. Giessen University, Germany, 143 pp.
- Anonymous, A. (1993). An introduction to fluorescence measurements with the plant efficiency analyzer (PEA). Hansatech Instruments Ltd., England.

- Arunyanark, A.S., C. Akkasaeng, N. Vorasoot, T. Kesmale, R.C. Nageswara Rao, G.C. Wright and A. Patanothai (2008). Chlorophyll stability is an indicator of drought tolerance in peanut. *Journal of Agron. Crop. Sci.*, 194: 113-125.
- Bazrafshan, M., F. Matlobi, M. Mesbah and L. Joukar. (2009). Evaluation of drought tolerance of sugar beet genotypes using drought tolerance indices. *J. Sugar Beet*, 24(2): 15- 35.
- Bloch, D., and C. Hoffmann (2005). Seasonal development of genotypic differences in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and their interaction with water supply. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 191(4): 263-272.
- Choluj, D., R. Karwowska., M. Jasinska, and G. Haber (2004). Growth and dry matter partitioning in sugar beet plants (*Beta vulgaris* L.) under moderate drought. *Plant Soil Environ.*, 50(6): 265-272.
- Choluj, D., R. Karwowska., A. Ciszewska., M. Jasinska (2008). Influence of long-term drought stress on osmolyte accumulation in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) plants. *Acta Physiologiae Plantarum.*, Abstract. Springer Berlin/Heidelberg.
- Crowe J. H., J. F. Carpenter, and L. M. Crowe (1998). The role of verification in anhydrobiosis. *Annu. Rev. Physiol.*, 60:73-103.
- El-Tayeb, M.A. (2006). Differential response of two *Vicia faba* cultivars to drought: growth, pigments, lipid peroxidation, organic solutes, catalase and peroxidase activity. *Acta Agronomica Hungarica*, 54: 25-37.
- Fisher S. J. And S. P. Kerr (1998). Sugar beet varietal responses to irrigation and autumn growth. *Aspects of Applied Biology*. 52: 173-178.
- Gilmour, S. J., A. M. Seblot, M. P. Salazar, J. D. Everard, and M. F. Thomashow (2000). Overexpression of the Arabidopsis CBF3 transcriptional activator mimics multiple biochemical changes associated with cold acclimation. *Plant Physio.*, 124: 1854-1865.
- Jaggard, K. W., A. M. Dewar and J. D. Pidgeon (1998). The relative effects of drought stress and virus yellow on the yield of sugar beet in the UK, 1980-1995. *J Agric. Sci.*, 103: 337-343.
- Martinize, J.P., S. Lutts, A.Schanck, M Bajji, and J. M. Kinet (2004). The osmotic adjustment required for water stress resistance in the Mediterranean shrub *Atriplex halimus* L. *Journal of Plant Physiology*, 161: 1041-1051.
- McGrath J. M., C. A. Derrico, and Y. Yu (1999). Genetic diversity in selected historical US sugarbeet germplasm and *Beta vulgaris* ssp. *maritima*. *Theoretical and Applied Genetics*, 98: 968-976.
- Milford, G. F. J and J. Riley (1985). The effect of temperature on leaf growth of sugar beet, *Annals of Applied Biology*,. 94: 431 - 443.
- Mohammadian, R., H. Rahimian, M. Moghaddam and S.Y. Sadeghian (2003). The effect of early season drought on chlorophyll a fluorescence in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Pakistan J. of Biological Sci.*, (6):1763-1769.
- Munns R., J. Guo, J.B. Passioura and G.R. Cramer (2000). Leaf water status controls day-time but not daily rates of leaf expansion in salt-treated barley. *Australian Journal of Plant Physiology*, 27: 949-957.
- Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment*, 25: 239-250.
- Nejad, T.S., A. Bakhshande and A. jazayeri (2010). Calculated linear regression equations of motion K<sup>+</sup> and Na<sup>+</sup> ions and compare moving process these elements in corn roots. *Report and Opinion*, 2(3): 15-22.
- Painawadee, M., S. Jogloy., T. Kesmala., C. Akkasaeng and A. patanothai (2009). Identification of traits related to drought resistance in Peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Asian journal of Plant sciences*, 8(2): 120-128.
- Pakniyat, H and M. Armion (2007). Sodium and proline accumulation as osmoregulators in tolerance of sugar beet genotypes to salinity. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10 (22): 4081-4086.

- Ranalli, P., M. D. Candilo and M. Bagatta (1997). Drought tolerance screening for potato improvement. *Plant Breeding*, 116: 290-292.
- Sadeghian S.X., R. Mohammadian, D.F. Taleghani and M. Abdollahian (2004). Relation between sugarbeet traits and water use efficiency in water stressed genotypes. *Pakistan Journal of Biological sciences*, 7(7): 1236-1241.
- Sawhney, V. and D.P. Singh (2002). Effect of chemical desiccation at the post-anthesis stage on some physiological and biochemical changes in the flag leaf of contrasting wheat genotypes. *Field Crops Research*, 77: 1-6.
- Shaw, B., T. H. Thomas, and D.T. Cooke. (2002). Responses of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) to drought and nutrient deficiency stress. *Plant Growth Regul.*, 37: 77-83.
- Smith, G. A. (1987). Sugar beet: Principles of Cultivar Development. Fehr, W.R. (ed.) MacMillan Publishing Company, pp 577-625.
- Taji, T., C. Ohsumi, S. Iuchi, M. Seki, M. Kasuga, M. Kobayashi, K. Yamaguchi-Shinozaki, and K. Shinozaki, (2002). Important roles of drought- and coldinducible genes for galactinol synthase in stress tolerance in *Arabidopsis thaliana*. *Plant J.*, 29: 417-426.
- Villadsen D., J. H. Rung, and T. H. Nielsen (2005). Osmotic stress changes carbohydrate partitioning and fructose-2,6-bisphosphate metabolism in barley leaves. *Funct Plant Biol.*, 32:1033-1043.
- Vomacka, L. and J. Pospisilova (2003). Rehydration of sugar beet plant after water stress. Effect of cytokinins. *Biologia Blantorum*, 46 (1): 57-62.

## The Effect of Water Stress on Some Physiological Characteristics of Two Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) Monogerm Hybrids

Entessar AL-Jbawi\*<sup>(1)</sup> Fadi Abbas<sup>(2)</sup>

(1). Sugar beet Research Department, Crops Research Administration, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Damascus, Syria.

(2). Scientific Agriculture Research Center of Homs, (GCSAR). P.O.Box 626, Homs, Syria.

(\*Corresponding author: Dr. Entessar Al Jbawi, E-mail: [dr.entessara@gmail.com](mailto:dr.entessara@gmail.com)).

Received: 02/02/ 2015

Accepted: 17/06/ 2015

### Abstract:

The experiment was carried out in the General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR) at Homs Agricultural Research Center, Homs, Syria, during 2009-2010 seasons, at winter time, to study the effect of early water stress on some physiological characteristics of sugar beet. Two genotypes (Brigita and Dorotea), were subjected to water stress by withholding water for 40 days after rainfall ceased. A split plot design with three replicates was used. Results showed that, early drought stress had a significant effect on the studied parameters. Water content (WC%) and relative water content (RWC%) were decreased in all plant parts under drought condition as compared to control. However, WC% in taproot decreased more than blades and petioles. RWC% decrement was less in mature leaves than in old and new leaves. Under drought stress, fresh and dry weight of tops and roots were decreased. Sugar beet genotypes showed the capability to regulate its osmotic potential by increasing sodium, potassium, and soluble sugars in both, tops and roots. Results also Indicated that drought stress caused an increasing value of fluorescence origin (fo), decreasing the values of fluorescence maximum (fm), and maximum yield of quantum in photo system-II, (fv/fm). The reduction in Dorotea genotype was more drastically compare to Brigita.

**Key words:** Water stress, Physiological characteristics, Sugar Beet.