مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (34) العدد (1) 2012
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (34) No. (1) 2012

تقييم أداء بعض أصناف القمح السورية والليبية تحت ظروف الزراعة المطرية اعتماداً على بعض الصفات المورفوفسيولوجية المرتبطة بتحمل الجفاف

الدكتور أيمن الشحاذة العودة*
الدكتور مخلص شاهرلي**
عمر الطاهر التومي***

(تاريخ الإيداع 29 / 9 / 2011. قبل للنشر في 23 / 1 / 2012)

□ ملخّص □

نُفذت الدراسة في محطة خرابو للبحوث الزراعية، بمحافظة ريف دمشق، خلال الموسمين الزراعيين 2009/2008–2010/2009، بهدف تقييم أداء بعض أصناف القمح الطري والقاسي السورية والليبية تحت ظروف الزراعتين البعلية والمروية، استناداً إلى بعض الصفات الشكلية والفيزيولوجية، المرتبطة وراثياً بزيادة الغلة الحبية وتحسين تحمل الجفاف. ونفذت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD)، بثلاثة مكررات. أظهرت نتائج الدراسة أنّ كمية المواد الشمعية المتراكمة فوق سطوح الأوراق، ومحتوي الماء النسبي، ونسبة الذائبات المتسربة عبر الأغشية السيتوبلاسمية، كانت الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول الأكثر جفافاً بالمقارنة مع الموسم الزراعي الثاني الأكثر رطوبة، وتحت ظروف الزراعة البعلية بالمقارنة مع ظروف الزراعة المروية، في حين سبب الجفاف تراجعاً معنوياً في دليل المساحة الورقية، ومساحة الورقة العلمية بنسبة 47.58%، و32.50% على التوالي بالمقارنة مع الشاهد. ولوحظ أنّ محتوى الأوراق من البرولين كان الأعلى معنوياً لدى الأصناف صفيت$_7$، وشام$_4$، وشام$_6$، وشام$_3$ (16.22، 16.17، 16.01، 15.64 ميكروغرام/غ مادة خضراء على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الأصناف كريم، ودوما$_2$، وصفيت$_1$، وبركة (12.93، 13.69، 14.05، 14.09 ميكروغرام/غ مادة خضراء على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها.

الكلمات المفتاحية: الإجهاد المائي، الصفات المورفوفسيولوجية، سلامة الأغشية الحيوية، الزراعة المطرية، القمح.

* أستاذ – بيئة وفسيولوجيا المحاصيل الحقلية – قسم المحاصيل الحقلية – كلية الزراعة – جامعة دمشق– دمشق– سورية.
**أستاذ مساعد – تربية نبات – قسم المحاصيل الحقلية – كلية الزراعة – جامعة دمشق– دمشق– سورية.
***طالب دراسات عليا (دكتوراه) – قسم المحاصيل الحقلية – كلية الزراعة – جامعة دمشق– دمشق– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (34) العدد (1) 2012
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (34) No. (1) 2012

Evaluation of The Performance of Some Syrian and Libyan Wheat Varieties Based on Some Morpho-Physiological Traits Associated With Drought Tolerance

Dr. Ayman AL-Ouda*
Dr. Mokhles Shaherli**
Omar AL-Toome***

(Received 29 / 9 / 2011. Accepted 23 / 1 /2012)

□ ABSTRACT □

The study was conducted, in the Research Station of Khraboo, Damascus Countryside, during two consecutive growing season (2008/2009-2009/2010),to evaluate the performance of some bread and durum Syrian and Libyan wheat varieties under both rainfed and irrigated conditions, based on some morpho-physiological traits, which are genetically associated with increased grain yield and improved drought tolerance. The trial was laid out according to the complete randomized block design (RCBD), with three replications. Statistical analysis results revealed that the wax deposits, relative water content, solutes leakage were significantly higher during the first drier growing season compared with the second wetter one, and under rainfed conditions compared with the irrigated one, while drought caused a significant reduction in the leaf area index and flag leaf area by 47.58 and 32.50%, respectively compared with the control. The proline content in the leaves was significantly higher in the varieties $Safeet_7$, $Cham_4$, $Sham_6$, and $Sham_3$ (16.22, 16.17, 16.01 and 15.64 µg . gm^{-1} fresh weight respectively) without significant differences among them, while it was significantly lower in the varieties Khareem, $Dooma_2$, $Safeet_1$ and Barakha (12.93, 13.69, 14.05 and 14.09 µg . gm^{-1} fresh weight) without significant differences among them.

Key words: Water stress, Morpho-physiological traits, Membrane integrity, Rainfed, Wheat.

* **Professor, Crop Eco-physiology, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Damascus University, Damascus, Syria.**
** **Associate professor, plant breeding, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Damascus University, Damascus, Syria.**
*** **Postgraduate Student, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Damascus University, Damascus, Syria.**

مقدمة:

لم يكن التحسين الوراثي في غلّة محصول القمح الحبية في البيئات الجافة يساوي التحسين الوراثي الحاصل ضمن الظروف البيئية الملائمة Favorable environments، وخاصةً تحت ظروف الزراعة المروية. ويُعزى بطء عملية التحسين الوراثي في مناطق الزراعة المطرية إلى التباين الكبير في معدل الهطول المطري من موسمٍ زراعي لآخر، وعدم انتظام توزع الأمطار خلال الموسم الزراعي بما يتوافق ومراحل الطلب الأعظمي على المياه من قبل نباتات المحصول، وخاصةً المراحل المتقدمة الحرجة (مرحلتي الإزهار، وامتلاء الحبوب) من حياة المحصول، الأمر الذي يؤدي إلى تباين غلة المحصول الحبية بشكلٍ كبير من سنةٍ لأخرى. ويؤدي عدم ثبات الغلة الحبية إلى صعوبة تحقيق تقدم وراثي Genetic advance كبير في برامج التربية، لأنّ التباين في الغلة ناتج عن التفاعل الكبير بين العوامل الوراثية والعوامل البيئية Genotype × environment interactions. وحريٌ بنا أن نعرف بأنَّ التحسين الوراثي الذي حصل في غلة محصول القمح الحبية كان نتيجة الانتخاب في البيئات المروية والمستقرة Predictable irrigated environments، وساعد ذلك في استنباط طرز وراثية اتسمت بالكفاءة التكيفية العالية، التي كانت تنجح في كل مكان من ظروف الزراعتين المروية (المناسبة)، والبعلية Rainfed environments. ويُعزى ذلك إلى حقيقة أنَّ التباين الوراثي في بعض الصفات المهمة المرتبطة بالغلة الحبية عادةً ما يكون أكبر تحت ظروف الزراعة المناسبة بالمقارنة مع ظروف الزراعة المطرية، الأمر الذيُ يسهل عملية انتخاب الطرز التي تمتلك مثل تلك الصفات، مثل صفة دليل الحصاد Harvest index. ولكن هذا لا يعني عدم وجود العديد من الصفات الفسيولوجية المرتبطة بتحمل ظروف شح المياه مع المحافظة على كفاءة الطرز الوراثية الإنتاجية، التي تبدي تبايناً وراثياً كبيراً حتى في البيئات المجهدة مائياً. ولكن يُلاحظ لدى استعراض جميع برامج التربية والتحسين الوراثي على أسس فسيولوجية بأنَّ عملية تحقيق تقدم وراثي ملموس في غلة المحصول الحبية استناداً إلى عمليات الانتخاب لبعض الصفات الفسيولوجية كانت مسألة معقدة وصعبة، وحالات الفشل فيها كانت أكثر من قصص النجاح. ويُعزى ذلك إلى العديد من الأسباب، أهمها: توجه الكثير من الجهود البحثية إلى الصفات غير المرتبطة وراثياً بتحسين الإنتاجية، والعمل على الصفات المعقدة Multigenic traits ذات قابلية التوريث المنخفضة Low heritability، أو الصفات التي لا يمكن قياسها بسهولة ويسر، وتحتاج عملية القياس إلى أجهزة كبيرة ومعقدة وغالية الثمن، أو التركيز على الصفات التي تعطي فكرة آنية (لحظة القياس) عن الاستجابة، أي الصفات التي لا تتسم بطبيعة تكاملية Integrated بحيث تُعبر عن سلوك النبات خلال فترة زمنية أطول من حياته، بالإضافة إلى إمكانية وجود علاقة ارتباط سلبية بين بعض الصفات التكيفية وغلة المحصول الحبية. لقد تحسّن فهم الصفات الفسيولوجية والشكلية التيُ تحدد الغلة الحبية تحت ظروف الجفاف خلال السنوات الأخيرة، الأمر الذي ساعد في فتح آفاق جديدة أمام عملية التربية والتحسين الوراثي لتحمل الجفاف مع المحافظة على طاقة المحصول الإنتاجية. وتعد عملية تطوير الطرز الوراثية Genotypes الأكثر تحملاً للجفاف من أكثر الوسائل فعّالية واقتصادية في تجاوز هذه المشكلة (Ashraf *et al.,*1992). حقيقةً، يتوقف نجاح برامج التربية والتحسين الوراثي على تطوير تقانة غربلة فعّالة، وتحديد الصفات الفسيولوجية المفتاحية Key traits المرتبطة بتحسين إنتاجية محصول القمح في البيئات المجهدة مائياً (Araus,1996; Slafer *et al.,*1996). فقد بيَّنت العديد من الدراسات أنَّ سلامة الأغشية الحيوية Cytoplasmic Membrane Stability (CMS)، والترسبات الشمعية على الأوراق Leaf waxiness، ومحتوى الماء النسبي في الأوراق، والقدرة على التعديل الحلولي Osmotic adjustment (OA)، بالإضافة إلى تشكيل مجموع جذري متعمق ومتشعب من الصفات المرتبطة بتحسين

تحمل الجفاف مع المحافظة على الكفاءة الإنتاجية (Ceccarelli and Grando, 2002). وتؤدي زيادة معدل التمثيل الضوئي في الورقة العلمية خلال مرحلة امتلاء الحبوب إلى ازدياد درجة امتلاء الحبوب، وخاصةً خلال المراحل المتقدمة من فترة امتلاء الحبوب، بسبب شيخوخة باقي الأوراق، وتراجع كفاءتها التمثيلية (Frederick and Camberato, 1994). كما بيَّنت نتائج البحوث وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين المساحة الورقية Leaf Area (LA)، وكفاءة النبات التمثيلية Assimilation Rate (`A´). ويؤدي الإجهاد المائي عادةً إلى تخريب الأغشية السيتوبلاسمية (Levitt, 1980)، ما يؤدي إلى فقدان خاصيتها الاصطفائية، ومن ثمَّ تسرب الذائبات المعدنية والعضوية المفيدة لحياة الخلية النباتية، ما يؤدي إلى موتها، لذلك ترتبط حياة الخلية النباتية، ومن ثمّ المقدرة على استعادة النمو بكفاءة النوع/الطراز الوراثي في المحافظة على سلامة الأغشية السيتوبلاسمية (Blum and Ebercon, 1981). ويُعد تراكم البرولين تحت ظروف الإجهاد المائي من العوامل المهمة في المحافظة على استقرار الأغشية السيتوبلاسمية (Delauney and Verma, 1993).

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف البحث إلى دراسة بعض المؤشرات الفسيولوجية والبيوكيميائية المرتبطة وراثياً بزيادة المقدرة التكيفية لأصناف القمح المدروسة في البيئات المجهدة مائياً.

طرائق البحث ومواده:

المادة النباتية: تمّ تقويم استجابة أداء بعض طرز القمح الطري (شام$_6$، شام$_4$، دوما$_2$، المختار، بحوث$_{208}$، صفيت$_1$، وصفيت$_7$)، والقمح القاسي (شام$_3$، شام$_5$، أكساد$_{65}$ ، بركة، كريم)، المستنبطة ضمن برامج التربية والتحسين الوراثي في كلٍ من سورية وليبيا، تحت ظروف الزراعة المطرية والمروية. نُفذت تجربة حقلية خلال الموسمين الزراعيين 2009/2008 و2010/2009، في محطة بحوث خرابو التابعة لكلية الزراعة بجامعة دمشق، التي تقع على خط عرض33،3° شرقاً وخط طول28°، 36° شمالاً، وعلى ارتفاع 700 متراً عن سطح البحر. وتقع المحطة ضمن منطقة الاستقرار الثالثة، حيث يتراوح معدل الهطول المطري فيها بين 160 – 200 مم . سنة$^{-1}$، وتتسم الأمطار فيها بتذبذبها الحاد من موسمٍ زراعي لآخر، وسوء توزعها خلال موسم النمو. التربة طميية القوام، متوسطة القلوية، عالية المحتوى من كربونات الكالسيوم، وجيدة المحتوي من المادة العضوية، وذات ملوحة منخفضة. بلغت كمية الهطول المطري 124.4 و 137.9 مم . سنة$^{-1}$ للموسمين 2009/2008–2010/2009 على التوالي(الجدول، 1). وقد تمَ ري النباتات تكميلياً خلال مراحل الإشطاء، والإزهار، وامتلاء الحبوب، بسبب انحباس الأمطار لضمان تأمين الحد الأدنى من احتياجات نباتات القمح المائية (350–400 مم)، حيث كانت كمية المياه المضافة في كل رية قرابة 90 مم.

طريقة الزراعة: تمّت الزراعة بعد تحضير الأرض للزراعة بشكلٍ جيد (فلاحتين متعامدتين على عمق 25 سم، ثمّ تنعيم التربة وتسويتها)، بتاريخ 12/3 خلال الموسم الزراعي الأول (2008– 2009)، وبتاريخ 12/6 خلال الموسم الزراعي الثاني (2009– 2010). زُرعت البذور يدوياً في عشرة سطور (طول السطر 1.0 م)، وتركت مسافة 20 سم بين السطر والآخر، و5 سم بين النبات والآخر ضمن السطر نفسه، كما تركت مسافة 50 سم بين الطراز

الوراثي والذي يليه. وروعي وجود كل الطرز الوراثية المدروسة في كل قطعة تجريبية (30 م^2)، خلال موسمي الزراعة، وبمعدل ثلاثة مكررات لكلٍ منها، وطبقت جميع الممارسات الزراعية، والتدابير الوقائية الموصى بها لهذا النوع المحصولي.

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي: وضعت التجربة وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية Randomized Complete Block Design(RCBD). وسجلت القراءات المطلوبة من النباتات الموجودة في الأسطر الستة الداخلية لكل طراز وراثي وفي كل قطعة تجريبية. وتمّ تبويب البيانات وتحليلها إحصائياً باستعمال برنامج التحليل الإحصائي M-Stat-C لحساب قيم أقل فرق معنوي (LSD) بين المتغيرات عند مستوى المعنوية 5%، ومعامل التباين (CV%) لكل صفة مدروسة (Russell ,1991)، وحساب قيم معامل الارتباط البسيط Simple correlation بين الصفات المدروسة.

الجدول رقم (1): متوسطات درجات الحرارة الشهرية والهطولات المطرية خلال موسمي الزراعة.

المواسم / الأشهر	2009/2008			2010/2009		
	متوسط درجات الحرارة (مْ)		الهطول (مم)	متوسط درجات الحرارة(مْ)		الهطول (مم)
	العظمى	الصغرى		العظمى	الصغرى	
أيلول	35.2	13.8	0.0	32.2	13.4	2.3
تشرين الأول	27.6	9.9	3.8	29.5	11.0	12.6
تشرين الثاني	20.8	4.9	14.0	19.0	4.5	44.5
كانون الأول	15.9	0.4-	13.2	15.7	3.8	18.3
كانون الثاني	13.2	0.4-	9.5	15.3	2.8	41.0
شباط	15.4	3.0	58.4	17.7	4.7	16.9
آذار	18.5	4.4	16.3	22.7	5.5	2.3
نيسان	24.8	7.0	1.9	26.7	7.1	0.0
أيار	29.4	10.2	7.3	32.0	10.7	0.0
حزيران	35.5	14.0	0.0	34.8	14.3	0.0
متوسط درجات الحرارة	23.6	6.7	-	24.56	7.8	-
مجموع الهطول المطري السنوي (مم)	-	-	124.4	-	-	137.9

المصدر: المديرية العامة للأرصاد الجوية، مديرية المناخ (2010).

الصفات المدروسة Investigated traits

1- **مساحة الورقة العلمية Flag leaf area (سم^2)**: حسبت المساحة الورقية يدوياً باستعمال المسطرة، وذلك بقياس طول الورقة والعرض الأعظمي لها، وضرب حاصل الجداء بمعامل التصحيح (0.79) (Voldong and Simpson, 1967). تمت الدراسة على 5 نباتات من كل مكرر، أي بواقع 15 نباتاً لكل صفة مدروسة.

المساحة الورقية النظرية = طول الورقة × العرض الأعظمي للورقة

المساحة الورقية الفعلية = المساحة الورقية النظرية × معامل التصحيح (0.79)

2- دليل المساحة الورقية Leaf Area Index (LAI): يُعبّر هذا المؤشر عن درجة تورّق المحصول، أي مساحة المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي في وحدة المساحة من الأرض (م^2). وحسب من نسبة المساحة الورقية لجميع النباتات الموجودة في متر مربع واحد من الأرض إلى مساحة القطعة التجريبية (1 م^2).

3- الطبقة الشمعية على الأوراق (مغ . سم$^{-2}$) Wax deposits: أُخذت ثلاث أوراق من كل مكرر ولكل طراز ومعاملة على حدة، من الأوراق العلوية مكتملة الاستطالة، وحُسبت مساحتها. ولمُ تغسل الأوراق بالماء قبل استخلاص المواد الشمعية المترسبة عليها خشية إزالة البلورات الشمعية Wax crystals، التي عادةً ما تكونُ عرضة للإزالة بأي عامل فيزيائي. وتمّت إزالة الطبقة الشمعية المجللة لسطوح الأوراق من خلال غمر الأوراق في كأس يحتوي على 20 مل من الكحول الإيثيلي النقي (تركيز 100 %) مدة ساعتين، حيث كانت هذه المدة كافية لحل Dissolving وإزالة كامل المادة الشمعية (Phillip *et al.*, 2005)، ثم تمَّ تبخير الكحول بشكلٍ كامل، وحسب وزن المادة الشمعية في وحدة المساحة الورقية وفق الآتي:

كمية المادة الشمعية المذابة (مغ) = وزن الكأس مع المادة الشمعية – وزن الكأس فارغاً

4-محتوى الماء النسبي في الأوراق Relative Water Content (RWC %): تمَّ تقدير المحتوى النسبي للماء في الأوراق في نهاية مرحلة النمو الأولي (GS_1)(من بداية ظهور البادرات وحتى اكتمال النمو الخضري)، حيث قطعت ورقتان كاملتا الاستطالة عند قاعدة النصل من ثلاثة نباتات بشكلٍ عشوائي من كل طراز وراثي، ووضعت الأوراق في أكياسٍ بلاستيكية محكمة الإغلاق للحد من فقد الماء بالتبخر– نتح، ونُقلت مباشرةً إلى المخبر حيث سُجل الوزن الرطب للأوراق Fresh Weight (FW) في أقل من 15 دقيقة، ثمَّ غُمرت الأوراق بشكلٍ كامل في الماء المقطر ضمن أنابيب اختبار مدة 16–18 ساعة عند درجة حرارة الغرفة (20 ْم) والإضاءة الخافتة في المخبر. وجُففت الأوراق بلطف في نهاية فترة النقع لإزالة الماء الزائد العالق على سطوحها، وسُجل الوزن الرطب المشبع Turgid Weight (TW)، ثمّ وضعت الأوراق في أكياس ورقية، ونُقلت إلى مجفف مسخَّن بشكلٍ مسبق على درجة حرارة (105 ْم) مدة نصف ساعة، وذلك لقتل الأنسجة النباتية وإيقاف عملية فقد المادة الجافة بالتنفس، ثم خُفضت درجة حرارة المجفف إلى (80 ْم) وتركت العينات فيه مدة 72 ساعة، أو إلى حين الوصول إلى الوزن الجاف الثابت Dry Weight (DW). وحسب محتوى الماء النسبي (RWC%) من المعادلة الرياضية الآتية (Schonfeld *et al.*, 1988):

$$\text{محتوى الماء النسبي (\%)} = \frac{\text{الوزن الرطب – الوزن الجاف}}{\text{الوزن الرطب المشبع – الوزن الجاف}} \times 100$$

5- سلامة الأغشية الخلوية Membrane integrity: ُأخذت عينات أقراص ورقية من الورقتين الثانية والثالثة كاملتي الاستطالة من كل طراز على حدة وذلك في نهاية فترة النمو الخضري النشط، ووضع عدد محدد من الأقراص الورقية (20 قرصاً) في عبوة تحتوي على 10 مل من الماء المقطر، وتركت العبوات على هزاز مدة 3 ساعات، ثمّ تمّ قياس الامتصاص الأولي للمحلول عند طول موجة 273 نانو متر باستعمال جهاز قياس الطيف الضوئي Spectrophotometer، ثمّ نُقلت المحاليل من كل عبوة على حدة إلى أنابيب اختبار مزودة بسدادة ووضعت

في حمامٍ مائي (درجة الغليان) مدة 30 دقيقة، ثمّ تمّ قياس الامتصاص النهائي للمحلول عند طول الموجة السابقة نفسها (Leopold,1981). وحُسبت استناداً إلى ما سبق نسبة تسرب الذائبات وفق المعادلة الرياضية الآتية:

$$\text{نسبة الذائبات المتسربة (\%)} = \frac{\text{الامتصاص الأولي}}{\text{الامتصاص النهائي}} \times 100$$

6- تقدير محتوى البرولين Proline content (ميكرو غرام /غ مادة خضراء): أُخذت عينات ورقية بوزن 100 ملغ من كل طراز من الطرز الوراثية المدروسة، ووضعت كل على حدة في هاون خزفي، وأضيف إليها قليل من المحلول المائي لحمض سلفوساليسيليك (3%) وسحقت العينات بمساعدة كمية قليلة من الرمل المخبري النقي، ثمّ فُصل المستخلص بوساطة جهاز الطرد المركزي (3000 دورة/دقيقة) مدة عشرة دقائق، ثم جُمع محلول الاستخلاص وتمَّ إكمال حجمه إلى 5 مل باستعمال حمض سلفوساليسيليك (3%)، وأخذ من المستخلص 2 مل وأضيف إليه 2 مل من محلول النينهيدرين لتنشيط التفاعل (يتألف المحلول المنشط للتفاعل من1.25غ نينهيدرين + 30 مل حمض الخل الثلجي + 20 مل حمض N6 أورثوفوسفوريك)، و2 مل من حمض الخل الثلجي. وضعت الأنابيب في حمام مائي عند درجة الغليان مدة ساعة واحدة، ثمّ رفعت الأنابيب وبُرّدت بشكلٍ مفاجئ وذلك بوضعها في وعاء يحتوي على الماء المثلج. أضيف فيما بعد 4مل من التولوين لكل أنبوب اختبار، وتمَّ رج الأنابيب مدة عشر ثوانٍ، ثمّ قيست درجة الامتصاص عند طول موجة 520 نانو متر. وتمّ تحديد تركيز البرولين في العينة النباتية من خلال برنامج يتضمن منحنى معياري، تمّ تطويره باستعمال كمياتٍ معروفة من البرولين (Bates *et al.*, 1973).

النتائج والمناقشة:

1- دليل المساحة الورقية (LAI): يُلاحظ أنّ متوسط دليل المساحة الورقية كان الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية (4.33)، بالمقارنة مع ظروف الزراعة البعلية (2.26). وقد سببت ظروف شح المياه انخفاضاً في متوسط دليل المساحة الورقية مقداره 47.58% بالمقارنة مع ظروف الزراعة المروية، ما يشير إلى أهمية توافر المياه بكمياتٍ كافية لزيادة عدد الأوراق المتشكلة ومساحتها. ويُلاحظ أنّ دليل المساحة الورقية كان الأعلى معنوياً لدى الأصناف أكساد$_{65}$، ودوما$_{2}$، وكريم، وشام$_{4}$، وبحوث$_{208}$، وشام$_{5}$، وصفيت$_{1}$ وبدون فروقات معنوية بينها (3.615، 3.470، 3.477، 3.444، 3.393، 3.291، 3.277 على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الأصناف المختار، وبركة، وشام$_{3}$ وبدون فروقات معنوية بينها (2.852، 3.155، 3.181 على التوالي). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ متوسط دليل المساحة الورقية كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى الأصناف بحوث$_{208}$، وأكساد$_{65}$، ودوما$_{2}$، وصفيت$_{7}$ (4.647، 4.647، 4.616، 4.612 على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الأصناف المختار، وصفيت$_{7}$، وبركة وبدون فروقات معنوية بينها (1.575، 1.875، 1.935 على التوالي) (الجدول، 2).

الجدول رقم (2): متوسط دليل المساحة الورقية لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.

المواسم	الموسم الزراعي 2009/2008			الموسم الزراعي 2010/2009			المتوسط العام	
طبيعة الزراعة / الأصناف	مروي	بعل	المتوسط	مروي	بعل	المتوسط	مروي	بعل
شام6	4.58	2.08	3.33	4.01	2.20	3.10	4.29	2.14
شام4	4.56	2.29	3.42	4.21	2.70	3.45	4.38	2.49
دوما2	4.61	2.48	3.54	4.61	2.16	3.38	4.61	2.32
المختار	4.13	2.08	3.10	3.60	1.57	2.58	3.86	1.82
بحوث208	4.35	2.03	3.19	4.64	2.53	3.58	4.49	2.28
صفيت7	4.46	2.09	3.27	4.59	1.87	3.23	4.52	1.98
شام3	4.07	2.30	3.18	4.26	2.07	3.16	4.16	2.18
شام5	4.44	2.47	3.45	3.78	2.46	3.12	4.11	2.46
أكساد65	4.58	2.06	3.32	4.64	3.16	3.9	4.61	2.61
صفيت1	3.96	2.22	3.09	4.52	2.39	3.45	4.24	2.30
بركة	4.18	2.23	3.20	4.26	1.93	3.09	4.22	2.08
كريم	4.30	2.77	3.53	4.48	2.22	3.35	4.39	2.49
المتوسط	4.35	2.26	3.30	4.30	2.27	3.28	4.32	2.26

$LSD_{(0.05)}$	المواسم(A)	المعاملات(B)	AB	الأصناف(C)	AC	BC	ABC
	0.1361	0.2776	0.3926	0.3461	0.4895	0.4895	0.6922
C.V(%)	12.93						

2- مساحة الورقة العلمية (سم^2): يُلاحظ أنّ متوسط مساحة الورقة العلمية كان الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية (31.81 سم^2)، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف الزراعة البعلية (21.47 سم^2). وانخفضت مساحة الورقة العلمية تحت ظروف الزراعة البعلية بنحو 32.50% بالمقارنة مع الزراعة المروية، ما يؤكد على أهمية توافر الماء للمحافظة على مساحة الورقة العلمية ضمن الحدود المثلى. ويمكن أن يؤدي تراجع مساحة الورقة العلمية بشكلٍ كبير إلى تراجع كفاءتها التمثيلية، ومن ثمّ كمية نواتج التمثيل الضوئي المصنّعة والمتاحة خلال فترة امتلاء الحبوب، مما يؤثر سلباً في درجة امتلاء الحبة، ومتوسط وزن الألف حبة. ويمكن أن يكون ذلك أحد الأسباب الرئيسة لتراجع غلة المحصول الحبية في البيئات المجهدة مائياً بالمقارنة مع ظروف الزراعة المروية، لأنّ الورقة العلمية يمكن أن تسهم بنحو 50 – 90% من كامل كمية المادة الجافة الواصلة إلى الحبوب(العودة، 2005)، لأنّها الورقة الوحيدة التي تبقى خضراء وفعّالة في عملية التمثيل الضوئي، بالإضافة إلى قربها من مصب الحبوب، مما يزيد من كفاءة نقل نواتج التمثيل الضوئي Translocation efficiency، وتتسم الأوراق العلمية بكفاءة عالية في استعمال المياه، وهذا مهم جداً خلال تلك المرحلة الحرجة من حياة النبات، وخاصةً تحت ظروف الزراعة المطرية، حيث يكون محتوى التربة

المائي متدنياً جداً بسبب انحباس الأمطار وارتفاع درجة الحرارة. ويُلاحظ أنّ متوسط مساحة الورقة العلمية كان الأعلى معنوياً لدى الأصناف المختار، وأكساد65، وصفيت1، ودوما2، وصفيت7 وبدون فروقات معنوية بينها (29.24، 28.21، 28.04، 27.98، 27.76 سم^{2}على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنفين شام3، وشام6 وبدون فروقات معنوية بين الصنفين الأخيرين(22.81، 23.94 سم^2 على التوالي) (الجدول، 3). ويلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ متوسط مساحة الورقة العلمية كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى نباتات الصنف المختار(41.14 سم^2)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الأصناف شام6، وشام3، وأكساد65 وبدون فروقات معنوية بينها(14.76، 16.54، 17.85 سم^2 على التوالي) (الجدول، 3). ويمكن أن يعزى التباين الوراثي بين الأصناف في المحافظة على مساحة الورقة العلمية، ودليل المساحة الورقية إلى التباين في كفاءتها في تشكيل مجموع جذري متعمق ومتشعب، أو تفعيل آلية التعديل الحلولي Osmoregulation، أو الاختلاف في مطاطية أو مرونة جدران الخلايا النباتية (Bressan *et al.*, 1990). عموماً، تُعد المحافظة على دليل المساحة الورقية خلال مرحلة الطلب الأعظمي على نواتج التمثيل الضوئي (20 – 30 يوماً قبل الإزهار) من العوامل المهمة جداً في تحديد العدد النهائي من الحبوب في السنبلة/النبات/وحدة المساحة من الأرض، في حين تُعد المحافظة على مساحة الورقة العلمية خلال فترة امتلاء الحبوب من العوامل المهمة المحددة لدرجة امتلاء الحبوب، ومن ثمّ وزن الحبة الواحدة (العودة، 2005؛ Slafer *et al.*,1996)

الجدول رقم (3): متوسط مساحة الورقة العلمية(سم^2) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.

المواسم	الموسم الزراعي 2009/2008			الموسم الزراعي 2010/2009			المتوسط العام	
طبيعة الزراعة / الأصناف	مروي	بعل	المتوسط	مروي	بعل	المتوسط	مروي	بعل
شام6	32.60	20.55	26.575	27.85	14.75	21.3	30.22	17.65
شام4	28.29	24.91	26.6	33.47	20.25	26.86	30.88	22.58
دوما2	34.02	24.21	29.115	33.89	19.78	26.83	33.95	21.95
المختار	41.13	26.17	33.65	30.26	19.40	24.83	35.69	22.78
بحوث208	33.29	24.52	28.905	28.69	18.30	23.49	30.99	21.41
صفيت7	33.46	26.46	29.96	30.79	20.33	25.56	32.12	23.39
شام3	26.12	18.25	22.185	30.32	16.54	23.43	28.22	17.39
شام5	28.30	22.69	25.495	36.85	21.93	29.39	32.57	22.31
أكساد65	36.75	26.95	31.85	31.27	17.84	24.55	34.01	22.39
صفيت1	34.31	24.65	29.48	30.30	22.88	26.59	32.30	23.76
بركة	28.94	20.36	24.65	30.38	18.16	24.27	29.66	19.26
كريم	31.63	24.05	27.84	30.36	21.22	25.79	30.99	22.63
المتوسط	32.40	23.64	28.02	31.20	19.28	25.24	31.80	21.46

$LSD_{(0.05)}$	المواسم(A)	المعاملات(B)	الأصناف(C)	AB	AC	BC	ABC
	3.096	0.7466	1.526	1.056	2.158	2.158	3.051
C.V(%)	7.06						

3- **كمية المادة الشمعية على الأوراق(مغ . سم$^{-2}$)**: يُلاحظ أنّ متوسط سماكة الطبقة الشمعية المتشكلة على الأوراق كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول (1.322 مغ . سم$^{-2}$) بالمقارنة مع الموسم الثاني (0.6014 مغ . سم$^{-2}$)، لأنّ الموسم الزراعي الأول كان أكثر جفافاً(124.4 مم) بالمقارنة مع الموسم الزراعي الثاني (137.9 مم)(الجدول،1)، لذلك تعمد النباتات إلى تشكيل كميةٍ أكبر من الترسبات الشمعية لتقليل معدل فقد الماء بالنتح، بهدف المحافظة على ميزان العلاقات المائية داخل خلايا الأوراق، ومحتوى التربة المائي. وكان متوسط الطبقة الشمعية المتكونة على الأوراق الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة البعلية (1.557 مغ.سم$^{-2}$) بالمقارنة مع ظروف الزراعة المروية (0.3663 مغ . سم$^{-2}$)، حيث نسبة المواد الشمعية المجللة للأوراق تحت ظروف الزراعة البعلية بمقدار 76.47% بالمقارنة مع ظروف الزراعة المروية (الجدول، 4). ويُلاحظ أنَّ متوسط كمية المادة الشمعية كانت الأعلى معنوياً لدى الصنف شام3 (1.592مغ . سم$^{-2}$)، في حين كانت الأدنى معنوياً لدى الصنف صفيت1(0.5756 مغ.سم$^{-2}$). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ متوسط سماكة الطبقة الشمعية المتراكمة على الأوراق كانت الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى صنف القمح القاسي شام3 (4.363 مغ.سم$^{-2}$)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى الأصناف صفيت7، والمختار، وصفيت1، وبحوث208، وشام5 وبدون فروقات معنوية بينها(0.180، 0.2227، 0.2287، 0.2523، 0.2563 مغ.سم$^{-2}$ على التوالي)، (الجدول، 4). تُعد صفة القدرة على تشكيل كمية أكبر من الترسبات الشمعية فوق سطوح الأوراق والسوق من المؤشرات المرتبطة بتجنب الإجهاد المائي، حيثُ تساعد مثل هذه الترسبات البيضاء في عكس Reflection جزء كبير من الأشعة الشمسية الواصلة إلى الأوراق، ما يقلل من كمية الطاقة الشمسية الممتصة، ويحول دون ارتفاع درجة حرارة الأوراق، ومن ثمَّ ازدياد فرق التدرج في ضغط بخار الماء بين الأوراق والوسط المحيط (VPD)، ما يساعد في تقليل معدل فقد الماء بالنتح للمحافظة على محتوى التربة المائي لفترةٍ زمنيةٍ أطول، وجهد الامتلاء داخل الأوراق. تؤدي مثل هذه الصفة إلى تحسين تحمل الطراز الوراثي للجفاف من خلال زيادة كفاءة استخدام الماء، ولا يؤثر تراجع كمية الطاقة الضوئية الممتصة سلباً في كفاءة النبات التمثيلية، لأنَّ جزءاً بسيطاً جداً من كامل الطاقة الضوئية الواصلة إلى الغطاء النباتي (5%) تُستعمل في عملية التمثيل الضوئي (Sharkey, 1985).

الجدول رقم (4): متوسط كمية المادة الشمعية (مغ. سم$^{-2}$) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.

المواسم	الموسم الزراعي 2009/2008			الموسم الزراعي 2010/2009			المتوسط العام	
طبيعة الزراعة / الأصناف	مروي	بعل	المتوسط	مروي	بعل	المتوسط	مروي	بعل
شام6	0.282	1.727	1.0045	0.416	1.153	0.784	0.349	1.44
شام4	0.575	1.857	1.216	0.441	0.730	0.585	0.508	1.293

دوما$_2$	0.545	1.677	1.111	0.380	0.904	0.642	0.462	1.290
المختار	0.513	2.407	1.46	0.223	0.806	0.514	0.368	1.606
بحوث$_{208}$	0.379	1.830	1.1045	0.252	1.019	0.635	0.315	1.424
صفيت$_7$	0.418	2.577	1.4975	0.181	0.826	0.503	0.299	1.701
شام$_3$	0.401	4.363	2.382	0.404	1.201	0.802	0.402	1.782
شام$_5$	0.351	2.627	1.489	0.256	0.827	0.541	0.303	1.727
أكساد$_{65}$	0.302	2.317	1.3095	0.312	0.863	0.587	0.307	1.59
صفيت$_1$	0.392	1.087	0.7395	0.229	0.595	0.412	0.310	0.841
بركة	0.393	2.200	1.2965	0.490	0.637	0.563	0.441	1.418
كريم	0.327	2.190	1.2585	0.330	0.958	0.644	0.328	1.574
المتوسط	0.4065	2.238	1.3223	0.326	0.8765	0.6013	0.3663	1.557

	المواسم(A)	المعاملات(B)	AB	الأصناف(C)	AC	BC	ABC
$LSD_{(0.05)}$	0.8830	0.3725	0.5268	0.3286	0.4646	0.4646	0.6571
C.V(%)	24.10						

4محتوى الماء النسبي في الأوراق(%): يُلاحظ أنّ متوسط محتوى الماء النسبي في الأوراق كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني (80.26%) بالمقارنة مع الموسم الزراعي الأول (70.55%) (الجدول، 5). ويُلاحظ أنّ متوسط محتوى الماء النسبي كان الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية (77.67%) بالمقارنة مع الزراعة البعلية (73.15%). ويعزى ذلك إلى كون كمية الأمطار الهاطلة خلال الموسم الزراعي الثاني كانت أعلى بالمقارنة مع الموسم الزراعي الأول، وعادةً ما تكون كمية المياه المتاحة في منطقة انتشار الجذور أكبر تحت ظروف الزراعة المروية بالمقارنة مع الزراعة المطرية، الأمر الذي يُسهم في زيادة فرق التدرج في الجهد المائي بين التربة وخلايا المجموعة الجذرية، ما يساعد نباتات المحصول في امتصاص كمية من المياه كافية نسبياً لتعويض الماء المفقود بالنتح، الأمر الذي يساعد في المحافظة على محتوى الماء النسبي في الأوراق. ويُلاحظ أنّ متوسط محتوى الماء النسبي تحت ظروف الزراعة البعلية قد انخفض بنسبة 5.82% بالمقارنة مع الشاهد المروي. ويُلاحظ أنّ متوسط محتوى الماء النسبي كان الأعلى معنوياً لدى الأصناف شام$_3$، وشام$_5$، وبحوث$_{208}$ على التوالي وبدون فروقات معنوية بينها(76.67،78.25،78.97%على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات صنفي القمح دوما$_2$، وأكساد$_{65}$ وبدون فروقات معنوية بينهما(70.89، 73.22%على التوالي).(الجدول، 5). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ متوسط محتوي الماء النسبي كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى الأصناف شام$_5$، والمختار، وشام$_3$ وبدون فروقات معنوية بينها (91.57، 88.74، 86.80% على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى نباتات الصنف أكساد$_{65}$ (78.11%).

5- سلامة الأغشية الخلوية (نسبة تسرب الذائبات) (%): يلاحظ أنّ متوسط نسبة تسرب الذائبات عبر الأغشية السيتوبلاسمية الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني (19.76%) بالمقارنة مع الموسم الزراعي الأول (27.61%) (الجدول، 6). ويُلاحظ أنّ متوسط نسبة تسرب الذائبات عبر الأغشية السيتوبلاسمية كان الأدنى معنوياً لدى النباتات المروية بشكلٍ كامل (18.04%)، في حين كان الأعلى معنوياً لدى النباتات المزروعة بعلاً (29.33%). تشير هذه النتائج إلى أنّ تراجع محتوى التربة المائي، وتعرض النباتات للجفاف يؤثر سلباً في سلامة الأغشية السيتوبلاسمية، وتفقد خاصيتها الاصطفائية. ويُلاحظ أنّ نسبة الذائبات المتسربة عبر الأغشية السيتوبلاسمية كانت الأدنى معنوياً لدى الأصناف شام3، وشام4، والمختار، وشام6 وبدون فروقات معنوية بينها (19.84، 21.03، 21.05، 21.63%على التوالي)، في حين كان الأعلى معنوياً لدى الأصناف بحوث208، وصفيت7، ودوما2 وبفروقاتٍ معنوية بينها (30.92، 27.48، 25.80% على التوالي). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ متوسط نسبة الذائبات المتسربة كانت الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى الأصناف المختار، وشام4، ودوما2، وشام5، وشام3 وبدون فروقات معنوية بينها (9.473، 9.483، 9.851، 12.75، 13.29% على التوالي)، في حين كان متوسط نسبة الذائبات المتسربة الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الأصناف أكساد65، وشام5، ودوما2 على التوالي وبفروقاتٍ معنوية بينها (43.44، 42.36، 39.25%على التوالي). يتضح مما تقدم، أهمية توافر الماء بكمياتٍ كافية للمحافظة على استقرار الأغشية السيتوبلاسمية وثباتها، حيث يؤدي الجفاف إلى استبدال البروتينات الداخلة في تركيب الأغشية السيتوبلاسمية وتخريبها، وأكسدة المواد الدهنية المفسفرة بفعل الجذور الحرة المتشكلة Lipid peroxidation، مايؤدي إلى تكوين غشاء سيتوبلاسمي غني بالفجوات، وتفقد الأغشية السيتوبلاسمية خاصيتها الاصطفائية Selectivity، ويؤدي ذلك إلى خروج العديد من الذائبات المعدنية والعضوية (K^+، أحماض عضوية، أحماض أمينية، أحماض نووية، فيتامينات ....الخ) المفيدة لحياة الخلية النباتية، ويمكن بالمقابل أن تدخل بعض المواد السامة، ما يؤدي إلى موت الخلية النباتية (Smirnoff, 1998).

الجدول رقم (5): متوسط محتوى الماء النسبي (%) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.

المواسم	الموسم الزراعي 209/2008			الموسم الزراعي 2010/2009			المتوسط العام	
طبيعة الزراعة / الأصناف	مروي	بعل	المتوسط	مروي	بعل	المتوسط	مروي	بعل
شام6	73.60	74.88	74.24	80.88	73.22	75.77	77.24	74.05
شام4	73.77	70.83	72.3	72.96	86.60	82.05	73.36	78.71
دوما2	70.63	64.26	67.44	78.10	70.54	73.06	74.36	67.4
المختار	63.18	69.16	66.17	88.74	83.95	85.54	75.96	76.55
بحوث208	70.93	81.46	76.19	81.21	73.06	75.77	76.07	77.26
صفيت7	73.87	65.09	69.48	79.54	75.52	76.86	76.70	70.30
شام3	78.85	68.66	73.75	86.79	81.55	83.29	82.82	75.10

شام5	73.97	63.81	68.89	91.56	83.63	86.27	82.76	73.72
أكساد65	77.67	56.85	67.26	81.55	76.79	78.376	79.61	66.82
صفيت1	72.12	64.25	68.18	78.58	85.47	83.17	75.35	74.86
بركة	80.67	66.82	73.74	78.54	76.70	77.31	79.60	71.76
كريم	73.13	64.71	68.92	83.13	77.60	79.44	78.13	71.15
المتوسط	73.53	67.56	70.54	81.79	78.71	79.74	77.66	73.14

$LSD_{(0.05)}$	المواسم(A) 0.7914	المعاملات(B) 0.5551	AB 0.7850	الأصناف(C) 2.424	AC 3.428	BC 3.428	ABC 4.848
C.V(%)	3.96						

الجدول رقم (6): متوسط سلامة الأغشية الخلوية (%) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.

المواسم	الموسم الزراعي 2009/2008			الموسم الثاني 2010/2009			المتوسط العام	
طبيعة الزراعة / الأصناف	مروي	بعل	المتوسط	مروي	بعل	المتوسط	مروي	بعل
شام6	15.13	26.82	20.97	19.57	24.98	22.275	17.35	25.9
شام4	9.48	19.69	14.58	25.06	29.89	27.475	17.27	24.79
دوما2	9.85	27.35	18.6	26.73	39.25	32.99	18.29	33.3
المختار	9.47	25.74	17.60	22.23	26.74	24.485	15.85	26.24
بحوث208	20.92	34.12	27.52	31.40	37.20	34.3	26.16	35.66
صفيت7	16.80	35.88	26.34	19.28	37.95	28.615	18.04	36.91
شام3	13.29	18.48	15.88	13.41	34.15	23.78	13.35	26.31
شام5	12.75	23.15	17.95	19.71	42.35	31.03	16.23	32.75
أكساد65	13.69	18.50	16.09	23.71	43.44	33.575	18.7	30.97
صفيت1	17.98	20.12	19.05	21.05	28.80	24.925	19.51	24.46
بركة	17.76	26.50	22.13	18.03	26.73	22.38	17.89	26.61
كريم	17.52	23.24	20.38	18.03	32.81	25.42	17.77	28.02
المتوسط	14.55	24.96	19.75	21.52	33.69	27.60	18.03	29.32

$LSD_{(0.05)}$	المواسم(A) 1.197	المعاملات(B) 0.6470	AB 0.9150	الأصناف(C) 1.980	AC 2.800	BC 2.800	ABC 3.959
C.V(%)	10.30						

6- محتوى الأوراق من البرولين (ميكرو غرام /غ مادة خضراء): يُلاحظ أنّ متوسط محتوى الأوراق من البرولين كان الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة البعلية(19.57 ميكروغرام/غ مادة خضراء)، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية (10.26 ميكروغرام/غ مادة خضراء). ويُلاحظ أنّ ظروف الجفاف قد سببت زيادة في متوسط محتوى الأوراق من البرولين بنحو 47.57% بالمقارنة مع ظروف الزراعة البعلية. وكان متوسط محتوى الأوراق من البرولين الأعلى معنوياً لدى الأصناف صفيت$_7$، وشام$_4$، وشام$_6$، وشام$_3$ وبدون فروقات معنوية بينها(16.22، 16.17، 16.01، 15.64 ميكروغرام/غ مادة خضراءعلى التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الأصناف كريم، ودوما$_2$، صفيت$_1$، وبركة وبدون فروقات معنوية بينها (12.93، 13.69، 14.05، 14.09 ميكروغرام/غ مادة خضراء على التوالى). ويُلاحظ بالنسبة إلى تفاعل جميع المتغيرات المدروسة بعضها ببعض أنّ متوسط محتوى الأوراق من البرولين كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الأول، تحت ظروف الزراعة البعلية، لدى الأصناف شام$_4$، وصفيت$_7$، وصفيت$_1$، ودوما$_2$ وبدون فروقات معنوية بينها(20.89، 20.84، 20.19، 20.18 ميكروغرام/غ مادة خضراء على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسمين الزراعيين الأول والثاني، تحت ظروف الزراعة المروية، لدى الأصناف دوما$_2$، وكريم، وصفيت$_1$، وأكساد$_{65}$ وبفروقاتٍ معنوية بينها (3.017، 5.517، 5.979، 6.188 ميكرو غرام/غ مادة خضراء على التوالي)(الجدول،7). عموماً، يُساعد تراكم البرولين تحت ظروف الإجهاد المائي في تحسين تحمل النباتات للإجهاد المائي، حيث يعمل البرولين الذي يُعد من الذائبات العضوية التوافقية Compatible organic solutes على خفض قيمة الجهد المائي داخل سيتوبلاسم الخلايا النباتية (يصبح الجهد المائي أكثر سلباً) نتيجة شد جزيئات الماء، ما يزيد من فرق التدرج في الجهد المائي بين النبات والوسط المحيط، فيزداد معدل امتصاص الماء من قبل النبات حتى عند مستويات متدنية جداً من محتوى التربة المائي، ما يُساعد على زيادة كمية المياه الممتصة، وتصبح إلى حدٍ ما كافية لتعويض الماء المنتوح، والمحافظة على جهد الامتلاء داخل الخلايا النباتية الضروري لاستمرار استطالتها، وضمان استمرار الانفتاح الجزئي للمسامات، وانتشار غاز الفحم اللازم لعملية التمثيل الضوئي وتصنيع المادة الجافة. ويؤكد ذلك أنّ الأصناف التي حافظت على قيمٍ مرتفعة من محتوى الماء النسبي في الأوراق (شام$_3$، شام$_5$، شام$_4$، شام$_6$) تمكّنت من تصنيع وتجميع كمية أعلى معنوياً من البرولين في الأوراق. وتشير النتائج إلى أنَّ التباين في معدل تصنيع وتراكم البرولين هو أحد الأسباب المهمة لتباين الطرز الوراثية في تحمل الإجهاد المائي، حيث تساعد مثل هذه الذائبات من خلال المحافظة على ترطيب البروتوبلاسم في المحافظة على سلامة الأغشية السيتوبلاسمية، ومن ثمّ حياة الخلية النباتية، ويؤكد ذلك أنّ سلامة الأغشية السيتوبلاسمية كانت الأعلى معنوياً لدى الأصناف شام$_3$، وشام$_4$، والمختار، وشام$_6$. ولكن هل يرتبط فعلاً تراكم البرولين بدرجة التحمل أم بمقدار الضرر؟ حقيقةً، تشير هذه النتائج إلى أنّ كفاءة تصنيع البرولين ترتبط لدى بعض الأصناف بمستوى التحمل (شام$_3$، شام$_5$، شام$_4$، شام$_6$)، حيث كانت نسبة تسرب الذائبات عبر الأغشية السيتوبلاسمية الأدنى معنوياً، ما يشير إلى كفاءتها في المحافظة على استقرار الأغشية الخلوية نتيجة تصنيع كمية أكبر من الذائبات الحلولية (البرولين)، حقيقةً ما هو مثبت أنّ زيادة معدل تصنيع البرولين تحدد وبشكلٍ كبير كفاءة الطراز الوراثي في استعادة النمو، حيث يشكل البرولين مصدراً مهماً للطاقة والكربون، الذي يمكن أن تستعمله الخلايا النباتية في استعادة نموها عند زوال العامل البيئي (الجفاف) المحدد للنمو. وترتبط تبعاً لذلك المقدرة على استعادة النمو طرداً مع كمية الذائبات الحلولية Osmoprotectants المصنَّعة خلال فترة الإجهاد (AL-Ouda, 1999).

7-الغلة الحبية (غ . م$^{-2}$) Grain yield: تشير النتائج إلى أنَّ غلة محصول القمح الحبية كانت أعلى معنوياً لدى الأصناف (شام6، شام4، بحوث208، ودوما2) (الجدول، 8). والملفت للانتباه أنّ الأصناف التي أعطت غلة حبية أعلى معنوياً اتسمت جميعها بكفاءةٍ عالية في المحافظة على محتوى الماء النسبي في الأوراق، وتميزت بكفاءتها في المحافظة على قيم مرتفعة من دليل المساحة الورقية، بالإضافة إلى كفاءتها في المحافظة على سلامة الأغشية الحيوية، ومن ثمّ حياة الخلايا النباتية، والمقدرة على تصنيع البرولين، ما يشير إلى أهمية تلك الصفات في تحسين تحمل الجفاف مع المحافظة على الطاقة الإنتاجية.

الجدول رقم (7): متوسط تركيز البرولين(ميكروغرام/غ مادة خضراء) لدى أصناف القمح المدروسة خلال موسمي الزراعة.

المواسم	الموسم الزراعي 2009/2008			الموسم الزراعي 2010/2009			المتوسط العام	
طبيعة الزراعة / الأصناف	مروي	بعل	المتوسط	مروي	بعل	المتوسط	مروي	بعل
شام6	11.93	19.18	15.55	14.77	18.16	16.46	13.35	18.67
شام4	11.72	20.89	16.30	12.51	19.53	16.02	12.115	20.21
دوما2	3.01	20.17	11.59	12.36	19.21	15.78	7.685	19.69
المختار	11.40	19.72	15.56	10.93	19.65	15.29	11.165	19.68
بحوث208	11.31	19.14	15.22	11.37	20.15	15.76	11.34	19.64
صفيت7	12.66	20.84	16.75	12.05	19.31	15.68	12.355	20.07
شام3	12.93	19.27	16.1	10.64	19.69	15.16	11.785	19.48
شام5	10.64	19.04	14.84	11.09	19.29	15.19	10.865	19.16
أكساد65	6.18	19.85	13.01	11.76	19.16	15.46	8.97	19.50
صفيت1	5.97	20.18	13.07	10.36	19.67	15.01	8.165	19.92
بركة	8.20	19.93	14.06	9.03	19.17	14.1	8.615	19.55
كريم	7.70	19.50	13.6	5.51	19.01	12.26	6.605	19.25
المتوسط	9.47	19.81	14.64	11.03	19.33	15.182	10.251	19.571

$LSD_{(0.05)}$	المواسم(A)	المعاملات(B)	AB	الأصناف(C)	AC	BC	ABC
	1.446	0.6575	0.9299	1.259	1.780	1.780	2.517
C.V(%)	10.40						

الجدول رقم (8): متوسط وزن الغلة الحبية (غ . م $^{-2}$) لدى أصناف القمح خلال موسمي الزراعة.

المواسم	الموسم الزراعي 2009/2008			الموسم الزراعي 2010/2009			المتوسط العام	
طبيعة الزراعة / الأصناف	مروي	بعل	المتوسط	مروي	بعل	المتوسط	مروي	بعل
شام6	944.86	430.13	687.49	1076.99	628.07	852.53	1010.92	529.1
شام4	770.81	527.37	649.09	914.92	666.88	790.9	842.86	597.12
دوما2	989.22	500.59	744.90	632.51	356.35	494.43	810.86	428.47
المختار	595.40	362.68	479.04	796.47	511.41	653.94	695.93	437.04
بحوث208	618.86	356.34	487.6	1054.53	694.12	874.32	836.69	525.23
صفيت7	602.03	290.36	446.19	750.21	514.66	632.43	676.12	402.51
شام3	453.28	264.69	358.98	675.44	460.43	567.93	564.36	362.56
شام5	496.72	260.71	378.71	593.47	259.89	426.68	545.09	260.3
أكساد65	424.18	153.33	288.75	673.83	467.96	570.89	549.00	310.64
صفيت1	504.44	200.71	352.57	597.75	362.82	480.28	551.09	281.76
بركة	573.85	192.19	383.02	498.65	251.96	375.30	536.25	222.07
كريم	804.27	469.20	636.73	589.68	339.54	464.61	696.975	404.37
المتوسط	648.16	334.02	491.09	737.87	459.51	598.68	693.01	396.76

$LSD_{(0.05)}$	المواسم(A)	المعاملات(B)	AB	الأصناف(C)	AC	BC	ABC
	95.81	30.15	42.63	78.18	110.6	110.6	156.4
C.V(%)	17.69						

علاقات الارتباط البسيط Simple Correlations: يُلاحظ من الجدول(9) وجود علاقة ارتباط سالبة ومعنوية بين صفة متوسط مساحة ورقة العلم وسماكة الطبقة الشمعية على الأوراق ($r = -0.51^{*}$)، حيث تؤدي زيادة مساحة الورقة العلمية إلى زيادة مساحة السطح المعرّض بشكلٍ مباشر لأشعة الشمس، ما يؤدي إلى زيادة كمية الأشعة الضوئية الممتصة من قبل الأوراق، التي تؤدي إلى زيادة درجة حرارة الأوراق، ومن ثمّ زيادة معدل فقد الماء بالنتح، وتراجع محتوى الماء النسبي في الأوراق. وتؤدي زيادة وطأة العجز المائي في الأوراق إلى دفع النباتات لتصنيع كمية أكبر من المادة الشمعية لضبط معدل فقد الماء بالنتح، والمحافظة على الحد الأدنى من المياه اللازم لترطيب بروتوبلاسم الخلايا النباتية، والحيلولة دون موتها. ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط سالبة ومعنوية بين صفة محتوى الماء النسبي في الأوراق ونسبة الذائبات المتسربة عبر الأغشية السيتوبلازمية ($r = -0.41^{*}$)، حيث يؤدي تراجع محتوى الخلايا النباتية المائي إلى زيادة مقدار الضرر الحاصل في الأغشية السيتوبلازمية نتيجة تخريب البروتينات والمواد

الدهنية المفسفرة الداخلة في تركيبها، ما يؤدى إلى تشكيل غشاء خلوي غني بالفجوات Porous membrane فتزداد نسبة الذائبات المتسربة، لذلك تُعد عملية المحافظة على محتوى الماء النسبي في الأوراق من الصفات الفيزيائية المهمة المرتبطة مع المحافظة على سلامة الأغشية السيتوبلازمية، ومن ثمّ نسبة الخلايا النباتية الحية، والمقدرة على استعادة النمو. ويُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة محتوى الماء النسبي في الأوراق والغلة الحبية ($r = 0.45^{*}$)، ويعزى ذلك إلى أهمية المحافظة على محتوى الماء النسبي في الأوراق للمحافظة على المساحة الورقية (حجم المصدر)، وخاصةً خلال مرحلة الإزهار، لزيادة كمية المادة الجافة المصنعة والمتاحة خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب، ما يسهم في زيادة عدد الحبوب المتشكلة في السنبلة والنبات، ومتوسط وزن الحبة الواحدة، فتزداد تبعاً لذلك الغلة الحبية.

الجدول رقم (9): قيم معامل الارتباط البسيط بين الصفات المدروسة.

الصفة	LAI	FLA	W.D	RWC	MI	Pro	GY
LAI		0.22	−0.16	−0.23	0.04	0.08	−0.04
FLA			0.54*	−0.11	0.29	0.58	−0.05
W.D				0.02	0.06	−0.22	−0.09
RWC					0.41*	0.15	0.45*
MI						0.10	0.003
Pro.							0.10
GY							

***معنوي عند مستوي ($P\leq 0.05$).**

LAI: دليل المساحة الورقية، FLA:مساحة الورقة العلمية، W.D: الطبقة الشمعية على الأوراق، MI : سلامة الأغشية الخلوية، Pro: محتوي الأوراق من البرولين، GY: الغلة الحبية

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- يُعزى التباين الوراثي في المحافظة على دليل المساحة الورقية، والورقة العلمية إلى التباين في كفاءة الطرز الوراثية في المحافظة على جهد الامتلاء (محتوى الماء النسبي) داخل خلايا الأجزاء الهوائية.
- تُعد الترسبات الشمعية من المؤشرات المرتبطة بتجنب الإجهاد المائي، حيث تحول دون ارتفاع درجة حرارة الأوراق، وزيادة معدل فقد المياه بالنتح، ما يساعد في المحافظة على ميزان العلاقات المائية في التربة والنبات.
- يؤثر الإجهاد المائي سلباً في سلامة الأغشية السيتوبلاسمية واستقرار خاصيتها الاصطفائية، مما يؤدي إلى موت الخلايا النباتية، وفقد مقدرتها على استعادة النمو.
- يُساعد تراكم البرولين في خفض قيمة الجهد المائي داخل سيتوبلاسم الخلايا النباتية، فيزداد معدل امتصاص الماء حتى عند مستوياتٍ متدنية جداً من محتوى التربة المائي.

التوصيات:

- تأمين الاحتياجات المائية لنباتات محصول القمح خلال مختلف مراحل النمو، وخاصةٌ مرحلتي الإزهار، وامتلاء الحبوب لبلوغ كامل طاقة المحصول الوراثية الإنتاجية الكامنة.
- تحديد مواقع المورثات المسؤولة عن الصفات الفسيولوجية والبيوكيميائية، المرتبطة وراثياً بتحمل الجفاف (سماكة الطبقة الشمعية على الأوراق، محتوى الماء النسبي، سلامة الأغشية الخلوية، ومحتوى الأوراق من البرولين)، لتسهيل عملية نقلها إلى الأصناف المحلية ذات الإنتاجية العالية والأقل تكيفاً مع ظروف الجفاف، باستعمال التقانات الحيوية، لتسريع وتيرة التحسين الوراثي.
- زراعة الطرز الوراثية المتكيفة، وذات الطاقة الإنتاجية العالية، مثل شام6، شام4، دوما2، بحوث208، وصفيت7 في البيئات المجهدة مائياً.

المراجع:

1-العودة، أيمن الشحاذة. *بعض الرؤى الفيزيولوجية لتحسين غلة محصول القمح الحبية ضمن الظروف البيئية المناسبة*. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 2005. 21(2):37-50.

2-AL-OUDA, A.S. *Genetic variability in temperature and moisture stress tolerance in sunflower (Helianthus annus L.) hybrids: Assessment of some physiological and biochemical traits*. Ph.D. Thesis Submitted to Crop Physiology Dept., UAS, Bangalore, India. 1999.pp.105-266.

3-ARAUS, J. L. *Integrative physiological criteria associated with yield potential. In: Increasing yield potential in whrat: Breaking the Barriers*. Rrynolds, M.P., Rajaram,S. and McNab, A. (eds). CIMMYT, Mexico.1996, pp.150-167.

4-ASHRAF, M.; BOKHARI, H. and CRISTITI, S. N. *Variation in osmotic adjustment of lentil in response to drought*. Act. Botanica Neerlan- dica.1992, 41: 51-62.

5-BATES, L.S.; WALGREEN, R.P. and TEARE, I.D. *Rapid determination of free proline for water stress studies*. Plant and soil.1973, 39: 205-207.

6- BLUM, A. and EBERCON, A. *Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat*, Crop Sci. 1981. 21, 43– 47.

7-BRESSAN, R.A.; NELSONel, D.E.; IRAKI, N.M.; LAROSA, P.C.; SINGH, N.K.; HASEGAWA, P.M. and CARPITA, N.C. *Reduced cell expansion and changes in cell walls of plant cells adapted to NaCl.* Environmental Injury to Plants (F. Katterman ed.), Academic Press, San Diego.1990, p. 137.

8-CECCARELLI, S. and GRANDO, S. *Breeding Barley for Drought Resistance*. CARDA Caravan J., Issue No.17, December 2002.

9-DELAUNEY, A.J. and VERMA, D.P.S. *Proline biosynthesis and osmoregulation in plants*. The Plant J., 1993. 4,215–223.

10-FREDERICK, J.R. and CAMBERATO, J.J. *Leaf net CO_2-exchange rate and associated leaf traits of winter wheat grown with various spring nitrogen fertilization rates*. Crop. Sci., 1994. 34: 432-439.

11-LEOPOLD, A.C.; MUSGRAVE,M.E. and WILLIAMS,K.M. *Solute Leakage resulting from leaf desiccation*. Plant Physiology. 1981,68: 1222-1225.

12-LEVITT, J. *Responses of plants to environmental stresses*, Vol. II. Water, radiation, salt and other stresses. Academic Press, New York, 1980. 3–211.

13-PHILIPS, R.; COLIN, G. and BAIN, D. *Total internal reflection Raman spectroscopy of barley leaf epicuticular waxes in vivo*. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces.2005**,** 45: 174-180.

14-RUSSELL, D.F. *MSTAT*, Director Crop and Soil Science Department (Varsion 2. 10), Michigan State Uni. U.S.A. 1991.

15-SHARKEY, T.D. *Photosynthesis in intact leaves of C_3 plants: Physics, physiology and rate limitations*. Bot. Rev. 1985, 51:53-105.

16-SCHONFELD, M.A.; JOHNSON, R.C.; CARVER, B.F. and MORNHINWEG, D.W. *Water relations in winter wheat as drought resistance indicator*. Crop Sci. 1988**,** 28: 526-531.

17-SLAFER, G.A.; CALDERINIald, D.F. and Miralles, D.J. *Yield components and compensation in wheat: Opportunities for further increasing yield potential*. In Increasing Yield Potential in Wheat: Breaking the Barriers. (CIMMYT: Mexico, DF). 1996, pp. 101-133

18-SMIRNOFF,N. *Plant resistance to environmental stress, Curr. Opin. Biotechnol*. 1998, 9, 214–219.

19-VOLDENG, H.D. and SIMPSON, G.M. *Leaf area as an indicator for potential grain yield in Wheat*. Can.J. Plant Sci. 1967, 47,359-365.