

بعض الصفات الفيزيولوجية التي تسهم في تحسين قدرة محصول القمح القاسي على تحمل الإجهاد المائي

عبدالرزاق اسعود*⁽¹⁾ ومأمون خيتي⁽²⁾ وأحمد حاج سليمان⁽³⁾

(1). محطة بحوث إزرع، مركز بحوث درعا، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، درعا، سورية.

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

(3). مركز بحوث حلب، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، حلب، دمشق.

*للمراسلة: م. عبد الرزاق أسعود. البريد الإلكتروني: abdsoud1@hotmail.com.

تاريخ القبول: 2015/08/03

تاريخ الاستلام: 2015/07/14

المخلص:

أجريت هذه الدراسة على 12 طراز وراثي من القمح القاسي في محطة البحوث العلمية الزراعية في إزرع التابعة للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، درعا، سورية، خلال الموسم الزراعي 2012/2011 بهدف دراسة الصفات الفيزيولوجية المرتبطة بتحسين إنتاجية القمح القاسي تحت ظروف الإجهاد المائي. أظهرت النتائج أن الإجهاد المائي المترافق مع مرحلة الإشتاء تسبب في تراجع جميع الصفات الفيزيولوجية (محتوى الكلوروفيل، معامل ثباتية الغشاء، جهد الورقة المائي، والفلورة الضوئية)، وكذلك تراجعت الغلة الحبية، ولوحظ أن متوسط الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي كان الأعلى معنوياً في السلالة H.8150، ثم الصنف شام5 (216.1، 216.0 غ على التوالي) وبالتالي تفوقت الطرز المذكورة في الصفات الفيزيولوجية المدروسة. وأوضحت النتائج أهمية الاعتماد على الصفات الفيزيولوجية للمحصول لتطوير أصناف من القمح عالية الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي، مما يمكننا من استخدام تلك الصفات في برامج التربية لتحسين قدرة محصول القمح القاسي على تحمل الإجهاد المائي.

الكلمات المفتاحية: القمح القاسي، الإجهاد المائي، الصفات الفيزيولوجية.

المقدمة:

يعدّ القمح (*Triticum spp.*) من أكثر المحاصيل الزراعية الإستراتيجية انتشاراً على مستوى العالم (Ganbalani et al., 2010) حيث يزرع في 15% من المساحة القابلة للزراعة في العالم (Datta et al., 2011). فهو يزرع في سورية بمساحة تقدر بنحو 1.4 مليون هكتار (وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2014). شهد إنتاج القمح في سورية خلال السنوات الماضية تقلبات كبيرة، ولعل تغير المناخ، وزيادة شدة الجفاف من أهم أسباب تقلبات الإنتاج (Almeselmani et al., 2012). يعد الجفاف أحد أهم العوامل البيئية التي تؤدي إلى إحداث تغيرات ملحوظة في الأداء الفيزيولوجي والاستجابي للكثير من النباتات، فبعض النباتات لها القدرة على التكيف عبر مجموعة من التعديلات الفيزيولوجية التي تسمح لها بتحمل الإجهاد المائي، الأساس الفيزيولوجي لمقاومة الإجهاد المائي غير مفهوم بشكل كامل، إن فهم كيفية استجابة النبات لنقص الماء وقدرته على تحمل هذا الإجهاد يمكن أن يؤدي إلى تحسين الإنتاجية وجعلها بالشكل الأمثل في الظروف غير المناسبة (Gholamin and Khayatnezhad, 2010). اقترح علماء فيزيولوجيا النبات ضرورة البحث عن الصفات الفيزيولوجية التي تساعد في زيادة الغلة الحبية للمحاصيل الزراعية تحت ظروف الجفاف، ويمكن أن تكون هذه الإستراتيجية مفيدة جداً إذا مترافقت مع طرق التربية التقليدية (El Jaafari, 2000)، ذكر (Nachit 2004) أن أصناف القمح القاسي المتوسطة المحلية تلعب دوراً بارزاً بتزويد برنامج ايكاردا بالجينات الخاصة بالخصائص المورفوفيزيولوجية التي تزيد الغلة الحبية تحت ظروف الزراعة البعلية، وتعتبر معرفة التغيرات الحاصلة في المؤشرات

الفيزيولوجية المرتبطة بالغلة الحبية تحت ظروف الجفاف من الأمور المهمة جداً لتحسين فهم العوامل التي تؤثر في الغلة الحبية لتطوير استراتيجيات التربية في البيئات المعرضة للإجهاد المائي. بين (Almeselmani *et al.*, 2012) أهمية المؤشرات الفيزيولوجية في زيادة مقدرة النبات على تحمل الإجهاد المائي، وأكد المسلماني وآخرون، (2012) على أهمية استخدام كل من المعايير الفيزيولوجية (تركيز الكلوروفيل، ثباتية الغشاء الخلوي، الكفاءة الكيميائية) في برامج تربية القمح الهادفة لرفع الإنتاج تحت ظروف الإجهاد المائي، وأكد أن استخدام هذه المعايير في برامج التربية قد يسرع في التحسين الوراثي والمحافظة على ثباتية الإنتاج والحصول على أصناف جديدة تتميز بمقدرة أكبر على تحمل الإجهاد المائي. ربط عدد من الباحثين تحمل الإجهاد المائي بعدد من الاستجابات الفيزيولوجية الهامة التي يبديها النبات مثل محتوى الأوراق من الكلوروفيل (Clarke and McCiag, 1982)، حيث يُعد محتوى الأوراق من الكلوروفيل دليلاً على مدى كفاءة المصدر (Herzog, 1986)، كما أن المحافظة على محتوى عالي من الكلوروفيل يُعد عاملاً أساسياً لعملية التمثيل الضوئي تحت ظروف الجفاف، ويعتبر المحتوى العالي من الكلوروفيل تحت ظروف الإجهاد المائي لدى الأصناف المتحملة قد تم تأكيده من قبل (Nyachiro *et al.*, 2001)، وبحسب (Manivannan *et al.*, 2007) فإن الكلوروفيل هو أحد أهم مكونات الكلوروبلاست الرئيسة من أجل عملية التمثيل الضوئي، كما أن محتوى الكلوروفيل له ارتباط إيجابي بنسبة التمثيل الضوئي. أشار (Martin *et al.*, 1987) إلى أهمية معامل ثباتية الغشاء الخلوي للتمييز بين الأصناف المقاومة والحساسة، حيث يحدث تسرب للأيونات من الخلايا نتيجة التخریب الذي يحدث للغشاء الخلوي والذي يصبح أكثر نفوذية بتأثير الاجهادات المختلفة (Senaratna and Kersi, 1983). إن فعالية وكفاءة النظام الضوئي والممثلة بالقيمة (Fv/Fm) والتي تعبر عن حاصل قسمة الفلورة المتغيرة على الفلورة العظمى، تتخفف بشكل كبير أثناء الإجهاد المائي وهو مقياس حساس لتحديد درجة تحمل النبات للإجهاد المائي (Flagella *et al.*, 1995). تعتبر الفلورة الضوئية بمؤشراتها المدروسة طريقة مثمرة للقيام بعملية سبر أصناف القمح (القاسي والطري) من أجل تقييم مقاومتها للجفاف (Ali Dib *et al.*, 1994؛ Flagella *et al.*, 1995)، حيث يؤثر الجفاف في الغلة الحبية ومكونات الفلورة الضوئية كما أن التباين الموجود بين الطرز الوراثية له تأثير عالي المعنوية بالنسبة لهذه الصفات (Araus *et al.*, 1998). أجري هذا البحث بهدف دراسة أثر الإجهاد المائي في مجموعة من الصفات الفيزيولوجية الهامة المرتبطة بتحمل الجفاف، وفي الغلة الحبية لمجموعة من الطرز الوراثية من القمح القاسي.

المواد وطرائق البحث:

- المادة النباتية: استخدام 12 طراز وراثي من القمح القاسي (حوراني، شام3، شام5، أكساد 1273، أكساد 1283، بحوث7، بحوث11، دوما1، D. 37163، D. 41282، H. 8725، H.8150)، تم الحصول على بذار هذه الطرز الوراثية من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، قسم بحوث الحبوب.

- موقع الدراسة: نُفذت الدراسة في محطة البحوث العلمية الزراعية في إزرع، بدرعا، حيث تقع المحطة في الجنوب الغربي من القطر العربي السوري، شرق خط طول 36.15، وشمال خط العرض 32.51، ترتفع عن سطح البحر 575 م، تربتها طينية ثقيلة، متوسط الهطول المطري لآخر 10 سنوات 249 مم، متوسط درجات الحرارة السنوية 20.2 م°، الصيف حار وجاف والشتاء بارد نسبياً، وتقع المحطة في منطقة الاستقرار الثانية. بلغ مجموع الأمطار الكلي لعام 2012/2011 (293.8 مم) (الجدول 1).

الجدول 1. التوزع الشهري للهطول المطري خلال الموسم الزراعي 2012/2011 (محطة بحوث إزرع).

| الشهر | تشرين أول | تشرين ثاني | كانون أول | كانون ثاني | شباط | آذار | نيسان | أيار | المجموع |
|-------------------|-----------|------------|-----------|------------|--------|------|-------|------|---------|
| | أكتوبر | نوفمبر | ديسمبر | يناير | فبراير | مارس | أبريل | مايو | |
| كمية الأمطار (مم) | 39.5 | 39.5 | 23.9 | 66.7 | 81.5 | 42.7 | 0 | 0 | 293.8 |

- **طريقة الزراعة:** قسم الحقل إلى 72 قطعة تجريبية مساحة القطعة التجريبية 3.75 م² وزرع في كل قطعة تجريبية طراز وراثي في 6 خطوط طول الخط 2.5 م المسافة بين الخطوط 25 سم والمسافة بين النباتات على نفس الخط 5 سم، أضيفت الأسمدة وعمليات خدمة المحصول حسب توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، نفذت التجربة وفق تصميم القطع المنشقة حيث مثلت القطع الرئيسية المعاملات، والقطع الثانوية الطرز الوراثية وعددها 12 طراز وراثي.

المعاملات:

1 - شاهد لا تتعرض فيه النباتات من كل طراز وراثي للإجهاد المائي، عدد القطع التجريبية 12 طراز وراثي x 3 مكررات = 36 قطعة تجريبية.

2 - معاملة يتم فيها تعطيش النباتات (تعريضها للجفاف) خلال مرحلة الإشتاء، عدد القطع التجريبية 12 طراز وراثي x 3 مكررات = 36 قطعة تجريبية، استخدم واقي مطري لحجب الأمطار عن القطع المعاملة في فترة الإشتاء، وكانت كمية الأمطار الهائلة خلال هذه الفترة (54.3 مم).

جمعت البيانات المناخية (الحرارة وكمية الأمطار) من قبل محطة الأرصاد الجوية التابعة للمحطة وأخذت القراءات الفيزيولوجية: محتوى الكلوروفيل، معامل ثباتية الغشاء، الفلورة الضوئية، وجهد الورقة المائي من الورقة العلم في المرحلة 45 على سلم زادوكس (Zadocks et al., 1974)

تقدير محتوى الكلوروفيل: أخذت القراءة باستخدام جهاز SPAD حيث يقيس هذا الجهاز لون الورقة والذي له علاقة بكمية الكلوروفيل في الورقة، حيث وضعت الورقة بين طرفي كمامة الجهاز والضغط عليها حتى خروج شعاع ضوئي من الطرف الأول يقابل هذا الشعاع حساس من الطرف الثاني يستجيب للإضاءة التي تصل إليه والتي تخف كلما ازداد تركيز الكلوروفيل وبالتالي القراءة المسجلة تعبر عن تركيز الكلوروفيل في الورقة.

معامل ثباتية الغشاء: قدّر دليل ثباتية الغشاء باستخدام جهاز قياس الناقلية الكهربائية وحسب الطريقة المقترحة من قبل (Deshmukh et al., 1991) حيث أخذ 100 مغ عينة ورقية قطعت بشكل متجانس ووضعت في أنابيب اختبار تحتوي ماء ثنائي التقطير. قسمت العينات إلى مجموعتين حيث وضعت المجموعة الأولى في حمام مائي على درجة حرارة 40 درجة مئوية مدة 30 دقيقة بينما وضعت المجموعة الثانية على درجة حرارة 100 درجة مئوية مدة 15 دقيقة ثم أخذت القراءات لكلا المجموعتين بعد التبريد وحسبت نسبة تضرر الأغشية الخلوية باستخدام المعادلة الآتية:

$$\text{Injury Idex}(\%) = [1 - (1 - T_1/T_2) / (1 - C_1/C_2)] * 100$$

حيث: T، C تشير إلى المعاملة والشاهد على التوالي.

1، 2 تشير إلى الناقلية الكهربائية المقاسة الأولى والثانية.

قياس الفلورة الضوئية: استخدم جهاز HandSatech وتمت عملية القياس حسب توصيات (Strasser et al., 1995)، حيث تمت تغطية الأوراق المراد أخذ القراءة منها، ثم استخدمت ملاقط خاصة للأوراق لمدة 30 دقيقة قبل تسجيل قراءة كل من الفلورة الدنيا، الفلورة العظمى والفلورة المتغيرة، وزمن الوصول للفلورة العظمى وحسبت الكفاءة الكيمياءضوئية من المعادلة:

$$\text{الكفاءة الكيمياءضوئية} = \text{الفلورة المتغيرة} / \text{الفلورة العظمى}$$

جهد الورقة المائي: أخذت هذه القراءة باستخدام جهاز HanSatech وحسبت قيمة جهد الورقة المائي حسب المعادلة:

$$\text{جهد الورقة المائي} = \text{الفلورة العظمى} / \text{الفلورة المتغيرة}$$

الغلة الحبية: حصدت مساحة متر مربع من وسط كل قطعة تجريبية وقدرت الغلة الحبية غ / م² باستخدام ميزان حساس.

التحليل الإحصائي:

نفذت التجربة وفق تصميم القطع المنشقة حيث توضع معاملات الإجهاد في القطع الرئيسية ووزعت الأصناف بصورة عشوائية في القطع الثانوية. حلت النتائج إحصائياً وحسبت المتوسطات بعد إجراء تحليل التباين ANOVA باستخدام برنامج GENSTAT v. 12 وتم حساب قيمة أقل فرق معنوي L.S.D وقيمة معامل الاختلاف C.V واستخدم برنامج SPSS للتحليل العنقودي، وفسرت النتائج تبعاً لذلك.

النتائج والمناقشة:

من الجدول (2) نلاحظ وجود فروقات معنوية ($p \leq 0.05$) في متوسط الزمن اللازم للوصول إلى الفلورة العظمى بين الطرز الوراثية، والمعاملات، والتفاعل المتبادل، وكان متوسط الزمن اللازم للوصول إلى الفلورة العظمى الأعلى معنوياً في الصنف شام5، السلالات H-8150، D-41282، أكساد 1273، (440، 434، 412.5، 407.5 ميلي ثانية على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، فيما كان متوسط الزمن اللازم للوصول إلى الفلورة العظمى الأدنى معنوياً في بقية الطرز الوراثية وبدون فروقات معنوية بينها، وتحت ظروف الإجهاد المائي كان متوسط الزمن اللازم للوصول إلى الفلورة العظمى الأعلى معنوياً في الصنف شام5، السلالات H-8150، D-41282، أكساد 1273، H-8725، D-37163، أكساد 1283، الأصناف شام3، حوراني، دوما1 (389، 380، 370، 365، 338، 335، 331، 328، 318، 315 ميلي ثانية على التوالي) وبدون فروقات معنوية بين هذه الطرز، فيما كان متوسط الزمن اللازم للوصول إلى الفلورة العظمى الأدنى معنوياً في الصنفين بحوث7، بحوث11 (254، 281 ميلي ثانية على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، وتسبب الجفاف في تراجع معنوي في الزمن اللازم للوصول إلى الفلورة العظمى (399.9، 333.7 ميلي ثانية للشاهد ومعاملة الإجهاد المائي على التوالي) وكانت نسبة التراجع (16.6%). تتفق هذه النتائج مع (متوج، 2007) الذي أشار أن الزمن اللازم للوصول للفلورة العظمى يتراجع بشكل معنوي تحت ظروف الجفاف، وأن الصنف معموري 2 الذي كان الأكثر تميزاً تحت ظروف الجفاف الشديد أظهر زمن عال للوصول للفلورة العظمى، كما أكد على جدوى استعمال هذا المؤشر في غربلة أصناف القمح القاسي في البيئات الجافة، كما تتفق النتائج مع (Nachit, 2004) الذي أكد على أهمية هذا المؤشر في زيادة قدرة الطرز الوراثية على تحمل الجفاف.

الجدول 2. متوسط الزمن اللازم للوصول للفلورة العظمى (ميلي ثانية) للطرز الوراثية المدروسة للشاهد ومعاملة الإجهاد المائي.

| الطرز الوراثي | الشاهد | معاملة الإجهاد المائي | المتوسط |
|---------------|--------|-----------------------|---------|
| حوراني | 397 | 318 | 357.5 |
| شام3 | 372 | 328 | 350.0 |
| شام5 | 491 | 389 | 440.0 |
| أكساد1273 | 450 | 365 | 407.5 |
| أكساد1283 | 382 | 331 | 356.5 |
| بحوث7 | 305 | 254 | 279.5 |
| بحوث11 | 321 | 281 | 301.0 |
| دوما1 | 365 | 315 | 340.0 |
| D.37163 | 382 | 335 | 358.5 |
| D.41282 | 455 | 370 | 412.5 |
| H.8725 | 391 | 338 | 364.5 |
| H.8150 | 488 | 380 | 434.0 |
| المتوسط | 399.9 | 333.7 | 366.8 |
| مصادر التباين | | L.S.D (0.05) | |

| | |
|-------|------------------------|
| 81 | الطرز الوراثية |
| 52.5 | المعاملات |
| 135.9 | التفاعل |
| 9.37 | معامل الاختلاف (C.V %) |

تشير نتائج التحليل الإحصائي (الجدول 3) إلى وجود فروقات معنوية ($p \leq 0.05$) في متوسط الكلوروفيل الكلي بين الطرز الوراثية، والمعاملات، والتفاعل المتبادل، حيث كان متوسط الكلوروفيل الكلي الأعلى معنوياً في السلالة H-8150، الصنف شام5، السلالات D-41282، أكساد 1273، أكساد 1283 (53.8، 53.6، 53.4، 52.5، 51.6% على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، فيما كان متوسط الكلوروفيل الكلي الأدنى معنوياً في الأصناف بحوث7، بحوث11، دوما1، السلالة D-37163، الصنف شام3، (45.3، 46.4، 47.4، 47.5، 47.6% على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، وتحت ظروف الإجهاد المائي كان متوسط الكلوروفيل الكلي الأعلى معنوياً في السلالتين D-41282، H-8150، الصنف شام5، السلالتين أكساد 1273، أكساد 1283 (52.1، 52، 52، 51، 50% على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينهما، فيما كان متوسط الكلوروفيل الكلي الأدنى معنوياً في الصنفين بحوث7، بحوث11، السلالة D-37163، (43.5، 44.8، 46.5% على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، وتفوق الشاهد على معاملة الإجهاد المائي في متوسط الكلوروفيل الكلي (51.3، 48.5% للشاهد ومعاملة الإجهاد المائي على التوالي)، وتسبب الإجهاد المائي بتراجع متوسط الكلوروفيل الكلي بنسبة (5.5%)، تتفق هذه النتائج مع كل من (Iturbe *et al.*, 1998) و (Shaddad and El-Tayeb (1990)، حيث بينوا أن محتوى الكلوروفيل انخفض بشكل كبير تحت ظروف نقص الماء، وحدث الانخفاض بشكل أسرع وبنسبة أكبر في الأصناف الحساسة للإجهاد المائي.

الجدول 3. متوسط محتوى الكلوروفيل في الورقة العلم للطرز الوراثية المدروسة للشاهد ومعاملة الإجهاد المائي.

| المتوسط | معاملة الإجهاد المائي | الشاهد | الطرز الوراثي |
|---------------------|-----------------------|------------------------|---------------|
| 50.1 | 48.0 | 52.1 | حوراني |
| 47.6 | 47.5 | 47.7 | شام3 |
| 53.6 | 52.0 | 55.2 | شام5 |
| 52.5 | 51.0 | 54.0 | أكساد1273 |
| 51.6 | 50.0 | 53.1 | أكساد1283 |
| 45.3 | 43.5 | 47.0 | بحوث7 |
| 46.4 | 44.8 | 48.0 | بحوث11 |
| 47.4 | 46.5 | 48.3 | دوما1 |
| 47.5 | 46.0 | 49.0 | D.37163 |
| 53.4 | 52.1 | 54.7 | D.41282 |
| 50.2 | 49.0 | 51.3 | H.8725 |
| 53.8 | 52.0 | 55.5 | H.8150 |
| 49.9 | 48.5 | 51.3 | المتوسط |
| L.S.D (0.05) | | مصادر التباين | |
| 2.7 | | الطرز الوراثية | |
| 2.6 | | المعاملات | |
| 5.21 | | التفاعل | |
| 12.4 | | معامل الاختلاف (C.V %) | |

من الجدول (4) نلاحظ وجود فروقات معنوية في معامل ثباتية الغشاء الخلوي ($P \leq 0.05$) ما بين الطرز الوراثية، والمعاملات، والتفاعل المتبادل، وكان متوسط معامل ثباتية الغشاء الخلوي الأعلى معنوياً في السلالة H-8150، الصنف شام5، السلالتين D-41282، أكساد 1273 (82.6، 81.4، 80.7، 79.9، 79، 77.8% على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، فيما كان متوسط معامل ثباتية الغشاء الخلوي الأدنى معنوياً في الصنفين بحوث7، بحوث11 (65.5، 67.3% على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينهما، وتحت ظروف الإجهاد المائي كان متوسط ثباتية الغشاء الخلوي الأعلى معنوياً في السلالة H-8150، الصنف شام5، السلالتين D-41282، أكساد 1273 (77.2، 77، 76، 74.6% على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، فيما كان متوسط ثباتية الغشاء الخلوي الأدنى معنوياً في الصنفين بحوث7، بحوث11 (60.5، 62.6% على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، وتفوق الشاهد تفوقاً معنوياً في متوسط معامل ثباتية الغشاء الخلوي على معاملة الإجهاد المائي (77، 69.6% للشاهد ومعاملة الإجهاد المائي على التوالي)، حيث تسبب الإجهاد المائي في تراجع معامل ثباتية الغشاء الخلوي بنسبة (9.61%). تتفق هذه النتيجة مع Buchanan *et al.*, (2000) حيث بين أن الجفاف يسبب تخريب في تركيبة وعمل الغشاء الخلوي كما تتفق النتائج مع Sayer *et al.*, (2008) حيث بين أن معدل تسرب الأيونات يزداد أثناء الإجهاد المائي.

الجدول 4. متوسط ثباتية الغشاء الخلوي لورقة العلم (%) للطرز الوراثية المدروسة للشاهد ومعاملة الإجهاد المائي.

| الطرز الوراثي | الشاهد | معاملة الإجهاد المائي | المتوسط |
|------------------------|--------|-----------------------|---------|
| حوراني | 78.2 | 67.5 | 72.9 |
| شام3 | 71.5 | 66.4 | 69.0 |
| شام5 | 82.8 | 77.0 | 79.9 |
| أكساد1273 | 81.0 | 74.6 | 77.8 |
| أكساد1283 | 79.7 | 70.6 | 75.2 |
| بحوث7 | 70.5 | 60.5 | 65.5 |
| بحوث11 | 72.0 | 62.6 | 67.3 |
| دوما1 | 72.5 | 64.5 | 68.5 |
| D.37163 | 73.5 | 65.6 | 69.6 |
| D.41282 | 82.0 | 67.0 | 79.0 |
| H.8725 | 77.0 | 72.6 | 74.8 |
| D.8150 | 83.3 | 77.2 | 80.3 |
| المتوسط | 77.0 | 69.6 | 73.3 |
| مصادر التباين | | L.S.D (0.05) | |
| الطرز الوراثية | | 2.9 | |
| المعاملات | | 2.2 | |
| التفاعل | | 5.3 | |
| معامل الاختلاف (%) C.V | | 12.9 | |

تشير نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (5) إلى وجود فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) في كفاءة التمثيل الضوئي بين الطرز الوراثية، والمعاملات، والتفاعل المتبادل، وكان متوسط كفاءة التمثيل الضوئي الأعلى معنوياً في السلالة H-8150، الصنف شام5، السلالتين D-41282، أكساد 1273 (0.826، 0.825، 0.817، 0.813 على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، فيما كان متوسط كفاءة التمثيل الضوئي الأدنى معنوياً في الأصناف حوراني، شام3، بحوث7، بحوث11، السلالة أكساد 1283 (0.790، 0.790، 0.792، 0.793 على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، وتحت ظروف الإجهاد المائي كان

متوسط كفاءة التمثيل الضوئي الأعلى معنوياً في السلالة H-8150، الصنف شام 5، السلالتين أكساد 1273 (0.819)، 0.817، 0.806، (على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، فيما كان متوسط كفاءة التمثيل الضوئي الأدنى معنوياً في الصنفين بحوث 7، بحوث 11 (0.749، 0.750 على التوالي)، وبدون فروقات معنوية بينهما، وكان متوسط كفاءة التمثيل الضوئي للشاهد ومعاملة الإجهاد المائي (0.8259، 0.7834 على التوالي)، حيث تسبب الإجهاد المائي في تراجع كفاءة التمثيل الضوئي بنسبة (4.96%)، تتفق هذه النتائج مع (Siosemardeh and Ahmadi (2005) الذين أكدوا أن كفاءة التمثيل الضوئي تتراجع بشكل كبير تحت ظروف الإجهاد المائي.

الجدول 5. متوسط الكفاءة الكيميائية Fv / Fm للطرز الوراثية المدروسة للشاهد ومعاملة الإجهاد المائي.

| الطرز الوراثي | الشاهد | معاملة الإجهاد المائي | المتوسط |
|------------------------|--------|-----------------------|---------|
| حوراني | 0.804 | 0.776 | 0.790 |
| شام 3 | 0.811 | 0.769 | 0.790 |
| شام 5 | 0.833 | 0.817 | 0.825 |
| أكساد 1273 | 0.819 | 0.806 | 0.813 |
| أكساد 1283 | 0.823 | 0.762 | 0.793 |
| بحوث 7 | 0.835 | 0.749 | 0.792 |
| بحوث 11 | 0.833 | 0.750 | 0.792 |
| دوما 1 | 0.841 | 0.769 | 0.800 |
| D.37163 | 0.827 | 0.788 | 0.807 |
| D.41282 | 0.830 | 0.804 | 0.817 |
| H.8725 | 0.823 | 0.792 | 0.808 |
| D.8150 | 0.832 | 0.819 | 0.826 |
| المتوسط | 0.826 | 0.785 | 0.806 |
| مصادر التباين | | L.S.D (0.05) | |
| الطرز الوراثية | | 0.013 | |
| المعاملات | | 0.19 | |
| التفاعل | | 0.210 | |
| معامل الاختلاف (%) C.V | | 11.1 | |

تشير نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (6) إلى وجود فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) في متوسط جهد الورقة المائي، وكان متوسط جهد الورقة المائي الأعلى معنوياً في السلالة H-8150 الصنف شام 5، السلالتين D-41282، أكساد 1273 (5.742)، 5.719، 5.483، 5.344 (على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، فيما كان متوسط جهد الورقة المائي الأدنى معنوياً في الصنفين حوراني، شام 3، السلالة أكساد 1283، الصنفين بحوث 11، بحوث 7 (4.782، 4.808، 4.928، 4.995، 5.017 على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، وتحت ظروف الإجهاد المائي كان متوسط جهد الورقة المائي الأعلى معنوياً في السلالة H.8150، الصنف شام 5، السلالة أكساد 1273 (5.537، 5.467، 5.167 على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، فيما كان متوسط جهد الورقة المائي الأدنى معنوياً في الصنفين بحوث 7، بحوث 11، السلالة أكساد 1283، الصنفين دوما 1، شام 3 (3.978، 4.00، 4.203، 4.322، 4.332 على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، وتسبب الإجهاد المائي في تراجع معنوي في جهد الورقة المائي (5.761، 4.675 للشاهد والإجهاد المائي على التوالي) وكانت نسبة التراجع (18.85%)، تتفق هذه النتيجة مع (متوج، 2007) حيث بين أن الجفاف يتسبب في تراجع جهد الورقة المائي.

الجدول 6. متوسط جهد الورقة المائي (Fm / F0) للطرز الوراثية المدروسة للشاهد ومعاملة الإجهاد المائي.

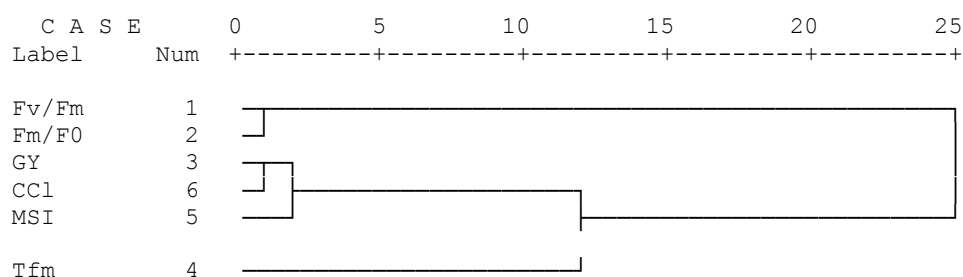
| الطرز الوراثي | الشاهد | معاملة الإجهاد المائي | المتوسط |
|------------------------|--------|-----------------------|---------|
| حوراني | 5.099 | 4.466 | 4.782 |
| شام3 | 5.283 | 4.332 | 4.808 |
| شام5 | 5.971 | 5.467 | 5.719 |
| أكساد1273 | 5.521 | 5.167 | 5.344 |
| أكساد1283 | 5.653 | 4.203 | 4.928 |
| بحوث7 | 6.056 | 3.978 | 5.017 |
| بحوث11 | 5.990 | 4.000 | 4.995 |
| دوما1 | 6.284 | 4.322 | 5.303 |
| D.37163 | 5.793 | 4.708 | 5.250 |
| D.41282 | 5.874 | 5.093 | 5.483 |
| H.8725 | 5.656 | 4.828 | 5.242 |
| H.8150 | 5.946 | 5.537 | 5.742 |
| المتوسط | 5.761 | 4.675 | 5.218 |
| مصادر التباين | | L.S.D (0.05) | |
| الطرز الوراثية | | 0.398 | |
| المعاملات | | 1.01 | |
| التفاعل | | 1.401 | |
| معامل الاختلاف (%) C.V | | 9.9 | |

من الجدول (7) نلاحظ وجود فروقات معنوية ($P \leq 0.05$) في متوسط الغلة الحبية بين الطرز الوراثية، والمعاملات، والتفاعل المتبادل، ويلاحظ أن متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً في السلالة H-8150 والصنف شام5 (236.6، 235.9 غ على التوالي)، وبدون فروقات معنوية بينها، وتفق هذان الطرازان الوراثيان تقوفاً معنوياً في الصفات الفيزيولوجية (الزمن اللازم للوصول للفلورة العظمى، كمية الكلوروفيل، ثباتية الغشاء الخلوي، جهد الورقة المائي) مما يعني أهمية هذه الصفات في رفع الغلة الحبية للمحصول، فيما كان متوسط الغلة الحبية الأدنى معنوياً في الأصناف بحوث7، بحوث11 (133.3، 139.2 غ على التوالي)، وبدون فروقات معنوية بينها، تميز هذان الصنفان بأنهما كانا من الطرز الوراثية التي كان فيها متوسط كل من (الزمن اللازم للوصول للفلورة العظمى، كمية الكلوروفيل، ثباتية الغشاء الخلوي، جهد الورقة المائي)، وتحت ظروف الإجهاد المائي أظهرت والسلالة H-8150، والصنف شام5 أعلى متوسط للغلة الحبية (216.7، 216.1 غ، على التوالي)، وبدون فروقات معنوية بينهما وتفوقت هذه الطرز الوراثية تقوفاً معنوياً في عدة مؤشرات فيزيولوجية (الزمن اللازم للوصول للفلورة العظمى، كمية الكلوروفيل، ثباتية الغشاء الخلوي، جهد الورقة المائي) تحت ظروف الإجهاد المائي، وهذا يدل على أهمية هذه الصفات في تحمل الإجهاد المائي، فيما كان متوسط الغلة الحبية الأدنى معنوياً في الأصناف بحوث7، بحوث11 (104.5، 106.1 غ، على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها وتفق الشاهد معنوياً على المعاملة في متوسط الغلة الحبية (209.8، 160.62 غ للشاهد والمعاملة على التوالي) وتسبب الجفاف في تراجع متوسط الغلة الحبية بنسبة (23.5%) (الجدول 7)، وتتفق هذه النتائج مع نتائج Farooq et al., (2009)، ونتائج Gholamin and Khayatnezhad, (2010)، حيث وجدوا أن الإجهاد المائي يتسبب في تراجع الغلة الحبية بشكل معنوي، وتتوقف نسبة التراجع على شدة الإجهاد، ومدته، والمرحلة التطورية من عمر النبات.

الجدول 7. متوسط الغلة الحبية (غ/م²) للطرز الوراثية المدروسة للشاهد ومعاملة الإجهاد المائي.

| المتوسط | معاملة الإجهاد المائي | الشاهد | الطرز الوراثي |
|---------------------|-----------------------|------------------------|---------------|
| 180.7 | 160.6 | 200.7 | حوراني |
| 167.9 | 139.4 | 196.3 | شام3 |
| 235.9 | 216.1 | 255.7 | شام5 |
| 214.2 | 192.3 | 236.0 | أكساد1273 |
| 181.8 | 164.2 | 199.3 | أكساد1283 |
| 133.3 | 104.5 | 162.0 | بحوث7 |
| 139.2 | 106.3 | 172.0 | بحوث11 |
| 160.7 | 128.7 | 192.7 | دوما1 |
| 175.9 | 150.8 | 201.0 | D.37163 |
| 215.2 | 193.9 | 236.5 | D.41282 |
| 180.8 | 153.3 | 208.3 | H.8725 |
| 236.6 | 216.7 | 256.5 | H.8150 |
| 185.2 | 160.6 | 209.8 | المتوسط |
| L.S.D (0.05) | | مصادر التباين | |
| 16.1 | | الطرز الوراثية | |
| 22.5 | | المعاملات | |
| 39.1 | | التفاعل | |
| 10.2 | | معامل الاختلاف (C.V %) | |

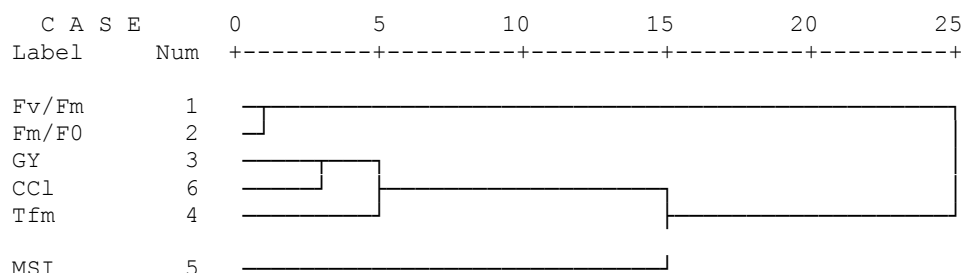
التحليل العنقودي: يبين الشكل (1) التحليل العنقودي للغلة الحبية والمؤشرات الفيزيولوجية المدروسة في النباتات غير المجهد (الشاهد)، حيث يتفرع التحليل العنقودي بشكل رئيسي إلى فرعين ثانويين، يحتوي الفرع الثانوي الأول على كل من الكفاءة الكيميائية (F_m/F_v)، وجهد الورقة المائي (F_m/F_0)، ويعتبر هذان المؤشران من العناصر الأولية في عملية التمثيل الضوئي، حيث يبدأ التمثيل الضوئي بتحليل الماء إلى مكونيه الأوكسجين والهيدروجين مروراً بالفلورة الضوئية (متوج، 2007)، أما الفرع الثانوي الثاني فتفرع إلى مجموعتين مرتبطتين مع بعضهما ارتباطاً مباشراً، المجموعة الأولى وهي المجموعة الإنتاجية والتي ضمت الغلة الحبية التي ارتبطت مباشرةً مع تركيز الكلوروفيل (CCI) ومع ثباتية الغشاء الخلوي (MSI)، وارتبط المؤشران مع الزمن اللازم للوصول للفلورة العظمى (Tfm)، وهذا يشير إلى مساهمة هذه الصفات في زيادة الغلة الحبية تحت الظروف غير المجهد (الشكل 1).



الشكل 1. التحليل العنقودي للغلة الحبية وتركيز الكلوروفيل ومعامل ثباتية الغشاء الخلوي والزمن اللازم للوصول للفلورة العظمى وجهد الورقة المائي والكفاءة الكيميائية في الظروف غير المجهد

وتحت ظروف الإجهاد المائي تفرع التحليل العنقودي للمؤشرات المدروسة إلى فرعين ثانويين يحتوي الفرع الثانوي الأول على كل من الكفاءة الكيميائية (F_m/F_v)، وجهد الورقة المائي (F_m/F_0)، ارتبط هذان المؤشران ارتباطاً مباشراً مع بعضهما، أما الفرع الثانوي الثاني فقد تفرع لمجموعتين ضمت المجموعة الأولى (المجموعة الإنتاجية)، الغلة الحبية التي ارتبطت مباشرةً مع تركيز الكلوروفيل (CCI)، وزمن الفلورة الضوئية (Tfm)، وارتبطت هذه المؤشرات مع معامل ثباتية الغشاء الخلوي (MSI) (الشكل 2)،

تبين النتائج السابقة أن المؤشرات المدروسة تلعب دور مهم جداً في زيادة تحمل القمح القاسي لظروف الإجهاد المائي، وبالتالي رفع إنتاجية المحصول في الظروف المجهدة.



الشكل 2. التحليل العنقودي للغة الحبية وكمية الكلوروفيل ومعامل ثباتية الغشاء الخلوي والزمن اللازم للوصول للفلورة العظمى وجهد الورقة المائي والكفاءة الكيمياءضوئية في الظروف المجهدة

الخلاصة:

- يمكن اعتبار المؤشرات الفيزيولوجية المدروسة (تركيز الكلوروفيل، جهد الورقة المائي، الكفاءة الكيمياءضوئية، ثباتية الغشاء الخلوي) صفات مفتاحية موثوقة لها تأثير واضح في التربية لتحسين إنتاجية القمح من خلال الانتخاب المبني على المؤشرات الفيزيولوجية المذكورة وبالتالي رفع الغلة الحبية للمحصول تحت ظروف الإجهاد المائي، وتحسين معدل التمثيل الضوئي من خلال الانتخاب لصفة الفلورة الضوئية وهي من الاستراتيجيات الهامة في التربية لتحمل الاجهادات البيئية.
- تفوق الطرازان D.8150، 5، معنوياً تحت ظروف الإجهاد المائي لامتلاكها صفات فيزيولوجية جيدة، مما يشير إلى أهمية الاعتماد على هذه الطرز الوراثية في برامج التربية الهادفة لتحسين تحمل القمح القاسي للإجهاد المائي.

المراجع:

- المسلماني، مؤيد وعبد الرزاق اسعود وفراس العبد الله وفؤاد الحريري ومهران النعسان ومحمد عادل العمار وأسامة قنبر (2012). أثر الإجهاد المائي في الصفات الفيزيولوجية والإنتاجية لمجموعة من أصناف القمح القاسي المتحملة والجفاف والحساسية للجفاف. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 28(2): 47-64.
- متوج، جيهان عيسى (2007). الريح الوراثي في الصفات الشكلية والفيزيولوجية لتحمل الجفاف في القمح القاسي. رسالة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة حلب.
- وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (2014). مديرية الإحصاء والتعاون الدولي، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي في الجمهورية العربية السورية.
- Ahmadi. A.; and A. Siosemardeh. (2005). Investigation on the physiological basis of grain yield and drought resistance in wheat: Lleaf photosynthetic rate. Stomatel conductance and non stomatel. Limitations. Int.J. Agric. Biolo., 7: 807-811.
- Araus, J.L.; T. Amaro; J. Casadesus; A. Asbati; and M.M. Nachit (1998). Relationship between ash content, carbon isotope discrimination and yield in durum wheat. Australian Journal of Plant Physiology. 25:835-842.
- Ali Dib, T.; P. Monneveux; E. Acevedo; and M.M. Nachit (1994). Evaluation of praline analysis and chlorophyll fluorescence quenching measurements as drought tolerance indicators in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var *durum*). Euphytica. 79: 65-73.

- Almeselmani, M.; A. Saud; K. Al-zubi; F. Abdullah; F. Hareri; M. Naesan; M.A. Ammar; and O. Kanbar (2012). Physiological performance of different durum wheat varieties grown under rainfed condition. *Global Journal of Science Frontier Research Agriculture and Biology*. 12: 55-63.
- Buchanan, B.B.; W. Gruissem; and R.L. Jones (2000). *Biochemistry and molecular biology of plant*. Amer. Soc. Plant Physiol. Rockville.
- Clarke, J.M.; and T.N. McCaig (1982). Evaluation of techniques for screening for drought resistance in wheat. *Crop Sci.*, 22: 503-506.
- Datta, J.K.; T. Mondal; A. Banerjee; and N.K. Mondal (2011). Assessment of drought tolerance of selected wheat cultivars under laboratory condition. *J Agri. Technol.*, 7: 383-393.
- Deshmukh, P.S.; R.k. Sairam; and D.S. Shukla (1991). Measurement of ion leakage as a screening technique for drought resistance in wheat genotypes. *Indian j. plant physiol.*, 34: 89-91.
- El Jaafari, S. (2000). Durum wheat breeding for abiotic stresses resistance: Defining physiological traits and criteria, In *Durum Wheat Improvement in The Mediterranean Region: New Challenges* Eds: C. Royo, M.M. Nachit, N. Difonzo. Zaragoza, Spain, 12-14 Apr. 2000. CIHAM, Options Mediterranean's. (40): 251-256.
- Ganbalani, A.N.; G. Nouri- Ganbalani; and D. Hassanpanah (2010). Comparison of drought tolerance indices of 15 advanced winter and intermediate cold hardly wheat Genotypes in Ardabil, Iran. *Research Journal of Environmental Science*. 4: 180-186.
- Farooq. M.; A. Wahid; N. Kobayashi; D. Fujita; and S.M.A. Basra (2009). Plant drought stress: effects, Mechanisms and management. *Agronomy and Sustainable Development*. 29: 185-212.
- Flagella, Z.; D. Pastore; R.G. Campanile; and N. Di Fonzo (1995). The quantum yield of photosynthesis electron transport evaluated by chlorophyll fluorescence as an indicator of drought tolerance in durum wheat. *J. Agric. Sci. Camb.*, 125: 325-329.
- Iturbe, O.; I.P.R. Escuredo; C. Arrese-Igor; and M. Becana; (1998). Oxidative damage in pea plants exposed to water deficit or paraquat. *Plant Physiol.*, 116: 173-181.
- Gholamin, R.; and M. Khayatnezhad (2010). Study of some physiological responses of drought stress in hexaploid and tetraploid wheat genotypes in Iran. *J. Sci. Res.*, 6: 246-250.
- Herzog, H. (1986). *Source and sink during reproductive period of wheat*. Scientific Publishers. Berlin and Hambburg. :147-148.
- Manivannan, P.; C.A. Jaleel; B. Sankar; K.A. Kishore; R. Somasundaram; G.M. Lakshmanan; and R. Panneerselvam (2007). Growth, biochemical modifications and proline metabolism in *Helianthus annuus* L. as induced by drought stress. *Colloids Surf. B: Biointerf.* 59: 141-149.
- Martin, U.; S.G. Alladru; and Z.A. Bahari (1987). Dehydration tolerance of leaf tissues of six woody angiosperm species. *Physiol. Plant*. 69: 182-186.
- Nachit, M.M. (2004). Durum germplasm improvement for increased productivity, yield stability, and grain quality in CWANA. *Annual Report, ICARDA*. 16-17.
- Nyachiro, J.M.; K.G. Briggs; J. Hoddinott; and A.M. Johnson-Flanagan (2001). Chlorophyll content, chlorophyll fluorescence and water deficit in spring wheat. *Cer Res. Comm.*, 29: 135-142.
- Sayer, R.; H. Khemira; A. Kameli; and M. Mosbahi (2008). Physiological tests as predictive appreciation for drought tolerance in durum wheat. *Agron. Res.*, 6: 79-90.

- Shaddad, M.A.; and M.A. El-Tayeb (1990). Interactive effects of soil moisture content and hormonal treatment on dry matter and pigments content of some crop plants. *Acta Agron. Huangarica*. 39: 49-57.
- Senaratana, T.; and B.D. Kersi (1983). Characterization of solute efflux from dehydration injured soybean (*Glycine maxl*, Merr.) seeds. *Plant Physiol.*, 72: 911-914.
- Strasser, R.J.; A. Srivastava; and D. Govidin (1995). Polyphasic chlorophyll a fluorescence transient in plants and Cyanobacteria. *Photochemistry and Photobiology*. 61: 32 - 42.
- Zadocks, J.C.; T.T. Chang; and C.F. Konzack (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.*, 14: 415-421.

The Contribution of Some Physiological Traits of Durum Wheat Crop in the Tolerance Improvement of Water Deficit Stress

Abdelrazzak Asaud⁽¹⁾ Maamoun Khaity⁽²⁾ Ahmad Haj Suleiman⁽³⁾

(1). Izraa Research Station, Daraa Research Center, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Daraa, Syria.

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

(3). Aleppo Research Center, GCSAR, Aleppo, Syria.

(*Corresponding author: Eng. Abderazzak Asoud. E-Mail: abdsoud1@hotmail.com).

Received: 13/07/ 2015

Accepted: 03/08/ 2015

Abstract:

This study was conducted using 12 durum wheat genotypes at Izraa Research Station, Daraa governorate in the southern part of Syria during the growing season (2012 – 2011). The study aimed to identify some physiological characters associated with yield improvement in durum wheat grown under water deficit. The results showed that water stress at tillering stage caused a decrease in all physiological traits (chlorophyll content, membrane stability index, leaf water Potential, and chlorophyll fluorescence) in addition a decrease in grain yield. It was observed that the grain yield was the highest in genotypes H.8150, and Cham5 (216.1 216 g) respectively, and these genotypes recorded the highest value significantly in the studied physiological characters. The results clearly indicated the importance of these physiological traits in the development of high yield varieties of durum wheat under water deficit stress, therefore using of these physiological traits in breeding programmers could be effective in improvement the ability of durum wheat crop to be tolerance under water deficit stress.

Keywords: Durum wheat, Water deficit stress, Physiological traits.