



الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق - كلية الزراعة
قسم المحاصيل الحقلية

تقييم أداء أنماط وراثية مختلفة من الشعير (*Hordeum vulgare L.*) في منطقتي
الاستقرار الثانية والثالثة في محافظة السويداء

Evaluating the Performance of Different Barely Genotypes (*Hordeum Vulgare L.*) in The Second and Third Stability Zones in Swaida Governorate

رسالة أعدت لنيل درجة الماجستير في علوم المحاصيل الحقلية
(قسم المحاصيل الحقلية)

إعداد
ضياء أمين ابو مغضب

إشراف

د. حسين المحاسنة
أستاذ مساعد في قسم المحاصيل الحقلية
كلية الزراعة - جامعة دمشق
(مشرفاً مشاركاً)

أ. د. محمود صبح
أستاذ في قسم المحاصيل الحقلية
كلية الزراعة - جامعة دمشق
(مشرفاً)

دمشق 2017 م
1438 هـ

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات نيل درجة الماجستير في علوم المحاصيل الحقلية
كلية الزراعة - جامعة دمشق

**This thesis has been submitted as a partial fulfilment of the requirements
for Master Degree in Field Crops Sciences, Faculty of Agriculture,
Damascus University.**

لجنة الحكم:

الأستاذ الدكتور محمود صبوح، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق. (عضواً مشرفاً)

الأستاذ الدكتور أيمن الشحادة العودة، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق. (عضواً)

الدكتور يوسف نمر، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق. (عضواً)

نوقشت هذه الرسالة وأجيزت بتاريخ: 18 - 7 - 2017.



نشهد بأنّ العمل الموصوف في هذه الأطروحة، نتيجة بحث علمي قام به المرشّح ضياء ابو مغضب، بإشراف الدكتور محمود صبوح، الأستاذ في قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، والدكتور حسين المحاسنة، الاستاذ المساعد في قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، وإن أية مراجع أخرى بحثت في هذه الرسالة موثقة في النص.

المشرف العلمي	المشرف المشارك	الطالب
م. ضياء ابو مغضب	الأستاذ الدكتور محمود صبوح	الدكتور حسين المحاسنة

Certificate

We hereby certify that the work described in this thesis is the result of a scientific research performed by the researcher Deaa Abo Moghdeb under the supervision of Dr. Mahmoud Sabouh in the Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Damascus University, and Dr. Hussain Almahasneh, Associate Professor in Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Damascus University. All reference books resorted by the researcher has been checked by the text.

Candidate: Deaa AboMoghdeb

Chairman: Prof. Dr. Mahmoud Sabouh

Co-Chairman: Dr. Hussain Almahasneh

تصريح

أصرح بأنّ البحث الموصوف في هذه الأطروحة تحت عنوان: ((تقييم أداء أنماط وراثية مختلفة من الشعير (*Hordeum vulgare* L.) في منطقتي الاستقرار الثانية والثالثة في محافظة السويداء)). لم يسبق أن قُدّم للحصول على أية درجة جامعية أخرى، وغير مقدّم حالياً لذلك، وأنّ كافة الأعمال، والنتائج المذكورة هي جهودي الشخصية، وبتوجيه من المشرف العلمي الدكتور محمود صبوح والمشرف المشارك الدكتور حسين المحاسنة ، وأيّة معلومات أو نتائج أخرى ذكرت في الأطروحة قد نسبت إلى مصادرها ومؤلفيها في النص وفي قائمة المراجع.

المرشّح

ضياء أمين ابو مغضب

Declaration

To whom it may concern, I declare that the present research work entitled; **Evaluating the Performance of Different Barely Genotypes (*Hordeum Vulgare* L.) in The Second and Third Stability Zones in Swaida Governorate "** is a new research work, and that has never been studied by any other researchers for any other degree, and currently it is not submitted by any one for any degree. All the mentioned results are my own efforts, and done by the direct supervision of my guides, Dr. Mahmoud Sabouh and Dr. Hussian Almahasneh. All the referred literature is cited, and well-documented in the list of references.

Candidate

Deaa AboMoghdeb

كلمة شكر

إلى أصحاب الفضل في تحقيق هذا الحلم والانجاز الأستاذ الدكتور محمود صبح و الدكتور حسين المحاسنة اللذان أشرفا على هذا العمل ولم يدخرا من علمهم وجهودهم في سبيل إنجاحه. وقدما لي من الدعم والمساندة ما تعجز كلماتي عن وفائهم حقهم، فلهم مني كل الشكر والوفاء.. أمدهم الله بالصحة والعافية.. وأبقاهم منهلًا للعلم ونبراساً للمعرفة.

إلى من كَلَّله الله بالهيبة والوقار.. إلى من علمني العطاء بدون انتظار.. إلى من أحمل اسمه بكل افتخار .. أرجو من الله أن يمدّ في عمرك لترى ثماراً قد حان قطافها بعد طول انتظار.. وستبقى أنت قدوتي وفخري في الحياة.. اليوم وفي الغد وإلى الأبد ... (والدي الغالي)

إلى أطيب وأحن الناس .. إلى معنى الحب و الحنان والتفاني .. إلى بسمه الحياة وسرّ الوجود.. إلى من كان دعائها سرّ نجاحي وحنانها بلسم جراحي.. إلى أغلى الحبايب...

إلى من قضيت أجمل ايام العمر برفقتهم .. كنتم وما زلتُم الأخوة والأصدقاء والسند لي في كل الظروف..

إلى طيور الفرح التي غردت في دنياي...إلى أزهار حديقتنا...

(أختي)

إلى أقاربي وأصدقائي وزملائي .. كل الشكر على دعمكم الدائم وتشجيعكم لي في كل الظروف.. أرجو الله ان يديم الصحة والعافية عليكم جميعاً..

ضياء

فهرس المحتويات

الصفحة	الموضوع
4 – 1	الملخص العربي
9 – 5	المقدمة وأهداف البحث
31 – 10	الدراسة المرجعية
43 – 32	مواد البحث وطرائقه
87 – 44	النتائج والمناقشة
88	الاستنتاجات
89	التوصيات والمقترحات
102 – 90	المراجع العربية والإنكليزية
105 – 103	الملخص باللغة الانكليزية
107 – 106	الملحقات

فهرس الجداول

الصفحة	الموضوع	رقم الجدول
34	المعطيات المناخية في منطقة الاستقرار الثانية (قرية بهم).	1
34	المعطيات المناخية في منطقة الاستقرار الثالثة (قرية اسعنا).	2
35	خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية في منطقة الاستقرار الثانية (قرية بهم).	3
35	خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية في منطقة الاستقرار الثالثة (قرية اسعنا).	4
45	تأثير مستويات حلولية مميتة مختلفة في متوسط نمو بادرات الشعير.	5
46	تأثير مستويات حلولية محرضة مختلفة في متوسط نمو بادرات الشعير.	6
47	أهمية التحريض الحلولي في تحسين تحمل بادرات الشعير للمستوى المميت من الإجهاد الحلولي.	7
48	التباين الوراثي في استجابة أصناف الشعير للإجهاد الحلولي.	8
49	قيم التحليل الإحصائي بالنسبة للجذور بطريقة Z- distribution لجميع أصناف الشعير المختبرة.	9
50	قيم التحليل الإحصائي بالنسبة للبادرات بطريقة Z-distribution لجميع أصناف الشعير المختبرة.	10
52	تأثير الإجهاد المائي في ارتفاع النبات (سم) في أصناف الشعير المدروسة.	11
54	تأثير الإجهاد المائي في مساحة الورقة العلمية (سم ²) في أصناف الشعير المدروسة.	12
55	تأثير الإجهاد المائي في طول حامل السنبل (سم) في أصناف الشعير المدروسة.	13
58	تأثير الإجهاد المائي في طول السفا (سم) في أصناف الشعير المدروسة.	14

59	تأثير الإجهاد المائي في طول السنبل (سم) في أصناف الشعير المدروسة.	15
62	تأثير الإجهاد المائي في المحتوى المائي النسبي (%) في أصناف الشعير المدروسة.	16
64	تأثير الإجهاد المائي في محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي (مغ.غ ⁻¹ وزن أخضر) في أصناف الشعير المدروسة.	17
66	تأثير الإجهاد المائي في محتوى الأوراق من بيتا-كاروتين (مغ.غ ⁻¹ وزن أخضر) في أصناف الشعير المدروسة.	18
68	تأثير الإجهاد المائي في عدد السنابل في النبات (سنبل.نبات ⁻¹) في أصناف الشعير المدروسة.	19
70	تأثير الإجهاد المائي في عدد الحبوب في السنبل (حبة.سنبل ⁻¹) في أصناف الشعير المدروسة.	20
72	تأثير الإجهاد المائي في متوسط وزن السنبل (غ) في أصناف الشعير المدروسة.	21
74	تأثير الإجهاد المائي في متوسط عدد الحبوب في النبات (حبة.نبات ⁻¹) في أصناف الشعير المدروسة.	22
75	تأثير الإجهاد المائي في وزن الحبة 1000 حبة (غ) في أصناف الشعير المدروسة.	23
77	تأثير الإجهاد المائي في الغلة الحبية (كغ.هكتار ⁻¹) في أصناف الشعير المدروسة.	24
79	تأثير الإجهاد المائي في الغلة الحيوية (كغ.هكتار ⁻¹) في أصناف الشعير المدروسة.	25
81	تأثير الإجهاد المائي في دليل الحصاد في أصناف الشعير المدروسة.	26
82	علاقات الارتباط البسيط بين الغلة الحبية ومؤشرات الدراسة المخبرية في أصناف الشعير تحت ظروف الإجهاد المائي.	27
86	علاقات الارتباط البسيط بين الغلة والصفات المدروسة (منطقة الاستقرار الثانية)	28
87	علاقات الارتباط البسيط بين الغلة والصفات المدروسة (منطقة الاستقرار الثالثة)	29

فهرس الأشكال

الصفحة	الموضوع	رقم الشكل
39	مخطط التجربة في الحقل.	1
49	توزع أصناف الشعير حسب إستجابتها للإجهاد الحلولي باستخدام التحليل الإحصائي Z-distribution حسب نسبة الانخفاض في طول الجنور.	2

فهرس الملحقات

الصفحة	الموضوع	رقم الملحق
106	المساحة الكلية المزروعة بمحصول الشعير في سورية عبر السنوات (1998 – 2014).	1
106	الإنتاج الكلي من محصول الشعير في سورية عبر السنوات (1998 – 2014).	2
107	معدل الهطول المطري بمحافظة السويداء في منطقتي الاستقرار الثانية والثالثة وذلك بدءاً من موسم 2002/2001 حتى موسم 2012/2011.	3

قائمة الاختصارات العلمية Abbreviations

الاختصار	المترادف الإنكليزي	المترادف العربي
'A'	Assimilation Rate	معدل التمثيل الضوئي
BY	Biological Yield	الغلة الحيوية
DM	Dry Matter	المادة الجافة
DW	Dry Weight	الوزن الجاف
FW	Fresh Weight	الوزن الرطب
HI	Harvest Index	دليل الحصاد
PAR	Photosynthetically Active Radiation	الأشعة الضوئية الفعالة في عملية التمثيل الضوئي
R	Respiration	التنفس
RWC	Relative Water Content	محتوى الماء النسبي
ψ_s	Solute Potential	الجهد الحلولي
T	Transpiration	النتح
T_E	Evapo-Transpiration	التبخر-نتح
TW	Turgid Weight	الوزن الرطب المشبع
VPD	Vapor Pressure Difference Leaf to Air	فرق التدرج في ضغط بخار الماء بين الأوراق والوسط المحيط
WUE	Water Use Efficiency	كفاءة استعمال الماء
ψ_w	Water Potential	الجهد المائي

الملخص العربي

Arabic Abstract

الملخص العربي

نُفذ البحث في مخابر مركز البحوث العلمية الزراعية في السويداء، وفي حقول منطقتي الاستقرار الثانية (قرية بهم) والثالثة (قرية اسعنا) في محافظة السويداء، خلال الموسم الزراعي 2014/2015، حيث تم تنفيذ تجربة مخبرية بهدف تقييم استجابة ستة أصناف من الشعير (عربي أبيض، عربي أسود، فرات 2، فرات 3، فرات 6، فرات 9) للإجهاد الحلوي Osmotic stress عند مستوى البادرة الفتية باستعمال تقانة الغرلة المخبرية السريعة اعتماداً على تقانة الاستجابة للتحريض الحلوي، ودراسة أهمية التحريض Induction في زيادة كفاءة بادرات الشعير على تحمل المستويات المميتة من الإجهاد الحلوي، وذلك باستخدام التراكيز (-0.2، -0.4، -0.6، -0.8 Mpa). نُفذت تجربة حقلية لتقييم أداء أصناف الشعير نفسها في منطقتي الاستقرار الثانية والثالثة (تحت ظروف الزراعة المطرية)، بالاعتماد على بعض الصفات الشكلية، والفسيولوجية، والإنتاجية، بهدف تحديد الأصناف الأكثر تكيفاً وإنتاجية في البيئات المستهدفة، وصممت التجربة الحقلية وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بواقع ثلاث مكررات.

بيّنت نتائج التجربة المخبرية أنّ المستوى الحلوي (-1.4 MPa) كان بمنزلة المستوى الحلوي المميت الأمثل، وكان المستوى الحلوي (-0.4 Mpa) بمنزلة المستوى الحلوي المحرّض الأمثل. لوحظ أنّ متوسط طول الجذور والبادرات كان الأعلى معنوياً في البادرات المحرّضة (9.33، 17.27 سم على التوالي)، في حين كان متوسط طول الجذور والبادرات الأدنى معنوياً في البادرات غير المحرّضة، التي نُقلت مباشرة إلى المستوى الحلوي المميت (4.76، 9.26 سم على التوالي)، ما يُشير إلى أهمية التحريض في تحسين كفاءة البادرات على تحمل المستويات المميتة من الإجهاد الحلوي. و اختلفت أصناف الشعير المدروسة في استجابتها للإجهاد الحلوي، حيث تميز الصنف عربي أبيض بتحمل الإجهاد الحلوي، إذ أبدى أقل نسبة انخفاض في طول الجذور والبادرات بالمقارنة مع بقية الأصناف، في حين أظهر صنف الشعير فرات 3 أكبر نسبة انخفاض في تلك المؤشرات.

بيّنت نتائج التجربة الحقلية وجود تباين وراثي معنوي في استجابة الأصناف المدروسة لظروف الإجهاد المائي، حيث كان أداء الأصناف في موقع بهم (منطقة الاستقرار الثانية) أفضل بالمقارنة مع موقع اسعنا (منطقة الاستقرار الثالثة). و كان متوسط ارتفاع النبات الأعلى معنوياً لدى جميع الأصناف المدروسة في موقع بهم بالمقارنة مع موقع اسعنا. و كما كان متوسط ارتفاع النبات الأعلى في الصنف عربي أسود في موقع بهم (58.13 سم)، في حين كان متوسط ارتفاع النبات الأدنى

معنوياً في الصنف عربي أبيض في موقع اسعنا (36.95 سم)، وكان متوسط مساحة الورقة العلمية الأعلى معنوياً في موقع بهم بالمقارنة مع موقع اسعنا، وكان متوسط مساحة الورقة العلمية الأعلى معنوياً في الصنف عربي أسود (11.32 سم²)، في حين كان الأدنى معنوياً في الصنف فرات3 (5.19 سم²). و كان متوسط طول السفا الأعلى معنوياً في الصنف فرات9 (9.18 سم) ، في حين كان الأدنى معنوياً في الصنف عربي أبيض (7.61 سم)، كان متوسط طول حامل السنبل الأعلى معنوياً في الصنف فرات3 (15.82 سم) في حين كان الأدنى معنوياً في الصنف فرات2 (9.51 سم)، و كان متوسط طول السنبل الأعلى معنوياً لدى الصنف عربي أسود (9.13 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً في الصنف فرات3 (5.89 سم).

كان محتوى الماء النسبي في الأوراق الأعلى معنوياً لدى الصنف عربي أسود في منطقة الاستقرار الثانية (79.34 %)، تلاه وبدون فروقات معنوية الصنف فرات9 (79.21 %)، في حين سجل الصنف فرات2 معنوياً أدنى معدل في المحتوى المائي النسبي (55.55 %) عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة تلاه الصنفان فرات3 و فرات6 في منطقة الاستقرار نفسها (57.06، 57.10 %) بدون فروقات معنوية بينهما.

وتفوقت الأصناف المزروعة في موقع بهم على الأصناف في موقع اسعنا بالنسبة لمحتواها من الكلوروفيل، كان محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي الأعلى معنوياً لدى الصنف فرات9 (0.363 مغ.غ⁻¹) في موقع بهم، تلاها الصنف عربي أسود (0.327 مغ.غ⁻¹) ، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنفين فرات3 و عربي أبيض (0.126 مغ.غ⁻¹ لكل منهما) في موقع اسعنا.

و كان محتوى الأوراق من البيتا كاروتين الأعلى معنوياً في موقع اسعنا بالمقارنة مع موقع بهم. و كان متوسط محتوى الأوراق من البيتا كاروتين الأعلى معنوياً لدى الصنف عربي أسود (0.0397 مغ.غ⁻¹) في موقع اسعنا، تلاه الصنف فرات6 (0.0349 مغ.غ⁻¹) وبدون فروقات معنوية بينهما، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف عربي أبيض معنوياً (0.0136 مغ.غ⁻¹) في موقع بهم.

تفوق الصنف عربي أسود معنوياً في عدد السنابل في النبات حيث سجلت (5.93 سنبل.نبات⁻¹) عند الزراعة في موقع بهم، تلاه الصنف عربي أبيض (5.83 سنبل.نبات⁻¹) وبدون فروقات معنوية بينهما، في حين سجل الصنف فرات6 معنوياً أدنى متوسط للسنابل في النبات (2.63 سنبل.نبات⁻¹) في موقع اسعنا. وسجلت نباتات الصنف عربي أسود القيمة الأعلى معنوياً في عدد الحبوب في السنبل (26.27 حبة.سنبل⁻¹) عند الزراعة في موقع بهم، تلاها نباتات الصنف عربي أبيض

(25.77 حبة.سنبلة⁻¹) وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما، في حين سجّل الصنف فرات2 معنوياً أدنى متوسط عدد الحبوب في السنبلة (15.47 حبة.سنبلة⁻¹) في موقع اسعنا.

لوحظ أنّ متوسط وزن السنبلة الواحدة كان الأعلى في نباتات الصنف عربي أسود (1.23 غ) عند الزراعة في موقع بهم، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف عربي أبيض (0.64 غ) عند الزراعة في موقع اسعنا. وكان متوسط عدد الحبوب في النبات الأعلى معنوياً لدى الصنف عربي أسود (156.13 حبة.نبات⁻¹) عند الزراعة في موقع بهم، تلاه الصنف عربي أبيض (150.35 حبة.نبات⁻¹) وبدون فروقات معنوية بينهما، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف فرات2 (46.24 حبة.نبات⁻¹) عند الزراعة في موقع اسعنا. وكان متوسط وزن الألف حبة الاعلى معنوياً لدى الصنف فرات2 (44.26 غ) عند الزراعة في موقع بهم، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف فرات3 (38.39 غ) عند الزراعة في موقع اسعنا.

كان متوسط الغلة الحبية الأعلى معنوياً لدى الصنف عربي أسود (2888.9 كغ.هكتار⁻¹) عند الزراعة في موقع بهم، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف فرات2 (948.52 كغ. هكتار⁻¹) عند الزراعة في موقع اسعنا. وكان متوسط الغلة الحبيوية الأعلى معنوياً لدى الصنف عربي (6114.8 كغ.هكتار⁻¹) عند الزراعة في موقع بهم، في حين كان الأدنى معنوياً لدى فرات2 (2670.4 كغ.هكتار⁻¹) عند الزراعة في موقع اسعنا. ولوحظ أنّ نباتات الصنف فرات2 سجلت أعلى متوسط في دليل الحصاد (0.52) عند الزراعة في موقع بهم، في حين كان دليل الحصاد الأدنى لدى الأصناف فرات9، فرات6 وفرات2 (0.36 لكل الاصناف) في موقع اسعنا، وبدون فروقات معنوية بينهما.

و من خلال النتائج تبين أهمية إتاحة الماء و ذلك في تحسين الغلة الحبية و مكوناتها، فكانت الغلة الحبية و مكوناتها الأعلى معنوياً في منطقة الاستقرار الثانية(بهم)(2549 كغ. هكتار⁻¹)، بالمقارنة مع منطقة الاستقرار الثالثة(اسعنا) الأكثر جفافاً(1166 كغ. هكتار⁻¹). وكذلك بيّنت أهمية النقل المرحلي للبادرات من المستوى المحرّض الأمثل إلى المستوى المميت الأمثل، و ذلك لنجاح عملية سبر التباين الوراثي لتحمل الإجهاد الحلولي، لدى أصناف الشعير خلال مرحلة البادرة الفتية. و اكدت النتائج على مصداقية تقانة الغرلة حيث كانت هناك علاقة ارتباط قوية و معنوية بين اداء الاصناف عند مستوى البادرة الفتية و النبات الكامل (**r=0.835). وكانت الأصناف عربي أسود، عربي أبيض و فرات9 الأكثر تكيفاً وإنتاجيةً بالمقارنة مع باقي الأصناف المدروسة.وبيّنت النتائج أنّ كل من الصفات محتوى الماء النسبي في الأوراق، و عدد السنابل في النبات، وعدد الحبوب في السنبلة، ووزن السنبلة، و عدد

الحبوب في النبات، والغلة الحيوية من أهم معايير الانتخاب في تحسين غلة الأصناف المدروسة الحبية، في منطقتي الاستقرار الثانية والثالثة في محافظة السويداء.

المقدمة

Introduction

المقدمة Introduction

تُعدُّ الحبوب Cereals الغذاء الرئيس لغالبية سكان الأرض، والأساس في كثير من الصناعات ذات التأثير المهم في الاقتصاد الدولي، فلا يخفى على أحد أنَّ الحبوب وبخاصة القمح Wheat والشعير Barley هي من المحاصيل الاستراتيجية لمعظم دول العالم، حتى أنَّها أصبحت أحد الأسلحة القوية والمؤثرة التي تستخدمها الدول المتقدمة القوية للضغط على الدول الضعيفة. ينتمي الشعير (*Hordeum vulgare* L) إلى العائلة النجيلية Poaceae والرتبة Poales والجنس *Hordeum*، وتُعد مناطق الشرق الأوسط وبعض الأماكن القريبة من شمال أفريقيا الموطن الأصلي للشعير البري (*Hordeum vulgare* L. ssp. Spontaneum) (Ellis, 2002).

يُعد الشعير من أقدم المحاصيل الحبية التي زرعها الإنسان منذ نحو 10000 سنة، ويُزرع حالياً بمساحة تقدّر بنحو 40 مليون هكتاراً في الدول النامية، وعادةً ما يكون المحصول الحبي الوحيد الذي يمكن أن ينجح في البيئات الجافة التي يقل فيها معدل الهطول المطري السنوي عن 350 مم، لمقدرته العالية على النمو في بيئات مناخية قاسية (Ceccarelli, 1994). ويتسم بمقدرته على النمو وإعطاء غلة حبية جيدة في البيئات الهامشية Fragile environments التي غالباً ما تتسم بالجفاف Drought، وارتفاع درجات الحرارة Heat stress، وخاصةً خلال المراحل المتقدمة الحرجة من حياة المحصول (نيسان - حزيران)، ومن هنا تأتي أهمية تطوير أصناف وسلالات من الشعير ذات مقدرة عالية على تحمل الجفاف، والإجهادات اللاحيائية Abiotic stresses الأخرى (Ceccarelli and Grando, 1996).

يُعد محصول الشعير ذو قيمة غذائية مرتفعة، حيث يُمكن أن يُستعمل مع القمح في صناعة الخبز (Mishra and Shivakumar, 2000). ويُستعمل الشعير في بعض المناطق مثل التبيت، وإثيوبيا، وبعض المناطق الآسيوية الفقيرة، كغذاء رئيس، تحتوي حبوب الشعير على 10-12.2% بروتين، 75.6-77.2% نشاء، 1.5-2.4% دهن، 4.6-5.2% رماد (FAO, 2010). يُستعمل نحو 85% من إنتاج الشعير عالمياً كعلف للحيوانات (OECD, 2004)، كما يُستعمل تبين الشعير في دول غرب آسيا وشمال أفريقيا، وإثيوبيا، وإيريتريا، واليمن، والشرق الأقصى كمادة علفية، ويُستعمل في إعداد فرشات الحيوانات Animal bedding. ويمكن أن يُستعمل كعلف أخضر للحيوانات، أو تُحش النباتات قبل النضج وتُستعمل في تصنيع السيلاج Silage (Baum et al., 2004). وتُستعمل

حبوب الشعير Barley grains في صناعة المالت Malt، والاستهلاك الغذائي، وإنتاج النشاء Starch (Fischbeck, 2002). وتعتمد صناعة العديد من المشروبات غير الكحولية على الشعير. ويمكن أن يُستعمل المالت من قبل الخبازين في تشجيع عملية تحلل النشاء في دقيق القمح لزيادة كفاءة عملية التخمير Fermentation وإنتاج غاز الفحم (CO_2)، بسبب محتواه المرتفع من الأنزيمات المحللة للنشاء، مثل α - amylase و β - amylase (OECD, 2004).

يحتل محصول الشعير المرتبة الرابعة ضمن المحاصيل الحبية في العالم، ويأتي من حيث الأهمية الاقتصادية بعد القمح Wheat (*Triticum spp.*)، والرز Rice (*Oryza sativa L.*)، والذرة الصفراء Corn (*Zea mays L.*) (Martin et al., 2006)، فُدرت المساحة المزروعة بمحصول الشعير عالمياً بنحو 49.8 مليون هكتاراً، ووصل الإنتاج إلى ما يقارب 144.7 مليون طناً، والإنتاجية 2908 كغ. هكتار⁻¹ (FAO, 2013). أما في الوطن العربي فيُعتبر الشعير المحصول الحبي الأول بعد القمح، حيث بلغت المساحة المزروعة بنحو 6.02 مليون هكتاراً، والإنتاجية قرابة 980 كغ. هكتار⁻¹، والإنتاج نحو 5.91 مليون طناً، يحتل محصول الشعير المرتبة الثانية من حيث الأهمية الاقتصادية بعد القمح في سورية، حيث فُدرت المساحة المزروعة بمحصول الشعير خلال عام 2013 ما يقارب 1270 ألف هكتار، ووصل الإنتاج إلى ما يقارب 910 ألف طناً (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2014)، حيث بلغت المساحة المروية 48935 هكتاراً والبعلية 1213943 هكتاراً. بلغ إنتاج الشعير المروي قرابة 94939 طناً بينما إنتاج الشعير المزروع بعلاً نحو 815981 طناً، وبلغ متوسط الإنتاجية تحت ظروف الزراعة المروية وصل إلى 1941 كغ.هكتار⁻¹، في حين لم تتجاوز 672 كغ.هكتار⁻¹ تحت ظروف الزراعة المطرية (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2014).

تنسم زراعة الشعير في محافظة السويداء بأنها زراعة مطرية، ما يُعرضها للإجهاد المائي stress water سواءً بسبب تذبذب الهطولات المطرية من موسم لآخر أو سوء توزيع الهطول المطري خلال الموسم نفسه أو بسبب انخفاض كمياته. وبلغت المساحة المزروعة بعلاً بالشعير في محافظة السويداء قرابة 13701 هكتاراً والإنتاج 6069 طناً، والإنتاجية 443 كغ.هكتار⁻¹، بينما لا تتجاوز المساحة المروية 2573 هكتاراً (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2014).

تُعد الأصناف والسلالات المحلية العمود الفقري في الإنتاج الزراعي لمقدرتها العالية على التكيف مع ظروف الإجهاد القاسية (Ceccarelli, 1994; Grando *et al.*, 2001)، حيث يُفضل المزارعون الاستمرار في زراعتها بسبب المقدرة العالية للسلالات المحلية على إنتاج غلة حبية جيدة حتى في أصعب الظروف، والحفاظ على النوعية الجيدة للحبوب (Brush, 1999). يُعد تحسين تحمل محاصيل الحبوب (قمح، شعير، ذرة صفراء، ذرة بيضاء، رز) للجفاف مهم جداً كونها تُسهم في تأمين نحو 80 % من إنتاج الغذاء في العالم (Schulze, 1991). وتُعد الخطوة الأولى في أي عملية لتحسين كفاءة محاصيل الحبوب لتحمل البيئات المجردة مائياً هي تحديد الصفات الشكلية والتطورية والفيزيولوجية التي تُسهم في تكيف Adaptation المحصول وفي زيادة كفاءته الإنتاجية Production capacity عند كل مستوى من مستويات الإجهاد المائي، وذلك من خلال تقييم أداء طرز وراثية في مناطق بيئية مختلفة، بحيث يمكن في خطوات لاحقة استعمال هذه الصفات في برامج التهجين والانتخاب للحصول على أصناف متميزة، وملائمة لظروف بيئية محددة (Acevedo, 1991; Ceccarilli *et al.*, 1991).

أكد علماء الفيزيولوجيا وتربية النبات على ضرورة إيجاد الطرز النباتية التي تتمتع بصفات هندسية وشكلية تساعد النبات على تحمل الجفاف ومقاومته سواءً كانت هذه الصفات خاصة بالمجموع الخضري أو بالمجموع الجذري (Bazzaz *et al.*, 2002)، لكن تحديد هذه الطرز التي تلبي حاجة المربي ليس بالأمر السهل، فأكدت التمو (2013) ضرورة استنباط وتطوير أصناف ذات مقدرة تكيفية عالية مع المحافظة على طاقتها الإنتاجية، وذلك من خلال البحث عن الصفات الشكلية، والفيزيولوجية، والبيوكيميائية المرتبطة وراثياً بتحمل إجهادي الجفاف Drought والحرارة المرتفعة، وأشارت إلى ضرورة تقييم السلالات المحلية المزروعة بهدف تحديد تلك الصفات، والعمل على الاستفادة منها كأباء في برامج التربية والتحسين الوراثي التقليدي لتطوير أصناف جديدة ذات كفاءة إنتاجية أعلى ضمن الظروف البيئية المجردة. أكد Ceccarelli وزملاؤه (1987) على أهمية السلالات المحلية السورية من الشعير في تحسين الإنتاجية في منطقة الشرق الأوسط مشيراً إلى أهمية الخصائص الزراعية لهذه السلالات مثل قوة النمو الأولي، و الباكورية Easliness، تحمل البرودة والجفاف. وأشار Grausgruber وزملاؤه (2002) إلى أنه رغم تفوق الأصناف الحديثة في معظم الصفات فإن بعض الأصناف القديمة والسلالات المحلية لا زالت تمثل مصادر وراثية قيمة بفعل

تأقلمها الجيد وامتلاكها لصفاتٍ أخرى مثل تشكيل مجموعة جذرية أكبر Deep well branched root systems ، ما يجعل منها آباء جيدة للتهجين في برامج التربية لتجنب الجفاف وللحفاظ على التنوع الوراثي، لذلك تشكل مسألة تحديد مدى مساهمة الصفات النباتية المختلفة في الغلة الحبية، الأساس القوي في نجاح برامج التربية. فإذا أردنا زيادة الغلة عن طريق تحسين أحد مكوناتها دون الإضرار بالمكونات الأخرى يجب دراسة العلاقات المتبادلة بينها، وتحديد المكون الأكثر تأثيراً في الغلة لاستخدامه كمعيار للانتخاب. كما وأنّ إنتاج الطرز الوراثية الممتازة التي تتصف بثبات الأداء الإنتاجي تحت الظروف البيئية المختلفة هو أحد أهم وسائل استنباط الأصناف المتفوقة، وقد أشار Abdalla (1991) و زملاؤه من خلال دراستهم لأصناف من الشعير والقمح الطري والقاسي تحت أنظمة رطوبة مختلفة إلى أن الوصول إلى إنتاج مرتفع ومستقر مع ثباتية الإنتاج الزراعي يُعبر عن تحمل الإجهاد المائي في ظروف المناطق الأقل استقراراً.

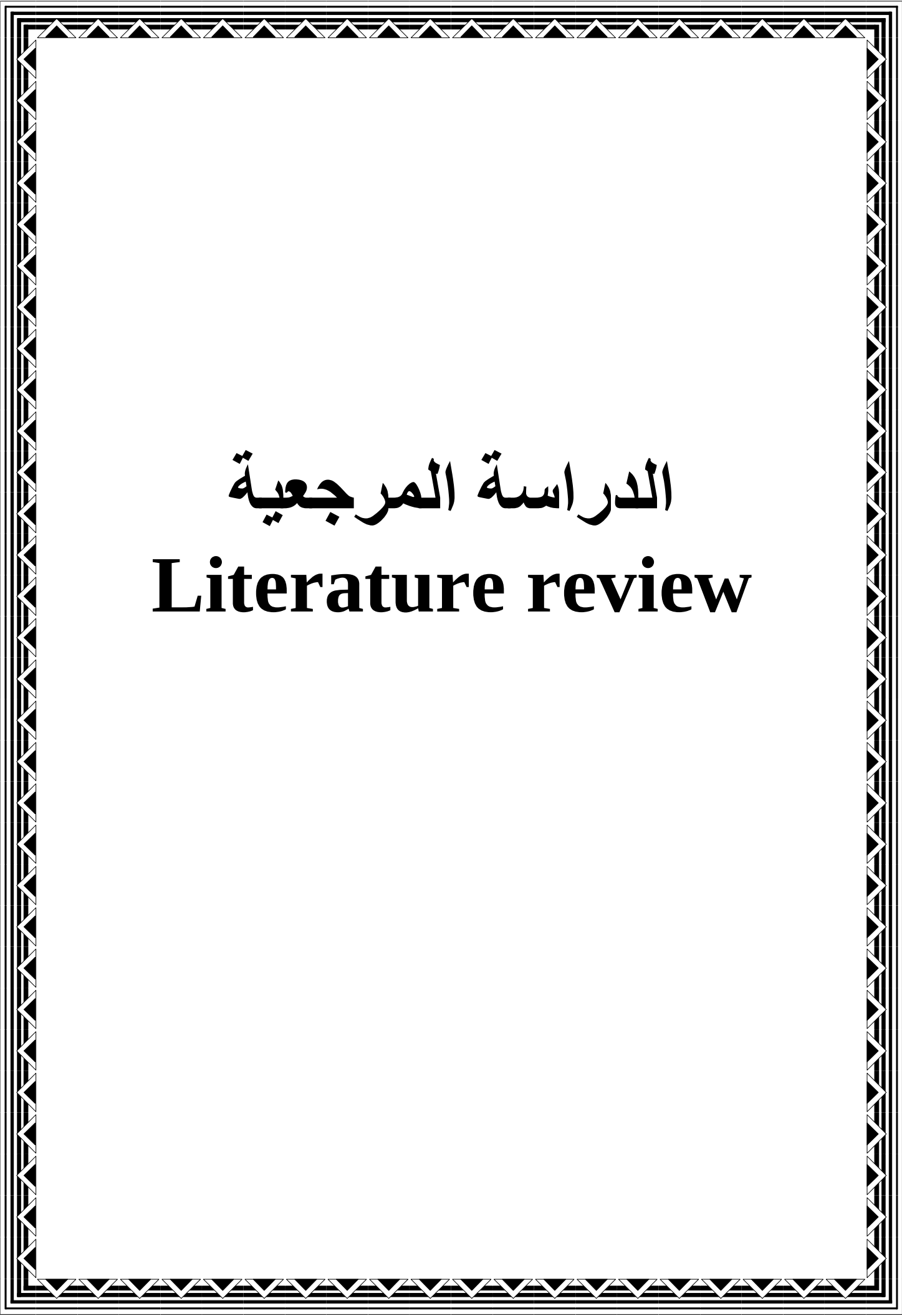
مبررات البحث Research justifications

يُعد محصول الشعير من المحاصيل العلفية المهمة في القطر العربي السوري عموماً، ومحافظة السويداء خصوصاً، وتتسم زراعة الشعير في محافظة السويداء بأنها زراعة مطرية، ما يعرضها للإجهاد المائي سواء بسبب انخفاض معدّل الهطول المطري السنوي، و تذبذبه أو سوء توزيعه خلال الموسم الزراعي نفسه، وغالباً ما يترافق الإجهاد المائي مع ارتفاع درجات الحرارة في أواخر فصل الربيع، حيث يكون النبات في مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب، وهذا يؤدي إلى تدني الإنتاجية الحبية والحيوية في وحدة المساحة لهذا المحصول.

يُضاف إلى ذلك عدم اهتمام المزارعين في محافظة السويداء بزراعة الأصناف المُحسّنة والمعتمدة من قبل المؤسسة العامة لإكثار البذار، التي لم تُختبر بعد في مناطق زراعة الشعير في محافظة السويداء، لذلك من الضروري أن يتم تقييم الأصناف المعتمدة في الزراعة السورية لتحمل الإجهاد المائي مخبرياً وحقلياً حتى نتمكن من تحديد الصنف الأنسب لمناطق زراعة الشعير في محافظة السويداء.

أهداف البحث Research objectives

- 1) تطوير ثقافة غريلة مخبرية سريعة وفعّالة في سبر التباين الوراثي في استجابة بعض أصناف الشعير لتحمل الإجهاد الحلولي Osmotic stress عند مستوى البادرة الفتية.
- 2) تقييم أهمية التحريض Induction في زيادة كفاءة بادرات الشعير على تحمّل المستويات الممينة من الإجهاد الحلولي.
- 3) تقييم أداء بعض أصناف الشعير في البيئات المجهدة مائياً في محافظة السويداء، بالاعتماد على بعض الصفات الشكلية والفسيولوجية والكمية المرتبطة وراثياً بتحسين المقدرة التكيفية والمحافظة على كفاءة المحصول الإنتاجية.



الدراسة المرجعية

Literature review

الدراسة المرجعية Literature Review

يُعتقد أنَّ الشعير من أقدم المحاصيل الحبية التي زرعها الإنسان منذ 10000 سنة، ويُزرع بمساحة تقدّر بنحو 40 مليون هكتاراً في الدول النامية، وهو المحصول الحبي الوحيد الذي يمكن أن ينجح في البيئات الجافة التي يقل فيها معدل الهطول المطري السنوي عن 350 مم، لمقدرته العالية على النمو في بيئات مناخية قاسية (Ceccarelli, 1994)، حيث يتميز الشعير بمقدرة عالية على التكيف ضمن مدى بيئي واسع، بدءاً من خط عرض 50 جنوب خط الاستواء إلى خط عرض 65 شمالاً، وعلى ارتفاعات مختلفة عن سطح البحر (OECD, 2004)..

يُعد الجفاف Drought العامل الرئيس الذي يحدّ من غلة محاصيل الحبوب، والعديد من المحاصيل الرئيسة الأخرى في بيئات حوض البحر الأبيض المتوسط (Araus *et al.*, 2002). وستؤدي التبدلات المناخية إلى زيادة تكرار دورات الجفاف، وخاصةً في جنوب شرق آسيا ومنطقة حوض المتوسط وأمريكا الوسطى، ويتوقع بحلول عام 2050 أن يُؤثر نقص المياه بسبب الجفاف سلباً في قرابة 67 % من سكان العالم (Ceccarelli *et al.*, 2004)، لذلك تُعد عملية التربية لتحمل الجفاف في العديد من الأنواع المحصولية من أفضل السبل، وأنجعها وأقصرها، وأرخصها لتوفير المياه (Ceccarelli and Grando, 2002). ويُعزى التباين الوراثي في تحمل الأنواع النباتية للجفاف إلى تأثير العديد من المورثات المتحكممة بالعديد من الصفات المرتبطة بتحمل الجفاف، ويُساعد تفاعل هذه الصفات وتكاملها في تحسين المقدرة التكيفية للنوع النباتي/النمط الوراثي تحت ظروف شح المياه، كما أنَّ كفاءة بعض الأنماط الوراثية في إعطاء غلة أكبر تحت ظروف الجفاف بالمقارنة مع أنماط أخرى عادةً ما تكون صفة غير مستقرة من وجهة نظر وراثية، ويُعزى ذلك إلى اختلاف وقت حدوث الجفاف، وشدته، وطول فترة الجفاف من موقعٍ إلى آخر، ومن سنةٍ إلى أخرى ضمن الموقع نفسه (التمو، 2013). وإنَّ الأنماط التي تتجح وتجوّد في أحد السنوات الجافة يمكن أن تفشل في سنةٍ أخرى، ويمكن للأنماط المتحملة للجفاف الذي يحدث خلال المراحل المتقدمة من حياة النبات أن لا تكون متحملة للجفاف الذي يحدث بشكلٍ متقطع خلال مراحل مختلفة من حياة النبات، أو الجفاف

الذي يحدث بشكلٍ مبكر خلال موسم النمو (Turner, 2002). اعتبر Farshadfar وزملاؤه (2008) أنّ تحسين تحمل المحاصيل للجفاف يعد هدف رئيسي لمربي النبات في المناطق التي تعتمد في الزراعة على مياه الأمطار، ويبيّن Allen وزملاؤه (1990) أنّ الانتخاب من أجل تحمل الجفاف يجب أن يتم في ظروف بيئية مناسبة، في حين بيّن Ceccarilli (1989) أنّ الانتخاب يجب أن يتم في ظروف بيئية غير مناسبة. من هنا تأتي أهمية التربية للحصول على طرز وراثية متحملة للجفاف، إضافة إلى أهمية الاستثمار الأفضل للتنوع الوراثي المتوفر من أجل تحمل الجفاف، وضرورة فهم أعمق وأوسع للآلية الفيزيولوجية التي تستخدمها النباتات لتحمل الجفاف، وهما أمران ضروريان لضمان الحصول على غلة جيدة عند التعرض للإجهاد المائي (Rizza *et al.*, 2004).

أولاً: تأثير الإجهاد الحولي في نمو البادرات الفتية وتطورها:

لا تتعرض عادةً النباتات مباشرةً لمستوى مميت من الإجهاد اللاأحيائي، وإنما تتعرض أولاً لمستوى غير مميت Sub-lethal level من الإجهاد، وإذا ما استمر الظرف البيئي السيئ (جفاف، حرارة مرتفعة حرارة منخفضة، ملوحة)، فقد يواجه النبات مستوىً مميتاً Lethal level من الإجهاد اللاأحيائي (AL-Ouda, 1999). ويُعدّ تعرّض النباتات لمستوى غير مميت (محرّض) من الإجهاد نتيجة التدهور التدريجي في ظروف النمو البيئية مفرداً أو مجتمعة بمنزلة إشارة تحذير Warning signal، تنبّه النبات إلى ضرورة تهيئة وسائله الدفاعية بشكلٍ جيد حتى يتمكن من تحمل المستوى المميت من الإجهاد (العودة وزملاؤه، 2006). وبشكلٍ عام، عندما تتلقى كل الأنماط الوراثية إشارة التحذير نفسها، المتمثلة بالمستوى المحرّض أو غير المميت من الإجهاد اللاأحيائي، فإنّ الأنماط الوراثية الأقدر على حشد كمية أكبر من الوسائل الدفاعية (تصنيع ذائبات عضوية، بروتينات دفاعية،..الخ) ستكون أقدر على البقاء على قيد الحياة عند مواجهة المستوى المميت من الإجهاد، وأكثر كفاءةً في استعادة نموها إذا ما زال الظرف البيئي غير المناسب (الجفاف) (AL-Ouda, 1999). أجريت دراسة بهدف إيجاد تقانة غريلة مخبرية سريعة وفعّالة في سبر التباين الوراثي لاستجابة بعض أصناف الشعير المحلية (عربي أسود، وعربي أبيض، وقرات6، وأكساد1420، وأكساد1468، وعربي أبيض محسن) للإجهاد الحولي المُصطنع باستعمال سكر بولي إيثيلين جلايكول6000 (PEG-6000) في مرحلة النمو الأولي وتقييم أهمية التعريض المسبق لمستويات غير مميتة (محرّضة) في تحسين

التحمل للمستوى المميت من الإجهاد الحلولي. فبينت النتائج وجود فروقاتٍ معنوية في استجابة أصناف الشعير المدروسة للإجهاد الحلولي، وكانت مقدرة صنف الشعير عربي أبيض على تحمل الإجهاد الحلولي أكبر، إذ أبدى أقل نسبة انخفاض في طول الجذور والبادرات بالمقارنة مع بقية الأصناف، في حين كانت نسبة الانخفاض في تلك المؤشرات أعلى في صنف الشعير عربي أسود بالمقارنة مع بقية الأصناف. وكانت المقدرة على استعادة النمو أفضل في صنف الشعير عربي أبيض بالمقارنة مع بقية الأصناف. وكانت بشكلٍ عام المقدرة على استعادة النمو أعلى في النباتات المحرّضة بالمقارنة مع النباتات غير المحرّضة لدى جميع الطرز الوراثية المدروسة (العودة وزملاؤه، 2006). وفي دراسة لسبر التباين الوراثي لاستجابة أربعة وعشرين طرازاً وراثياً من القمح للإجهاد الحلولي المحدث باستعمال سكر بولي إيثيلين جلايكول 6000 (PEG-6000)، وذلك باعتماد تقانة غريلة مخبرية، سريعة وفعّالة. فقد بيّنت نتائج الدراسة أنّ المعاملة الحلولية (-0.3Mpa) كانت بمنزلة المستوى المحرّض الأمثل، في حين كانت المعاملة الحلولية (-1.5Mpa) بمثابة المستوى المميت الأمثل (جنود، 2007). ولُوحظ وجود فروقاتٍ معنوية في استجابة طرز القمح للإجهاد الحلولي، حيث أبدت الطرز المحتملة للإجهاد الحلولي، مثل حوراني منتخب، وكشك، وحوراني، وصوراني-A، ورزي، وشيحاني تراجعاً أقل في معدل النمو خلال فترة الإجهاد المائي، ومقدرةً أكبر على استعادة النمو في نهاية فترة استعادة النمو بالمقارنة مع الطرز الحساسة للإجهاد الحلولي، مثل جورجيت، ومسكلاوي، وقوقو، وفرعوني-C، وحوراني، وكحلاء هدياء. ولُوحظ أيضاً أنّ البادات المحرّضة أبدت مقدرةً أكبر على استعادة النمو بالمقارنة مع البادات غير المحرّضة (جنود، 2007).

بيّنت النتائج في تجربة لتقييم استجابة بعض طرز القمح الطري السورية والليبية (شام6، شام4، دوما2، بحوث208 صفيت1، صفيت7)، وبعض طرز القمح القاسي السورية والليبية (شام3، شام5، أكساد5، بركة، كريم) للإجهاد الحلولي باستعمال سكر بولي إيثيلين جلايكول 6000 عند مستوى البادرة الفتية باستعمال تقانة الغريلة المخبرية السريعة، بالاعتماد على تقانة الاستجابة للتحريض الحلولي، ودراسة أهمية التحريض في تحسين تحمل البادات للمستويات المميتة من الإجهاد الحلولي. بيّنت النتائج أنّ المستوى الحلولي (-1.6Mpa) هو المستوى المميت الأمثل، والمستوى (-0.4Mpa) هو المستوى المحرّض الأمثل، وقد لُوحظ أنّ نسبة الانخفاض في طول كلّ من الجذور والبادرات كانت الأدنى معنوياً في البادات المُحرّضة، في حين كانت الأعلى معنوياً لدى البادات غير المُحرّضة التي نُقلت

مباشرةً إلى المستوى الحلولي المميت، ما يُشير إلى أهمية التحريض في تحسين كفاءة البادرات على تحمّل المستويات المميّة من الإجهاد الحلولي. وقد صنّفت الأصناف المدروسة استناداً إلى استجابتها للإجهاد الحلولي في طور البادرة الفتية إلى أربع مجموعات تتضمن المجموعة الأولى أصناف القمح الطري شام⁶، وشام⁴، ودوما² كأصناف عالية التحمل للإجهاد الحلولي، لأنّها أبدت أدنى نسبة انخفاض في طول الجذور والبادرات، في حين تضمنت المجموعة الثانية صنف القمح الطري صفيت¹ وأصناف القمح القاسي بركة، وكريم كأصناف عالية الحساسية للإجهاد الحلولي. وتضمنت المجموعة الثالثة صنف القمح القاسي أكساد⁶⁵، وصنفي القمح الطري بحوث²⁰⁸، وصفيت⁷ كأصناف متوسطة التحمل وتضمنت المجموعة الرابعة الأصناف شام³، وشام⁵، والمختار كأصناف متوسطة الحساسية للإجهاد الحلولي استناداً إلى نسبة الانخفاض في طول الجذور والبادرات (التومي، 2012).

نُفذت تجربة مخبرية في مخابر الهيئة العامة للتقانة الحيوية، و في كلية الزراعة بجامعة دمشق، وتجربة حقليّة في محطة بحوث إزرع التابعة للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، خلال الموسمين الزراعيين 2010/2009 و 2011/2010، بهدف تقييم استجابة بعض أنماط الشعير للإجهاد الحلولي Osmotic stress عند مستوى البادرة الفتية باستعمال تقانة الغرلة المخبرية السريعة، بالاعتماد على تقانة الاستجابة للتحريض الحلولي، بيّنت نتائج التجربة المخبرية أنّ معاملة المستوى الحلولي المميت (-1.6Mpa) كانت بمنزلة المستوى الحلولي المميت الأمثل، والمعاملة (-0.6Mpa) بمنزلة المستوى الحلولي المحرّض الأمثل. ولُوحظ أنّ متوسط طول الجذور والبادرات كان الأعلى معنوياً في البادرات المحرّضة (4.77 ، 11.33 سم على التوالي)، في حين كان متوسط طول الجذور والبادرات الأدنى معنوياً في البادرات غير المحرّضة، التي نُقلت مباشرةً إلى المستوى الحلولي المميت (2.33 ، 6.83 سم على التوالي)، ما يُشير إلى أهمية التحريض في تحسين كفاءة البادرات على تحمل المستويات المميّة من الإجهاد الحلولي. ولُوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية ($r = 0.75^*$) بين متوسط طول البادرة والغلة الحبية، ما يؤكد مصداقية تقانة الغرلة المقترحة، وفعاليّتها كتقانة غرلة مخبرية سريعة في كشف التباين الوراثي في استجابة الأنماط الوراثية لتحمل الإجهاد الحلولي (التمو، 2013).

ثانياً: تأثير الإجهاد المائي في نمو النباتات وتطورها وإنتاجيتها تحت ظروف الزراعة الحقلية:

يؤدي الجفاف إلى تقليل كمية المياه المتاحة في منطقة الجذور، ما يُقلل من فرق التدرج في الجهد المائي بين التربة وخلايا المجموعة الجذرية فتتراجع كمية المياه الممتصة (Ritchie, 1983). وقد دلت البحوث على أنَّ إنتاجية المحاصيل تتأثر تأثراً كبيراً بنقص المياه لما لها من تأثير في العمليات الحيوية والفيزيولوجية داخل النبات، مما ينعكس في النهاية على نقص إنتاجية المحصول، وتعتمد فعالية الإجهاد المائي في التأثير في النبات على عدة عوامل أهمها: شدة الإجهاد Stress intensity ، مدته Duration ومرحلة نمو النبات (ناجي وزملاءه، 2004).

تُعد التربية لتحمل الجفاف عملية معقدة جداً، وتحتاج إلى توافر تقانة غربية Screening technique مناسبة وفعّالة في سبر التباين الوراثي لتحمل الإجهاد المائي، وتحديد الصفات الفسيولوجية المفتاحية المرتبطة وراثياً بتحمل الجفاف، إضافةً إلى توافر المهارة لدى مربّي النبات على تجميع بعض الصفات التكيفية المرتبطة بالتحمل مع المحافظة على الكفاءة الإنتاجية بما يتناسب مع مستوى الإجهاد المائي في البيئات المستهدفة (Ramirez and Kelly, 1998). ويُعد الأسلوب الفسيولوجي من أكثر الطرق فعّالية في تطوير الطرز الوراثية عالية التحمل للجفاف، حيث يسمح بإجراء الانتخاب الفعّال خلال الأجيال الانعزالية المبكرة، الأمر الذي يسمح بتسريع وتيرة التحسين الوراثي وتحقيق تقدم وراثي ملموس (Turner and Nicolas, 1987). وتتطلب عمليات التربية لتحسين تحمل الإجهادات اللاحيائية (الجفاف، والحرارة المرتفعة، والملوحة) ضرورة الفهم العميق للعمليات الفسيولوجية والبيوكيميائية المحددة للغلة الحبية (Blum, 1983)، لذلك تعتمد التربية لتحمل الجفاف على الانتخاب لصفاتٍ مرتبطة مباشرةً بالغلة الحبية، لأنَّ الغلة الحبية صفة معقدة وراثياً، وذات درجة توريث منخفضة، وتتأثر بشكلٍ كبير بالعوامل البيئية (Richards et al., 2002)، وهي حصيلة العديد من العمليات الحيوية و البيوكيميائية داخل الخلية النباتية، وإنَّ المورثات المسؤولة عن الكثير من هذه العمليات لا تزال غير معروفة بشكلٍ دقيق، لذلك كان لا بدّ من تجزئة الغلة الحبية إلى مكوناتها وتحديد الصفات المرتبطة وراثياً بالغلة الحبية وتحمل الجفاف، لأنَّ عملية توريث الجزء أيسر من الكل (العودة، 2005)، لذلك عادةً ما يلجأ مربو النبات إلى تحسين الغلة

الحبية عن طريق الانتخاب لصفات ثانوية مرتبطة بتحمل الجفاف، وخاصة الصفات الشكلية والفسولوجية المرتبطة وراثياً بالغلة الحبية، مثل زيادة نسبة المجموعة الجذرية إلى المجموعة الهوائية Root/Shoot ratio، والتفاف الأوراق Leaf rolling (Price *et al.*, 2002)، والمحافظة على استدامة اخضرار الأوراق Stay green، وكفاءة استعمال المياه Water Use Efficiency (WUE) (Reynolds *et al.*, 2005). تتعرض عادةً النباتات للعديد من الإجهادات البيئية التي تحصل بشكل متزامن مع بعضها البعض مثل الجفاف والحرارة المرتفعة، فغالباً ما يترافق الإجهاد المائي مع إجهاد الحرارة المرتفعة خلال المراحل المتقدمة الحرجة في محاصيل الحبوب الصغيرة (القمح، والشعير)، وخاصةً تحت ظروف الزراعة المطرية في بيئات حوض البحر الأبيض المتوسط، بسبب انحباس الأمطار وارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط (Ceccarelli *et al.*, 2004). عادةً ما تكون المقدرة على البقاء Survival مفيدة تحت ظروف الإجهاد المائي الشديد، ولكنها غير مهمة في النظم البيئية الزراعية بقدر أهميتها في النظم البيئية الطبيعية، في حين يكون تحمل الجفاف مع المحافظة على كفاءة النمط الوراثي الإنتاجية أكثر أهمية عندما يكون الإجهاد المائي خفيفاً أو معتدلاً (Voltas *et al.*, 1999).

يُسبب الإجهاد المائي، حتى ولو حدث لفترة زمنية قصيرة خلال المراحل الحرجة من حياة النبات انخفاضاً ملحوظاً في الغلة الحبية (Araus *et al.*, 2002)، ويمكن أن يؤدي أحياناً إذا ما طالت فترته إلى فشل المحصول بشكل كامل وتُعد الأصناف والسلالات المحلية العمود الفقري في الإنتاج الزراعي لمقدرتها العالية على التكيف مع الظروف البيئية القاسية (Grando *et al.*, 2001)، والمقدرة على إنتاج غلة حبية جيدة مع المحافظة على النوعية الجيدة للحبوب (Brush, 1999).

لخص Blum (2006) العوامل الأولية المسؤولة عن الأداء الجيد للمحاصيل الزراعية تحت ظروف الجفاف من خلال تكوين مجموع جذري متعمق قادر على امتصاص ماء التربة بشكل كبير.

وقد أثبتت الأصناف عميقة الجذور قدرتها على تكوين غلة حبية مرتفعة نسبياً تحت ظروف الإجهاد المائي (Lorens *et al.*, 1987)، ويؤدي النمو الأولي المبكر إلى زيادة كفاءة استعمال المياه،

ويمكن أيضاً تحقيق ذلك من خلال التربية لنباتات ذات نمو قائم (Richards *et al.*, 2002) ومحتوى منخفض من الآزوت في وحدة المساحة الورقية (Tambussi *et al.*, 2007)، وزراعة البذور كبيرة الحجم (Aparicio *et al.*, 2002)، وذات سويقة جنينية طويلة (Rebetzke *et al.*, 2004). كما يمكن استعمال مخزونات الساق في امتلاء الحبوب تحت ظروف الجفاف، حيث أن المادة الجافة المخزونة في الساق في وقت الإزهار يُمكن أن تُسهم في امتلاء الحبوب تحت ظروف الجفاف، لأنَّ عملية نقل نواتج التمثيل الضوئي من الساق إلى الحبوب أكثر تحملاً للجفاف من عملية نقل نواتج التمثيل الضوئي من الأوراق إلى الحبوب (Reynolds *et al.*, 2005) ، ويمكن أن تُسهم في زيادة الغلة الحبية الكلية (Shearman *et al.*, 2005).

تُعد صفة النمو الأولي المبكر للبادرات من الصفات التكوينية المهمة المرتبطة بتحمل الإجهاد المائي وزيادة كفاءة استعمال المياه لدى الأنماط الوراثية المزروعة بعلاً، مثل القمح والشعير (Villegas *et al.*, 2000)، ومن الصفات المهمة التي تُسهم في تحسين كفاءة استعمال المياه في محاصيل الحبوب في بيئات البحر المتوسط (Richards *et al.*, 2002)، حيث يُساعد النمو الأولي السريع في تغطية سطح التربة بشكلٍ كامل، ما يقلل من مساحة الأرض المكشوفة والمعرّضة بشكلٍ مباشر لأشعة الشمس، ويحول دون ارتفاع درجة حرارتها (Grando and Quarrie *et al.*, 1999)، ويُسهم استرساء البادات بشكلٍ جيد، والنمو الخضري المبكر في زيادة دليل المساحة الورقية، ومن ثمَّ زيادة معدل تصنيع المادة الجافة وتراكمها (Tyagi *et al.*, 2011). كما بيّنت نتائج البحوث أنَّ زيادة عرض أوراق البادات، وزيادة عدد إسطوانات السويقة الجنينية وطولها من أكثر الصفات فعّالية في تحسين قوة النمو الأولي للبادرات (Tambussi *et al.*, 2007). تُعد الأنماط الوراثية ذات النمو الأولي السريع التي تمتلك مجموع جذري متعمق ومتشعب قادر على امتصاص ماء التربة، ذات مقدرة عالية على تحسين كفاءة استعمال المياه تحت ظروف الجفاف (Turner and Asseng, 2005)، وخاصةً في ظروف بيئات حوض البحر الأبيض المتوسط التي تتصف بتذبذب الهطول المطري خلال موسم النمو، وانخفاض معدّل الأمطار خلال فترة

امتلاء الحبوب (Blum, 2009). ويرى Moral وزملاؤه (2002) أنَّ غلة الشعير في مثل هذه الظروف تعتمد على الوزن الجاف للنبات عند الإزهار، وهذا يعني أن المخزون الخصري يملك المساهمة الأعلى في عملية امتلاء الحبوب، وبالتالي يمكن للزراعة المبكرة أن تتيح للنبات فترة نمو اطول وهذا يؤدي إلى زيادة الغلة (Araus, 2002).

بيّنت نتائج أداء صنفين من الشعير هما Graphic و Kym المتماثلين في مواعي الإزهار، والنضج، حيث كان إنتاج الصنف Graphic أعلى معنوياً من الصنف Kym في جميع المواقع المدروسة، وذلك لامتلاك نباتات الصنف Graphic عدد أكبر من الإشطاعات الكلية في النبات الواحد وعدداً أكبر من الاشطاعات المثمرة ، بينما كانت نسبة الكتلة الحية للأجزاء الهوائية إلى الأرضية أقل في الصنف Graphic مقارنة مع الصنف Kym، وأشارت النتائج إلى أنَّ تفوق الغلة الحبية في الصنف Graphic تحت مدى واسع من البيئات في منطقة غرب المتوسط هو نتيجة زيادة معدل نمو النباتات، وزيادة معدل التمثيل الضوئي الكلي خلال مرحلة الإشتاء، وامتلاك الصنف Graphic مجموعاً جذرياً أكبر حجماً وتشعباً بالمقارنة مع الصنف Kym، ممّا ساعد في زيادة كمية الماء الممتصة وتأمين كمية كافية من الماء خلال المراحل الحرجة المتقدمة من حياة النبات وخاصة مرحلتي الإزهار وامتلاء الحبوب (Tambussi *et al*, 2005).

في تجربة نُفذت بهدف تقييم أداء بعض التراكيب الوراثية (أصول برية، وسلالات محلية، وأصناف) من الشعير تحت ظروف الزراعة المطرية، في منطقتين متباينتين بيئياً في محافظتي درعا والسويداء. لوحظ أنَّ متوسط ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً في موقع إزراع الأكثر هطولاً (82.18 سم) بالمقارنة مع موقع حوط الأكثر جفافاً (32.60 سم)، حيث انخفض متوسط طول النبات بنسبة 60% في موقع حوط نتيجة انخفاض معدل الهطول المطري بنحو 36% بالمقارنة مع موقع إزراع. وكان متوسط ارتفاع النبات، ومتوسط طول حامل السنبل الأعلى معنوياً لدى الأصول البرية، في حين كانا الأدنى معنوياً لدى نباتات السلالات المحلية والأصناف المزروعة، كان متوسط طول السلامة الطرفية الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف أكساد¹⁴²⁰، والسلالات المحلية السويداء¹، والسويداء³، والسويداء²، والأصل البري درعا¹ في موقع حوط الأكثر جفافاً (0.00 سم للجميع)، حيث فشلت السنابل في نباتات هذه الطرز من الخروج بشكلٍ كامل من غمد الورقة العلمية. ولُوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة

ومعنوية بين صفة ارتفاع النبات وطول حامل السنبله ($r=0.63^{**}$) في موقع إزرع، ما يُشير إلى أنّ الطول النهائي للنبات يتحدد بدرجة كبيرة بطول السلامة الطرفية (التمو، 2007). وفي دراسة لتوصيف خمسة عشر طرازاً من الأصول البرية للشعير، تمّ جمعها من عدة قرى من محافظات المنطقة الجنوبية من سورية (القنيطرة، ودرعا، وريف دمشق، والسويداء)، بالإضافة إلى ثلاثة مدخلات (إدلب، وحماة، واربند من الأردن)، والصنفين المحليين عربي أسود، وعربي أبيض في مزرعة أبي جرش- كلية الزراعة. بيّنت النتائج وجود فروقاتٍ معنوية في صفتي ارتفاع النبات وطول حامل السنبله، حيث تفوقت جميع الأصول البرية على الأصناف المحلية. ولُوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة ارتفاع النبات وصفة طول حامل السنبله ($r = 0.95^{**}$) (منوخ، 2010).

بيّنت النتائج في دراسةٍ لتقييم أداء بعض طرز القمح القاسي والطري السورية والليبية، وذلك لموسمين زراعيين متتاليين تحت ظروف الزراعتين البعلية والمروية. بيّنت النتائج أنّ متوسط ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية (79.86 سم) بالمقارنة مع الزراعة المطرية (66.61 سم)، وكان متوسط ارتفاع النبات الأعلى معنوياً لدى الأصناف شام5، وصفيت7، وأكساد65 (89.00، 86.77، 85.18 سم على التوالي) خلال الموسم الزراعي الأول الأكثر هطولاً بالمقارنة مع الموسم الزراعي الثاني الأقل هطولاً. وكان متوسط طول حامل السنبله الأعلى معنوياً لدى النباتات خلال الموسم الزراعي الأول الأكثر هطولاً (35.16 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني الأقل هطولاً (25.46 سم) (التومي، 2012).

بيّنت نتائج دراسة حقلية لتقييم استجابة سلالات أكساد من القمح الطري (19 سلالة مبشرة)، بالإضافة إلى الشاهد المحلي (شام6) لظروف الإجهاد المائي تحت ظروف الزراعة المطرية في محطة بحوث إزرع في محافظة درعا، أنّ متوسط ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية أكساد1139 وأكساد1135، وأكساد1159 (63.33، 61.33، 60.33 سم على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطرز الوراثية أكساد1147، وأكساد1115، والشاهد المحلي (شام6) (47.00، 52.67، 54.00 سم على التوالي). وكان متوسط طول حامل السنبله الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية أكساد1159، وأكساد1139 (22.67، 22.33 سم على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى السلالات أكساد1157، وأكساد1163، وأكساد1155 (14.83، 15.00، 15.83 سم على التوالي). ما يُشير إلى وجود تباين وراثي في هاتين الصفتين استجابة لظروف الإجهاد المائي، ويؤكد على أهميتهما

كمعايير انتخاب مهمة في برامج التربية والتحسين الوراثي في البيئات المجعدة مائياً. ولوحظ وجود علاقة ارتباط سلبية ومعنوية بين صفة الغلة الحبية وارتفاع النبات ($r = -0.51^*$)، أي تؤثر زيادة طول النبات سلباً في غلة المحصول الحبية تحت نظم الزراعة المطرية. ولُوحظ أيضاً وجود علاقة ارتباط سلبية ومعنوية بين غلة محصول القمح الطري الحبية، ومتوسط طول حامل السنبل (السلامية الطرفية) ($r = -0.62^*$)، ما يُشير إلى أهمية انتخاب الطرز الوراثية القصيرة، التي تتسم أيضاً بقصر طول السلامة الطرفية لضمان زيادة غلة محاصيل الحبوب الشتوية الصغيرة (القمح، والشعير) الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي (محمود، 2009). أشارت مصطفى (2010) إلى أن صفة زيادة طول حامل السنبل من أهم الصفات الشكلية المساهمة في تمييز السلالات عالية الإنتاجية في ظروف الجفاف كما لصفة طول السفا دور مهم في تحسين الإنتاجية تحت ظروف الجفاف المترافق مع الإجهاد الحراري في دراستها على القمح القاسي.

يُعبّر دليل المساحة الورقية LAI (Leaf)Area Index عن درجة التوريق Leafiness في النبات، ومن ثمّ مساحة المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي وبالتالي كفاءة النبات التمثيلية، حيث تتناسب كمية الطاقة الضوئية الممتصة، والمادة الجافة المصنّعة طرداً مع زيادة دليل المساحة الورقية حتى حدٍ معين، ولكن يجب توخي الحذر عند الانتخاب لمثل هذه الصفة في البيئات الشحيحة بالمياه، بحيث تُنتخب الطرز التي تشكل النسبة الأكبر من دليل المساحة الورقية تماماً قبل بدء مرحلة الطلب الأعظمي على نواتج التمثيل الضوئي 20 - 30 يوماً قبل الإزهار (Fischer, 1985). ولا تُفضل الأنماط الوراثية التي تُشكل الجزء الأكبر من دليل المساحة الورقية خلال المراحل المبكرة من حياة النبات، حيث يؤدي ذلك إلى زيادة مساحة المسطح القابل للنتح، ما قد يؤدي إلى استهلاك كميات كبيرة من المياه المتاحة بشكلٍ محدود في التربة، وقد يؤدي ذلك إلى استنفاد محتوى التربة المائي خلال المراحل المتقدمة الحرجة من حياة النبات (الإزهار، وامتلاء الحبوب)، وقد تفشل النباتات جراء ذلك في إعطاء أي غلة حبية، لأنّ الماء هو الناقل الوحيد لنواتج عملية التمثيل الضوئي من المصدر إلى المصب. وقد بيّنت نتائج البحوث وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين المساحة الورقية LA، وكفاءة النبات (Stockman *et al.*, 1983). و ذكر Pask وزملاؤه، (2012)، أن الورقة العلم لها تأثير كبير في الغلة الحبية، ووجد

Joo و Bahrani (2010) أن الورقة العلم تعتبر من الأجزاء النباتية المهمة جداً في فترة امتلاء الحبوب، إن مساحة الورقة العلم وبشكل خاص في محصولي القمح والشعير تؤدي دوراً مهماً ومؤثراً في المساهمة في الغلة الحبية، كونها أقرب الأوراق إلى السنبل، وتؤدي دوراً مهماً في عملية التركيب الضوئي.

بيّنت نتائج تجربة تقييم أداء بعض التراكيب الوراثية من الشعير تحت ظروف الزراعة المطرية، في منطقتين متباينتين بيئياً في محافظتي درعا والسويداء، أنّ متوسط مساحة الورقة العلمية وما دون العلمية وحجم المسطح الورقي الأخضر كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الأصول البرية بالمقارنة مع الأصناف والسلالات المحلية، وقد لوحظ وجود توافق في كفاءة الطرز الوراثية في تشكيل مساحة ورقة علمية وما دون ورقة علمية. وكان متوسط دليل المساحة الورقية الأعلى معنوياً لدى السلالة السويداء¹ (0.48)، في حين كان الأصل البري عمان¹ الأدنى معنوياً في دليل مساحة ورقية (0.049) (التمو، 2007). وفي تجربة لتقييم أربعة أصناف من الشعير (BARI Barley-1, BARI Barley-2, BHL-3, BL-1)، في بنغلاديش خلال الموسم الزراعي 2004-2005، تحت ظروف الزراعتين المروية والبعلية (شاهد). بيّنت النتائج أنّ متوسط دليل المساحة الورقية كان الأعلى معنوياً لدى النباتات تحت ظروف الزراعة المروية بالمقارنة مع النباتات تحت ظروف الزراعة المطرية، ما يُشير إلى أهمية توافر الماء للمحافظة على ضغط الامتلاء في الخلايا النباتية، وبالتالي استمرار استطالة الأوراق، ما يؤدي إلى زيادة حجم المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي (Mollah and Paul, 2008).

لُوحظ في دراسة حقلية لتقييم استجابة سلالات أكساد من القمح الطري لظروف الإجهاد المائي تحت ظروف الزراعة المطرية في محطة بحوث إزرع. أنّ متوسط مساحة الورقة العلمية كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الشاهد المحسّن أكساد⁹⁰¹ (دوما⁴) (25.40 سم²)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية أكساد¹¹⁵³، وأكساد¹¹¹⁵ (15.93، 15.45 سم² على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات السلالتين أكساد¹⁰⁹⁷، وأكساد¹¹⁴⁹ (7.50، 8.11 سم² على التوالي). كما بيّنت النتائج أنّ متوسط دليل المساحة الورقية كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الطرز الوراثية أكساد⁹⁰¹، وأكساد¹¹²³ (1.003، 1.00 على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الطرز الوراثية أكساد¹⁰⁹⁷، وأكساد¹¹³⁵، وأكساد¹¹³¹ (0.490، 0.500، 0.520 على التوالي). ولُوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين

صفة الغلة الحبية ودليل المساحة الورقية ($r = 0.65^*$)، ما يُشير إلى أهمية المحافظة على استتالة خلايا الأوراق تحت ظروف الإجهاد المائي لزيادة غلة المحصول الحبية، وذلك حتى حدٍّ معين يتناسب مع محتوى التربة المائي وكفاءة النبات في استعمال المياه، وحجم المصب (محمود، 2009). كما لوحظ في تجربة تقييم أداء بعض طرز القمح الطري والقاسي السورية والليبية، وذلك لموسمين زراعيين متتاليين. أنَّ متوسط دليل المساحة الورقية كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الأصناف المزروعة تحت ظروف الري الكامل بالمقارنة مع نباتات الأصناف المزروعة تحت ظروف الزراعة المطرية. وكان متوسط دليل المساحة الورقية الأعلى معنوياً لدى الأصناف بحوث²⁰⁸، وأكساد⁶⁵، ودوما²، وصفيت⁷ (4.65، 4.65، 4.62، 4.61 على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الأصناف المختار، وصفيت، وبركة (1.57، 1.87، 1.93 على التوالي). ما يُشير إلى أهمية إتاحة المياه بكميات كافية للمحافظة على جهد الامتلاء داخل خلايا الأجزاء الهوائية، لضمان استمرار استتالتها ونموها (التومي، 2012).

نُفذت تجربة حقلية في محطة بحوث إزرع التابعة للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، خلال الموسمين الزراعيين 2010/2009 و 2011/2010، بهدف تقييم استجابة بعض أنماط الشعير للإجهاد المائي، لوحظ تحت ظروف الزراعة الحقلية وجود تباين وراثي معنوي في استجابة الطرز الوراثية المدروسة لظروف الإجهاد المائي، حيث كان أداء الطرز الوراثية خلال الموسم الزراعي الثاني (الأكثر هطولاً: 327.9 مم. سنة⁻¹) أفضل بالمقارنة مع الموسم الزراعي الأول (الأقل هطولاً: 299.3 مم. سنة⁻¹)، ولُوحظ أنَّ متوسط ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً لدى الأصول البرية الحسكة، ودرعا، والسويداء (132.56، 124.25، 122.83 سم على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الأصناف أكساد⁶⁰، وأكساد¹⁷⁶ (96.06، 99.61 سم على التوالي). وكان متوسط طول حامل السنبل الأعلى معنوياً لدى نباتات الأصل البري الحسكة (21.24 سم)، تلاه الأصول البرية درعا، وعمان (16.65، 14.27 سم على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الصنف أكساد⁶⁰، والسلالة أكساد¹⁴²⁰ (2.19، 3.56 سم على التوالي). وكان متوسط مساحة الورقة العلمية وما دون العلمية، ودليل المساحة الورقية الأدنى معنوياً لدى نباتات الأصول البرية بالمقارنة مع الأصناف والسلالات المحلية (التمو، 2013).

يُمكن أن يُساعد تقدير محتوى الماء النسبي في الأوراق Leaf Relative Water Content في إعطاء فكرة غير مباشرة عن حجم المجموعة الجذرية، أو المقدرة على التعديل الحولي (OA) Osmotic adjustment حيث تُساعد هاتين الآليتين في استخلاص وامتصاص كمية أكبر من ماء التربة لتعويض الماء المفقود بالنتح، ما يُساعد في المحافظة على محتوى الأوراق المائي (Reynolds *et al.*, 2000). وقد بيّنت التجارب وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين المقدرة على التعديل الحولي، ومحتوى الماء النسبي في الأوراق تحت ظروف الإجهاد المائي (Subbarao *et al.*, 2000). ولُوحظ أنَّ المقدرة على التعديل الحولي تُساعد في الحفاظ على محتوى عالٍ من الماء النسبي في الورقة (LRWC) في ظروف انخفاض الجهد المائي للورقة Leaf water potential (LWP)، وذلك من خلال الحفاظ على امتلاء الخلايا، وبالتالي العمليات الضرورية لاستمرار نمو النبات، وإعطاء غلة حبية جيدة تحت الظروف المعتدلة والقاسية من الإجهاد المائي (Ali *et al.*, 1999). وبيّنت نتائج دراسة استجابة سلالات أكساد من القمح الطري (19 سلالة مبشرة) بالإضافة إلى الشاهد المحلي (شام6) لظروف الإجهاد المائي تحت ظروف الزراعة المطرية في محطة بحوث إزرع في محافظة درعا، أنَّ متوسط محتوى الماء النسبي في الأوراق كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الطرز الوراثية أكساد1139، وأكساد1103، وأكساد1145 (44.54، 47.32، 47.78) % (على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الطرز الوراثية أكساد1147، وأكساد1153، وأكساد1123 (32.61، 32.74، 32.83 % على التوالي). ولُوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة الغلة الحبية ومحتوى الماء النسبي في الأوراق ($r = 0.42^*$) (محمود، 2009).

وأشارت التمر (2013) أنَّ متوسط محتوى الماء النسبي في الأوراق كان الأعلى معنوياً خلال الموسم الزراعي الثاني (87.19%) (الأكثر هطولاً) بالمقارنة مع الموسم الزراعي الأول (71.57%) (الأقل هطولاً). ولُوحظ أنَّ الطرز الوراثية التي أبدت تفوقاً معنوياً بصفة محتوى الماء النسبي في الأوراق، مثل الصنف أكساد176 والسلالة أكساد1182، والصنف أكساد60 قد أبدت أيضاً تفوقاً معنوياً في صفة دليل المساحة الورقية. يؤدي الإجهاد المائي عادةً إلى تخريب الأغشية الخلوية (Levitt, 1980) Membrane integrity، ما يؤدي إلى زيادة نفاذيتها، وفقدان خاصيتها الاصطفائية، ومن ثم تسرب الذائبات المعدنية والعضوية المفيدة لحياة الخلية النباتية ما يؤدي إلى موتها، لذلك ترتبط حياة الخلية النباتية ومن ثم قدرتها على استعادة النمو بكفاءة النوع/الطرز الوراثي في المحافظة على سلامة الأغشية السيتوبلاسمية، وبالتالي فإن عملية تطوير طرز وراثية تمتاز

بالقدرة على المحافظة على استقرار وثباتية الأغشية الحيوية تحت ظروف الإجهاد اللاأحيائي هي من أهم السبل لتحسين تحمل تلك الطرز لذلك الإجهاد (Vasquez-Tello, 1990)، كما تُسبب درجات الحرارة المرتفعة أثناء نمو المحصول وتطوره ضرراً كبيراً في الأغشية السيتوبلاسمية وتزيد من معدل شيخوخة الأوراق (Liu and Huang, 2000).

قدّر Hendry و زملاؤه (1987) أنّ نحو 10^4 طن من الكلوروفيل (اليخضور) يتحطم سنوياً على مستوى العالم، آخذين بعين الاعتبار تدهور الكلوروفيل الحاصل خلال فصل الخريف والتدهور الناجم من فعاليات الإنسان، والتغيرات اليومية في الأصبغة التمثيلية. عموماً، يسبب الإجهاد المائي تدهوراً في جزيئات الكلوروفيل نتيجة زيادة نشاط الأنزيم المفكك لليخضور Chlorophyllase (Dubey, 1997)، ويشمل تدهور الكلوروفيل بشكلٍ أساسي الكلوروفيل a عندما تزيد الطاقة الضوئية الممتصة من قبل الأصبغة التمثيلية عن كفاءة النبات على استعمال المركبات الغنية بالطاقة مثل NADPH، والـ ATP، عادةً، عندما يصبح النبات غير قادر على التخلص من الطاقة الضوئية الزائدة Energy dissipation، غالباً ما يحدث تثبيط لعملية التمثيل الضوئي (التثبيط الضوئي Photoinhibition)، وتبدأ الأصبغة اليخضورية بالتغير وفي حال استمرت ظروف الإجهاد سيحدث تدمير لتلك الأصبغة نتيجة حدوث الأكسدة الضوئية Photo oxidation حيث يتم تحويل الطاقة من الحالة المحرّضة الدنيا لجزيئات الكلوروفيل إلى أكسجين جزيئي في حالته الأساسية، ما يؤدي إلى تشكيل الأوكسجين المفرد Singlet Oxygen وتشكيل جذير شاردي موجب قوي ($P680^+$) يمتلك طاقة تأكسدية كبيرة كافية لأكسدة الكلوروفيل و β -Carotene المرتبطين مع مركز التفاعل في النظام الضوئي الثاني PSII (العودة و زملاؤه، 2005).

من المعروف أنّ ثباتية جزيئات الكلوروفيل تتباين بشكلٍ كبير باختلاف المرحلة من عمر النبات، وكلما كانت الأوراق أكبر عمراً، كان الكلوروفيل أكثر استقراراً، ولُوحظ تراجع المحتوى من الكلوروفيل في محصول الفول بدرجة أكبر في الأوراق بعمر يومين مقارنة مع الأوراق بعمر عشرة أيام خلال فترة الظلام (8 ساعات) التي تلت فترة إضاءة (16 ساعة)، ووُجد أنّ الكلوروفيل (b) كان أكثر حساسية من الكلوروفيل (a) (Schefs, 1994). يُعد التغير في محتوى الأوراق من الأصبغة التمثيلية Photosynthetic pigments أحد ردود فعل النبات على الإجهاد المائي، حيث أنّ الأصبغة

الضوئية. تؤدي دوراً مهماً في حصاد الضوء ويتغير محتوى الأوراق من الكلوروفيل والأصبغة الضوئية ومحتوى كل من الكلوروفيل (a)، و (b) تحت تأثير الجفاف (Farooq et al., 2009)، كما تؤدي الكاروتينات دوراً أساسياً في مقاومة ظروف الجفاف (Jaleel et al., 2008)، ويقوم الإجهاد المائي بدور مثبط لمحتوى الأوراق من (a)، و (b)، ما يؤدي إلى الحد من بروتينات الأصبغة المسؤولة عن الحصاد الضوئي المرتبطة بالنظام الضوئي photosystem (Sayed, 2003)، وقد بينت الأبحاث على نبات الحمص حيث تم تقييم تأثير الجفاف على محتوى الكلوروفيل ف لوحظ انخفاضه بشكل ملحوظ (Raheleh et al., 2011). عموماً يؤدي الإجهاد المائي إلى شيخوخة الأوراق وذلك بسبب فقد الآزوت السريع وتخریب جزئیات اليخضور (Gan and Amasino, 1997) وهذا ما بيّنته نتائج دراسة على عدد من المحاصيل كالحمص *(Cicer arietinum L.) Chickpea* (Davies et al., 1994) وفول الصويا *(Glycine max L.) Soybean* (de Souza et al., 1997).

يعمل الإجهاد المائي الشديد على تثبيط عملية التمثيل الضوئي للنباتات، ويؤدي إلى تراجع في محتوى النباتات من الكلوروفيل، عن طريق التأثير في مكونات الكلوروفيل والأضرار الذي تلحق بأجهزة التمثيل الضوئي نتيجة الضرر الذي يلحق بالصانعات الخضراء Chloroplasts (Smirnoff, 1995)، وتراجع الكفاءة في القدرة على حصاد الضوء، وبين (Manivannan et al., 2007) أنّ الجفاف سبب انخفاضاً كبيراً في محتوى كل من الكلوروفيل (a)، ومحتوى الكلوروفيل (b)، ومحتوى الكلوروفيل الكلي في جميع أصناف زهرة الشمس Sunflower (*Helianthus annuus L*) المدروسة. أظهرت نتائج دراسة أجريت على ثلاثة أصناف من الحمص لتقييم تأثير الإجهاد المائي خلال مراحل النمو الخضري والإزهار على محتوى الأوراق من الكلوروفيل انخفاض محتوى الأوراق من الكلوروفيل a، والكلوروفيل b (Mafakheri et al., 2010).

بين Passioura (1977) أنّ غلة محاصيل الحبية تحت ظروف البيئات الشحيحة بالمياه تعتمد على ثلاثة مكونات: $Y = TE \times WUE \times HI$ ، حيث أنّ: Y : الغلة الحبية، TE : كمية المياه المفقودة بالتبخر نتح، WUE : كفاءة استعمال المياه، HI : دليل الحصاد، تُشير هذه المعادلة إلى

أهمية صفة كفاءة استعمال المياه كمعيار انتخاب لتحسين غلة محاصيل الحبوب تحت ظروف الزراعة المطرية. يُمكن أن تحقق النباتات كفاءةً عاليةً في استعمال المياه من خلال زيادة معدل التمثيل الضوئي أو من خلال تقليل معدل التنفس، وفقد المياه بالنتح أو كلاهما معاً (Farquhar et al., 1982).

بيّن Ortiz وزملاؤه (2002) في محصول الشعير ارتباط الغلة الحبية مع عدد الإشطاعات الخصبة في وحدة المساحة. لوحظ في دراسة لتقييم أداء بعض التراكيب الوراثية (أصول برية، وسلالات محلية، وأصناف) من الشعير تحت ظروف الزراعة المطرية، في محافظتي درعا والسويداء. أنّ نسبة الإشطاعات المثمرة إلى الكلية كانت الأعلى معنوياً لدى السلالات المحلية السويداء³، والسويداء¹، والسويداء²، ودرعا¹ (0.8665، 0.8427، 0.8372، 0.8292 على التوالي)، في حين كانت الأدنى معنوياً لدى جميع الأصول البرية مثل الحسكة¹ والسويداء¹ (0.6675، 0.6732 على التوالي). وكانت نسبة الإشطاعات المثمرة إلى الكلية معنوياً أعلى في موقع إزرع الأكثر هطولاً (0.8430) بالمقارنة مع موقع حوط الأكثر جفافاً (0.6919). ولُوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين نسبة الإشطاعات المثمرة إلى الكلية وغلة المحصول الحبية ($r = 0.80^{**}$) ما يُشير إلى أنّ صفة نسبة الإشطاعات المثمرة إلى الكلية من أهم الصفات المحددة لغلة محصول الشعير في البيئات المجردة مائياً (التمو، 2007). وفي دراسة لتوصيف مجموعة من الأصول البرية للشعير، وثلاثة مدخلات (إدلب، وحماة، وإريد من الأردن)، والصنفين المحليين الشعير عربي أسود وعربي أبيض في مزرعة أبي جرش - كلية الزراعة. بيّنت النتائج أنّ نسبة الإشطاعات المثمرة إلى الكلية كانت الأعلى معنوياً لدى الصنفين المحليين عربي أسود، وعربي أبيض بالمقارنة مع جميع الأصول البرية (منوخ، 2010). لوحظ في تجربة تقييم أداء بعض التراكيب الوراثية من الشعير تحت ظروف الزراعة المطرية، في منطقتين متباينتين بيئياً في محافظتي درعا والسويداء. أنّ متوسط الكتلة الحيوية كان الأعلى معنوياً لدى الصنف فرات³، والسلالة المحلية درعا¹ (325.8، 316.4 غ. م⁻² على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الأصول البرية السويداء² وعمان²، والصنف أكساد¹⁴²⁰ (121.1، 133.8، 134.0 غ. م⁻² على التوالي). وقد شكّلت النباتات بشكل عام كتلة حية أكبر في موقع إزرع (395.1 غ. م⁻²) بالمقارنة مع موقع حوط (17.81 غ. م⁻²). ويُعزى ذلك إلى التراجع الكبير الحاصل في نمو الأجزاء الهوائية المختلفة نتيجة تراجع محتوى التربة المائي (التمو، 2007).

وقد بيّنت نتائج تقييم أداء بعض طرز القمح القاسي والطري السورية والليبية تحت ظروف الزراعتين البعلية والمروية، أنّ متوسط الغلة البيولوجية كان الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية، لدى أصناف القمح الطري بحوث²⁰⁸، وشام⁶، ودوما²، والمختار (2250، 2125، 1894، 1865 غ. م² على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف الزراعة المطرية، لدى أصناف القمح القاسي شام³، وأكساد⁶⁵ (691.3، 788.3، 860.6، 888.7 غ. م² على التوالي) (التومي، 2012).

ارتبطت الغلة الحبية تقليدياً بمكونين رئيسيين هما عدد الحبوب في وحدة المساحة (يتكون من عدد السنابل في وحدة المساحة، وعدد الحبوب في السنبلة)، ووزن الحبوب، وقد ارتبطت عملية زيادة الغلة الحبية في الشعير بزيادة عدد الحبوب في وحدة المساحة، في حين لم يتغير وزن الحبوب بشكل واضح بفعل التحسين الوراثي للغلة، حتى أنّ بعض النتائج أظهرت حدوث نقص في هذه الصفة، وقد اعتمدت زيادة عدد الحبوب على زيادة عدد السنابل في وحدة المساحة بشكل رئيسي باستثناء الأصناف سداسية الصف حيث كانت زيادة عدد الحبوب في السنبلة كافية لتعويض النقص في الوزن والحفاظ على معدل ايجابي لتحسين الغلة (Abeledo *et. al.*, 2002). تتجلى أهمية الانتخاب لصفة عدد الحبوب في المتر المربع، في كون هذه الصفة ذات قابلية توريث عالية بالمقارنة مع صفة غلة الحبوب. لوحظ وجود علاقة ارتباط قوية جداً بين عدد الحبوب في المتر المربع، ونسبة المادة الجافة المتوافرة خلال الفترة الحرجة من حياة النبات التي يتحدد فيها عدد الحبوب النهائي في وحدة المساحة من 20 - 30 يوماً قبل الإزهار مباشرةً (Fisher, 1985; Slafer, 2003). يمكن زيادة كمية المادة الجافة المتاحة لنمو السنابل وتطورها عن طريق تقليل عدد الإشطاعات الكلية المتشكلة، حيث يسمح تشكل عدد أقل من الإشطاعات بتوفير كمية كافية من المادة الجافة لاستمرار نمو الإشطاعات الخضرية وتحولها إلى إشطاعات مثمرة Reproductive tillers، ما يسمح بإعطاء عدد أكبر من السنابل والحبوب في المتر المربع وزيادة قيمة دليل الحصاد (HI) والغلة الحبية النهائية (Richards, 1996). بيّن Alvaro وزملاؤه (2008) ارتفاع عدد الحبوب في وحدة المساحة في الأصناف الحديثة من القمح بالمقارنة مع الأصول البرية والسلالات المحلية. ويُعزى ذلك إلى المقدرة على الحفاظ على عدد أكبر من الزهيرات الخصبة على قيد الحياة خلال فترة الإزهار، التي تُعد من

المراحل الحساسة في حياة النبات، حيث يُحدد عدد السنبيلات الخصبة عدد الحبوب النهائي في وحدة المساحة المزروعة، والغلة الحبية النهائية (Araus *et al.*, 2008). تتحدد الغلة الحبية تحت ظروف الإجهاد المائي باثنين من المكونات الفسيولوجية، وهي المسطح الورقي الفعّال في عملية التمثيل الضوئي خلال فترة امتلاء الحبوب، الذي يُسهم في زيادة تراكم المادة الجافة، والثاني، هو زيادة عدد الحبوب المتشكلة في السنبلة خلال الفترة الحرجة من حياة النبات قبل الإزهار، حيث تشتد المنافسة على نواتج التمثيل الضوئي (Tollenaar and Lee, 2006).

بيّنت نتائج تجربة تقييم أداء بعض التراكيب الوراثية من الشعير تحت ظروف الزراعة المطرية، في منطقتين متباينتين بيئياً في معدلات الهطول المطري ومتوسط درجات الحرارة في محافظتي درعا والسويداء. أنّ متوسط عدد الحبوب في المتر المربع كان الأعلى معنوياً لدى الأصناف والسلالات المحلية بالمقارنة مع الأصول البرية، وكان متوسط عدد الحبوب في المتر المربع الأعلى معنوياً في موقع إزرع الأكثر رطوبة (4131 حبة. م⁻²) بالمقارنة مع موقع حوط الأكثر جفافاً (609 حبة. م⁻²) (التمو، 2007). وفي دراسة لتقييم أداء بعض طرز القمح القاسي الطري السورية واللبيبة، وذلك لموسمين زراعيين، تحت ظروف الزراعتين البعلية والمروية. بيّنت النتائج أنّ متوسط عدد الحبوب في المتر المربع كان الأعلى معنوياً تحت ظروف الزراعة المروية، لدى أصناف القمح الطري شام6، وشام4، وبحوث208، والمختار (29450، 29000، 26850 26610 حبة. م⁻² على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً تحت ظروف الزراعة المطرية، لدى الأصناف أكساد65، وشام3، وصفيث1 (3074، 4146، 4363 حبة. م⁻² على التوالي) (التومي، 2012).

تتحدد درجة امتلاء الحبوب، بكمية نواتج التمثيل الضوئي المصنّعة خلال فترة امتلاء الحبوب، حيث تُسهم نواتج التمثيل الضوئي المصنّعة خلال تلك الفترة بنحو 70 - 90% من وزن الحبوب الجاف (Austin *et al.*, 1977). وتحت ظروف النمو الطبيعية يأتي نحو نصف نواتج التمثيل الضوئي من الورقة العلمية Flag leaf، في حين يأتي الباقي من السنبلة الخضراء، وغمد الورقة، والسفاه، والورقة ما دون الورقة العلمية (Rawson *et al.*, 1983، العودة؛ 2005). وتبعاً لذلك يتوقف معدل نمو الحبة أو طول فترة نموها Grain growth period وامتلائها على كمية المادة الجافة المصنّعة في الورقة العلمية خلال فترة امتلاء الحبوب. وتؤدي زيادة معدل التمثيل الضوئي في الورقة العلمية

خلال مرحلة امتلاء الحبوب إلى ازدياد معدلات نمو الحبوب، وخاصةً خلال المراحل المتقدمة من فترة امتلاء الحبوب، بسبب شيخوخة باقي الأوراق، وتراجع كفاءتها التمثيلية (Frederick and Camberato, 1994).

بيّنت النتائج في تجربة تقييم أداء بعض التراكيب الوراثية من الشعير تحت ظروف الزراعة المطرية، في منطقتين متباينتين بيئياً في محافظتي درعا والسويداء، أنّ متوسط وزن الألف حبة كان الأعلى معنوياً لدى السلالة المحلية السويداء¹، والصنف فرات³، والسلالات المحلية السويداء³، ودرعا¹ (47.81، 47.68، 46.58، 44.38 غ على التوالي)، في حين كان متوسط وزن الألف حبة الأدنى معنوياً لدى جميع نباتات الأصول البرية وبدون فروقاتٍ معنوية بينها. ولُوحظ أنّ الطرز التي شكلت دليل مساحة ورقية أكبر، وحافظت على اخضرار الأوراق لفترةٍ زمنيةٍ أطول كان متوسط وزن الألف حبة فيها معنوياً أكبر (التمو، 2007). وفي دراسة لتوصيف مجموعة من الأصول البرية للشعير تم جمعها من عدة قرى من محافظات المنطقة الجنوبية من سورية (القنيطرة، درعا، ريف دمشق، السويداء)، وثلاثة مدخلات (إدلب، حماة، واربند من الأردن)، والصنفين المحليين الشعير عربي أسود وعربي أبيض. بيّنت النتائج تفوق الأصناف المحلية على الأصول البرية في صفة وزن الألف حبة، حيث كان متوسط وزن الألف حبة الأعلى معنوياً لدى الصنف عربي أبيض (44.36 غ)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الأصل البري من عيسم (ريف دمشق) (22.20 غ) (منوخ، 2010).

تُعد الغلة الحبية من وجهة نظر اقتصادية الصفة الأكثر أهمية في برامج التربية. وهي من الصفات المعقدة، التي تتأثر بالعديد من الآليات الفسيولوجية، وتوصف بانخفاض قابلية توريثها، وخاصةً تحت ظروف الإجهاد المائي. ويمكن أن تُحسن كفاءة الانتخاب لهذه الصفة من خلال الانتخاب غير المباشر للصفات المورفو- فسيولوجية المرتبطة بالغلة الحبية وذات قابلية التوريث العالية، التي يمكن قياسها بسهولة ويُسر (Blum, 1983; Annicchiarico and Pecetti, 1995). ولُوحظ في محصول القمح أنّ الغلة الحبية تتحدد بمكونين أساسيين هما عدد الحبوب في المتر المربع، ومتوسط وزن الحبة الواحدة (العودة، 2005). وقد اعتمدت برامج التحسين الوراثي للغلة الحبية على تحسين هذه المكونات. وقد ارتبط الأساس الفسيولوجي لتحسين الغلة الحبية في محصول القمح تحت ظروف الإجهاد المائي مع زيادة في عدد الحبوب في وحدة المساحة (Acreche et al., 2008)، والذي يرجع في معظمه إلى زيادة عدد الحبوب في السنبلة (Royo et al., 2007). وبيّنت الدراسات وجود

ارتباط سلبى بين كل من عدد الحبوب في وحدة المساحة، ووزن الحبة الواحدة (Garcia del Moral *et al.*, 2002)، وتصبح هذه العلاقة السلبية شائعة عندما تزداد المنافسة بين الحبوب، حيث يزداد عدد الحبوب في المتر المربع (Slafer, 2003). تُسهم مدخرات أجزاء المصدر المختلفة في المرحلة ما قبل الإزهار، واستمرار عملية التمثيل الضوئي، وتوافر الماء اللازم لنقل نواتج التمثيل الضوئي خلال فترة امتلاء الحبوب، في نمو الحبوب خلال فترة ما بعد الإزهار (Borras *et al.*, 2004; Reynolds *et al.*, 2004)، حتى في ظل ظروف بيئات حوض البحر الأبيض المتوسط (Cartelle *et al.*, 2006). ويُعد حدوث الإزهار في الوقت المناسب العامل الأكثر أهمية في زيادة الغلة الحبية (Passioura, 2005).

في تجربة لتقييم أداء بعض التراكيب الوراثية (أصول برية، وسلالات محلية، وأصناف) من الشعير تحت ظروف الزراعة المطرية، في محافظتي درعا والسويداء. بيّنت النتائج أنَّ متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً لدى الصنف فرات³، والسلالة المحلية السويداء¹، والصنف أكساد⁶⁰ (283.6، 282.4، 266.6 غ. م⁻² على التوالي). وتراوحت الغلة الحبية بين 13.90 غ. م⁻² (الأصل البري الحسكة¹) إلى 59.18 غ. م⁻² (الأصل البري السويداء²). ولُوحظ أنَّ متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً في موقع إزرع (248.9 غ. م⁻²) بالمقارنة مع موقع حوط (13.27 غ. م⁻²)، حيث انخفضت الغلة الحبية بنسبة 94.67% في موقع حوط الأكثر جفافاً بالمقارنة مع موقع إزرع (التمو، 2007). وبيّنت نتائج دراسة استجابة سلالات أكساد من القمح الطري (19 سلالة مبشرة)، بالإضافة إلى الشاهد المحلي (شام⁶) لظروف الإجهاد المائي تحت ظروف الزراعة المطرية في محطة بحوث إزرع في محافظة درعا، أنَّ متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً لدى الطرز الوراثية أكساد¹¹⁶³، والشاهد المحلي (شام⁶)، وأكساد¹¹²³ (164.60، 156.90، 152.30 غ. م⁻² على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الطرز الوراثية أكساد¹¹⁶¹ وأكساد¹⁰⁹⁷ (71.76، 69.09 غ. م⁻² على التوالي). ولُوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين صفة الغلة الحبية والغلة البيولوجية ($r = 0.75^{**}$) (محمود، 2009). وقد أشار Abledo وزملاؤه (2003) إلى أنَّ الزيادة في الغلة الحبية تترافق بشكل رئيس مع الزيادة في الكتلة الحيوية. ولُوحظ في دراسة لتقييم أداء بعض طرز القمح الطري السورية والليبية تحت ظروف الزراعتين المروية والبعلية، أنَّ غلة محصول القمح الحبية كانت معنوياً أعلى لدى الأصناف التي شكلت عدداً أكبر معنوياً من الحبوب في وحدة المساحة، وهذا يدل على أنَّ الغلة الحبية لمحصول

القمح تتحدد بدرجة أكبر بمتوسط عدد الحبوب في وحدة المساحة، وبدرجة أقل بمتوسط وزن الألف حبة (التومي، 2012).

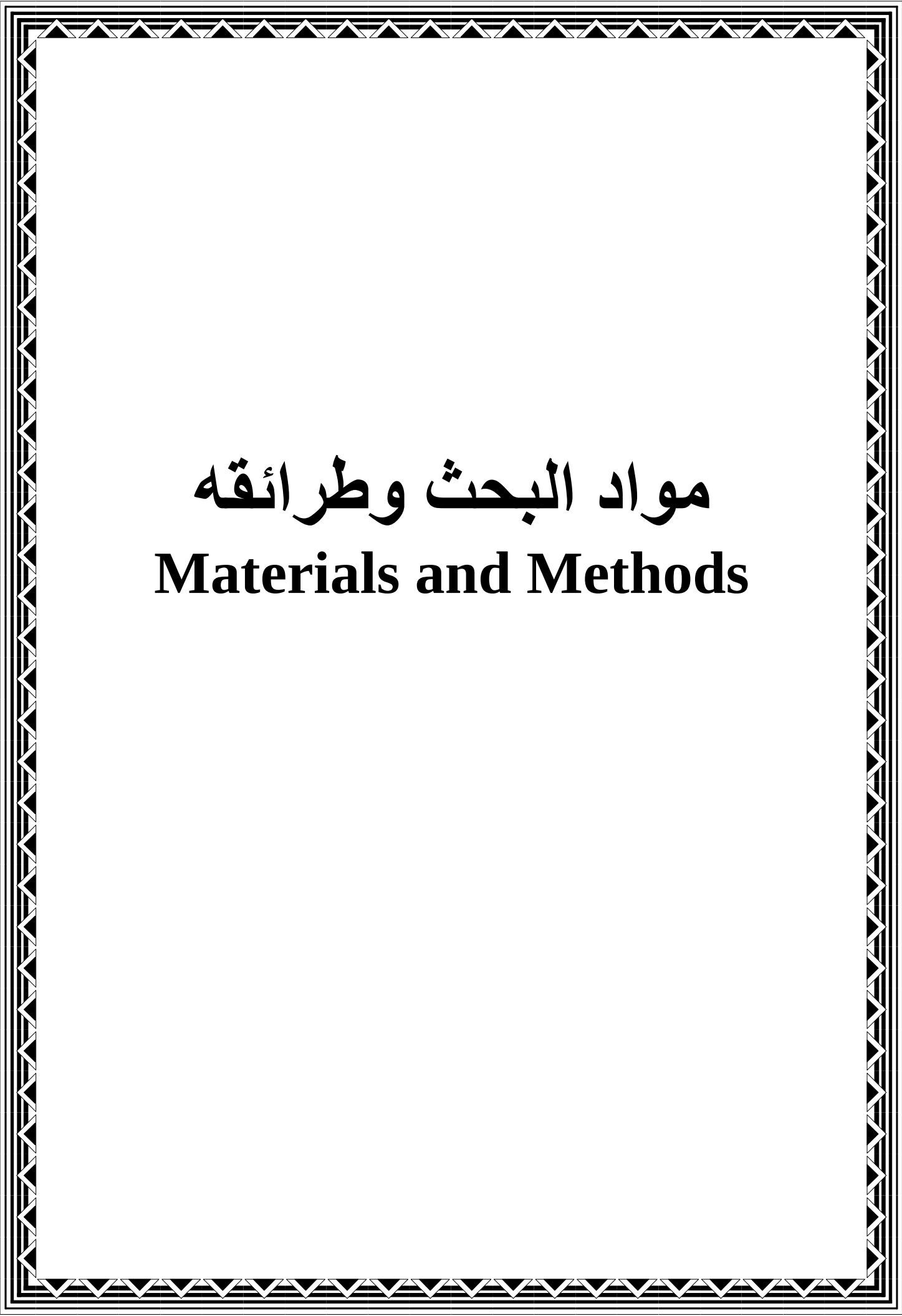
أظهرت التجارب أن تحسين الغلة الحبية من خلال زيادة دليل الحصاد غالباً ما يترافق مع تقليل ارتفاع النبات، حيث لوحظ ارتباط ارتفاع النبات بشكلٍ سلبي مع دليل الحصاد (Royo *et al.*, 2007). وفي دراسة لتقييم عشرة أصناف من الشعير المزروع أظهرت النتائج ارتباط الغلة الحبية بشكلٍ موجب ومعنوي مع دليل الحصاد، ومعدل امتلاء الحبوب. كما لوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين دليل الحصاد ومعدل امتلاء الحبوب، وعدد السنبيلات في السنبلة، ووزن الحبوب في السنبلة، ولوحظ بالمقابل وجود علاقة ارتباط سلبية بين دليل الحصاد، وارتفاع النبات ($r = -0.70^*$) (Wondimu, *et al.*, 2011). وبين Ortiz وزملاؤه (2002) في محصول الشعير أن مقدار الكسب في الغلة الحبية الكامنة للأصناف الحديثة يُسهم بشكلٍ كبير في تحسين دليل الحصاد.

بيّنت نتائج تجربة تقييم أداء بعض التراكيب الوراثية من الشعير تحت ظروف الزراعة المطرية، في منطقتين متباينتين بيئياً في محافظتي درعا والسويداء، أن متوسط دليل الحصاد كان الأعلى معنوياً لدى الأصل البري السويداء³، والسلالات المحلية السويداء²، والسويداء¹ والأصل البري عمان¹ (53.12، 48.66، 47.90، 47.33 % على التوالي)، في حين كان الأدنى معنوياً لدى الأصول البرية درعا¹، والحسكة²، ودرعا² (27.45، 29.96، 34.11 % على التوالي). ولوحظ أن الإجهاد المائي قد أثر سلباً في كلٍ من الكتلة الحية والغلة الحبية، ولكن كان مقدار الانخفاض في الغلة الحبية أكبر بالمقارنة مع الكتلة الحية. وما يؤكد ذلك أن متوسط دليل الحصاد في موقع حوط الأقل هطولاً كان معنوياً أكبر (43.72%) بالمقارنة مع موقع إزرع الأكثر هطولاً (40.98%) (التمو، 2007).

وجد Amin و زملاؤه (1992) ارتباطاً إيجابياً ومعنوياً بين الغلة الحبية وكلاً من معامل الحصاد، وعدد الحبوب في السنبلة، وأشار إلى أهمية هاتين الصفتين كمعيارين انتخابيين لتحسين الغلة الحبية للشعير، ووجد علاقة ارتباط سالبة بين وزن الألف حبة والغلة الحبية للشعير، وسالبة ومعنوية بين عدد السنابل في المتر المربع ومعامل الحصاد، كما ارتبط عدد الحبوب في السنبلة سلبياً ومعنوياً مع وزن الألف حبة، وإيجابياً مع فترة امتلاء الحبوب، فيما ارتبط عدد الأيام حتى الإزهار إيجابياً مع الغلة الحيوية، وسلباً مع كلٍ من وزن الألف حبة، وفترة امتلاء الحبوب.

نُفذت تجربة حقليّة في محطة بحوث إزرع التابعة للمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، خلال الموسمين الزراعيين 2010/2009 و 2011/2010، بهدف تقييم استجابة بعض أنماط الشعير للإجهاد المائي، بيّنت النتائج أنّ نسبة الإشطاءات المثمرة إلى الكلية كانت الأعلى معنوياً لدى السلالتين أكساد¹⁶⁰²، وأكساد¹¹⁸²، والأصل البري الحسكة، والسلالة أكساد¹⁴²⁰، والصنف أكساد⁶⁰ (0.944، 0.934، 0.934، 0.904، 0.885 على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كانت الأدنى معنوياً لدى الأصول البرية عمان، والسويداء، والصنف أكساد¹⁷⁶ (0.755، 0.808، 0.855 على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. ولُوحظ أنّ متوسط عدد الحبوب في المتر المربع كان الأعلى معنوياً لدى السلالتين أكساد¹⁶⁰²، وأكساد¹¹⁸²، والأصل البري الحسكة (36119.56، 33129.79، 32295.08 حبة. م⁻² على التوالي). وكان متوسط وزن الألف حبة، ومتوسط الغلة الحبية، ومتوسط دليل الحصاد الأعلى معنوياً لدى الأصناف والسلالات المحلية بالمقارنة مع الأصول البرية. وكان متوسط دليل الحصاد معنوياً أكبر في الموسم الزراعي الثاني (الأكثر هطولاً) (46.13%) بالمقارنة مع الموسم الأول (الأقل هطولاً) (38.71%)، ولُوحظ أنّ الأنماط التي حققت غلة حبية أعلى معنوياً اتسمت جميعها بكفاءة عالية في المحافظة على محتوى الماء النسبي في الأوراق (الصنف أكساد¹⁷⁶، والسلالة أكساد¹¹⁸²) (التمو، 2013).

وفي دراسة التمو (2013) لُوحظ أنّ متوسط وزن الألف حبة أكثر أهمية في تحديد الغلة الحبية النهائية تحت ظروف الجفاف بالمقارنة مع صفة متوسط عدد الحبوب في وحدة المساحة. حيث كانت قيمة معامل الارتباط (r) معنوية بين صفة وزن الألف حبة والغلة الحبية ($r = 0.78^{**}$)، في حين كانت غير معنوية بين متوسط عدد الحبوب في المتر المربع والغلة الحبية ($r = 0.46$). ولُوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين عدد الحبوب في المتر المربع وكل من عدد الحبوب في السنبلة، والغلة الحبية، ودليل الحصاد، ونسبة الإشطاءات المثمرة إلى الكلية ($r = 0.79^{**}$ ، $r = 0.75^{**}$ ، $r = 0.55$ على التوالي)، ما يُشير إلى أنّ متوسط عدد الحبوب في وحدة المساحة من الأرض عند كثافة نباتية محددة لا يتحدد فقط بعدد الحبوب في السنبلة الواحدة، وإنّما بعدد الإشطاءات المثمرة في النبات الواحد. ولُوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين الغلة الحبية ودليل الحصاد (HI) ($r = 0.77^{**}$). ولُوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة الكتلة الحية عند النضج ونسبة الإشطاءات المثمرة إلى الكلية ($r = 0.73^{*}$).



مواد البحث وطرائقه

Materials and Methods

مواد البحث وطرائقه: Material and Methods

1-المادة النباتية: تمّ تقييم استجابة ستة أصناف من الشعير الثنائي الصفوف المعتمدة في سورية، لتحمل الإجهاد الحلولي في طور البادرة الفتية في المخبر، ولتحمل الإجهاد المائي على مستوى النبات الكامل في الحقل، وقد تمّ الحصول على البذار من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية.

أصناف الشعير المدروسة:

عربي أبيض: صنف محلي قديم ثنائي الصف، ومن أكثر الأصناف انتشاراً في القطر العربي السوري، لكونه ملائماً للزراعة الجافة في منطقة الاستقرار الثانية، وهو صنف مبكر بالإسبال ، حيث في أوائل نيسان، مقاوم للصقيع، يتحمل الأراضي الفقيرة والجافة، حسّاس للرقاد Lodging في مناطق الأمطار العالية، تتميز حبوبه بغلاف أبيض مائل إلى الصفرة عند النضج، طول النبات 45 سم، لكنه ينقص أو يزيد ليصل إلى 80 - 90 سم حسب كمية الأمطار الهاطلة، السنابل متوسطة الطول، السفا أبيض، الحبوب متطاولة، الغلاف الحبيّ ملتصق مع الحبة، وزن الألف حبة نحو 41 غ، نسبة البروتين 12.2 % ، إنتاجيته 2289 كغ.هكتار¹.

عربي أسود: صنف محلي قديم، ثنائي الصنف، يأتي بالمركز الثاني من حيث الانتشار، لكونه ملائماً للزراعة الجافة في منطقة الاستقرار الثالثة، مقاوماً جداً للصقيع، حسّاساً للرقاد في مناطق الأمطار العالية. يتميز عن الشعير العربي الأبيض بلون غلاف البذرة الأسود نتيجة تركيز صبغة الأليرون فيها. يتراوح طول نباتاته بين 75-85 سم حسب كمية الأمطار الهاطلة، السنابل طويلة، لون السفا أسمر إلى أسود، حبوبه متطاولة، الغلاف الحبيّ ملتصق مع الحبة (حبوب مغطاة)، وزن الألف حبة 35 غ، نسبة البروتين 12.5 %، إنتاجيته 1664 كغ.هكتار¹.

فرات 2: يُعد صنفاً مُحسّناً ثنائي الصف، متحملاً للجفاف، اعتمد عام 1991. يُزرع في بعض مناطق الاستقرار الثانية القليلة التعرض للصقيع، (متوسط الحساسية للصقيع)، ولاسيما محافظة درعا، حيث تنجح زراعته في المناطق المتوسطة الأمطار (250 - 300 ملم)، عدد الأيام اللازمة للإسبال 110 يوماً، النضج التام 153 يوماً، إنتاجيته 2650 كغ.هكتار¹، وزن الألف حبة 43 غ، نسبة البروتين

11.3%. صنف مقاوم للرقاد، و الانفراط، لون الحبوب أبيض مائل إلى الاصفرار عندما ينضج المحصول، يتميز بنباتاته القصيرة جداً (52 سم)، و السنابل المخروطية، والسفا الخشن.

فرات 3: مصدره الصنف المحلي عربي أسود، ثنائي الصف، طول النبات 54 سم، عدد الأيام حتى الإسبال 117 يوماً وحتى النضج 156 يوماً، وزن الألف بذرة 37.4 غ، نسبة البروتين 11.7%، الحبوب بيضاء اللون، مائلة للسمة، مشوية بالخضرة، صنف مقاوم للرقاد ومتحمل للجفاف والصقيع، مخصص للزراعة في المناطق قليلة الأمطار (250 ملم.سنة⁻¹)، إنتاجيته 1750 كغ.هكتار⁻¹.

فرات 6: ثنائي الصف، لون حبوبه أبيض، إنتاجيته 2550 كغ.هكتار⁻¹، عدد الأيام اللازمة للإسبال 108 يوماً، وللنضج التام 140 يوماً، طول الساق 57 سم، وزن الألف حبة 36.8 غ، نسبة البروتين 11.4%، متوسط الحساسية إلى مقاوم للصقيع، مقاوم للبياض الدقيقي، التبقع الشبكي، وللرقاد أيضاً بدرجة عالية. تتجح زراعته في المناطق ذات المعدلات المطرية المتوسطة 250 - 350 ملم.سنة⁻¹.

فرات 9: تركيب وراثي منتخب من الصنف عربي أسود، ثنائي الصف، حبوبه سوداء اللون، إنتاجيته 1522 كغ.هكتار⁻¹، عدد الأيام اللازمة للإسبال 100 يوماً، و النضج التام 130 يوماً، طول ساقه 45 سم، وزن الألف حبة 33 غ، نسبة البروتين 12.5%. مخصص للزراعة في المناطق قليلة الأمطار (250 ملم.سنة⁻¹)، مقاوم للصقيع والرقاد.

2-موقع تنفيذ التجارب:

نُفذت التجربة المخبرية في مخابر مركز بحوث السويداء، وتمت زراعة أصناف الشعير في منطقتي استقرار في محافظة السويداء، منطقة الاستقرار الثانية (قرية بهم) ومنطقة الاستقرار الثالثة (اسعنا). يبين الجدولان (1 و 2)، المعطيات المناخية في موقعي الدراسة، و يبين الجدولان (3 و 4) خصائص التربة في موقعي تنفيذ التجربة.

الجدول (1): المعطيات المناخية في منطقة الاستقرار الثانية (قرية بهم).

الهطول المطري (مم)	الموسم الزراعي 2015/2014		الشهر
	متوسط درجات الحرارة(م°)		
	الصغرى	العظمى	
12.0	15.34	23.55	تشرين أول
68.0	8.56	16.23	تشرين ثاني
45.0	6.45	11.30	كانون اول
76.0	0.75	9.28	كانون ثاني
47.0	1.12	8.30	شباط
29.0	4.30	15.66	آذار
24.0	9.46	19.93	نيسان
0.00	16.57	28.8	أيار
المجموع =301	8.01	17.06	المتوسط

المصدر: معطيات محطة الأرصاد الجوية في السويداء، موسم (2015/2014).

الجدول (2): المعطيات المناخية في منطقة الاستقرار الثالثة (قرية اسعنا).

الهطول المطري (مم)	الموسم الزراعي 2015/2014		الشهر
	متوسط درجات الحرارة(م°)		
	الصغرى	العظمى	
9.0	16.34	25.12	تشرين أول
41.0	11.67	19.45	تشرين ثاني
36.0	6.70	13.34	كانون اول
41.0	0.40	7.50	كانون ثاني
33.0	1.46	9.85	شباط
27.0	5.50	17.54	آذار
12.0	12.35	21.50	نيسان
0.0	17.56	30.55	أيار
المجموع =199.0	8.80	17.68	المتوسط

المصدر: معطيات محطة الأرصاد الجوية في السويداء، موسم (2015/2014).

الجدول (3): خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية في منطقة الاستقرار الثانية (قرية بهم).

الخصائص الكيميائية						الخصائص الفيزيائية			المؤشر
المادة العضوية (%)	E.Ce (dS.m ⁻¹)	pH	K ₂ O (ppm)	P ₂ O ₅ (ppm)	N (%)	طين (%)	سلت (%)	رمل (%)	
0.669	0.21	6.82	260	6.8	0.11	54	28	18	القيمة
منخفض	طبيعي	حامضي	معتدل	منخفض	منخفض	طينية لومية			الوصف

الجدول (4): خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية في منطقة الاستقرار الثالثة (قرية اسعنا).

الخصائص الكيميائية						الخصائص الفيزيائية			المؤشر
المادة العضوية (%)	E.Ce (dS.m ⁻¹)	pH	K ₂ O (ppm)	P ₂ O ₅ (ppm)	N (%)	طين (%)	سلت (%)	رمل (%)	
0.223	0.40	7.04	515	4.8	0.10	56	20	24	القيمة
منخفض	طبيعي	متعادل	مرتفع	منخفض	منخفض	طينية لومية			الوصف

أولاً – التجربة المخبرية: Laboratory experiment

تتضمن هذه الدراسة تقويم استجابة ستة أصناف من الشعير الثنائي المعتمدة محلياً، لتحمل الإجهاد الحلوي Osmotic stress باستعمال تقانة الاستجابة للتحريض الحلوي، ولكي يكون أسلوب الغرلة المزمع تطويره فعالاً لا بد أن يحاكي ما يحدث فعلاً في الطبيعة، أي غالباً ما تتعرض النباتات أولاً لمستوى غير مميت Sub-lethal level محرّض من الإجهاد المائي قبل أن تصبح النباتات عرضةً للمستوى المميت Lethal level، لأن تراجع محتوى التربة المائي عادةً ما يكون تدريجياً من طبقات التربة السطحية باتجاه طبقات التربة تحت السطحية.

سبر التباين الوراثي في استجابة أصناف الشعير المدروسة لتحمل الإجهاد الحلوي المصطنع باستعمال سكر البولي إيثيلين جلايكول 6000:

1- تحديد المستوى الحلوي المميت الأمثل:

تم إحداث الإجهاد المائي (الحلوي) مخبرياً باستعمال سكر البولي إيثيلين جلايكول-6000، حيث عُرضت بادرات خليط من جميع أصناف الشعير المدروسة (بعمر يومين) إلى مستوياتٍ مميتةٍ مختلفةٍ

من الإجهاد الحلولي (-1.0، -1.2، -1.4، -1.6، -1.8، -2.0، -2.2 Mpa) مدة 48 ساعة، وبمعدل عشرة بادرات في كل طبق بتري (كان قطر الطبق البتري 9سم، حيث وضع في ورق ترشيح داخل الطبق و تم وضع البذور عليه و إضافة المحلول)، وثلاثة أطباق (مكررات) لكل مستوى حلولي مميت، و أضيف لكل طبق 10 مل من المحلول الحلولي المميت، ثم نقلت البادرات من كل طبق وكل مستوى حلولي مميت إلى أطباق بتري أخرى تحتوي على 10 مل من الماء المقطر لتستعيد نموها مدة 72 ساعة.

و بالمقابل وضعت بادرات في الماء المقطر فقط منذ بداية التجربة وحتى نهايتها واعتمدت كشاهد مطلق. ثم حُسبت في نهاية فترة استعادة النمو نسبة الانخفاض في طول الجذور/البادرات بالمقارنة مع الشاهد، وفق المعادلة الآتية (AL-ouda, 1999):

نسبة الانخفاض في طول الجذور/البادرات (%) =

$$100 \times \frac{\text{طول الجذور/البادرات في الشاهد المطلق} - \text{طول الجذور/البادرات في المعاملة}}{\text{طول الجذور/البادرات في الشاهد المطلق}}$$

وتعد المعاملة التي سببت تراجعاً في طول الجذور/البادرات مقداره تقريباً 50% بمنزلة المستوى الحلولي المميت الأمثل.

2- تحديد المستوى الحلولي المحرض الأمثل:

تمّ تعريض بادرات الشعير من خليط متجانس من بذار الأصناف المدروسة (بعمر يومين) إلى مستوياتٍ حلولية محرّضة (غير مميتة) مختلفة من الإجهاد الحلولي (-0.2، -0.4، -0.6، -0.8 Mpa) مدة 16 ساعة وبمعدل 10 بادرات في كل طبق، وثلاثة أطباق (مكررات) لكل مستوى حلولي محرّض، وأضيف لكل طبق بتري 10 مل من المحلول الحلولي المحرض، ثم نُقلت البادرات المحرّضة إلى المستوى الحلولي المميت الأمثل المحدد من التجربة السابقة، و تركت البادرات مدة 48 ساعة، ثمّ سمح لها باستعادة النمو في الماء المقطر مدة 72 ساعة. وتمّ في نهاية فترة استعادة النمو حساب نسبة الانخفاض في نمو الجذور/البادرات بالمقارنة مع الشاهد المطلق، وتم اعتماد المعاملة التي تكون عندها نسبة الانخفاض في طول الجذور/البادرات أقل ما يمكن بالمقارنة مع الشاهد بمنزلة المستوى الحلولي المحرض الأمثل.

3- دراسة أهمية التحريض:

عُرِضَت بادرات مأخوذة من خليط متجانس من بذور الشعير لجميع الأصناف المدروسة (بعمر يومين) إلى المستوى الحلولي المحرض الأمثل مدة 16 ساعة ، ثم نُقِلَت البادرات المحرّضة إلى المستوى الحلولي المميت الأمثل مدّة 48 ساعة، ونُقلَت في الوقت نفسه مجموعة أخرى من البادرات غير المحرّضة بشكل مباشر إلى المستوى الحلولي المميت الأمثل، وتركّت البادرات المحرّضة وغير المحرّضة في المستوى الحلولي المميت الأمثل مدّة 48 ساعة، ثمّ سُمِحَ للبادرات باستعادة نموها في الماء المقطر مدّة 72 ساعة. وحُسِبَت نسبة الانخفاض في طول الجذور والبادرات بالمقارنة مع الشاهد في نهاية فترة استعادة النمو. وتمّ استناداً إلى ذلك تقويم أهمية التحريض في تحسين كفاءة البادرات في تحمل المستويات المميّة من الإجهاد الحلولي المدروس.

4- غربة أصناف الشعير لتحمل الإجهاد الحلولي في طور البادرة الفتية:

تم تعريض بادرات من كل صنف على حدى من أصناف الشعير المدروسة بعمر يومين للمستوى الحلولي المحرض الأمثل مدّة 16 ساعة، ثم نُقِلَت البادرات المحرّضة إلى المستوى الحلولي المميت الأمثل مدّة 48 ساعة. ثمّ سُمِحَ للبادرات باستعادة النمو في الماء المقطر مدّة 72 ساعة، وتمّ في نهاية فترة استعادة النمو قياس كل من طول الجذور/البادرات لكل طراز على حدة ومن كل مكرر (ثلاثة مكررات لكل صنف). وحُسِبَت نسبة الانخفاض في طول كل من الجذور/البادرات بالمقارنة مع الشاهد المطلق. وتمّ تقييم استجابة أصناف الشعير المدروسة باستعمال التحليل الإحصائي-Z-distribution analysis، بالاعتماد على مؤشرات متوسط الطول الكلي للجذور والبادرات ونسبة الانخفاض فيهما بالمقارنة مع الشاهد المطلق. وتوزعت الأصناف وفقاً لذلك إلى المجموعات التالية:

- الطرز عالية التحمل: وهي التي تبدي أدنى نسبة انخفاض في طول الجذور /البادرات وأعلى معدل نمو مطلق لهما.
- الطرز الحساسة: وهي التي تبدي أعلى نسبة انخفاض في طول الجذور /البادرات وأدنى معدل نمو مطلق لهما.
- الطرز متوسطة التحمل.

4- تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

نُفذت التجربة وفق التصميم العشوائي البسيط (CRD) Complete Randomized Design، بواقع ثلاث مكررات وقد تمّ تحليل البيانات إحصائياً باستعمال برنامج التحليل الإحصائي SAS-9 لحساب قيمة أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى معنوية 1% ومعامل الاختلاف (CV%) بين المتغيرات لكل صفة من الصفات المدروسة.

ثانياً-التجربة الحقلية:

1-طريقة الزراعة Sowing method: تمّت الزراعة بعد تحضير الأرض بشكل جيد، بتاريخ 2014/12/28 في منطقة الاستقرار الثالثة(اسعنا)، وبتاريخ 2014/12/30 في منطقة الاستقرار الثانية(بهم). حيث زرعت الحبوب يدوياً في سطور (طول السطر 3.0 م)، وتُركت مسافة 25 سم بين السطر والآخر، وروعي وجود كل الأصناف المدروسة في كل قطعة تجريبية، وبمعدل ثلاثة مكررات لكل منها، وزُرعت بذور الأصناف في ستة سطور لكل صنف بمعدل 350 حبة/م² (ما يعادل 150 كغ.هكتار⁻¹) في منطقة الاستقرار الثانية و بمعدل 275 حبة/م² (ما يعادل 110 كغ.هكتار⁻¹) في منطقة الاستقرار الثالثة ، تمّت إضافة الأسمدة الأزوتية و الفوسفاتية بناءً على التوصيات السمادية المعتمدة على نتائج تحليل التربة المأخوذ من مكان الزراعة، اعتمدت التجربة في منطقتي الاستقرار على الهطولات المطرية بدون تقديم أي ريّ تكميلي. سُجلت القراءات المطلوبة من النباتات الموجودة في السطور الأربعة الداخلية لكل صنف مزروع في كل قطعة تجريبية (الشكل، 1). وسُجلت جميع البيانات المناخية خلال موسم النمو (معدل الهطول المطري اليومي والسنوي، ودرجات الحرارة الصغرى والعظمى اليومية).

و بالنسبة لنسبة الإنبات الحقلية في منطقة الاستقرار الثانية(بهم) قرابة 82% ، و في منطقة الاستقرار الثالثة (اسعنا) قرابة 67% ، و كان عدد النباتات الواصلة لمرحلة الحصاد في (بهم) بشكل وسطي بين كل القطع التجريبية(اختلفت بين الاصناف ضمن القطع التجريبية) 202 نبات.م⁻² و يعزى لك إلى تعرّض البادرات في المراحل المبكرة إلى حرارة منخفضة قد وصلت -14 درجة مئوية ، و بالنسبة لعدد النباتات الواصلة إلى مرحلة الحصاد في (اسعنا) بشكل وسطي بين كل القطع التجريبية(اختلفت بين الاصناف ضمن القطع التجريبية) 134 نبات.م⁻²، يعزى ذلك إلى تعرّض البادرات إلى درجات حرارة منخفضة مترافقة مع رياح شرقية جافة.

R1	R2	R3		R1	R2	R3
عربي أبيض	فرات 3	فرات 9		فرات 2	فرات 3	عربي أبيض
فرات 6	فرات 9	فرات 2		فرات 9	فرات 6	عربي أسود
فرات 3	عربي أبيض	عربي أسود		فرات 3	عربي أبيض	فرات 2
عربي أسود	فرات 2	فرات 3		عربي أسود	فرات 9	فرات 3
فرات 9	فرات 6	عربي أبيض		عربي أبيض	فرات 2	فرات 6
فرات 2	عربي أسود	فرات 6		فرات 6	عربي أسود	فرات 9

منطقة الاستقرار الثالثة

منطقة الاستقرار الثانية

الشكل (1) : مخطط التجربة في الحقل.

2-الصفات المدروسة Investigated traits

2-1-الصفات الشكلية Morphological traits:

2-1-1-ارتفاع النبات (سم) **Plant height**: وهو طول النبات بدءاً من نقطة ملاسته لسطح التربة حتى قمة السنبله باستثناء السفا، وتؤخذ هذه الصفة عند اكتمال الإزهار في النباتات (IPGRI, 1994). وتم حسابه لخمس نباتات مأخوذة عشوائياً من كل قطعة تجريبية.

2-1-2- طول السلامية الطرفية (حامل السنبله) (سم) **Peduncle length**: ويمثل طول السلامية العلوية الأخيرة في الساق الرئيسة (حامل السنبله) (IPGRI, 1994). وتم حسابه لخمس نباتات من كل قطعة تجريبية ثم تقسيم المجموع على خمسة للحصول على متوسط طول حامل السنبله

2-1-3- مساحة الورقة العلمية (سم²) **Flag leaf area**: حُسبت المساحة الورقية الفعلية يدوياً باستعمال المسطرة، وذلك بقياس طول الورقة والعرض الأعظمي لها، وضُرب حاصل الجداء بمعامل التصحيح. المساحة الورقية الفعلية(سم²) = المساحة الورقية النظرية × معامل التصحيح.

المساحة الورقية النظرية = طول الورقة × العرض الأعظمي للورقة.

معامل التصحيح الخاص بمحصول الشعير يعادل 0.60 (النّمّو، 2007).

2-1-4- طول السنبله (سم) Spike length: تمّ تسجيل طول السنبله باستعمال المسطرة لجميع السنابل في خمسة نباتات من كل قطعة تجريبية، ثم تمّ تقسيم المجموع على عدد السنابل للحصول على طول السنبله الواحدة (سم).

2-1-5- طول السفا (سم) Awn length: تمّ تسجيل طول السفا باستعمال المسطرة لجميع السنابل في خمسة نباتات من كل قطعة تجريبية، ثم تمّ تقسيم المجموع على عدد السنابل للحصول على متوسط طول السفا للسنبله الواحدة (سم).

2-2- الصفات الفيزيولوجية Physiological traits:

2-2-1- محتوى الماء النسبي في الأوراق Leaf Relative Water Content (LRWC%):

تمّ تقدير محتوى الماء النسبي في الأوراق في نهاية مرحلة النمو الأولي (GS₁) (من بداية ظهور البادرات وحتى اكتمال النمو الخضري)، حيث قطعت ورقتان كاملتي الاستطالة عند قاعدة النصل من ثلاثة نباتات بشكل عشوائي من كل صنف، ووضعت الأوراق في أكياس بلاستيكية محكمة الإغلاق للحد من فقد الماء بالتبخّر - نتح، ونُقلت مباشرةً إلى المخبر، حيث سُجل الوزن الرطب للأوراق Fresh Weight (FW) في أقل من 15 دقيقة، ثم غُمرت الأوراق بشكل 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 الغمر لإزالة الماء الزائد العالق على سطوحها، وسُجل الوزن الرطب المشبع Turgid Weight (TW)، ثم وضعت الأوراق في أكياس ورقية، ونُقلت إلى مجفف مسخّن بشكل مسبق على درجة حرارة (105°م) مدّة نصف ساعة، لقتل الأنسجة النباتية وإيقاف عملية فقد المادة الجافة بالتنفس (R) Respiration، 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). وحُسب محتوى الماء النسبي في الأوراق (LRWC%) من المعادلة الرياضية الآتية (Schonfeld et al., 1988):

الوزن الرطب للأوراق - الوزن الجاف

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

الوزن الرطب المشبع - الوزن الجاف

2-2-2- تقدير محتوى الأوراق من الكلوروفيل والبيتا كاروتين (مغ. غ⁻¹ وزن رطب):

تم استخدام طريقة محلول الأسيتون، أُخذ وزناً معيناً (0.5 غ) من المادة النباتية وتمّ طحن العينة في هاون بإضافة كمية قليلة جداً من كربونات الكالسيوم (CaCO₃)، وأُضيف 10 مل من محلول الأسيتون (80%) المبرّد بشكلٍ مُسبق عند درجة حرارة 4 م° وطُحنت العينة إلى حين الحصول على عجينة طرية، ثم مرّرت العجينة عبر ورقة ترشيح وتمّ الحصول على الرشاحة، وضعت الرشاحة في أنبوب اختبار، وتمّ وضعها في جهاز الطرد المركزي عند 5000 دورة/دقيقة مدة 10 دقائق، ثم نُقلت الرشاحة النقية إلى مخبر مدرج وأكمل الحجم إلى 25 مل بواسطة محلول الأسيتون (80%)، ثم سُجّلت باستعمال جهاز Spectrophotometer الامتصاصية عند أطوال الموجات 645، 652 و 663 و 479 نانومتر، ثمّ تم حساب محتوى الكلوروفيل (a) و (b) والكلوروفيل الكلي من المعادلات الآتية (Arnon, 1949):

$$\text{Chlorophyl a} = \{(12.7 \times \text{OD}_{663}) - (2.69 \times \text{OD}_{645})\} \{V/(W \times 1000)\}$$

$$\text{Chlorophyl b} = \{(22.9 \times \text{OD}_{645}) - (4.68 \times \text{OD}_{663})\} \{V/(W \times 1000)\}$$

$$\text{Total Chlorophyl} = \{(8.02 \times \text{OD}_{663}) + (20.2 \times \text{OD}_{645})\} \{V/(W \times 1000)\}$$

$$\beta\text{-carotene} = \{(0.854 \times \text{OD}_{479}) - (0.312 \times \text{OD}_{645}) + (0.039 \times \text{OD}_{663}) - 0.005\} \{V/(W \times 1000)\}$$

حيث:

OD₄₇₉: قراءة الكثافة الضوئية للعينة عند طول موجة 479 نانومتر .

OD₆₄₅: قراءة الكثافة الضوئية للعينة عند طول موجة 645 نانومتر .

OD₆₆₃: قراءة الكثافة الضوئية للعينة عند طول موجة 663 نانومتر .

V: حجم المستخلص النباتي النهائي (10 مل) .

W: وزن النسيج النباتي الغض المستخدم (0.5 غ) .

2-3-3- الصفات المرتبطة بالغلة الحبية Grain yield associated traits:

2-3-3-1- متوسط عدد السنابل في النبات Number of spikes per plant (سنبللة.نبات⁻¹):

تمّ جمع خمسة نباتات من كل قطعة تجريبية، ثمّ حُسب عدد السنابل فيها وتمّ تقسيم عدد السنابل على خمسة للحصول على متوسط عدد السنابل في النبات الواحد.

2-3-3-2- متوسط عدد الحبوب في السنبللة Number of grains per spike (حبّة. سنبللة⁻¹):

تمّ تحديده من خلال حساب متوسط عدد الحبوب الكلي في النبات، ثمّ تمّ تقسيم الناتج على متوسط عدد السنابل في النبات الواحد لنحصل على متوسط عدد الحبوب في السنبللة الواحدة.

2-3-3-3- متوسط عدد الحبوب في النبات Number of grains per plant: ويمثل حاصل

جداء متوسط عدد الحبوب في السنبللة الواحدة بمتوسط عدد السنابل في النبات.

2-3-3-4- متوسط وزن الألف حبة (غ) 1000- kernel weight: حيث تمّ حساب وزن 500 حبة

من كل صنف وفي كل مكرر ثمّ ضرب الناتج بـ 2 لحساب وزن الألف حبة.

2-3-3-5- الغلة الحيوية (كغ.هكتار⁻¹) Biological yield: وتمثّل متوسط وزن الأجزاء الهوائية

الجافة مع الحبوب للنباتات الموجودة في المتر المربع من الأرض (غ. م⁻²)، ثمّ تمّ التحويل إلى كغ.هكتار⁻¹

2-3-3-6- الغلة الحبية (كغ.هكتار⁻¹) Grain yield: تمّ حساب متوسط وزن الحبوب من النباتات

الموجودة في المتر المربع من الأرض، (غ. م⁻²)، ثمّ تمّ التحويل إلى كغ.هكتار⁻¹.

2-3-3-7- دليل الحصاد Harvest Index (%HI): يُعبر دليل الحصاد عن النسبة المئوية بين

وزن الحبوب إلى الوزن الجاف الكلي (حبوب+ تبن) وفق المعادلة الآتية (González et al., 1999):

$$\text{دليل الحصاد (\%)} = (\text{وزن الحبوب} / \text{الوزن الجاف الكلي للنبات}) \times 100$$

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي Experimental design and statistical analysis:

وضعت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة العاملية، بمعدل ثلاثة مكررات لكل صنف في كل منطقة استقرار. وتمّ تبويب النتائج المتحصل عليها، وحُللت إحصائياً باستعمال برنامج التحليل الإحصائي GenStat-12 لحساب قيم أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى معنوية 5% بين المتغيرات المدروسة والتفاعلات المتبادلة بينها، ومعامل الاختلاف (%CV)، لكل صفة من الصفات المدروسة. وحسبت أيضاً قيم علاقات الارتباط البسيط بين الصفات المدروسة باستعمال برنامج التحليل الإحصائي SPSS-17.

النتائج والمناقشة

Results and Discussion

النتائج والمناقشة: Results and Discussion

أولاً- التجربة المخبرية:

1- تحديد تقانة الغرلة المناسبة للإجهاد الحلوي:

1-1- تحديد المستوى الحلوي المميت الأمثل:

نُلاحظ من الجدول (5)، وجود فروقات معنوية ($P \leq 0.01$) بين المستويات الحلوية المميّة المختلفة. سبب ازدياد تركيز سكر البولي إيثيلين جلايكول (PEG-6000) ازدياداً مطّرداً في الجهد الحلوي Osmotic potential (μs) لمحلول النمو، وتراجعاً موازٍ في الجهد المائي مما أثر سلباً في معدل استطالة الجذور ونموها، بسبب تراجع كمية الماء الحر المتاح للنبات. وأدى ازدياد الجهد الحلوي في وسط النمو إلى ازدياد نسبة الانخفاض في طول جذور البادرات بالمقارنة مع الشاهد، وكانت نسبة الانخفاض الأعلى معنوياً (93.64%) عند المستوى الحلوي المميت الأعلى (2.2- Mpa)، في حين كانت نسبة الانخفاض في طول الجذور الأدنى معنوياً (25.10%) عند المستوى الحلوي المميت الأدنى. ويُعد المستوى الحلوي (1.4- Mpa) بمنزلة المستوى الحلوي المميت الأمثل، لأنه سبب انخفاضاً في متوسط طول الجذور مقداره (48.97%) بالمقارنة مع باقي المستويات الحلوية المميّة الأخرى، وهذا يتوافق مع تعريف المستوى الحلوي المميت الأمثل. وسيعتمد هذا المستوى كمستوى حلوي مميت خلال جميع التجارب اللاحقة. وسبب أيضاً ازدياد الجهد الحلوي في محلول النمو تراجعاً معنوياً في متوسط طول البادرات، وازدادت نسبة الانخفاض في طول البادرات طردياً مع ازدياد تركيز الذائبات الحلوية (PEG-6000) في محلول النمو. وسبب المستوى الحلوي المميت (1.4- Mpa) انخفاضاً مقداره (50.67%) في طول البادرات بالمقارنة مع الشاهد، و يُعد تبعاً لذلك بمنزلة المستوى الحلوي المميت الأمثل. ويعزى التراجع في متوسط طول كل من الجذور والبادرات نتيجة ازدياد الجهد الحلوي في محلول النمو إلى تراجع قيمة الجهد المائي Water potential (μw) (يصبح الجهد المائي أكثر سلباً)، فتقل بذلك كمية المياه الحرة المتاحة للنبات، مما يؤثر سلباً في معدل امتصاص الماء من قبل المجموعة الجذرية، وتصبح كمية الماء الممتصة غير كافية لتعويض الماء المفقود بالتبخر - النتح (Evapo-transpiration) (T_e) عن طريق الأجزاء الهوائية، مما يؤدي إلى تراجع جهد الامتلاء Turgor potential (μp) داخل خلايا الأوراق، ما يؤدي إلى تثبيط استطالتها Leaf exproision، حيث يُعد جهد الامتلاء بمنزلة القوة الفيزيائية التي تدفع جدر الخلايا النباتية على الاستطالة (Cossgrove, 1989). كما يؤدي تراجع استطالة خلايا

الأوراق إلى تدني حجم المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي، مما يؤثر سلباً في كمية المادة الجافة المصنّعة والمسخرة لنمو المجموعة الجذرية وتطورها، تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه العودة وزملاؤه (2005) في محصول القمح تحت ظروف الإجهاد المائي.

الجدول (5): تأثير مستويات حلولية مميتة مختلفة في متوسط نمو بادرات الشعير.

المعاملات (Mpa) (PEG-6000)	متوسط طول الجذور (سم)	نسبة الانخفاض في طول الجذور (%)	متوسط طول البادرات (سم)	نسبة الانخفاض في طول البادرات (%)
الشاهد المطلق	13.07	-	25.43	-
-1.0	9.77 ^a	25.10 ^g	17.77 ^a	30.03 ^f
-1.2	7.73 ^b	40.63 ^f	15.33 ^a	39.77 ^e
-1.4	6.67 ^c	48.97 ^e	12.40 ^b	50.67 ^d
-1.6	5.83 ^d	55.40 ^d	11.73 ^b	53.83 ^d
-1.8	3.73 ^e	71.46 ^c	9.33 ^c	63.31 ^c
-2.0	1.67 ^f	87.22 ^b	4.40 ^d	82.69 ^b
-2.2	0.83 ^g	93.64 ^a	1.73 ^e	93.20 ^a
L.S.D	*0.69	*5.34	*0.90	*3.43
C.V (%)	4.14	11.42	2.81	6.95

1-2 تحديد المستوى الحلولي المحرض الأمثل:

يُلاحظ من الجدول (6)، وجود فروقات معنوية ($P \leq 0.01$) بين المستويات الحلولية المحرّضة المختلفة. ويُلاحظ أنّ نسبة الانخفاض في طول كل من الجذور والبادرات كانت الأدنى معنوياً (9.93، 9.86% على التوالي) عند المستوى الحلولي المحرّض (Mpa -0.4) بالمقارنة مع باقي المستويات الحلولية المحرّضة. ويُعد المستوى الحلولي المحرّض (Mpa -0.4) بمنزلة المستوى الحلولي المحرض الأمثل، وسيعتمد في جميع تجارب الغرلة اللاحقة. تُعبر نسبة الانخفاض في طول كل من الجذور والبادرات عن كفاءة البادرات في استعادة النمو في نهاية فترة استعادة النمو. وترتبط المقدرة على استعادة النمو بنسبة الخلايا النباتية التي بقيت حية في نهاية فترة التعريض للمستوى الحلولي المميت الأمثل (Mpa -1.4). عموماً، تتحدد نسبة الخلايا التي تبقى حية في نهاية فترة الإجهاد الحلولي المميت بكمية الوسائل الدفاعية المصنّعة استجابةً لإشارة التحذير Warning signal المتمثلة بالمستوى المحرض (غير المميت) من الإجهاد الحلولي (AL-Ouda, 1999). وتتوقف كمية الوسائل الدفاعية المصنّعة على مدى توافق المستوى الحلولي

المعرض مع المورثات المسؤولة عن تصنيع الوسائل الدفاعية المختلفة (AL-Ouda,1999). ويُلاحظ مما تقدم، أنَّ المستوى المعرض (Mpa -0.4) كان كافٍ لدفع المورثات للتعبير عن كامل طاقتها الوراثية، ما أدى إلى تصنيع كمية أكبر من الوسائل الدفاعية التي ساعدت بدورها في وقاية المكتنفات الخلوية الحساسة والإبقاء على حياة نسبة أكبر من الخلايا النباتية، لذلك اعتمد كمستوى حلولي معرض أمثل. تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه (Ganesh Kumar 1999) و (AL-Ouda 1999) في محصول زهرة الشمس Sunflower. وتتسجم هذه النتائج أيضاً مع ماتوصل إليه العودة وزملاؤه (2006) في محصول الشعير، والعودة وزملاؤه (2005) في محصول القمح.

الجدول (6): تأثير مستويات حلولية محرضة مختلفة في متوسط نمو بادرات الشعير.

المعاملات (Mpa) (PEG-6000)	متوسط طول الجذور (سم)	نسبة الانخفاض في طول الجذور	متوسط طول البادرات (سم)	نسبة الانخفاض في طول البادرات (%)
الشاهد المطلق	12.03	-	25.0	-
-0.2	9.40 ^b	21.70 ^b	20.83 ^b	16.67 ^c
-0.4	10.83 ^a	9.93 ^c	22.57 ^a	9.86 ^d
-0.6	8.30 ^c	33.70 ^a	19.13 ^c	23.37 ^b
-0.8	8.03 ^c	32.93 ^a	18.33 ^c	26.63 ^a
L.S.D	*0.88	*5.18	*0.84	*2.95
C.V (%)	4.82	13.99	2.10	10.23

وتتلخص استناداً لما تقدم تقانة الغربلة Screening technique لتحمل الإجهاد الحلولي في طور البادرة الفتية على النحو الآتي:

بادرات	← المستوى المعرض الأمثل	← المستوى المميت الأمثل	← استعادة النمو
الشعير	(Mpa -0.4)	(Mpa -1.4)	في الماء المقطر
(بعمر يومين)	مدة 16 ساعة	مدة 48 ساعة	مدة 72 ساعة

1-3-تقييم أهمية التحريض الحلولي:

يُلاحظ من الجدول (7)، وجود فروقات معنوية ($P \leq 0.01$) بين المعاملات المعتمدة للوقوف على أهمية التحريض في تحسين كفاءة البادرات في تحمل المستوى المميت من الإجهاد الحلولي. ويُلاحظ أنَّ متوسط طول الجذور والبادرات كان الأعلى معنوياً في البادرات المحرّضة Induced seedlings (9.33، 17.27 سم على التوالي)، في حين كان متوسط طول الجذور والبادرات الأدنى معنوياً لدى البادرات غير المحرّضة، التي نُقلت مباشرةً إلى المستوى الحلولي المميت (4.76، 9.26 سم على التوالي). وكانت نسبة الانخفاض في طول كلٍّ من الجذور والبادرات الأعلى معنوياً لدى البادرات غير المحرّضة (70.20، 68.30 % على التوالي) بالمقارنة مع البادرات المحرّضة (41.53، 40.90 % على التوالي)، ما يشير إلى أهمية التحريض في تحسين كفاءة بادرات الشعير على تحمل المستويات الحلولية المميتة. ويُعزى ارتفاع نسبة الانخفاض في طول الجذور والبادرات لدى البادرات غير المحرّضة إلى تعرّضها إلى صدمة حلولية Osmotic shock، لذلك يعتمد نجاح أسلوب الغرلة على النقل المرحلي Stepwise transfer للبادرات من المستويات المجردة غير المميتة إلى المستويات المميتة من الإجهاد، بحيث تتمكن البادرات خلال فترة الإجهاد غير المميت من حشد وسائلها الدفاعية، وذلك حسب الطاقة الوراثية الكامنة لكل طراز، والتهيؤ لمواجهة المستوى المميت، في حين يؤدي التعريض المباشر للمستويات المميتة إلى قتل جميع بادرات الطرز الحساسة والمتحملة على حدٍ سواء، لأنّها لم تعطّ الزمن الكافي والفرصة للتعبير عن طاقتها الوراثية الكامنة (AL-Ouda, 1999)، تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه التومي (2012)، وجنود (2007)، والعودة وزملاؤه (2005) في محصول القمح، والتمو (2013) في محصول الشعير.

الجدول (7): أهمية التحريض الحلولي في تحسين تحمل بادرات الشعير للمستوى المميت من

الإجهاد الحلولي.

المعاملات	متوسط طول الجذور (سم)	نسبة الانخفاض في طول الجذور	متوسط طول البادرات (سم)	نسبة الانخفاض في طول البادرات (%)
الشاهد المطلق	16.00 ^a	-	29.30 ^a	-
بادرات محرّضة	9.33 ^b	41.53 ^b	17.27 ^b	40.90 ^b
بادرات غير محرّضة	4.76 ^c	70.20 ^a	9.26 ^c	68.30 ^a
L.S.D	*1.64	*6.58	*2.40	*5.57
C.V (%)	7.24	7.79	5.69	6.75

1-4- غربلة أصناف الشعير لتحمل الإجهاد الحولي في طور البادرة الفتية:

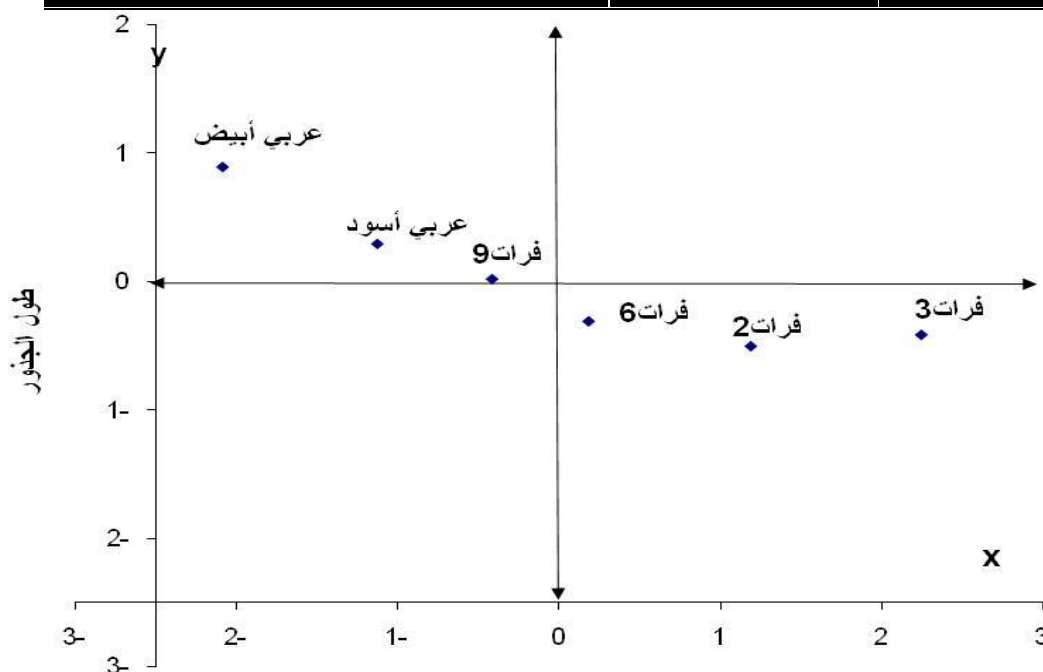
استخدمت تقانة الغربلة المطورة آنفاً لسبر التباين الوراثي Genetic variability في استجابة أصناف الشعير المدروسة لتحمل الإجهاد الحولي في مرحلة البادرة الفتية، بهدف تحديد الأصناف المحتملة عن قريناتها الحساسة. وسيعتمد أسلوب التحليل الإحصائي المُسمَّ Z-distribution في تحديد طبيعة استجابة أصناف الشعير المدروسة لظروف الإجهاد الحولي استناداً إلى القيم المطلقة لطول الجذور والبادرات ونسبة الانخفاض فيهما بالمقارنة مع الشاهد. بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في استجابة أصناف الشعير لتحمل الإجهاد الحولي في طور البادرة الفتية. ولوحظ استناداً إلى صفتي طول الجذور والبادرات ونسبة الانخفاض فيهما أنّ الأصناف عربي أبيض، عربي أسود و فرات 9 تُصنف كطرز وراثية عالية التحمل للإجهاد الحولي لأنها أبدت أدنى نسبة انخفاض في طول الجذور والبادرات، وكانت القيم المطلقة لهاتين الصفتين الأعلى معنوياً، في حين تصنف الأصناف فرات 2، فرات 3 و فرات 6 كطرز وراثية عالية الحساسية للإجهاد الحولي استناداً إلى المعايير السابقة (الجدول 8 و 9 و 10 والأشكال 5 و 6 و 7). تتوافق هذه النتائج مع ما توصلت إليه التمو (2013) في محصول الشعير.

الجدول (8): التباين الوراثي في استجابة أصناف الشعير للإجهاد الحولي.

الطراز الوراثي	متوسط طول الجذور (سم)	نسبة الانخفاض في طول الجذور (%)	متوسط طول البادرات (سم)	نسبة الانخفاض في طول البادرات (%)
عربي أبيض	الشاهد	19.97	-	30.23
	المعاملة	16.17	19.03	24.03
عربي اسود	الشاهد	15.27	-	25.37
	المعاملة	11.13	27.11	19.73
فرات 2	الشاهد	8.33	-	21.9
	المعاملة	4.43	46.63	10.30
فرات 3	الشاهد	11.63	-	25.13
	المعاملة	5.17	55.55	11.23
فرات 6	الشاهد	9.80	-	21.17
	المعاملة	6.06	38.16	11.53
فرات 9	الشاهد	13.20	-	23.97
	المعاملة	8.83	33.11	18.30

الجدول (9): قيم التحليل الإحصائي بالنسبة للجذور بطريقة Z-distribution لجميع أصناف الشعير المختبرة.

variety No.	variety name	X	Y
1	عربي أبيض	-2.082	0.893
2	عربي أسود	-1.124	0.296
3	فرات 2	1.189	-0.498
4	فرات 3	2.245	-0.410
5	فرات 6	0.185	-0.305
6	فرات 9	-0.413	0.023



نسبة الإنخفاض في طول الجذور

الشكل (6): توزيع أصناف الشعير حسب إستجابتها للإجهاد الحلولي باستخدام التحليل الإحصائي Z- distribution حسب نسبة الانخفاض في طول الجذور.

الجدول (10): قيم التحليل الإحصائي بالنسبة للبادرات بطريقة Z-distribution لجميع أصناف الشعير المختبرة.

Y	X	variety name	variety No.
0.969	-1.863	عربي أبيض	1
0.459	-1.717	عربي أسود	2
-0.658	1.913	فراة 2	3
-0.548	2.202	فراة 3	4
-0.512	1.024	فراة 6	5
0.290	-1.559	فراة 9	6

ثانياً - التجربة الحقلية:

1- تأثير الإجهاد المائي في الصفات الشكلية لأصناف الشعير المدروسة:

1-1- ارتفاع النبات: تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقاتٍ معنوية ($0.05 \geq P$) في صفة ارتفاع النبات بين أصناف الشعير المدروسة ومناطق الزراعة والتفاعل بينهما. يُلاحظ من الجدول (11) أنّ متوسط ارتفاع النبات كان الأعلى معنوياً (55.75 سم) لدى نباتات الشعير في منطقة الاستقرار الثانية (بهم) الأكثر هطولاً (301 مم) بالمُقارنة مع النباتات المزروعة في منطقة الاستقرار الثالثة (اسعنا) الأقل هطولاً (199) (40.96 سم)، حيث سبّب الإجهاد المائي عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة انخفاضاً في متوسط ارتفاع النبات مقداره 26.52 % بالمقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية.

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية في صفة ارتفاع النبات بين أصناف الشعير المدروسة، حيث كان متوسط ارتفاع النبات الأعلى معنوياً لدى نباتات الأصناف عربي أسود، فرات 6، فرات 3 (53.65، 49.60، 48.66 سم على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان متوسط ارتفاع النبات الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف فرات 2، فرات 9، عربي أبيض (44.83، 46.6، 46.79 سم) على التوالي و بدون فروقات معنوية بينها. وبيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في التفاعل بين مناطق الزراعة والأصناف المدروسة، حيث سجّلت نباتات الصنفين عربي أسود و فرات 3 معنوياً أعلى متوسط ارتفاع نبات عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية (58.13، 57.8 سم) على التوالي وبدون فروقات معنوية بينهما، في حين سجّل الصنف عربي أبيض معنوياً أدنى متوسط لارتفاع النبات عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة (36.95 سم). ويُلاحظ أنّ نسبة الانخفاض في متوسط ارتفاع النبات عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة بالمقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية كانت الأدنى معنوياً لدى الصنف عربي أسود (15.40 %)، تلاه الصنف فرات 6 (23.46 %)، في حين كان الأعلى معنوياً لدى الصنف عربي أبيض أعلى نسبة انخفاض (34.75 %). يُؤدي تراجع محتوى التربة المائي نتيجة قلة معدل الهطول المطري، وارتفاع معدل فقد الماء بالتبخر-نتح إلى تراجع معدل امتصاص الماء، فتصبح كمية الماء الممتصة عن طريق المجموعة الجذرية غير كافية لتعويض الماء المفقود بالنتح عن طريق الأجزاء الهوائية الأمر الذي يؤثر سلباً في معدل نمو الأجزاء الهوائية (الساق، الأوراق) نظراً

لأهمية المحافظة على قيم مرتفعة من جهد الإمتلاء في دفع خلايا الساق على الاستطالة (Cossgrove,1989)، وتُعتبر صفة استطالة خلايا النبات من أكثر الصفات الفيزيولوجية حساسيةً للإجهاد المائي. ويمكن أن يعزى التباين الوراثي بين الأصناف المدروسة في ارتفاع النبات إلى الاختلاف في مرونة جدران الخلايا النباتية أو إمكانية تفعيل آلية التعديل الحلولي أو إلى التباين في كفاءة تلك الأصناف في تشكيل مجموع جذري متعمق ومتشعب بهدف الحصول على أكبر كمية من محتوى التربة المائي (Bressan *et al.*,1990). تتوافق هذه النتائج مع ما توصلت إليه التمر (2007) في محصول الشعير، ومع ما توصلت إليه منوخ (2010) في محصول الشعير. و كذلك تُشير هذه النتائج إلى دور الماء في تحديد الطول النهائي للنبات، حيث يتأثر طول النبات سلباً بتراجع محتوى التربة المائي، وقلة معدل الهطول المطري، ويُمكن بشكل عام تراجع طول النبات بتأثير الإجهاد المائي والذي يؤدي إلى تراجع في طول السلاميات وليس انخفاض عددها، (Hethermington, 2001).

الجدول (11): تأثير الإجهاد المائي في ارتفاع النبات (سم) في أصناف الشعير المدروسة.

الأصناف	منطقة استقرار ثانية	منطقة استقرار ثالثة	المتوسط	نسبة الانخفاض (%)
عربي أبيض	56.63 ^{ab}	36.95 ^d	46.79 ^b	34.75
عربي أسود	58.13 ^a	49.17 ^{bc}	53.65 ^a	15.40
فرات 2	52.38 ^{ab}	37.28 ^d	44.83 ^a	28.82
فرات 3	57.81 ^{ab}	39.51 ^d	48.66 ^{ab}	31.65
فرات 6	56.19 ^{ab}	43.01 ^{cd}	49.60 ^{ab}	23.46
فرات 9	53.35 ^{ab}	39.84 ^d	46.60 ^b	25.32
المتوسط	55.75	40.96	48.35	26.52
المتغير	الأصناف	منطقة الزراعة	التفاعل	
LSD (0.05)	6.20*	3.58*	8.77*	
C.V(%)		10.71		

*: تدل على وجود فروقات معنوية ns: تدل على عدم وجود فروقات معنوية.

1-2- مساحة الورقة العلمية (سم²):

تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقاتٍ معنوية ($0.05 \geq P$) في صفة مساحة الورقة العلمية بين أصناف الشعير المدروسة ومناطق الزراعة والتفاعل المتبادل بينهما.

يُلاحظ من الجدول (12) أنَّ متوسط مساحة الورقة العلمية كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الشعير في منطقة الاستقرار الثانية (9.47 سم²) بالمقارنة مع منطقة الاستقرار الثالثة (6.77 سم²)، حيث سبب الإجهاد المائي عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة انخفاضاً في متوسط مساحة الورقة العلمية مقداره 28.50% بالمقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية الأكثر هطولاً.

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة مساحة الورقة العلمية بين أصناف الشعير المدروسة، حيث كان متوسط مساحة الورقة العلمية الأعلى معنوياً لدى الصنفين عربي أسود وعربي أبيض (9.83، 9.14 سم²) على التوالي بدون فروقات معنوية بينهما، في حين كان متوسط مساحة الورقة العلمية الأدنى معنوياً لدى الصنفين فرات3 و فرات6 و بدون فروقات معنوية بينهما (7.12، 7.14 سم²). وبيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في التفاعل بين مناطق الزراعة والأصناف المدروسة، حيث سجل الصنف عربي أسود أعلى قيمة لمساحة الورقة العلم في منطقة الاستقرار الثانية (11.32 سم²) تلاه الصنف عربي أبيض في المنطقة نفسها (10.43 سم²) بدون فروقات معنوية بينهما، وسجل الصنف فرات3 معنوياً أقل قيمة في مساحة الورقة العلم (5.19 سم²) في منطقة الاستقرار الثالثة، وقد سجل بالمقابل الصنف عربي أسود أعلى قيمة لمساحة الورقة العلم (8.35 سم²) في منطقة الاستقرار الثالثة، ولوحظ أنَّ نسبة الانخفاض في متوسط مساحة الورقة العلمية عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة الأكثر جفافاً كانت الأدنى لدى الصنف فرات2 (21.76%) بالمقارنة مع منطقة الاستقرار الثانية الأقل جفافاً، في حين سجل الصنف فرات3 أعلى نسبة انخفاض في مساحة الورقة العلمية (42.67%) تتوافق هذه النتائج أيضاً مع ما توصلت إليه التمو (2007، 2013) في محصول الشعير ومحمود (2009) في محصول القمح.

ذكر Rawson و زملاؤه (1983) بأن نصف نواتج التمثيل الضوئي تأتي من الورقة العلمية leaf، في حين يأتي الباقي من السنبل الخضر، وغمد الورقة، والسفا، والورقة ما دون الورقة العلمية وتبعاً لذلك يتوقف معدل نمو الحبة أو طول فترة نموها Grain growth period ودرجة امتلائها على كمية المادة الجافة المصنعة في الورقة العلمية خلال فترة امتلاء الحبوب. وتؤدي زيادة معدل التمثيل الضوئي في الورقة العلمية خلال مرحلة امتلاء الحبوب إلى ازدياد معدلات امتلاء الحبوب، وخاصةً خلال المراحل المتقدمة من فترة امتلاء الحبوب، بسبب شيخوخة باقي الأوراق، وتراجع كفاءتها التمثيلية (Frederick and Camberato, 1994)، وذكر Pask وزملاؤه، (2012)، أن الورقة العلم لها تأثير كبير في الغلة الحبية، ووجد Bahrani و Joo، (2010) أن الورقة العلم تعتبر من الأجزاء النباتية المهمة جداً خلال فترة امتلاء الحبوب.

الجدول (12): تأثير الإجهاد المائي في مساحة الورقة العلمية (سم²) في أصناف الشعير المدروسة.

الأصناف	منطقة استقرار ثانية	منطقة استقرار ثالثة	المتوسط	نسبة الانخفاض (%)
عربي أبيض	10.43 ^{ab}	7.86 ^c	9.14 ^a	24.60
عربي أسود	11.32 ^a	8.35 ^{bc}	9.83 ^a	26.25
فرات 2	8.52 ^{bc}	6.68 ^{cd}	7.60 ^b	21.67
فرات 3	9.06 ^{bc}	5.19 ^d	7.12 ^b	42.67
فرات 6	8.12 ^{cd}	6.16 ^{cd}	7.14 ^b	24.09
فرات 9	9.36 ^{abc}	6.37 ^{cd}	7.87 ^{ab}	31.88
المتوسط	9.47	6.77	8.12	28.50
المتغير	الأصناف	منطقة الزراعة	التفاعل	
LSD (0.05)	1.40*	0.81*	1.97*	
C.V(%)		14.37		

*: تدل على وجود فروقات معنوية ns: تدل على عدم وجود فروقات معنوية.

1-3- طول حامل السنبل (سم):

تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقاتٍ معنوية ($P \geq 0.05$) في صفة طول متوسط حامل السنبل بين أصناف الشعير المدروسة ومناطق الزراعة والتفاعل بينهما. يُلاحظ من الجدول (13) أنّ متوسط طول حامل السنبل كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الشعير في منطقة الاستقرار الثانية (15.25 سم) بالمُقارنة مع النباتات التي تعرضت في منطقة الاستقرار الثالثة (6.77 سم)، حيث سبّب الإجهاد المائي عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة انخفاضاً في متوسط طول حامل السنبل مقداره 27.58 % بالمقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية.

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية بين أصناف الشعير المزروعة، حيث تفوق الصنف عربي أسود في طول حامل السنبل (14.10 سم)، تلاه وبدون فروقاتٍ معنوية الأصناف فرات3، عربي أبيض و فرات6 (12.77 ، 12.68 ، 12.53 سم على التوالي)، وتلاه بفروقاتٍ معنوية الصنفين فرات2 وفرات9 (11.09 ، 11.05 سم على التوالي) وكان طول حامل الأدنى في الصنف فرات9 (11.05 سم). ولم تظهر أية فروقات معنوية في تفاعل الأصناف المزروعة مع منطقة الزراعة.

أشار (Nachit and ketata., 1991) أنّ الغلة الحبية تحت ظروف الجفاف ترتبط سلباً بطول حامل السنبل، وطول النبات، وأكدت التمو (2007) وجود علاقة ارتباط سلبية بين طول حامل السنبل ومساحة الورقة العلمية، وما دون العلمية ويعزى ذلك إلى تزامن تشكل هذين المكونين مع بعضهما، ومع مرحلة تشكل السنابل وتطورها، وذلك خلال المرحلة التي تسبق الإزهار بنحو 20 - 30 يوماً (Fisher, 1985). ونظراً لقلة كمية نواتج التمثيل الضوئي المُصنَّعة بسبب شح المياه وعدم كفايتها، فسوف تشتد المنافسة بين المكونات الثلاثة السالفة الذكر على نواتج عملية التمثيل الضوئي المتاحة بكمياتٍ محدودة، ويؤدي بالنتيجة زيادة معدل نمو وتطور إحداها إلى تراجع الأخرى (العودة، 2005). حيث أدت زيادة استطالة حامل السنبل إلى تقليل كمية المادة الجافة المتاحة لنمو الورقة العلمية وما دونها، مما أثر سلباً في معدل استطالتها (التمو، 2013). ويؤثر ذلك أيضاً سلباً في معدل تشكل السنابل وتطورها، ما يُخفض من عدد الحبوب المتشكلة، ودرجة امتلائها، ومن ثمّ الغلة الحبية النهائية.

الجدول (13): تأثير الإجهاد المائي في طول حامل السنبل (سم) في أصناف الشعير المدروسة.

الأصناف	منطقة استقرار ثانية	منطقة استقرار ثالثة	المتوسط	نسبة الانخفاض (%)
عربي أبيض	15.25 ^{ab}	10.11 ^{bc}	12.68 ^{ab}	33.71
عربي أسود	15.65 ^a	12.55 ^{bc}	14.10 ^a	19.83
فرات 2	12.68 ^{ab}	9.51 ^c	11.09 ^b	25.03
فرات 3	15.82 ^{ab}	9.72 ^{bc}	12.77 ^{ab}	38.56
فرات 6	14.16 ^{ab}	10.91 ^{bc}	12.53 ^{ab}	22.96
فرات 9	12.54 ^b	9.56 ^{bc}	11.05 ^b	23.76
المتوسط	14.35	10.39	12.37	27.58
المتغير	الأصناف	منطقة الزراعة	التفاعل	
LSD (0.05)	2.14*	1.24*	3.03*	
C.V(%)		14.47		

*: تدل على وجود فروقات معنوية ns: تدل على عدم وجود فروقات معنوية.

1-4- طول السفا (سم):

تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقاتٍ معنوية ($P \geq 0.05$) في صفة طول السفا بين المناطق المزروعة والتفاعل بين الأصناف المزروعة ومناطق الزراعة، في حين لم يظهر فروقات معنوية بين أصناف الشعير المدروسة.

يُلاحظ من الجدول (14) أنَّ متوسط طول السفا كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الشعير المزروعة في منطقة الاستقرار الثانية (8.96 سم) بالمُقارنة مع النباتات المزروعة في منطقة الاستقرار الثالثة (7.84 سم)، حيث سبَّب الإجهاد المائي عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة انخفاضاً في طول حامل السنبل مقداره (12.58 %) بالمُقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية.

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروقاتٍ معنوية في صفة طول السفا بين أصناف الشعير المدروسة، عموماً كان متوسط طول السفا الأعلى ظاهرياً لدى نباتات الصنف فرات 2 (8.65 سم) تلاه الصنف فرات 9 (8.59 سم)، في حين كان متوسط طول السفا الأدنى ظاهرياً لدى نباتات الصنف عربي أسود (8.20 سم). وبيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في التفاعل بين

مناطق الزراعة والأصناف المدروسة. عموماً في منطقة الاستقرار الثالثة سجل الصنف فرات2 أعلى معدل في طول السفا (8.33 سم) تلاه الصنف فرات3 (8.03 سم). ويُلاحظ أن نسبة الانخفاض في متوسط طول السفا عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة بالمقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية كانت الأدنى لدى الصنف فرات2 (7.10 %) تلاه الصنف فرات3 (9.61 %)، في حين سجل الصنف عربي أبيض أعلى نسبة انخفاض (14.87 %) في متوسط طول السفا. يؤدي تراجع طول السفا إلى انخفاض الغلة الحبية، لأنَّ السفا تؤدي دوراً كبيراً في زيادة الغلة الحبية وخاصةً بعد جفاف الأوراق، كما أنَّها أقل تأثراً بالحرارة المرتفعة والإجهاد المائي بالمقارنة مع الورقة العلم، لذا فإنها تسهم في زيادة الغلة الحبية تحت النظم الزراعة الجافة (Blum, 1989)، تعد السفا من الصفات الشكلية المهمة جداً، إذ تحسّن من كفاءة استعمال المياه خلال مرحلة امتلاء الحبوب (Arause et al., 1993).

الجدول (14): تأثير الإجهاد المائي في طول السفا (سم) في أصناف الشعير المدروسة.

الأصناف	منطقة استقرار ثانية	منطقة استقرار ثالثة	المتوسط	نسبة الانخفاض (%)
عربي أبيض	8.94 ^{ab}	7.61 ^a	8.28 ^a	14.87
عربي أسود	8.73 ^{ab}	7.66 ^a	8.20 ^a	12.25
فرات2	8.97 ^{ab}	8.33 ^{ab}	8.65 ^a	7.10
فرات3	8.88 ^{ab}	8.03 ^b	8.45 ^a	9.61
فرات6	9.08 ^a	7.38 ^b	8.23 ^a	18.69
فرات9	9.18 ^a	8.00 ^b	8.59 ^a	12.85
المتوسط	8.96	7.84	8.40	12.58
المتغير	الأصناف	منطقة الزراعة	التفاعل	
LSD (0.05)	0.69 ^{ns}	0.40*	0.97*	
C.V(%)		6.83		

*: تدل على وجود فروقات معنوية ns: تدل على عدم وجود فروقات معنوية.

1-5- طول السنبله (سم):

تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقاتٍ معنوية ($0.05 \geq P$) في صفة طول السنبله بين أصناف الشعير المدروسة ومناطق الزراعة والتفاعل بينهما.

يُلاحظ من الجدول (15) أنَّ متوسط طول السنبله كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الشعير غير المُجهدة مائياً المزروعة في منطقة الاستقرار الثانية (7.95 سم) بالمُقارنة مع النباتات التي تعرضت للإجهاد المائي المزروعة في منطقة الاستقرار الثالثة (6.44 سم)، حيث سبّب الإجهاد المائي عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة الأكثر جفافاً انخفاضاً في طول حامل السنبله مقداره 19.07 % بالمقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية.

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويةٍ في صفة طول السنبله بين أصناف الشعير المدروسة، حيث كان متوسط طول السنبله الأعلى معنوياً لدى نباتات الصنف عربي أسود (7.89 سم)، تلاه وبدون فروقات معنوية الصنفين عربي أبيض وفرات 9 (7.53، 7.56 سم على التوالي)، في حين كان أدنى معنوياً لدى الصنف فرات 3 (6.29 سم).

وبيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في التفاعل بين مناطق الزراعة والأصناف المدروسة، فسجل الصنف عربي أسود معنوياً أعلى متوسط طول السنبله (9.13 سم) في منطقة الاستقرار الثانية تلاه الصنف عربي أبيض (8.61 سم) والصنف فرات 9 (8.47 سم) في نفس منطقة الزراعة وبدون فروق معنوية بينها، بينما سجل الصنف فرات 3 بالمتوسط أدنى قيمة بطول السنبله (5.89 سم) عند زراعته في منطقة الاستقرار الثالثة الأكثر جفافاً، و تفوق الصنفان فرات 9 وعربي أسود معنوياً على باقي الأصناف المدروسة عند زراعتهم في منطقة الاستقرار الثالثة الأكثر جفافاً في طول السنبله (6.65، 6.64 سم). ويُلاحظ أن نسبة الانخفاض في متوسط طول السنبله عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة بالمقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية كانت الأدنى لدى الصنف فرات 6 (9.24 %) تلاه الصنف فرات 3 (12.05 %)، في حين سجّل الصنف عربي أسود أعلى نسبة انخفاض (27.30 %) في طول السنبله. تشير هذه النتائج إلى أهمية الماء في نمو محور السنبله وتطوره. عموماً، يتحدد عدد الحبوب في السنبله الواحدة بطول محورها، وعدد الزهيرات الخصبة فيها، بالإضافة إلى كمية الماء والمادة الجافة المتاحة خلال فترة تشكل السنابل وتطورها (العودة، 2005). وتعتبر صفة طول السنبله من الصفات الشكلية ذات التأثير المعنوي في

الإنتاجية، ويمكن استعمالها كمقياس انتخاب، إن تراجع متوسط طول السنبلية يؤدي لتراجع عدد الحبوب بالسنبلية، وتؤدي السنبلية دوراً مهماً في التكيف مع ظروف الإجهاد المائي، وتقوم السنبلية بعملية التمثيل الضوئي وهذا يُسهم في زيادة عدد الحبوب ووزنها (Tambussi *et al.*, 2007)، تتفق نتائج هذه الدراسة مع نتائج التومي (2012)، وما توصلت إليه منوخ (2010) ومصطفى (2010).

الجدول (15): تأثير الإجهاد المائي في طول السنبلية (سم) في أصناف الشعير المدروسة.

الأصناف	منطقة استقرار ثانية	منطقة استقرار ثالثة	المتوسط	نسبة الانخفاض (%)
عربي أبيض	8.61 ^{ab}	6.45 ^c	7.53 ^a	25.10
عربي أسود	9.13 ^a	6.64 ^{bc}	7.89 ^a	27.30
فرات 2	7.55 ^b	6.41 ^c	6.98 ^{abc}	15.18
فرات 3	6.69 ^{bc}	5.89 ^c	6.29 ^c	12.05
فرات 6	7.25 ^{bc}	6.58 ^c	6.92 ^{bc}	9.24
فرات 9	8.47 ^{ab}	6.65 ^{bc}	7.56 ^{ab}	21.48
المتوسط	7.95	6.44	7.19	19.07
المتغير	الأصناف	منطقة الزراعة	التفاعل	
LSD (0.05)	0.68*	0.40*	0.97*	
C.V(%)		7.14		

*: تدل على وجود فروقات معنوية ns: تدل على عدم وجود فروقات معنوية.

2- تأثير الإجهاد المائي في الصفات الفيزيولوجية لأصناف الشعير المدروسة:

2-1- المحتوى المائي النسبي في الاوراق (%): تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقاتٍ معنوية ($P \geq 0.05$) في المحتوى المائي النسبي بين أصناف الشعير المدروسة ومناطق الزراعة والتفاعل بينهما. يُلاحظ من الجدول (16) أنَّ متوسط المحتوى المائي النسبي في الاوراق كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الشعير في منطقة الاستقرار الثانية (74.91 %) بالمُقارنة مع منطقة الاستقرار الثالثة (60.51 %)، حيث سبَّب الإجهاد المائي عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة انخفاضاً في المحتوى المائي النسبي مقداره (19.22 %) بالمُقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية.

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية في صفة المحتوى المائي النسبي بين أصناف الشعير المدروسة، حيث كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الأصناف عربي أسود، فرات 9، وعربي أبيض (72.68 ، 71.26 ، 70.69 % على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان متوسط المحتوى المائي النسبي الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف فرات 2 (62.47 %)، تلاه الصنف فرات 3 (64.03 %)، والصنف فرات 6 (65.12 %) وبدون فروقات معنوية بينها.

وبيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في التفاعل بين مناطق الزراعة والأصناف المدروسة، حيث سجّلت نباتات الصنفين عربي أسود، فرات 9 معنوياً أعلى متوسط للمحتوى المائي النسبي (79.34، 79.21 % على التوالي) عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية، تلاه وبدون فروقات معنوية بينهما، في حين سجّل الصنف فرات 2 معنوياً أدنى متوسط في المحتوى المائي النسبي (55.55 %) عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة الأكثر جفافاً تلاه الصنفان فرات 3 و فرات 6 (57.06، 57.10 %) وبدون فروقات معنوية بينهما. عموماً في منطقة الاستقرار الثالثة حافظ الصنف عربي أسود على أعلى متوسط للمحتوى المائي النسبي (65.91 %) مقارنةً مع باقي الطرز المدروسة، ويُلاحظ أنَّ نسبة الانخفاض في المحتوى المائي النسبي عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة مقارنةً مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية كانت الأدنى لدى الصنف عربي أسود (17.05 %) تلاه الصنف عربي أبيض (17.06 %)، في حين سجّل الصنف فرات 6 أعلى نسبة انخفاض (21.28 %) في المحتوى المائي النسبي يُلاحظ وجود تباين وراثي و معنوي في RWC بين طرز الشعير المدروسة و يمكن أن يُعزى التباين إما التباين في حجم المجموع الجذري أو التباين في

المقدرة على التعديل الحلولي او التباين في الناقلية المسامية أو التباين في كمية الإشارة الكيميائية (ABA) المصنعة و الواصلة إلى الخلايا الحارسة.

يمكن أن يساعد تقدير محتوى الماء النسبي في الأوراق Leaf Relative Water Content في إعطاء فكرة غير مباشرة عن حجم المجموعة الجذرية، أو المقدرة على التعديل الحلولي Osmotic adjustment (OA) حيث تساعد هاتين الآليتين في استخلاص وامتصاص كمية أكبر من الماء من التربة لتعويض الماء المفقود بالنتح، ما يساعد في المحافظة على محتوى الأوراق المائي (Reynolds et al.,2000). وقد أشارت التمو (2007) في نتائج بحثها أنّ محتوى الماء النسبي في طرز الشعير المزروعة في المناطق الجافة كان أعلى، وتفسير ذلك نتيجة زيادة حساسية مسامات هذا الطراز لظروف الإجهاد المائي، حيث تتعلق المسامات بشكل تام أو كامل للحد من فقد الماء بالتبخر- النتح، ما يساعد في المحافظة على جهد امتلاء عالٍ حتى عند امتصاص كمية أقل من الماء، ولكن يؤدي الانغلاق التام للمسامات إلى الحد من انتشار غاز الفحم (CO_2) عبر المسامات، ما يؤثر سلباً في كمية CO_2 المتاحة في مراكز التثبيت (Stroma) ضمن الصانعة الخضراء، وتتراجع جزاء ذلك كفاءة النبات التمثيلية بالإضافة إلى تعطيل التأثير المبرد Cooling effect لعملية فقد الماء بالتبخر- النتح، مما يؤدي إلى شيخوخة الأوراق بشكل مبكر، ويمكن أن تؤثر هذه العوامل مجتمعةً في معدل نمو أجزاء النبات المختلفة، وتطورها وغلة المحصول الحبية (التمو، 2013).

الجدول (16): تأثير الإجهاد المائي في المحتوى المائي النسبي (%) في أصناف الشعير المدروسة.

الأصناف	منطقة استقرار ثانية	منطقة استقرار ثالثة	المتوسط	نسبة الانخفاض (%)
عربي أبيض	77.28 ^a	64.10 ^c	70.69 ^{ab}	17.06
عربي أسود	79.45 ^a	65.91 ^{bc}	72.68 ^a	17.05
فرات 2	69.40 ^{bc}	55.55 ^d	62.47 ^c	19.96
فرات 3	71.01 ^b	57.06 ^d	64.03 ^{bc}	19.64
فرات 6	73.10 ^{ab}	57.15 ^d	65.12 ^{bc}	21.82
فرات 9	79.21 ^a	63.32 ^{cd}	71.26 ^{ab}	20.06
المتوسط	74.91	60.51	67.71	19.22
المتغير	الأصناف	منطقة الزراعة	التفاعل	
LSD (0.05)	4.70*	2.71*	6.84*	
C.V(%)		5.79		

*: تدل على وجود فروقات معنوية ns: تدل على عدم وجود فروقات معنوية.

2-2- محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي (مغ.غ⁻¹ وزن اخضر):

تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقاتٍ معنويةٍ ($P \geq 0.05$) في محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي بين أصناف الشعير المدروسة ومناطق الزراعة والتفاعل بينهما. يُلاحظ من الجدول (17) أنَّ متوسط محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الشعير المزروعة في منطقة الاستقرار الثانية (0.302 مغ.غ⁻¹) بالمُقارنة مع النباتات التي تعرضت للإجهاد المائي المزروعة في منطقة الاستقرار الثالثة (0.168 مغ.غ⁻¹)، حيث سبب الإجهاد المائي عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة انخفاضاً في محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي مقداره (44.56 %) بالمقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية.

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويةٍ في محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي بين أصناف الشعير المدروسة، حيث كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الصنف فرات9 (0.288 مغ.غ⁻¹) وكان الصنف عربي أبيض الأدنى معنوياً الذي سجل متوسط في محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي (0.179 مغ.غ⁻¹). وبيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويةٍ في التفاعل بين مناطق الزراعة والأصناف المدروسة فسجّلت نباتات الصنف فرات9 معنوياً أعلى متوسط في محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي (0.363 مغ.غ⁻¹) عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية تلاها نباتات الصنف عربي أسود (0.327 مغ.غ⁻¹) ، في حين سجّل الصنف فرات3 أدنى متوسط معنوياً في محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي (0.126 مغ.غ⁻¹) بقيمة متساوية مع الصنف عربي أبيض (0.126 مغ.غ⁻¹) عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة الأكثر جفافاً. ويُلاحظ أن نسبة الانخفاض في محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة بالمقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية كانت الأدنى لدى نباتات الصنف فرات6 (28.73 %)، في حين سجّل الصنف فرات3 أعلى نسبة انخفاض (55.36 %) في محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي. يسبب الإجهاد المائي تدهوراً في جزيئات الكلوروفيل نتيجة زيادة نشاط الأنزيم المفكك لليخضور Chlorophyllase (Dubey, 1997)، ويشمل تدهور الكلوروفيل بشكلٍ أساسي الكلوروفيل a عندما تزيد الطاقة الضوئية الممتصة من قبل الأصبغة التمثيلية عن كفاءة النبات على استخدام المركبات الغنية بالطاقة مثل NADPH، والـ ATP. إنّ للأصبغة الضوئية دوراً هاماً في عملية حصاد الضوء، ويُعد التغير في محتوى الأوراق من الأصبغة أحد الوسائل كرد فعل من النبات تحت ظروف الإجهاد

المائي، حيث يتراجع محتوى كل من الكلوروفيل a و b (Farooq et al., 2009) ما يؤدي إلى الحد من الأصبغة المسؤولة عن الحصاد الضوئي المرتبطة بالنظام الضوئي الثاني (Sayed, 2003). عموماً، يؤدي الإجهاد المائي إلى شيخوخة الأوراق وذلك بسبب فقد الآزوت السريع وتخریب جزئیات الیخضور (Gan and Amasino, 1997).

الجدول (17): تأثير الإجهاد المائي في محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي (مع. غ⁻¹ وزن أخضر) في أصناف الشعير المدروسة.

الأصناف	منطقة استقرار ثانية	منطقة استقرار ثالثة	المتوسط	نسبة الانخفاض (%)
عربي أبيض	0.232 ^{abc}	0.126 ^{cd}	0.179 ^b	45.84
عربي أسود	0.327 ^{ab}	0.186 ^{cd}	0.257 ^{ab}	43.01
فرات 2	0.345 ^{ab}	0.167 ^{cd}	0.256 ^{ab}	51.67
فرات 3	0.281 ^{abc}	0.125 ^d	0.203 ^{ab}	55.63
فرات 6	0.264 ^{abc}	0.188 ^{cd}	0.226 ^{ab}	28.73
فرات 9	0.363 ^a	0.213 ^{bc}	0.288 ^a	41.32
المتوسط	0.302	0.168	0.235	44.56
المتغير	الأصناف	منطقة الزراعة	التفاعل	
LSD (0.05)	0.095*	0.055*	0.134*	
C.V(%)		23.35		

*: تدل على وجود فروقات معنوية ns: تدل على عدم وجود فروقات معنوية.

2-3- محتوى الأوراق من بيتا-كاروتين β -Carotene (مع غ¹ وزن اخضر):

تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقاتٍ معنوية ($P \geq 0.05$) في محتوى الأوراق من بيتا-كاروتين بين أصناف الشعير المدروسة ومناطق الزراعة والتفاعل بينهما. يُلاحظ من الجدول (18) أن متوسط محتوى الأوراق من بيتا - كاروتين كان الأدنى معنوياً لدى نباتات الشعير غير المُجهد مائياً المزروعة في منطقة الاستقرار الثانية (0.0174 مع غ¹) بالمُقارنة مع النباتات التي تعرضت للإجهاد المائي المزروعة في منطقة الاستقرار الثالثة (0.0299 مع غ¹)، حيث سبب الإجهاد المائي عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة زيادة في متوسط محتوى الأوراق من بيتا - كاروتين مقداره (71.73 %) بالمقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية.

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية في محتوى الأوراق من بيتا-كاروتين بين أصناف الشعير المدروسة، حيث كان متوسط محتوى الأوراق من بيتا-كاروتين الأعلى معنوياً في الأصناف عربي أسود ، فرات 6 ، فرات 2 ، فرات 9 و فرات 3 (0.0288 ، 0.0269 ، 0.0244 ، 0.0243 ، 0.0239 مع غ¹ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها. في حين كان الأدنى معنوياً في نباتات الصنف عربي أبيض (0.0155 مع غ¹). وبيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في التفاعل بين مناطق الزراعة والأصناف المدروسة، حيث سجّلت نباتات الصنف عربي أسود معنوياً أعلى متوسط في محتوى الأوراق من بيتا-كاروتين (0.0397 مع غ¹) عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة تلاها نباتات الصنف فرات 6 (0.0349 مع غ¹) وبدون فروقات معنوية بينهما، في حين سجّل الصنف عربي أبيض معنوياً أدنى محتوى من بيتا-كاروتين (0.0136 مع غ¹) عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية. ويُلاحظ أن نسبة الزيادة في متوسط محتوى الأوراق من بيتا-كاروتين عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة بالمُقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية كانت الأدنى لدى الصنف عربي أبيض (27.47 %)، في حين سجّل الصنف عربي أسود أعلى نسبة زيادة (92.84 %) في محتوى الأوراق من بيتا-كاروتين.

و يمكن أن يعزى زيادة محتوى الأوراق من البيت-كاروتين في منطقة الأستقرار الثالثة إلى دور الوظيفي التي تمثله، حيث تعمل الكاروتينات كعوامل مساعدة في امتصاص الضوء، وعوامل وقائية حيث تعد بمنزلة صمام الأمان الحيوي Softy value الذي ينظم وصول الطاقة الحيوية الممتصة إلى جزيئات الكلوروفيل RWC.

الجدول (18): تأثير الإجهاد المائي في محتوى الأوراق من بيتا-كاروتين (مع.غ⁻¹ وزن اخضر)
في أصناف الشعير المدروسة.

الأصناف	منطقة استقرار ثانية	منطقة استقرار ثالثة	المتوسط	نسبة الزيادة (%)
عربي أبيض	0.0136 ^c	0.0174 ^c	0.0155 ^b	27.47
عربي أسود	0.0196 ^{bc}	0.0379 ^a	0.0288 ^a	92.84
فرات 2	0.0172 ^c	0.0315 ^{ab}	0.0244 ^a	83.06
فرات 3	0.0183 ^c	0.0296 ^{ab}	0.0239 ^a	61.70
فرات 6	0.0190 ^c	0.0349 ^{ab}	0.0269 ^a	83.84
فرات 9	0.0202 ^{bc}	0.0284 ^b	0.0243 ^a	40.73
المتوسط	0.0174	0.0299	0.0237	71.73
المتغير	الأصناف	منطقة الزراعة	التفاعل	
LSD (0.05)	0.0066 *	0.0038*	0.0093*	
C.V(%)		23.01		

*: تدل على وجود فروقات معنوية ns: تدل على عدم وجود فروقات معنوية.

3- تأثير الإجهاد المائي في الصفات الإنتاجية لأصناف الشعير المدروسة:

3-1- عدد السنابل في النبات (سنبلة.نبات⁻¹):

تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقاتٍ معنوية ($0.05 \geq P$) في عدد السنابل في النبات بين أصناف الشعير المدروسة ومناطق الزراعة والتفاعل بينهما. يُلاحظ من الجدول (19) أنّ عدد السنابل في النبات كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الشعير غير المُجهدة مائياً المزروعة في منطقة الاستقرار الثانية (5.09 سنبلة.نبات⁻¹) بالمُقارنة مع النباتات التي تعرضت للإجهاد المائي المزروعة في منطقة الاستقرار الثالثة (3.59 سنبلة.نبات⁻¹)، حيث سبّب الإجهاد المائي عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة انخفاضاً في متوسط عدد السنابل في النبات مقداره (29.55 %) بالمُقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية.

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية في عدد السنابل في النبات بين أصناف الشعير المدروسة، حيث كان متوسط عدد السنابل الأعلى معنوياً لدى نباتات الصنف عربي أسود (5.18 سنبلة.نبات⁻¹) تلاه بدون فروقات معنوية الصنف عربي أبيض (5.07 سنبلة.نبات⁻¹) وفرات 9 (4.83 سنبلة.نبات⁻¹)، بينما كان أدنى عدد سنابل في النبات الواحد في الصنف فرات 2 (3.45 سنبلة.نبات⁻¹). وبيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في التفاعل بين مناطق الزراعة والأصناف المدروسة، حيث سجّلت نباتات الصنف عربي أسود معنوياً أعلى عدد سنابل في النبات (5.93 سنبلة.نبات⁻¹) عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية تلاها نباتات الصنف عربي أبيض (5.83 سنبلة.نبات⁻¹) وبدون فروقات معنوية بينهما، في حين سجّل الصنف فرات 6 معنوياً أدنى عدد للسنابل في النبات (2.63 سنبلة.نبات⁻¹) عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة الأكثر جفافاً. عموماً في منطقة الاستقرار الثالثة سجل الصنف عربي أسود أعلى عدد للسنابل في النبات (4.43 سنبلة.نبات⁻¹) تلاه بدون فروقات معنوية الصنف عربي أبيض والصنف فرات 9 (4.30 سنبلة.نبات⁻¹)، 4.07 سنبلة.نبات⁻¹ على التوالي) بدون فروقات معنوية بينها. ويُلاحظ أن نسبة الانخفاض في عدد السنابل في النبات عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة بالمُقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية كانت الأدنى لدى الصنف فرات 2 (23.08 %) تلاه الصنف عربي أسود (25.28 %)، في حين سجّل الصنف فرات 6 أعلى نسبة انخفاض (45.52 %) في متوسط عدد السنابل في النبات.

تشير هذه النتائج إلى أهمية توافر الماء والمادة الجافة في زيادة نسبة تحول الإشطاعات الخضرية إلى مثمرة ومن ثم زيادة عدد السنابل في النبات/ وحدة المساحة، حيث يؤدي تراجع محتوى التربة المائي إلى تقليل كفاءة الأنماط الوراثية الإشطائية Tillering capacity، ويؤدي استمرار الجفاف إلى موت العديد من الإشطاعات أو الحيلولة دون تحولها إلى إشطاعات مثمرة، بسبب قلة نواتج التمثيل الضوئي المتاحة (العودة، 2005). وتُعد صفة الإشطاعات الكلية المتشكلة من الصفات المهمة المرتبطة بغلة المحصول الحبية شريطة أن تتحول كل هذه الإشطاعات إلى سنابل، وذلك عندما تتشكل الإشطاعات الخضرية بوقت مبكر خلال مرحلة تشكل 4-6 أوراق حقيقية (Kirby، 1983)، وعادةً ما يؤدي زيادة عدد الإشطاعات الخضرية إلى استهلاك كميات إضافية من المادة الجافة ما يقلل من كمية نواتج التمثيل الضوئي المتوافرة لمرحلة النمو الثمري، وهذا يؤثر سلباً في متوسط عدد الحبوب المتشكلة في وحدة المساحة، ومتوسط وزن الحبة الواحدة. تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من مصطفى (2010)، وجنود (2007) في محصول القمح، والتمو (2013) في محصول الشعير. يُعزى التباين الوراثي في عدد السنابل المتشكلة في النبات/وحدة المساحة من الأرض بشكل رئيس إلى التباين في مساحة المسطح الورقي الأخضر ومن ثم كفاءة النبات التمثيلية.

الجدول (19): تأثير الإجهاد المائي في عدد السنابل في النبات في أصناف الشعير المدروسة.

الأصناف	منطقة استقرار ثانية	منطقة استقرار ثالثة	المتوسط	نسبة الانخفاض (%)
عربي أبيض	5.83 ^a	4.30 ^{bc}	5.07 ^a	26.29
عربي أسود	5.93 ^a	4.43 ^{bc}	5.18 ^a	25.28
فرات 2	3.90 ^c	3.00 ^d	3.45 ^c	23.08
فرات 3	4.47 ^{bc}	3.10 ^d	3.78 ^c	30.60
فرات 6	4.83 ^b	2.63 ^d	3.73 ^c	45.52
فرات 9	5.60 ^{ab}	4.07 ^{bc}	4.83 ^a	27.38
المتوسط	5.09	3.59	4.34	29.55
المتغير	الأصناف	منطقة الزراعة	التفاعل	
LSD (0.05)	0.55*	0.32*	0.78*	
C.V(%)			10.61	

*: تدل على وجود فروقات معنوية ns: تدل على عدم وجود فروقات معنوية.

3-2- عدد الحبوب في السنبلّة (حبة.سنبلّة⁻¹):

تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقاتٍ معنوية ($0.05 \geq P$) في عدد الحبوب في السنبلّة بين أصناف الشعير المدروسة ومناطق الزراعة والتفاعل بينهما.

يُلاحظ من الجدول (20) أنّ متوسط عدد الحبوب في السنبلّة كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الشعير غير المُجهدة مائياً المزروعة في منطقة الاستقرار الثانية (24.34 حبة.سنبلّة⁻¹) بالمُقارنة مع النباتات التي تعرضت للإجهاد المائي المزروعة في منطقة الاستقرار الثالثة (19.11 حبة.سنبلّة⁻¹)، حيث سبّب الإجهاد المائي عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة انخفاضاً في عدد الحبوب في السنبلّة مقداره (21.52 %) مقارنةً بالزراعة في منطقة الاستقرار الثانية.

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية في عدد الحبوب في السنبلّة بين أصناف الشعير المدروسة، حيث كان متوسط عدد الحبوب في السنبلّة الأعلى معنوياً لدى نباتات الأصناف عربي أسود، عربي أبيض، فرات 9 (24.22 ، 23.63 ، 22.43 حبة.سنبلّة⁻¹ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان متوسط عدد الحبوب في السنبلّة الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف فرات 2 (18.58 حبة.سنبلّة⁻¹) تلاه الصنفان فرات 3 و فرات 6 (20.73 ، 20.75 حبة.سنبلّة⁻¹) وبدون فروقات معنوية بينها. وبيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في التفاعل بين مناطق الزراعة والأصناف المدروسة، حيث سجّلت نباتات الصنف عربي أسود معنوياً أعلى متوسط لعدد الحبوب في السنبلّة (26.27 حبة.سنبلّة⁻¹) عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية تلاها نباتات الصنف عربي أبيض (25.77 حبة.سنبلّة⁻¹) وبدون فروقات معنوية بينهما، في حين سجّل الصنف فرات 2 معنوياً أدنى متوسط لعدد الحبوب في السنبلّة (15.47 حبة.سنبلّة⁻¹) عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة الأكثر جفافاً. عموماً في منطقة الاستقرار الثالثة سجّل الصنف عربي أسود أعلى متوسط في عدد الحبوب في السنبلّة (22.17). ويُلاحظ أن نسبة الانخفاض في متوسط عدد الحبوب في السنبلّة عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة بالمُقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية كانت الأدنى لدى الصنف عربي أسود (15.61 %) تلاه الصنف فرات 9 (18.35 %)، في حين سجّل الصنف فرات 6 أعلى نسبة انخفاض (29.69 %) في متوسط عدد الحبوب في السنبلّة. تؤكد هذه النتائج أهمية توافر الماء بكمياتٍ كافية خلال مرحلة الإزهار لتشكيل عدد أكبر من الزهيرات الخصبة، ومن ثمّ الحبوب، حيث يؤدي الجفاف المترافق مع الحرارة المرتفعة إلى إضعاف حيوية حبوب اللقاح Pollen grain

viability، وتجفيف المياسم، مما يؤثر سلباً في نسبة التلقيح Pollination، والإخصاب Fertilization، والعقد Setting (Wardlaw, 1971). تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه كل من مصطفى (2010)، وجنود (2007) في محصول القمح، والتمو (2013) في محصول الشعير. ويمكن أن يعزى التباين بين الأصناف في عدد الحبوب في السنبله إلى التباين في طول السنبله، يُعزى التباين الوراثي في عدد الحبوب المتشكلة في السنبله، ووحدة المساحة من الأرض بشكل رئيس إلى التباين في مساحة المسطح الورقي الأخضر (LAI, LAD)، ومن ثم كفاءة النبات التمثيلية (التمو، 2013)

الجدول (20): تأثير الإجهاد المائي في عدد الحبوب في السنبله في أصناف الشعير المدروسة.

الأصناف	منطقة استقرار ثانية	منطقة استقرار ثالثة	المتوسط	نسبة الانخفاض (%)
عربي أبيض	25.77 ^{ab}	21.50 ^{cd}	23.63 ^{ab}	16.56
عربي أسود	26.27 ^a	22.17 ^c	24.22 ^a	15.61
فرات 2	21.70 ^{cd}	15.47 ^f	18.58 ^d	28.73
فرات 3	23.27 ^{bc}	18.20 ^{de}	20.73 ^c	21.78
فرات 6	24.37 ^b	17.13 ^e	20.75 ^c	29.69
فرات 9	24.70 ^{ab}	20.17 ^d	22.43 ^b	18.35
المتوسط	24.34	19.11	21.73	21.52
المتغير	الأصناف	منطقة الزراعة	التفاعل	
LSD (0.05)	1.34*	0.78*	1.90*	
C.V(%)		5.16		

*: تدل على وجود فروقات معنوية ns: تدل على عدم وجود فروقات معنوية.

3-3- متوسط وزن السنبله الواحدة (غ):

تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقاتٍ معنوية ($P \geq 0.05$) في متوسط وزن السنبله الواحدة بين أصناف الشعير المدروسة ومناطق الزراعة، و التفاعل بينهما. يُلاحظ من الجدول (21) أن متوسط وزن السنبله الواحدة كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الشعير غير المُجهدة مائياً المزروعة في منطقة الاستقرار الثانية (1.15 غ) بالمُقارنة مع النباتات التي تعرّضت للإجهاد المائي المزروعة في منطقة الاستقرار الثالثة (0.81 غ)، حيث سبّب الإجهاد المائي عند الزراعة في منطقة الاستقرار

الثالثة انخفاضاً في متوسط وزن السنبله الواحدة مقداره 28.95 % بالمقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية.

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويةٍ في متوسط وزن السنبله الواحدة بين أصناف الشعير المدروسة، حيث كان متوسط وزن السنبله الواحدة الأعلى معنوياً لدى نباتات الأصناف عربي أسود ، عربي أبيض ، فرات 9 (1.08 ، 1.05 ، 1.03 غ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان متوسط وزن السنبله الواحدة الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف فرات 2 (0.83 غ)، تلاه الصنف فرات 3 (0.93 غ) والصنف فرات 6 (0.97 غ) وبدون فروقات معنوية بينها.

وبيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في التفاعل بين مناطق الزراعة والأصناف المدروسة. ويُلاحظ أن نسبة الانخفاض في متوسط وزن السنبله الواحدة عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة بالمقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية كانت الأدنى لدى الصنف عربي أسود (24.46 %)، تلاه الصنف عربي أبيض (25.38 %)، في حين سجّل الصنف فرات 2 أعلى نسبة انخفاض (37.18 %) في متوسط وزن السنبله الواحدة. يُعزى التباين الوراثي في متوسط وزن السنبله الواحدة بين الأصناف المدروسة إلى التباين في حجم المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي بما في ذلك مساحة الورقة العلمية، حيث يُلاحظ أنّ الأصناف التي شكلت مساحة ورقية علمية أكبر، حافظت على اخضرار الأوراق لفترة زمنية أطول (عربي أسود، عربي أبيض وفرات 9) كان متوسط وزن السنبله الواحدة فيها معنوياً أعلى، ما يُساعد في زيادة كمية المادة الجافة المصنّعة والمتاحة خلال فترة امتلاء الحبوب. وتتوقف أيضاً درجة امتلاء الحبوب في السنبله على كفاءة النبات في نقل نواتج التمثيل الضوئي Photo-assimilate translocation efficiency من المصدر إلى المصب، ويتحدد الأخير بدوره بكمية المياه المتاحة خلال تلك المرحلة الحرجة من حياة النبات والعامل الوراثي. تتوافق هذه النتائج مع ما توصلت إليه مصطفى (2010) في محصول القمح.

الجدول (21): تأثير الإجهاد المائي في متوسط وزن السنبل (غ) في أصناف الشعير المدروسة.

الأصناف	منطقة استقرار ثانية	منطقة استقرار ثالثة	المتوسط	نسبة الانخفاض (%)
عربي أبيض	1.20 ^a	0.89 ^{bc}	1.05 ^a	25.38
عربي أسود	1.23 ^a	0.93 ^{bc}	1.08 ^a	24.46
فرات2	1.02 ^b	0.64 ^d	0.83 ^b	37.18
فرات3	1.09 ^{ab}	0.78 ^{cd}	0.93 ^b	28.08
فرات6	1.14 ^{ab}	0.79 ^{cd}	0.97 ^{ab}	30.11
فرات9	1.21 ^a	0.85 ^c	1.03 ^{ab}	29.83
المتوسط	1.15	0.81	0.98	28.95
المتغير	الأصناف	منطقة الزراعة	التفاعل	
LSD (0.05)	0.11*	0.06*	0.16*	
C.V(%)				9.45

*: تدل على وجود فروقات معنوية ns: تدل على عدم وجود فروقات معنوية.

3-4- عدد الحبوب في النبات (حبة.نبات⁻¹):

تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقاتٍ معنويةٍ ($0.05 \geq P$) في عدد الحبوب في النبات بين أصناف الشعير المدروسة ومناطق الزراعة و التفاعل بينهما.

يُلاحظ من الجدول (22) أنّ عدد الحبوب في النبات كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الشعير غير المُجهد مائياً المزروعة في منطقة الاستقرار الثانية (125.19 حبة.نبات⁻¹) بالمُقارنة مع النباتات التي تعرضت للإجهاد المائي المزروعة في منطقة الاستقرار الثالثة (70.06 حبة.نبات⁻¹)، حيث سبّب الإجهاد المائي عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة انخفاضاً في متوسط عدد الحبوب في النبات مقداره (44.04 %) بالمُقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية.

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويةٍ في صفة عدد الحبوب في النبات بين أصناف الشعير المدروسة، حيث كان متوسط عدد الحبوب في النبات الأعلى معنوياً لدى نباتات الأصناف عربي أسود ، عربي أبيض ، فرات9 (127.33 ، 121.39 ، 109.88 حبة.نبات⁻¹ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان متوسط عدد الحبوب في النبات الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف فرات2 (65.56 حبة.نبات⁻¹) تلاه الصنف فرات3 (80.07 حبة.نبات⁻¹) والصنف فرات6 (81.51 حبة.نبات⁻¹) وبدون فروقات معنوية بينها.

وبيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في التفاعل بين مناطق الزراعة والأصناف المدروسة، حيث سجّلت نباتات الصنف عربي أسود معنوياً أعلى متوسط في عدد الحبوب في النبات (156.13 حبة.نبات⁻¹) عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية تلاها نباتات الصنف عربي أبيض (150.35 حبة.نبات⁻¹) وبدون فروقات معنوية بينهما، في حين سجّل الصنف فرات2 معنوياً أدنى متوسط لعدد الحبوب في النبات (46.24 حبة.نبات⁻¹) عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة الأكثر جفافاً. عموماً في منطقة الاستقرار الثالثة سجل الصنف عربي أسود أعلى متوسط لعدد الحبوب (98.52 حبة.نبات⁻¹) تلاه وبدون فروقات معنوية الصنف عربي أبيض (92.43 حبة.نبات⁻¹). ويُلاحظ أن نسبة الانخفاض في متوسط عدد الحبوب عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة بالمقارنة مع منطقة الاستقرار الثانية كانت الأدنى لدى الصنف عربي أسود (36.9 %)، في حين سجّل الصنف عربي أبيض أعلى نسبة انخفاض (61.39 %) في متوسط عدد الحبوب في النبات.

يُلاحظ أنّ متوسط عدد الحبوب في النبات كان أكثر تأثراً بانخفاض معدل الهطول المطري بالمقارنة مع متوسط عدد الحبوب في السنبلّة الواحدة، ما يشير إلى أهمية زيادة عدد الإسطاعات المثمرة في وحدة المساحة لزيادة عدد الحبوب، ويشير أيضاً إلى أهمية توافر الماء والمادة الجافة لتحول الإسطاعات الخضرية إلى إسطاعات مثمرة، وتُعدّ تبعاً لذلك صفة متوسط عدد الحبوب في النبات أكثر ارتباطاً بكفاءة النبات الإنتاجية كأحد أهم مكونات الغلة الحبيبة العددية بالمقارنة مع صفة عدد الحبوب في السنبلّة. تتوافق هذه النتائج مع نتائج منوخ (2010) والتمو (2013) في محصول الشعير، وما توصلت إليه جنود (2007)، ومصطفى (2010)، والتومي (2012) في محصول القمح.

الجدول (22): تأثير الإجهاد المائي في متوسط عدد الحبوب في النبات (حبة.نبات⁻¹) في أصناف الشعير المدروسة.

الأصناف	منطقة استقرار ثانية	منطقة استقرار ثالثة	المتوسط	نسبة الانخفاض (%)
عربي أبيض	150.35 ^{ab}	92.43 ^c	121.39 ^a	38.52
عربي أسود	156.13 ^a	98.52 ^{bc}	127.33 ^a	36.90
فرات2	84.87 ^c	46.24 ^d	65.56 ^d	45.52
فرات3	103.99 ^{bc}	56.16 ^d	80.07 ^c	45.99
فرات6	117.61 ^b	45.41 ^d	81.51 ^c	61.39
فرات9	138.16 ^a	81.61 ^c	109.88 ^b	40.93
المتوسط	125.19	70.06	97.62	44.04
المتغير	الأصناف	منطقة الزراعة	التفاعل	
LSD (0.05)	13.55*	7.82*	19.16*	
C.V(%)		11.59		

*: تدل على وجود فروقات معنوية ns: تدل على عدم وجود فروقات معنوية.

3-5- وزن الحبة 1000 (غ):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P \geq 0.05$) في وزن 1000 حبة بين مناطق الزراعة، والتفاعل بين الأصناف المدروسة ومنطقة الزراعة، بينما لم يكن هناك فروق معنوية بين الأصناف المدروسة. يُلاحظ من الجدول (23) أنّ وزن 1000 حبة كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الشعير غير المُجهدة مائياً المزروعة في منطقة الاستقرار الثانية (42.97 غ) بالمُقارنة مع النباتات التي تعرضت للإجهاد المائي المزروعة في منطقة الاستقرار الثالثة (39.68 غ)، حيث سبّب الإجهاد المائي عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة انخفاضا في متوسط وزن 1000 حبة مقداره (7.66 %) بالمقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية. وبيّنت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروقاتٍ معنوية في وزن 1000 حبة بين أصناف الشعير، عموماً كان متوسط وزن 1000 حبة الأعلى لدى نباتات الصنف فرات2 (43.25 غ) والأدنى في الصنف فرات3 (40.36 غ).

وبيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في التفاعل بين مناطق الزراعة والأصناف المدروسة، وبشكلٍ عام سجّلت نباتات الصنف فرات2 معنوياً أعلى متوسط في وزن 1000 حبة (44.26 غ) عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية، في حين سجّل الصنف فرات3 معنوياً أدنى

متوسط لوزن ال 1000 حبة (38.39 غ) عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة الأكثر جفافاً. ويلاحظ أن نسبة الانخفاض في متوسط وزن ال 1000 حبة عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة بالمقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية كانت الأدنى لدى الصنف فرات2 (4.56 %)، في حين سجل الصنف فرات3 أعلى نسبة انخفاض (9.3 %) في متوسط وزن 1000 حبة. يمكن أن يعزى التباين في متوسط وزن الألف حبة بين أصناف الشعير المدروسة إلى التباين في حجم المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي بما في ذلك مساحة الورقة العلمية، ما يساعد في زيادة كمية المادة الجافة المصنّعة والمتاحة خلال فترة امتلاء الحبوب. وتتوقف أيضاً درجة امتلاء الحبوب على كفاءة النبات في نقل نواتج التمثيل الضوئي من المصدر إلى المصب، ويتحدد الأخير بدوره بكمية المياه المتاحة خلال تلك المرحلة الحرجة من حياة النبات والعامل الوراثي. ويمكن أن تتحدد أيضاً درجة امتلاء الحبوب بحجم المصب Sink size (حجم الحبة)، الذي يتحدد بدوره بطول فترة نمو الحبة Grain growth period (لعودة، 2005). عموماً، تتحدد الغلة الحبية النهائية بنوعين من المكونات العددية، هما متوسط عدد الحبوب في وحدة المساحة، ومتوسط وزن الحبة الواحدة (Gifford et al., 1984). تتوافق هذه النتائج مع نتائج منوخ (2010) والتمو (2013) في محصول الشعير، وما توصلت إليه جنود (2007)، ومصطفى (2010)، والتومي (2012) في محصول القمح.

الجدول (23): تأثير الإجهاد المائي في وزن الـ1000 حبة (غ) في أصناف الشعير المدروسة.

الأصناف	منطقة استقرار ثانية	منطقة استقرار ثالثة	المتوسط	نسبة الانخفاض (%)
عربي أبيض	42.58 ^a	38.81 ^b	40.70 ^a	8.87
عربي أسود	43.02 ^a	39.97 ^b	41.49 ^a	7.09
فرات2	44.26 ^a	42.24 ^{ab}	43.25 ^a	4.56
فرات3	42.33 ^{ab}	38.39 ^b	40.36 ^a	9.30
فرات6	42.93 ^a	39.67 ^b	41.30 ^a	7.60
فرات9	42.72 ^a	39.01 ^b	40.87 ^a	8.67
المتوسط	42.97	39.68	41.33	7.66
المتغير	الأصناف	منطقة الزراعة	التفاعل	
LSD (0.05)	2.56 ^{ns}	1.48*	3.62*	
C.V(%)		5.17		

*: تدل على وجود فروقات معنوية ns: تدل على عدم وجود فروقات معنوية.

3-6- الغلة الحبية (كغ.هكتار⁻¹):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P \geq 0.05$) في الغلة الحبية بين أصناف الشعير المدروسة ومناطق الزراعة، والتفاعل بينهما.

يُلاحظ من الجدول (24) أنَّ متوسط الغلة الحبية كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الشعير غير المُجهدة مائياً المزروعة في منطقة الاستقرار الثانية (2594.4 كغ.هكتار⁻¹) بالمُقارنة مع النباتات التي تعرضت للإجهاد المائي المزروعة في منطقة الاستقرار الثالثة (1166.4 كغ.هكتار⁻¹)، حيث سبَّب الإجهاد المائي عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة انخفاضاً في متوسط الغلة الحبية مقداره (55.04 %) بالمُقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية. بيَّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية في الغلة الحبية بين أصناف الشعير المدروسة، حيث كان متوسط الغلة الحبية الأعلى معنوياً لدى نباتات الصنف عربي أسود (2135.19 كغ.هكتار⁻¹)، تلاه بدون فروق معنوية الصنفان عربي أبيض و فرات 9 (1975.93 ، 1967.41 كغ.هكتار⁻¹ على التوالي)، في حين سجل الصنف فرات 2 أدنى قيمة في متوسط الغلة الحبية (1607.59 كغ.هكتار⁻¹).

وبيَّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في التفاعل بين مناطق الزراعة والأصناف المدروسة، حيث سجَّلت نباتات الصنف عربي أسود أعلى متوسط في الغلة الحبية (2888.9 كغ.هكتار⁻¹) عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية، في حين سجَّل الصنف فرات 2 أدنى متوسط في الغلة الحبية (948.52 كغ.هكتار⁻¹) عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة الأكثر جفافاً. ويُلاحظ أنَّ نسبة الانخفاض في متوسط الغلة الحبية عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة بالمُقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية كانت مرتفعة ومقاربة بين كل الأصناف فكانت الأدنى لدى الصنف عربي أسود (52.18 %) ، في حين سجَّل الصنف فرات 2 أعلى نسبة انخفاض (58.15 %) في متوسط الغلة الحبية. يُعزى التباين الوراثي بين أصناف الشعير المدروسة في تحمل الإجهاد المائي نتيجة قلة الهطولات المطرية وسوء توزيعها إلى قدرة الأصناف المتحملة للجفاف (عربي أسود، عربي أبيض و فرات 9) على المحافظة على حجم المصدر (مساحة الورقة العلمية) ومحتوى ماء نسبي عالي في الأوراق، وبالتالي المحافظة على كفاءة التمثيل الضوئي، ونقل المواد المصنعة (الكربوهيدرات) إلى الأجزاء الاقتصادية (السنابل والحبوب) ما ساهم في زيادة عدد السنابل والحبوب في النبات وزيادة الغلة الحبية من وحدة المساحة، وتشير هذه النتائج إلى أهمية توافر المياه في تحديد الغلة الحبية النهائية. كما تشير إلى أنَّ غلة محصول الشعير الحبية تتحدد بمتوسط عدد الحبوب في النبات الواحد

بشكل أكبر من متوسط وزن الألف حبة وبالتالي ضرورة الانتخاب لصفة عدد الحبوب عند التربية لتحمل الإجهاد المائي مع المحافظة على طاقة المحصول الإنتاجية Yield potential. تتوافق هذه النتائج مع ما توصلت إليه التمو (2007، 2013) ومنوخ (2010) في محصول الشعير.

الجدول (21): تأثير الإجهاد المائي في الغلة الحبية (كغ.هكتار⁻¹) في أصناف الشعير المدروسة.

الأصناف	منطقة استقرار ثانية	منطقة استقرار ثالثة	المتوسط	نسبة الانخفاض (%)
عربي أبيض	2700.00 ^{ab}	1251.85 ^c	1975.93 ^{ab}	53.64
عربي أسود	2888.89 ^a	1381.48 ^c	2135.19 ^a	52.18
فرات2	2266.67 ^b	948.52 ^d	1607.59 ^b	58.15
فرات3	2433.33 ^b	1107.41 ^{cd}	1770.37 ^{ab}	54.49
فرات6	2555.56 ^a	1096.30 ^{cd}	1825.93 ^{ab}	57.10
فرات9	2722.22 ^{ab}	1212.59 ^c	1967.41 ^{ab}	55.46
المتوسط	2594.44	1166.36	1880.40	55.04
المتغير	الأصناف	منطقة الزراعة	التفاعل	
LSD (0.05)	296.64*	171.26*	419.51**	
C.V(%)		13.17		

*: تدل على وجود فروقات معنوية ns: تدل على عدم وجود فروقات معنوية.

3-7- الغلة الحيوية (كغ.هكتار⁻¹):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($0.05 \geq P$) في الغلة الحيوية بين أصناف الشعير المدروسة ومناطق الزراعة و في التفاعل بينهما.

يُلاحظ من الجدول (26) أن متوسط الغلة الحيوية كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الشعير غير المُجهدة مائياً المزروعة في منطقة الاستقرار الثانية (5472.8 كغ.هكتار⁻¹) بالمُقارنة مع النباتات التي تعرضت للإجهاد المائي المزروعة في منطقة الاستقرار الثالثة (3146.9 كغ.هكتار⁻¹)، حيث سبب الإجهاد المائي عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة انخفاضاً في متوسط الغلة الحيوية مقداره (42.5%) بالمُقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية.

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية في الغلة الحيوية بين أصناف الشعير المدروسة، حيث كان متوسط الغلة الحيوية الأعلى معنوياً لدى نباتات الأصناف عربي أسود ، عربي أبيض ،

فرات 9 (4855.56، 4638.89، 4548.15 كغ.هكتار⁻¹ على التوالي) وبدون فروقات معنوية بينها، في حين كان متوسط الغلة الحيوية الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف فرات 2 (3529.63 كغ.هكتار⁻¹) تلاه الصنف فرات 3 (3975.93 كغ.هكتار⁻¹) والصنف فرات 6 (4311.11 كغ.هكتار⁻¹) وبدون فروقات معنوية بينها. وبيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في التفاعل بين مناطق الزراعة والأصناف المدروسة، عموماً سجّلت نباتات الصنف عربي أسود معنوياً أعلى معدّل في الغلة الحيوية (6114.8 كغ.هكتار⁻¹) عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية، في حين سجّل الصنف فرات 2 أدنى معدّل في الغلة الحيوية (2670.4 كغ.هكتار⁻¹) عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة الأكثر جفافاً. ويُلاحظ أن نسبة الانخفاض في متوسط الغلة الحيوية عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة بالمقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية كانت الأدنى معنوياً لدى الصنف فرات 2 (39.16%)، في حين سجّل الصنف فرات 6 أعلى نسبة انخفاض (45.42%) في متوسط الغلة الحيوية. تُعد زيادة الكتلة الحية خلال مرحلة الطلب على نواتج التمثيل الضوئي (المرحلة التي تسبق الإزهار بنحو 20 – 30 يوماً) من العوامل المهمة المحددة لحجم المصدر Source size، ومن ثمّ كفاءة النبات التمثيلية، وكمية المادة الجافة المتاحة خلال مرحلة تشكل السنابل وتطورها، ومرحلة امتلاء الحبوب، مما يؤدي إلى زيادة متوسط عدد الحبوب في النبات/وحدة المساحة، ومتوسط وزن الألف حبة، ومن ثم الغلة الحبية Grain yield. تتوافق هذه النتائج مع نتائج منوخ (2010) والتمو (2013) في محصول الشعير، وما توصلت إليه جنود (2007)، ومصطفى (2010)، والتومي (2012) في محصول القمح.

الجدول (25): تأثير الإجهاد المائي في الغلة الحيوية (كغ.هكتار⁻¹) في أصناف الشعير المدروسة.

الأصناف	منطقة استقرار ثانية	منطقة استقرار ثالثة	المتوسط	نسبة الانخفاض (%)
عربي أبيض	5892.59 ^a	3385.19 ^c	4638.89 ^a	42.55
عربي أسود	6114.81 ^a	3596.30 ^{bc}	4855.56 ^a	41.19
فرات 2	4388.89 ^b	2670.37 ^c	3529.63 ^c	39.16
فرات 3	5111.11 ^b	2840.74 ^c	3975.93 ^b	44.42
فرات 6	5577.78 ^{ab}	3044.44 ^c	4311.11 ^{ab}	45.42
فرات 9	5751.85 ^{ab}	3344.44 ^c	4548.15 ^{ab}	41.85
المتوسط	5472.84	3146.91	4309.88	42.50
المتغير	الأصناف	منطقة الزراعة	التفاعل	
LSD (0.05)	585.27*	337.91*	827.70*	
C.V(%)		11.34		

*: تدل على وجود فروقات معنوية ns: تدل على عدم وجود فروقات معنوية.

3-8- دليل الحصاد (%):

تُشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقاتٍ معنوية ($0.05 \geq P$) في دليل الحصاد بين مناطق الاستقرار المدروسة، وفي التفاعل بين الأصناف ومناطق الزراعة، فيما لم يكن هناك فروقات معنوية بين الأصناف المدروسة. يُلاحظ من الجدول (26) أنّ متوسط دليل الحصاد كان الأعلى معنوياً لدى نباتات الشعير غير المُجهدة مائياً المزروعة في منطقة الاستقرار الثانية (0.48) بالمُقارنة مع النباتات التي تعرضت للإجهاد المائي المزروعة في منطقة الاستقرار الثالثة (0.37)، حيث سبّب الإجهاد المائي عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة انخفاضاً في متوسط ارتفاع النبات مقداره (22.04 %) بالمُقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية.

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ ظاهرية في دليل الحصاد بين أصناف الشعير المدروسة، حيث كان متوسط دليل الحصاد الأعلى لدى نباتات الصنفين فرات 2 و فرات 3 (0.44 لكل منهما)، في حين كان متوسط دليل الحصاد الأدنى لدى نباتات الصنف فرات 6 (0.41)، وبيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في التفاعل بين مناطق الزراعة والأصناف المدروسة، عموماً سجّلت نباتات الصنف فرات 2 معنوياً أعلى معدّل في دليل الحصاد (0.52) عند الزراعة في منطقة

الاستقرار الثانية، في حين كان دليل الحصاد الأدنى معنوياً لدى الأصناف فرات9، فرات6 وفرات2 (0.36) عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة الأكثر جفافاً. ويُلاحظ أن نسبة الانخفاض في متوسط دليل الحصاد عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة بالمقارنة مع الزراعة في منطقة الاستقرار الثانية كانت الأدنى لدى الصنف فرات3 (17.80 %)، في حين سجّل الصنف فرات2 أعلى نسبة انخفاض (29.87%) في متوسط دليل الحصاد.

يُلاحظ مما تقدم، أنّ قيم دليل الحصاد لدى جميع أصناف الشعير المدروسة كانت منخفضة وأقل بكثير من العتبة الحرجة (Slafer et al., 1996). تشير هذه النتائج إلى أنّ صفة دليل الحصاد في أصناف الشعير المدروسة لا تزال من الصفات المهمة لتحسين إنتاجية محصول الشعير تحت ظروف الزراعة البعلية، حيث تعد صفة دليل الحصاد بالإضافة إلى كفاءة استعمال الماء من الصفات المهمة المحددة لغلة محاصيل الحبوب الصغيرة المزروعة بعللاً (Passioura, 1983). ووجد Amin و زملاؤه (1992) ارتباطاً إيجابياً ومعنوياً بين الغلة الحبية وكلاً من معامل الحصاد، وعدد الحبوب في السنبلة، وأشار إلى أهمية هاتين الصفتين كمعيارين انتخابيين لتحسين الغلة الحبية للقمح القاسي، ووجد علاقة ارتباط سالبة بين وزن الألف حبة والغلة الحبية للشعير، وسالبة ومعنوية بين عدد السنابل في المتر المربع ومعامل الحصاد، كما ارتبط عدد الحبوب في السنبلة سلبياً ومعنوياً مع وزن الألف حبة، وإيجابياً مع فترة امتلاء الحبوب.

الجدول (26): تأثير الإجهاد المائي في دليل الحصاد في أصناف الشعير المدروسة.

الأصناف	منطقة استقرار ثانية	منطقة استقرار ثالثة	المتوسط	نسبة الانخفاض (%)
عربي أبيض	0.46 ^{ab}	0.37 ^b	0.42 ^c	19.59
عربي أسود	0.48 ^{ab}	0.38 ^b	0.43 ^b	19.64
فرات 2	0.52 ^a	0.36 ^b	0.44 ^a	29.78
فرات 3	0.48 ^{ab}	0.40 ^b	0.44 ^a	17.80
فرات 6	0.46 ^{ab}	0.36 ^b	0.41 ^d	20.63
فرات 9	0.48 ^{ab}	0.36 ^b	0.42 ^c	24.07
المتوسط	0.48	0.37	0.43	22.04
المتغير	الأصناف	منطقة الزراعة	التفاعل	
LSD (0.05)	0.08 ^{ns}	0.04*	0.11*	
C.V(%)		14.89		

*: تدل على وجود فروقات معنوية ns: تدل على عدم وجود فروقات معنوية.

تقويم مصداقية تقانة الغربلة المخبرية:

Evaluation the validity of the laboratory screening technique

بهدف الوقوف على مصداقية، وفعالية تقانة الغربلة المخبرية المقترحة مقارنة أداء الأصناف المدروسة من الشعير خلال مرحلة البادرة الفتية ومرحلة النبات الكامل. يلاحظ من نتائج قيم معامل الارتباط (الجدول، 27) وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين طول الجذور في البادرة الفتية تحت ظروف الإجهاد الحلوي والغلة الحبية (زراعة حقلية) ($r=0.835$)، وعلاقة ارتباط معنوية وموجبة بين طول البادرات في الإجهاد الحلوي والغلة الحبية ($r=0.614$)، ما يشير إلى أنّ تقانة الغربلة للإجهاد المائي عند مستوى البادرة الفتية فعالة جداً في غربلة طرز الشعير الوراثية لتحمل الإجهاد المائي. حيث صُنفت أصناف الشعير (عربي أسود، عربي أبيض و فرات 9) كطرز متحملة للإجهاد الحلوي على مستوى البادرة الفتية في المخبر، وهذه الأصناف تفوقت حقلياً في معظم الصفات الشكلية والفيزيولوجية والإنتاجية، لذلك يمكن اعتماد هذه التقانة في غربلة طرز الشعير لتحمل الجفاف، بهدف تحديد الطرز عالية التحمل وتقليل الحاجة إلى إجراء الدراسات الحقلية التي تحتاج إلى الكثير من الوقت والجهد والمال.

الجدول (27): علاقات الارتباط بين الغلة الحبية ومؤشرات الدراسة المخبرية في أصناف الشعير تحت ظروف الإجهاد المائي.

المؤشر	الغلة الحبية	طول البادرات في الإجهاد الحلوي	طول الجذور في الإجهاد الحلوي
الغلة الحبية	1.000	*0.614	**0.835
طول البادرات في الإجهاد الحلوي		1.000	**0.861
طول الجذور في الإجهاد الحلوي			1.000

*:معنوي عند 5% **:معنوي عند 1%

ثالثاً- دراسة علاقات الارتباط البسيط بين الصفات المدروسة:

1- علاقات الارتباط البسيط بين الصفات للأصناف المزروعة في منطقة الاستقرار الثانية:

يُلاحظ من جدول متوسطات علاقات الارتباط البسيط بين الصفات المدروسة (الجدول، 28) وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين ارتفاع النبات وطول حامل السنبل ($r = 0.968^{**}$)، ما يدل على أنَّ الطول النهائي للنبات يتحدد بطول حامل السنبل، ووجدت علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين مساحة الورقة العلمية وكلِّ من محتوى الماء النسبي ($r = 0.748^{*}$) وعدد السنابل بالنبات ($r = 0.797^{*}$) وعدد الحبوب في السنبل ($r = 0.775^{*}$)، ووزن السنبل الواحدة ($r = 0.717^{*}$)، وعدد الحبوب في النبات ($r = 0.817^{*}$) ما يشير إلى أهمية المحافظة على استمرار استطالة خلايا الأوراق وخاصة الورقة العلمية تحت ظروف شح المياه لزيادة كمية الطاقة الضوئية الممتصة Intercepted light energy (l)، ومن ثمَّ كفاءة النبات في تصنيع وتراكم كمية أكبر من المادة الجافة المتاحة خلال مرحلة تشكل السنابل وتطورها، ما يؤدي إلى زيادة عدد الحبوب المتشكلة، ودرجة امتلائها (متوسط وزن الحبة الواحدة)، كأحد أهم مكونات الغلة الحبية العددية. ولكن يجب أن تتناسب زيادة المسطح الورقي الأخضر مع محتوى التربة المائي وكفاءة النبات في استعمال المياه، وحجم المصب، لأنَّ تقليص مساحة الأوراق المتشكلة في النبات/وحدة المساحة يُعد من الصفات التكيفية المهمة Adaptive mechanisms المرتبطة بالحد من فقد الماء بالنتح Transpiration،

والمحافظة على محتوى التربة المائي، من خلال تقليل مساحة المسطح الورقي المعرض بشكل مباشر لأشعة الشمس. تتوافق هذه النتائج مع محمود (2009)، وجنود (2007) في محصول القمح.

وارتبط محتوى الماء النسبي بعلاقة موجبة معنوية جداً مع عدد السنابل بالنبات ($r = 0.967^{**}$) ووزن السنبل الواحدة ($r = 0.971^{**}$) وعدد الحبوب في النبات ($r = 0.952^{**}$) والغلة الحيوية ($r = 0.903^{**}$)، وبالعلاقة موجبة معنوية مع عدد الحبوب بالسنبل ($r = 0.894^{*}$) ما يشير إلى أهمية المحافظة على جهد الامتلاء مع استمرار الانفتاح الجزئي للمسامات لضمان استمرار استطالة خلايا الأوراق ونموها و بالتالي زيادة مساحة المجموع الخضري الذي تزداد بدوره كمية الأشعة الضوئية الممتصة والذي يزيد من المادة الجافة المصنعة و بدورها يؤدي الى زيادة وزنية و عددية في مكونات الغلة. وارتبط عدد السنابل بالنبات بعلاقة موجبة معنوية جداً مع عدد الحبوب بالسنبل ($r = 0.967^{**}$) ووزن السنبل ($r = 0.985^{**}$) وعدد الحبوب بالنبات ($r = 0.997^{**}$) والغلة الحيوية ($r = 0.957^{**}$). ارتبط وزن السنبل بعلاقة موجبة معنوية جداً مع عدد الحبوب في النبات ($r = 0.978^{**}$) والغلة الحيوية ($r = 0.979^{**}$). كما ارتبط عدد الحبوب بالنبات بعلاقة موجبة معنوية جداً ($r = 0.963^{**}$) مع الغلة الحيوية. وارتبط وزن الألف حبة بعلاقة موجبة معنوية مع دليل الحصاد ($r = 0.812^{*}$). بينما ارتبط بعلاقة موجبة معنوية مع وزن الألف حبة ($r = 0.812^{*}$). ارتبطت الغلة الحبية بعلاقة موجبة معنوية جداً مع كل من محتوى الماء النسبي ($r = 0.961^{**}$)، وعدد السنابل بالنبات ($r = 0.971^{**}$)، وعدد الحبوب بالسنبل ($r = 0.964^{**}$)، ووزن السنبل ($r = 0.982^{**}$)، وعدد الحبوب بالنبات ($r = 0.975^{**}$)، والغلة الحيوية ($r = 0.965^{**}$).

2- علاقات الارتباط البسيط بين الصفات للأصناف المزروعة في منطقة الاستقرار الثالثة:

يُلاحظ من جدول متوسطات علاقات الارتباط البسيط بين الصفات المدروسة (الجدول، 29) وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية جداً بين ارتفاع النبات وطول حامل السنبل ($r = 0.931^{**}$)، ووزن الألف حبة ($r = -0.030$)، ووجدت علاقة ارتباط موجبة معنوية بين مساحة الورقة العلمية وكل من وعدد السنابل بالنبات ($r = 0.746^{*}$) وعدد الحبوب في النبات ($r = 0.756^{*}$)، ووزن السنبل الواحدة ($r = 0.717^{*}$)، وعدد الحبوب في النبات ($r = 0.756^{*}$). وارتبط محتوى الماء النسبي بعلاقة موجبة معنوية مع محتوى الكلوروفيل ($r = 0.768^{*}$)، وارتبط عدد السنابل بالنبات بعلاقة موجبة معنوية جداً مع عدد الحبوب بالسنبل ($r = 0.923^{**}$)، وعدد الحبوب بالنبات ($r = 0.987^{**}$)

والغلة الحيوية ($r = 0.860^{**}$). ارتبط وزن السنبله بعلاقة موجبة معنوية جداً مع عدد الحبوب في النبات ($r = 0.874^{**}$) والغلة الحيوية ($r = 0.952^{**}$)، كما ارتبط عدد الحبوب بالنبات بعلاقة موجبة معنوية جداً ($r = 0.916^{**}$) مع الغلة الحيوية. ارتبطت الغلة الحبية بعلاقة موجبة معنوية جداً مع عدد السنابل بالنبات ($r = 0.851^{**}$)، وعدد الحبوب بالسنبله ($r = 0.971^{**}$)، ووزن السنبله ($r = 0.976^{**}$)، وبعدد الحبوب بالنبات ($r = 0.921^{**}$)، والغلة الحيوية ($r = 0.963^{**}$).

تؤدي زيادة طول النبات بشكل كبير إلى استهلاك كميات إضافية من المادة الجافة، ما يؤثر سلباً في كمية المادة الجافة المتاحة خلال مرحلة تشكل الزهيرات وتطورها نتيجة زيادة المنافسة على نواتج التمثيل الضوئي، وبالتالي يؤثر سلباً في نسبة المادة الجافة المُسَخَّرَة لمرحلة النمو الثمري، فيتراجع معدل تشكل السنابل وتطورها، وعدد الحبوب المتشكلة في السنبله الواحدة، ودرجة امتلائها، فتتخفض الغلة الحبية النهائية. تتوافق هذه النتائج مع محمود (2009) في محصول القمح، وتتوافق مع Wondimu وزملائه (2011) وما توصل إليه العودة وصبوح (2009) في محصول الشعير. يُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين صفة محتوى الماء النسبي ومساحة الورقة العلمية، ما يُشير إلى أهمية المحافظة على جهد الامتلاء مع استمرار الانفتاح الجزئي للمسامات لضمان استمرار استطالة خلايا الأوراق ونموها، في حين يسمح الانغلاق التام للمسامات في المحافظة على جهد الامتلاء من خلال الحد وبشكل كامل من فقد الماء عبر المسامات، ولكنه يؤثر سلباً في كفاءة النبات التمثيلية نتيجة الحد أيضاً من انتشار غاز الفحم اللازم لعملية التمثيل الضوئي، وتعطيل التأثير المبرد للنتح، وما ينتج عنه من احتراق للأوراق، وتراجع في مساحة المسطح التمثيلي. تتوافق هذه النتائج مع ما توصلت إليه محمود (2009). والتومي (2012).

يُلاحظ من جدول متوسط علاقات الارتباط وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين عدد السنابل وعدد الحبوب بالنبات والغلة الحيوية، حيث يؤدي ازدياد حجم المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي، إلى زيادة كمية المادة الجافة المصنّعة والمتاحة خلال مرحلة تطور الإشطاعات الخضرية ومن ثمّ زيادة نسبة تحول الإشطاعات الخضرية إلى ثمرة، تتوافق هذه النتائج مع ما توصلت إليه جنود (2007) في محصول القمح، وتتوافق مع توصل إليه العودة وصبوح (2009)،

والتمو (2007) في محصول الشعير. ويُلاحظ من جدول متوسط قيم علاقات الارتباط وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين الغلة الحبية والغلة الحيوية (الكتلة الحية عند النضج)، ويُعزى ذلك إلى أنَّ زيادة الكتلة الحية عند النضج تؤدي إلى زيادة حجم المصدر Source size خلال مرحلة الطلب الأعظمي على نواتج التمثيل الضوئي (Reynolds *et al.*, 2004)، حيث يؤدي ذلك إلى زيادة كمية الطاقة الضوئية الممتصة فتزداد بذلك كفاءة النبات التمثيلية، ومن ثمَّ كمية المادة الجافة المصنَّعة والمتاحة خلال تلك المرحلة الحرجة من دورة حياة المحصول. تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه كلٌّ من التومي (2012)، ومحمود (2009) في محصول القمح، و Wondimu وزملائه (2011) في محصول الشعير.

الجدول 28: علاقات الارتباط البسيط بين الغلة والصفات المدروسة (منطقة الاستقرار الثانية)

GY	HI	BY	TKW	NOGPP	SW	NOGPS	NSPP	BCC	ChC	RWC	AL	PL	FLA	PH	Trait
.471	-.622	.561	-.663	.465	.416	.590	.416	-.056	-.586	.241	-.669	.968**	.511	1	PH
.790*	-.229	.685	-.285	.817*	.717*	.775*	.797*	-.154	-.028	.748*	-.645	.533	1		FLA
.345	-.504	.426	-.588	.376	.287	.486	.325	-.244	-.632	.128	-.760*	1			PL
-.211	-.093	-.130	.001	-.201	-.061	-.252	-.139	.156	.166	-.031	1				AL
.961**	-.489	.903*	-.431	.952**	.971**	.894*	.967**	.150	.112	1					RWC
-.026	.695	-.245	.485	-.168	-.086	-.286	-.133	.664	1						ChC
.174	.138	.087	-.002	-.043	.119	-.030	-.029	1							BCC
.971**	-.635	.957**	-.540	.997**	.985**	.967**	1								NSPP
.964**	-.735*	.985**	-.578	.982**	.961**	1									NOGPS
.982**	-.673	.979**	-.579	.978**	1										SW
.975**	-.643	.963**	-.526	1											NOGPP
-.498	.812*	-.644	1												TKW
.965**	-.781*	1													BY
-.591	1														HI
1															GY

PH: ارتفاع النبات FLA: مساحة الورقة العلمية PL: طول حامل السنبل AL: طول السفا RWC: محتوى الماء النسبي ChC: محتوى الكلوروفيل BCC: محتوى الببتا كاروتين NSPP: عدد السنابل في النبات NOGPS: عدد الحبوب في السنبل SW: وزن السنبل الواحدة NOGPP: عدد الحبوب في النبات TKW: وزن الألف حبة BY: الغلة الحيوية HI: دليل الحصاد GY: الغلة الحبية

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

الجدول 29: علاقات الارتباط البسيط بين الغلة والصفات المدروسة (منطقة الاستقرار الثالثة)

GY	HI	BY	TKW	NOGPP	SW	NOGPS	NSPP	BCC	ChC	RWC	AL	PL	FLA	PH	Trait
.619	.180	.555	-.030	.347	.532	.418	.252	.756*	.457	.393	-.475	.931**	.393	1	PH
.658	-.222	.720*	.199	.756*	.565	.659	.746*	-.076	.099	.622	-.330	.624	1		FLA
.679	.142	.628	.004	.452	.601	.510	.346	.563	.254	.430	-.616	1			PL
-.529	.074	-.568	.442	-.278	-.639	-.437	-.134	-.031	-.069	-.382	1				AL
.388	-.773*	.597	.274	.392	.356	.319	.391	.196	.768	1					RWC
.139	-.611	.293	.262	.052	.091	.012	.068	.565	1						ChC
-.019	.034	-.069	.382	-.270	-.128	-.243	-.312	1							BCC
.851*	.072	.860*	-.295	.987**	.790*	.923**	1								NSPP
.971**	.234	.942**	-.556	.971**	.960**	1									NOGPS
.976**	.215	.952**	-.648	.874*	1										SW
.921**	.125	.916*	-.378	1											NOGPP
-.509	-.494	-.423	1												TKW
.963**	-.031	1													BY
.234	1														HI
1															GY

PH: ارتفاع النبات FLA: مساحة الورقة العلمية PL: طول حامل السنبل AL: طول السفا RWC: محتوى الماء النسبي ChC: محتوى الكلوروفيل BCC: محتوى الببتا كاروتين NSPP: عدد السنابل في النبات NOGPS: عدد الحبوب في السنبل SW: وزن السنبل الواحدة NOGPP: عدد الحبوب في النبات TKW: وزن الألف حبة BY: الغلة الحيوية HI: دليل الحصاد GY: الغلة الحبية

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

الاستنتاجات Conclusions

- ❖ تُعد معاملة المستوى الحلولي المميت (-1.4 Mpa) بمنزلة المستوى الحلولي المميت الأمثل، والمعاملة (-0.4 Mpa) بمنزلة المستوى الحلولي المُحرّض الأمثل. ويعتمد نجاح أسلوب الغريلة لتحمل الاجهاد الحلولي بطور البادرة الفتية على النقل المرحلي للبادرات من المستويات المحرّضة غير المميّة إلى المستويات المميّة من الإجهاد.
- ❖ تُعد تقانة الغريلة المقترحة سريعة وفعّالة في سبر التباين الوراثي، لدى محصول الشعير استجابةً لظروف الإجهاد الحلولي.
- ❖ صُنفت أصناف الشعير عربي أسود، عربي أبيض و فرات 9 اعتماداً على تقنية الغريلة، كطرز متحملة للإجهاد الحلولي على مستوى البادرة الفتية.
- ❖ يُسهم التحريض بمستويات غير مميّة من الإجهاد الحلولي في تحسين كفاءة البادات على تحمل المستويات المميّة.
- ❖ تُعد صفة مساحة الورقة العلمية، حامل السنبل، ارتفاع النبات وطول السنبل من الصفات الشكلية الأكثر تأثراً بظروف الإجهاد المائي حيث كانت نسبة الانخفاض في متوسط هذه الصفات (28.5 ، 27.58 ، 26.52 ، و 19.07% على التوالي) عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة بالمقارنة مع منطقة الاستقرار الثانية.
- ❖ كانت مكونات عدد الحبوب وعدد السنابل في النبات وعدد الحبوب في السنبل أكثر تأثراً بالإجهاد المائي بالمقارنة مع وزن الألف حبة، بنسبة انخفاض (44.04 ، 29.55 و 21.52% على التوالي) عند الزراعة في منطقة الاستقرار الثالثة بالمقارنة مع منطقة الاستقرار الثانية.
- ❖ تفوقت الأصناف عربي أسود، عربي أبيض و فرات 9 على جميع الأصناف المدروسة في منطقتي الزراعة في الغلتين الحبية و الحويّة.
- ❖ تُعد كلاً من الصفات محتوى الماء النسبي في الأوراق، و عدد السنابل في النبات، وعدد الحبوب في السنبل، ووزن السنبل، و عدد الحبوب في النبات، و الغلة الحويّة من أهم معايير

الانتخاب في تحسين غلة الأصناف المدروسة الحبية، في منطقتي الاستقرار الثانية و الثالثة في محافظة السويداء.

التوصيات والمقترحات Recommendations & Suggestions

✚ اعتماد تقانة الغرلة عند مستوى البادرة الفتية، باستعمال تقانة الاستجابة للتحريض الحلولي عند الرغبة في غرلة عدد كبير من الطرز الوراثية المجهولة الاستجابة للإجهاد المائي، لتوفير الكثير من الجهد والوقت والمال، بسبب فعاليتهما في سبر التباين الوراثي استجابةً لظروف الإجهاد المائي.

✚ زراعة أصناف الشعير عريي أسود، عريي أبيض و فرات 9، في منطقة الاستقرار الثانية من محافظة السويداء للحصول على غلة حبية وحيوية مرتفعة، أو تقديم الري التكميلي في منطقة الاستقرار الثالثة للأصناف المزروعة لتأمين احتياجات نبات الشعير المائية خاصةً خلال المراحل الحرجة من حياة النبات.

✚ يمكن الاستفادة من أصناف الشعير المعتمدة عريي أسود، عريي أبيض و فرات 9 في برامج التربية والتجهين لمحصول الشعير لنقل بعض الصفات الفيزيولوجية والإنتاجية المرتبطة بتحمل الإجهاد المائي إلى أصناف أو سلالات أو مدخلات أخرى لتسريع وتيرة التحسين الوراثي للشعير.

✚ تنفيذ بعض الدراسات المخبرية لتقدير بعض الصفات المرتبطة بتحمل الإجهاد المائي (السكريات الذوابة بالكحول، والبرولين، وسلامة الأغشية الخلوية).

✚ دراسة دور الممارسات الزراعية (موعد الزراعة، معدل البذار، عمق الزراعة، معدلات التسميد، عمق الزراعة) في تحسين كفاءة محصول الشعير الإنتاجية.

✚ دراسة دور تطبيق نظام الزراعة الحافظة بالمقارنة مع الزراعة التقليدية في تحسين كفاءة المحصول الإنتاجية، من خلال زيادة قيمة كفاءة استعمال المياه.

✚ تحديد مواقع المورثات المسؤولة عن الصفات المرتبطة بتحمل الجفاف (QTLs) بهدف نقلها إلى الاصناف المعتمدة محلياً، لتسريع وتيرة التحسين الوراثي في ظل التغيرات المناخية.

المراجع

References

المراجع References

- التمو، منور. 2013 . التباين الوراثي في استجابة بعض طرز الشعير (*Hordeum spp.*) لتحمل الجفاف، تقييم الصفات الفسيولوجية والبيوكيميائية والجزيئية. رسالة دكتوراه، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، الجمهورية العربية السورية.
- التمو، منور. 2007. دراسة خصائص بعض التراكيب الوراثية من الشعير وتقييم أهميتها كمصادر وراثية لتحمل الجفاف. رسالة ماجستير، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، الجمهورية العربية السورية.
- التومي، عمر (2012). تقييم أهم الآليات التكيفية المورفوفيزيولوجية المحددة لكفاءة محصول القمح (*Triticum spp.*) الإنتاجية في نظم الزراعة الجافة. أطروحة دكتوراه، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، الجمهورية العربية السورية.
- جنود، غادة (2007). دراسة التباين الوراثي لتحمل الجفاف في بعض الأصول الوراثية للقمح. رسالة ماجستير، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، الجمهورية العربية السورية.
- العودة، أيمن، صالح، رفيق، الشيخ علي، رؤى (2006). تقييم استجابة بعض أصناف الشعير المحلية لتحمل الإجهاد الحلوي في مرحلة النمو الأولي. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد (22)، العدد (1)، الصفحات 15-36.
- العودة، أيمن، صبح، محمود (2009). تقييم أولي لأداء بعض طرز الشعير (*Hordeum vulgare L.*) في نظم الزراعة الجافة. المجلة العربية للبيئات الجافة، المجلد (2)، العدد (2)، الصفحات: 26-36.
- العودة، أيمن، صبح، محمود، جودة، محمد عادل (2005). تقييم استجابة بعض الطرز الوراثية من القمح (*Triticum Spp.*) للإجهاد المائي في طور البادرة. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد (21)، العدد (1)، الصفحات: 15-36.
- المجموعة الإحصائية الزراعية (2014). وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، الجمهورية العربية السورية.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية، جامعة الدول العربية، الخرطوم، الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية (2013).

محمود، ضحى (2009). استخدام تحليل المسارات في تحديد مساهمة بعض الصفات في غلة محصول القمح الطري (*Triticum aestivum L.*) الحبية تحت ظروف الجفاف والملوحة. رسالة ماجستير، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، الجمهورية العربية السورية.

مصطفى، علا. 2010. الربط بين بعض الجينات المتعلقة بتحمل الجفاف مع بعض الصفات المورفولوجية باستخدام تقنية المايكروستلايت في القمح القاسي. أطروحة دكتوراة. قسم المحاصيل. جامعة حلب.

منوخ، رنا. (2010) التنوع الوراثي للشعير البري (*Hordeum vulgare L.*) في جنوب سورية، رسالة ماجستير، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، الجمهورية العربية السورية.

ناجي عصام، كيال حامد، شيكاريللي سليفاتوري 2004. دراسة استجابة استخدام مصادر متباينة من خلاط الشعير للزراعة في المناطق الجافة وشبه الجافة في البيئات المتوسطة غير المستقرة. رسالة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

References

- Abdalla, O., J. A. Dieseth, and R. P. Singh. 1991. Breeding durum wheat at CIMMYT. In: *Durum wheats Challenges and opportunities*, wheat special report No. 9, Rajaram, S. Saari, E. E., and Hettel, G. P. (eds). CIMMYT, Mexico DF. pp. 1-3.
- Abeledo, L. G., D. F. Calderini, and G. A. Slafer. (2002). Physiological changes associated with genetic improvement of grain yield in barley. In: "Barley science: recent advances from molecular biology to agronomy of yield and quality" G. A. Slafer, J. L. Molin-Cano, R. Savin, J. L. Araus, I. Romagosa (eds.) Haworth, New York, pp 361–386.
- Acevedo, E., P. Q. Craufurd, R. D. Autin, and P. Perez-Marco. (1991). Trait associated with high yield in barley in low rainfall environments. *J. agric Sci. Camb.* 116:23-36.
- Acreche, M.; Briceno-Felix, G.; Martin Sanchez, J. A. and Slafer, G. A. (2008). Physiological bases of genetic gains in Mediterranean bread wheat yield in Spain. *Eur. J. Agron.* 28: 162–170.
- Ali, M.; Jensen, C. R.; Mogensen, V. O.; Andersen, M. N. and Henson, I. E. (1999) Root signaling and osmotic adjustment during intermittent soil drying sustain grain yield of field grown wheat. *Field Crops Research.* 62: 35–52.
- AL-Ouda, A. S. (1999). Genetic variability in temperature and moisture stress tolerance in sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids: Assessment of some physiological and biochemical traits. Ph.D. Thesis Submitted to Crop Physiology Dept., UAS, Bangalore, India.
- Alvaro, F.; Isidro, J.; Villegas, D.; Garcia del Moral, L. F. and Royo, C. (2008). Old and modern durum wheat varieties from Italy and Spain differ in spike components. *Field Crop Res.* 106: 86–93.
- Amin, M. R., N. C. D. Barma, and M. A. Razzague. (1992). Variability, heritability, genetic advance, and correlation study in some quantitative characters in durum wheat. *Plant and Soil.* 111(2):30-32.
- Annicchiarico, P. and Pecetti, L. (1995). Morpho-physiological traits to complement grain yield selection under semi-arid Mediterranean conditions in each of the durum wheat types *mediterraneum* *typicum* and *syriacum*. *Euphytica.* 86: 191–198.

- Aparicio, N.; Villegas, D.; Araus, J. L.; Blanco, R. and Royo, C. (2002). Seedling development and biomass as affected by seed size and morphology in durum wheat. *J. Agr. Sci. (Cambridge)*. 139: 143–150.
- Araus, J. L., Reynolds MP, Acevedo E. (1993). Pasture, grain yield, growth, leaf structure and carbon isotope discrimination in wheat. *Crop Science* 33. 1273-1279.
- Araus. J. L., Slafer. G. A. , Royo. C. and Serret, M. D. (2002). Breeding for Yield Potential and Stress Adaptation in Cereals, *Critical Reviews in Plant Science*. 27: 377–412.
- Araus. J. L.; Slafer. G. A.; Royo. C. and Serret, M. D. (2008). Breeding for Yield Potential and Stress Adaptation in Cereals *Critical Reviews in Plant Science*. 27: 377–412.
- Arnon, D (1949) Copper enzymes in isolated chloroplasts, phytophenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology* 24: 1- 15.
- Austin, R. B.; Edrich, J. A.; Ford, M. A. and Blackwell, R. D. (1977). The fate of the dry matter, carbohydrates and ¹⁴C lost from leaves and stems of wheat during grain fill. *Ann. Bot. (London)*. 41: 1309-1321
- Bahrani. A., Joo M. H., (2010). flag leaf role in N accumulation and remobilization as affected by nitrogen in bread and durum wheat cultivars. *American-Eurasian Journal of Agricultural And Environmental Science*. 8: 728 – 735.
- Baum M., S. Grando, S. Ceccarelli, G. Backes and A. Jahoor. (2004). Localization of quantitative traits loci for dry characters in barley by linkage mapping. In: “Challenges and strategies for dryland agriculture”. CSSA. Special Publication. 32:191.
- Bazzaz, F.A. Ackerly, D.D., Reekie, E.G. (2002). Reproductive allocation in plants. In: *Seeds: the ecology and regeneration of plant communities*-Fenner,M, ed.(2002)2nd end. Wallingford:CAB International. 1-29.
- Blum, A. (1983). Breeding programs improving drought resistance to water stress. In C.D.Jr, Raper and P.J, Kramer (eds.), *Crop reaction to water and temperature stresses in humid, temperate climates*. westview press, Boulder, Colorado, USA, pp .263-275.
- Blum, A. (1989). Drought resistance. *Plant breeding for stress environments*. CRC press, Inc. Boca Raton, Florida, 43-77.

- Blum, A. (2006). Drought adaptation in cereal crops: a prologue. In: Drought Adaptation in Cereals. P. 3–15. Ribaut, J. M., Ed., The Harworth Press, Inc., New York.
- Blum, A. (2009). Effective use of water (EUW) and not water- use efficiency (WUE) is the target of crop yield improvement under drought stress. *Field Crop Res.* 112: 119-123.
- Borras, L.; Slafer, G. A. and Otegui, M. E. (2004). Seed dry weight response to source–sink manipulations in wheat, maize and soybean: a quantitative reappraisal. *Field Crop Res.* 86: 131–146.
- Bressan, R. A.; Nelson, D. E.; Iraki, N. M.; LaRosa, P. C.; Singh, N. K.; Hasegawa, P. M. and Carpita, N. C. (1990). 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. P. 137.
- Brush, S. B. (1999) . Genes in the field: On- farm conservation of crop diversity. P. 51-76. IPGRI/ IDRC /Lewis Publ., Boca Raton, FL.
- Cartelle, J.; Pedrío, A.; Savin, R. and Slafer, G. A. (2006). Grain weight responses to post-anthesis spikelet-trimming in an old and a modern wheat under Mediterranean conditions. *Eur. J. Agron.* 25: 365–371.
- Ceccarelli, Euphytica S., (1989). Wide adaptation. How wide? *Euphytica.* 40, 197 205 36:389-405.
- Ceccarelli, S. (1994). Utilization of landraces *Hordeum spontaneum* in barley breeding for dry areas. *Rachis.* 3 (2) : 8- 11.
- Ceccarelli, S. and Grando, S. (1996). Drought as a challenge for the plant breeder. *Plant Growth Regulation.* 20: 149–155.
- Ceccarelli, S. and Grando, S. (2002). Breeding Barley for Drought Resistance. *ICARDA Caravan J.*, Issue No.17, December 2002.
- Ceccarelli, S., E. Acevedo, and S. Grando. (1991). Breeding for yield stability in unpredictable environments: single traits, interaction between traits, and architecture of genotypes. *Euphytica* 56:169-185.
- Ceccarelli, S., Grando, S. and Impiglia, A. (1998). Choice of selection strategy in breeding barley for stress environments. *Euphytica.* 103: 307–318.
- Ceccarelli, S.; Grando, S. and van Leur, J. A. G. (1987). Genetic diversity in barley landraces from Syria and Jordan. *Euphytica.* 98 :269 – 280.

- Ceccarelli, S.; Grando, S.; Baum, M. and Udupa, M. (2004). Breeding for drought resistance in changing climate. Crop Science Society of America and American Society of Agronomy, 677 S. Segoe Rd., Madison, WI 53711, USA. Challenges and Strategies for Dryland Agriculture. CSSA Special Publication no.32.
- Chards, R. A., Rebetzke, G. J., Condon, A. G. and Van Herwaarden, A. F. (2002). Breeding opportunities for increasing the efficiency of water use and crop yield in temperate cereals. *Crop Science*. 42: 111–121.
- Cossgrove, D. J. (1989). Linkage of wall extension with water and solute uptake. *Physiology of Cell Expansion During Plant Growth* (D.J. Cossgrove and D.P. Knievel, ed.), Am. Sci. Plant Physiology, Rockville, Md. P. 88-100.
- Davies, A.P., Engel, D.S. and Long, R.E. (1994). The influence of heat and drought on chlorophyll stability of chickpea. *Soil Science Soc. Am. J.* 56: 1832-1841.
- de Souza, G.M.; Cardoso, V.J.M. (2003). Toward a hierarchical concept of plant stress. *Israel Journal of Plant Sciences*, Jerusalem, v.51, p.29- 37.
- Dubey, R. S. (1997). Photosynthesis in plants under stressful conditions. In: M. Pessarakli (ed.). *Handbook of photosynthesis*. Marcel Dekker, New York. P. 859-875.
- Ellis, R.P. (2002). Wild barley as a source of genes for crop improvement. In: “Barley science: recent advances from molecular biology to agronomy of yield and quality” G. A. Slafer, J. L. Molin-Cano, R. Savin, J. L. Araus, I. Romagosa (eds.) Haworth, New York, pp 65–83.
- FAO (2013). Food and Agriculture Organization of the United Nation. Yearly book of agricultural statistics, FAOSTAT data.
- FAOSTAT data. (2010). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://apps.fao.org/faostat/>.
- Farooq, M.; Wahid, A.; Kobayashi, N.; Fujita, D. and Basra, S. M. A. (2009). Plant drought stress effects, mechanisms and management. *Agron. Sustain. Dev.* 29: 185 – 212.
- Farooq, S. and Azam, F. (2005). The use of cell membrane stability (CMS) technique to screen for salt tolerant wheat varieties. *Journal of Plant Physiology*. Paper accepted for publication at 8th June 2005.

- Farquhar, G. D.; O'Leary, M. H. and Berry, J. A. (1982). On the relationship between carbon isotope discrimination and the intercellular carbon dioxide concentration in leaves, *Aust. J. Plant Physiol.* 9: 121-137.
- Farshadfar, E., R. Haghprast and M. Qaitoli. (2008). chromosomal localization of the genes controlling Agronomic physiological indicators of drought tolerance in barley using Disomic addition lines. *Asian. J. Plant Sci.* 6:536-543.
- Fischbeck, G. (2002). Contribution of barley to agriculture: a brief overview. In: "Barley science: recent advances from molecular biology to agronomy of yield and quality" G. A. Slafer, J. L. Molin-Cano, R. Savin, J. L. Araus, I. Romagosa (eds.) Haworth, New York, pp 1–14.
- Fischer, R.A. (1985). Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *Journal of Agricultural Science.* 100, 447-461.
- Frederick, J. R. and Camberato, J. J. (1994). Leaf net CO₂-exchange rate and associated leaf traits of winter wheat grown with various spring nitrogen fertilization rates. *Crop. Sci.*, 34:432- 439.
- Gan, B.D. and Amasino, F.K. (1997). The effect of late water stress on the chemical composition of soybean leaves. *Field Crops Res.* 36: 125-131.
- Ganesh Kumar, (1994). Evaluation of sun flower (*Helianthus annuus*) genotypes for relative drought resistance and understanding the Physiological basis of drought resistance. M. Sc. Thesis, submitted to the university of Agricultural Sciences, Bangalore, India.
- Garcia del Moral, L. F.; Roca, L. F.; Ramdani, A.; Rharrabti, Y.; Villegas, D.; and Royo, C. (2002). Genetic improvement effects on durum wheat yield and yield components in the Mediterranean region. In: *Proceedings VII Congress of the European Society for Agronomy.* P. 91–92. Villalobos F. J., and Testi, L. Eds., Córdoba, Spain.
- Gifford, R. M.; Thorne, J. H.; Hitz, W. D. and Giaquinta, R. D. (1984). Crop productivity and photoassimilates partitioning. *Science.* 225: 801-808.
- Gonzalez, A.; Martin, I. and Ayerbe, L. (1999). Barley yield in water-stress condition. The influence of precocity, osmotic adjustment and stomatal conductance. *Field Crops Research* 62, 23 – 34
- Grando, S., R. Von Bothmer, and S. Ceccarelli. (2001). Genetic diversity of barley: use of locally adapted germplasm to enhance yield and yield stability of barley in dry areas. In: "Broadening the genetic base of crop

- production” H. D. Cooper, C. Spillane, T. Hodgink (eds.). CABI/FAO/IPRI, pp 351-372.
- Grausgruber, H., H. Bointner, R. Tumpold, and P. Ruckenbauer. (2002). Genetic improvement in grain yield, yield components and agronomic traits of spring barley (*Hordeum Vulgare* L.).
- Hetherington, A. M. (2001). The control of specificity in Guard cell signal. *Transduction Department of Molecular Biology and Biotechnology*. 107: 711-714.
- Jaleel, C. A.; Gopi, R. and Panneerselvam, R. (2008). Growth and photosynthetic pigments responses of two varieties of *Catharanthus roseus* to triadimefon treatment. *Comp. Rend. Biol.* 331: 272–277.
- Kirby, E. J. M. (1983). Development of the cereal plant. In D.W. Wright (editor), *The yield of cereals*. Royal Agriculture society of England, London. P. 1-3.
- Levitt, J. (1980). Responses of plants to environmental stresses, Vol. II. Water, radiation, salt and other stresses. Academic Press, New York.
- Lio, J., Huang, X.Q., Heinrichs, F., Ganai, M.W., Roeder, M.S., 2006. Analysis of QTLs for yield components, agronomic traits and disease resistance in an advanced backcross population of spring barley. *Genome* 49, 454–466.
- Lorens, G. F., Bennett, J. M. and Loggale, L. B. (1987). Differences in drought resistance between two corn hybrids. I. Water relations and root length density. *Agron. J.* 79: 802–807.
- Mafakheri A, Siosemardeh A, Bahramnejad B, Struik PC, Sohrabi Y (2010) Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. *Aust J Crop Science*. 4(8): 580–585
- Manivannan, P., C.A. Jaleel, B. Sankar, A. Kishorekumar, R. Somasundaram, G.M. Lashmana and R. Panneerselvam, 2007. Growth, biochemical modification and proline metabolism in *Helianthus annuus* L. as induced by drought stress. *Colloids Surf. B. Biointerfaces*, 59: 141-149.
- Martin, J. H.; Walden, R. P. and Stamp, D. L. (2006). *Principle of field crop production*. Pearson Education, Inc. USA.
- Mishra, B. N. and Shivakumar, B. G. (2000). Barley. In: *Techniques and Managements of Field Crop Production*. Agrobios. India.

- Moinuddin, Fischer R. A.; Sayre, K. D. and Reynolds, M. P. (2005). Osmotic adjustment in wheat in relation to grain yield under water deficit environments. *Agronomy Journal*. 97: 1062-1071.
- Mollah, M. S. and Paul, N. K. (2008). Growth attributes of barley (*Hordeum Vulgare* L.) in relation to soil moisture regimes and NPK fertilizers. *J. bio-sci.* 16: 19-24.
- Moral, L. F.; Roca, L. F.; Ramdani, A.; Rharrabti, Y.; Villegas, D.; and Royo, C. (2002). Genetic improvement effects on durum wheat yield and yield components in the Mediterranean region. In: *Proceedings VII Congress of the European Society for Agronomy*. P. 91–92. Villalobos F. J., and Testi, L. Eds., C´ordoba, Spain.
- Nachit M. M., and H. Ketata. (1991). Selection of morpho-physiological trait for multible abiotic stress resistance in durum whea (*Triicum Turgidum* L). In: *Physiology breeding of winter cereals for stressed Mediterranean environments*, Acevedo, E., A. P. Conesa, P. Monneveux, and J. P. Srivatava. Montpellier, France 3-6 July 1989. Ed. INRA, Paris. pp. 391-400.
- Nachit M.M., M. Baum, E. Burceddu , P. Monneveux, and E. Pecard. March 20-23, (1995), Aleppo, Syria: ICARDA, p.p. 139-158. OECD (Organisation for Economic Co-Operation and Development). (2004). *Series on the Safety of Noval Foods and Feeds No.12, Consensus Document on Compositional Considerations for new varieties of Barley (Hordeum vulgare L.)*, OECD, Paris, France. Nations. <http://apps.fao.org/faostat/>.
- OECD (Organization for Economic Co-Operation and Development). (2004). *Series on the Safety of Noval Foods and Feeds No.12, Consensus Document on Compositional Considerations for New Varieties of Barley (Hordeum Vulgare L.)*, OECD, Paris, France.
- Ortiz, R.; Nurminiemi, M.; Madsen, S.; Rognli, O. A. and Bjornstad, A. (2002). Genetic gains in Nordic spring barley breeding over sixty years. *Euphytica*. 126: 283-289
- Pask A., Pietragalla J., Mullan D., Reynolds M., (2012). *Physiological Breeding II: A Fileld Guide to Wheat Phenotyping*. Mexico DF: CIMMYT.
- Passioura, J. B. (1977). Grain yield, harvest index and water use of wheat. *J. Aust. Inst. of Agric. Sci.* 43: 117–120.

- Passioura, J. B. (2005). Increasing crop productivity when water is scarce—from breeding to field management. *Agriculture Water Management*, Elsevier. 2-20.
- Price, A. H.; Townend, J.; Jones, M. P.; Audebert, A. and Courtois, B. (2002). Mapping QTLs associated with drought avoidance in upland rice grown in the Philippines and West Africa. *Plant Molecular Biology*. 48: 683-695.
- Quarrie, S. A.; Stojanovic, J. and Pekic, S. (1999). Improving drought resistance in small grained cereals: A case study, progress and prospects. *Plant Growth Regulation*. 29: 1-21.
- Raheleh Karimi-Ashtiyani ,Takayoshi Ishii, and Markus Niessen,2011 Point mutation impairs centromeric CENH3 loading and induces haploid plants.
- Ramirez, P. and Kelly, J. D. (1998). Traits related to drought resistance in common bean. *Euphytica*. 99: 127-136.
- Rawson, H.M.; Hindmarsh, J.H.; Fischer, R.A. and Stockman, Y.M. (1983). Change in leaf photosynthesis with plant ontogeny and relationships with yield per ear in wheat cultivars and 120 progeny. *Aust. J. plant physiol*, 10:503-514.
- Rebetzke, G. J.; Botwright, T. L.; Moore, C. S.; Richards, R. A. and Condon, A. G. (2004). Genotypic variation in specific leaf area for genetic improvement of early vigor in wheat. *Field Crop Research*. 88: 179- 189.
- Rebetzke, G. J.; Condon, A. G.; Richards, R. A. and Farquhar, G. D. (2003). Gene action for leaf conductance in three wheat crosses. *Australian Journal of Agriculture Research*. 54: 381-387.
- Reynolds, M. P.; Mujeeb-Kazi, A. and Sawkins, M. (2005). Prospects for utilizing plant adaptive mechanisms to improve wheat and other crops in drought- and salinity-prone environments. *Annals of Applied Biology*. 146: 239-259.
- Reynolds, M. P.; Skovmand, B.; Trethowan, R. and Pfeiffer, W. (2000). Evaluating a conceptual model for drought tolerance. In J. M. Ribaut, and D. Poland (eds.), *Molecular Approaches for Genetic Improvement of Cereals for Stable Production in Water-Limited Environments*. Mexico D. F.: CIMMYT.

- Richards, R.A. (1996). Increasing yield potential in wheat-source and sink limitations. In *Increasing Yield Potential in wheat: Breakin the Barriers* (Eds. M.P.Reynolds, S.Rajaram, and A.McNab), pp.134-149. (CIMMYT: Mexico, CF).
- Richards, R.A; Rebetzke, G . J.; Condon, A . G. and van Herwaarden, A.F. (2002). Breeding opportunities for increasing the efficiency of water use and crop yield in temperate cereals. *Crop Sci* 42 :111-121.
- Ritchie, J.T. (1983). Efficient water use in crop production: discussion of the generality of relations between biomass production and evapotranspiration. In: H.M. Taylor, W.R. Jordan and T.R. Sinclair (Editors), *Limitations to Efficient Water Use in Crop Production*. ASA, CSSA, SSSA Monograph, pp. 29-44.
- Ritchie (1983). Root growth of triticale and barley grown for grain or for forage-plus-grain in a Mediterranean climate
- Rizza, F., W. Badeck, L. Cattivelli, O. Lidestri, N. Di Fonzo, and M. Stanca. (2004). Use of water stress index to identify barley genotypes adapted to rainfed and irrigated conditions. *Crop science* 44:2127-2137.
- Royo, C.; Alvaro, F.; Martos, V.; Ramdani, A.; Isidro, J.; Villegas, D. and Garcia del Moral, L. F. (2007). Genetic changes in durum wheat yield components and associated traits in Italy and Spain during the 20th century. *Euphytica*. 155: 259–270.
- Sayed O.H., (2003) Chlorophyll fluorescence as a tool in cereal crop research, *Photosynthetica* 41 321–330.
- Schefs E, D (1994) Etude spectroscopique des complexes protochlorophyllide-proteine et du rôle des chlorophylles dans le développement des feuilles à divers stades du développement. PHD dissertation. Université de Liège, Belgium.
- Schonfeld, M. A.; Johnson, R. C.; Carver, B. F. and Mornhinweg, D. W. (1988). Water relations in winter wheat as drought resistance indicator. *Crop Sci*. 28: 526-531.
- Schulze, Z.V.I. (1991). Effect of water stress with phasic development on yield of wheat grown in a semi-arid environment. *Field Crops Res.*, 5 : 55 – 67.

- Shearman, V. J.; Sylvester-Bradley, R.; Scott, R. K. and Foulkes, M. J. (2005). Physiological processes associated with wheat yield progress in the UK. *Crop Sci.* 45: 175–185.
- Slafer, G. A. (2003). Genetic basis of yield as viewed from a crop physiologist's perspective. *Ann. Appl. Biol.* 142: 117–128.
- Smirnoff, N. (1998). Plant resistance to environmental stress, *Curr. Opin. Biotechnol.* 9: 214–219.
- Solomon, K. F. and Labuschagne, M. T. (2004). Inheritance of evapotranspiration and transpiration efficiencies in the diallel F1 hybrids of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum). *Euphytica*. 136: 69-79.
- Stockman, Y. M.; Fischer, R. A. and Brittain, E. G. (1983). Assimilates and floret development within the spike of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Aust. J. Plant Physiol.* 10: 585-594.
- Subbarao, G. V.; Nam, N. H.; Chauhan, Y. S. and Johanson, C. (2000). Osmotic adjustment, water relations and carbohydrate remobilization in pigeonpea under water deficits. *J. Plant Physiol.* 157: 651-659.
- Tambussi, E. A.; Nogués, S.; Ferrio, P.; Voltas, J. and Araus, J. L. (2005). Does higher yield potential improve barley performance in Mediterranean conditions? A case study. *Field Crops Research*. 91: 149-160.
- Theoulakis, N., E. Iconomou, and K. Bladenopoulos. (1992). Harvest index as a selection criterion for improving grain yield in segregating populations of barley. *Rachis* 11(1/2): 3-6.
- Tollenaar, M. and Lee, E. A. (2006). Dissection of physiological processes underlying grain yield in maize by examining genetic improvement and heterosis. *Maydica*. 51: 399–408
- Turner, N. C. (2002). Optimizing water use. P. 119–135. In J. Nösberger et al. (ed.) *Crop science: Progress and prospects*. CAB Int., Wallingford, UK.
- Turner, N. C. (2002). Optimizing water use. P. 119–135. In J. Nösberger et al. (ed.) *Crop science: Progress and prospects*. CAB Int., Wallingford, UK.
- Turner, N. C. and Asseng, S. (2005). Productivity, sustainability, and rainfall-use efficiency in Australian rainfed Mediterranean agricultural systems. *Aust J Agric Res.* 56: 1123-1136

- Turner, N. C. and Nicolas, M. E. (1987). Drought resistance of wheat for light textured climate. In J. P. Srivastava, E. Proceddu, E. Acevedo, and S. Varma (eds.), Drought tolerance in winter cereals. John Wiley and Sons, New York. P. 203-219.
- Tyagi, K.; Park, M. R.; Lee, H. J.; Lee, C. A.; Rehman, S.; Steffenson, B.; Lee, K. J. and Yun, S. J. (2011). Diversity for spontaneum Seedling Vigor in Wild Barley (*Hordeum vulgare* L. subsp. spontaneum) Germplasm. Pak. J. Bot. 43(4): 2167-2173.
- Vasquez-Tello, A. (1990). Electrolyte and Pi leakages and soluble sugar content as physiological tests for screening resistance to water stress in Phaseolus and Vigna species. J. Exp. Bot. 41(228): 827–832.
- Villegas, D.; Aparicio, N.; Nachit, M. M.; Araus, J. L. and Royo, C. (2000). Photosynthetic and developmental traits associated with genotypic differences in durum wheat yield across the Mediterranean basin. Australian Journal of Agricultural Research. 51: 891–901.
- Voltas, J.; Romagosa, I.; Lafarga, A.; Armesto, A. P.; Sombrero, A. and Araus, J. L. (1999). Genotype by environment interaction for grain yield and carbon isotope discrimination of barley in Mediterranean Spain. Aust. J. Agric. Res. 50: 1263–1271.
- Wardlaw , I.F.(1971). The early stages of grain development in wheat :response to water stress in a single variety .Australian Journal of Biological Science 24, 1047-1055.
- Wardlaw, I. F. (1991). The effect of high temperature on the accumulation of dry matter, carbon and nitrogen in the kernel of rice. Australian Journal of plant physiology 18, 259-265.
- Wondimu, F.; Habtam, Z. and Amsalu, A. (2011). Genetic improvement in grain yield potential and associated traits of food barley (*Hordeum vulgare* L.) in Ethiopia. Ethiop .J. Appl. Sci. Technol. 2(2): 43 -60.

الملخص الإنكليزي

English Abstract

Abstract

This research was carried out in the laboratories of scientific agriculture research center, Swida governorate and in the fields of climatic zone B (Bahem village) and C (Asana village) in Sweida governorate during the growing season 2014/2015, to evaluate the response of 6 cultivated barley cultivars (Arabi abiad, Arabi aswad , Fourat2 , Fourat3 , Fourat6 , Fourat9) to osmotic stress during seedling stage using rapid laboratory screening technique depending on the response to osmotic induction and study the importance of osmotic induction to increase the efficiency of barley seedlings to tolerate the lethal levels of osmotic stress, A field experiment was conducted under rain-fed conditions in order to evaluate the performance of the same barley genotypes under water stress conditions based on some morph-physiological and productivity traits associated with drought tolerance. The Lab. Experiment designed using complete randomized design (CRD) with three replications, whereas the field experiment designed according to randomized complete block design (RCBD)

Laboratory experiment results showed that the osmotic level (-1.4MPa) was the optimum lethal osmotic level, while the osmotic level (-0.4 MPa) was the optimum osmotic induction level. It was observed that the mean root and seedlings length was significantly the highest in induced seedlings (9.35 and 17.27 cm, respectively), while the lowest mean length of roots and seedlings was recorded under non-induced seedlings (4.76 and 9.26 respectively), this indicate the importance of induction in improving the efficiency of seedlings to tolerate the lethal levels of osmotic stress. On the other hand, the studied barley cultivars showed different responses to osmotic stress; Arabe Abed cultivar showed the highest tolerance to osmotic stress by revealing the less decreasing in the mean length of roots and shoots when compared with other studied cultivars, while Furate 3 cultivar exhibited higher reduction percentage in root and shoot length.

With respect to field experiment, significant genetic variation was found in the response of barley genotypes to water stress. The performance of all genotypes was better in Bahem site (The Second Stability Regions) comparing with Asana site (The Third Stability Regions). The mean value of plant height was significantly higher in all genotypes grown in Bahem site, Arabi aswad cultivar recorded the taller plants (58.13 cm) while Arabi abiad

registered the lowest plant height (36.95 cm). The flag leaf area was significantly higher in all cultivars in Bahem site comparing with Asana site, The highest flag leaf was recorded significantly in Arabi aswad (11.32 cm²), while the lowest registered in Fourat 3 (5.19 cm²).

Also the cultivars grown in Bahem surpassed over those grown in Asana in awns length, peduncle length and spike length, The highest mean value of awns length was significantly recorded in fourat9 (9.18 cm), while the lowest was registered in Arabi abiad variety (7.61 cm), the peduncle length was significantly higher in Fourat3 (15.82 cm) and the lowest was in Fourat 2 (9.51 cm), the spike length was significantly higher in Arabi aswad (9.13 cm), while the lowest was in Furat 3 (5.89 cm).

As for the effect of water stress on physiological traits, the water content in the cultivated cultivars decreased in Asana site comparing with Bahem site. The cultivar Arabi aswad recorded significantly highest relative water content in the leaves (79.34%) when grown in the second stability zone (Bahem site), followed with no significant differences by the cultivar Furat 9 (79.21%), while Furat 2 recorded the lowest mean value of relative water content (55.55%) when grown in the third stability zone (Asana site), followed by Furat 3 and Furat 6 (57.06 and 57.10% respectively) with no significant differences between them.

The cultivars grown in Baham site recorded significantly the highest mean values of total chlorophyll content comparing with Asana site, The cultivar Fourat9 recorded the highest leaf content of total chlorophyll (0.363 mg. g⁻¹) when grown in Baham site followed by Arabi aswad (0.327 mg. g⁻¹), while Fourat3 recorded the lowest leaf content of total chlorophyll (0.126 mg. g⁻¹) with an equal value with Arabi abiad cultivar (0.126 mg. g⁻¹) when cultivated in Asana site. The content of beta carotene in the leaves was higher in the cultivars grown in Asana site comparing with Bahem site, the cultivar Arabi aswad recorded significantly highest beta-carotene content (0.0397 mg. g⁻¹) in the leaves when grown in Asana site followed by the cultivar Fourat 6 (0.0349 mg. g⁻¹) without significant differences among them, while the cultivar Arabi abiad recorded significantly the lowest content of beta-carotene in the leaves (0.0136 mg. g⁻¹) in Bahem site.

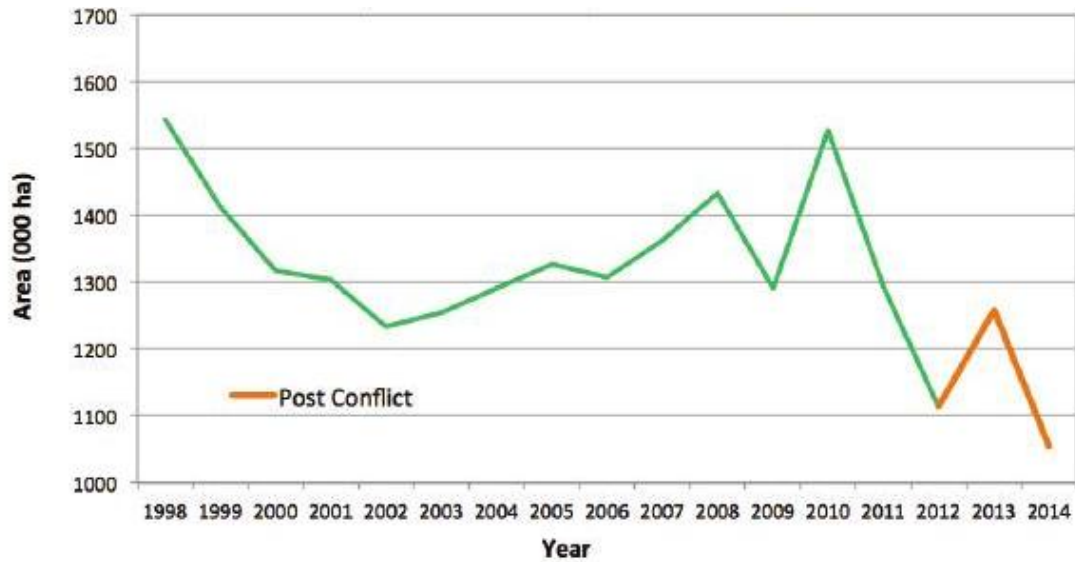
The productivity traits of cultivated barley varieties was superior as compared when grown in Bahem site compared with Asana site, the results showed that

the variety Arabi aswad recorded significantly highest mean value of number of spikes per plant ($5.93 \text{ spikes.plant}^{-1}$) when grown in Bahem site followed by the variety Arabi abiad ($5.83 \text{ spikes.plant}^{-1}$) without significant differences among them, while the variety Fourat 6 registered significantly lowest mean value of spike number per plant ($2.63 \text{ spikes.plant}^{-1}$) in Asana site.

The variety Arabi aswad recorded significantly highest mean value of number of grains per spike ($26.27 \text{ grains.spikes}^{-1}$) when grown in Bahem site followed by the variety Arabi abiad ($25.77 \text{ grains.spikes}^{-1}$) without significant differences among them, while the variety Fourat 2 registered significantly lowest mean value of grains number per spike ($15.47 \text{ grains.spikes}^{-1}$) in Asana site. It was noticed that the mean value of single spike weight was higher in the variety Arabi aswad (1.23 g) when grown in Bahem site, while the variety Arabi abiad recorded the lowest mean value of single spike weight (0.64 g) when grown in Asana site, the results also showed that the variety Arabi aswad recorded significantly the highest mean value of number of grains per plant ($156.13 \text{ grains.plant}^{-1}$) when grown in Bahem site followed by the variety Arabi abiad ($150.35 \text{ grains.plant}^{-1}$) without significant differences among them, while the variety Fourat 2 registered significantly lowest mean value of grains number per plant ($46.24 \text{ grains.plant}^{-1}$) in Asana site. Generally the variety Fourat 2 recorded significantly highest mean value of 1000-kernel weight (44.26 g) when grown in Bahem site, while the variety Fourat 3 registered significantly the lowest 1000-kernel weight (38.39 g) when grown in Asana site.

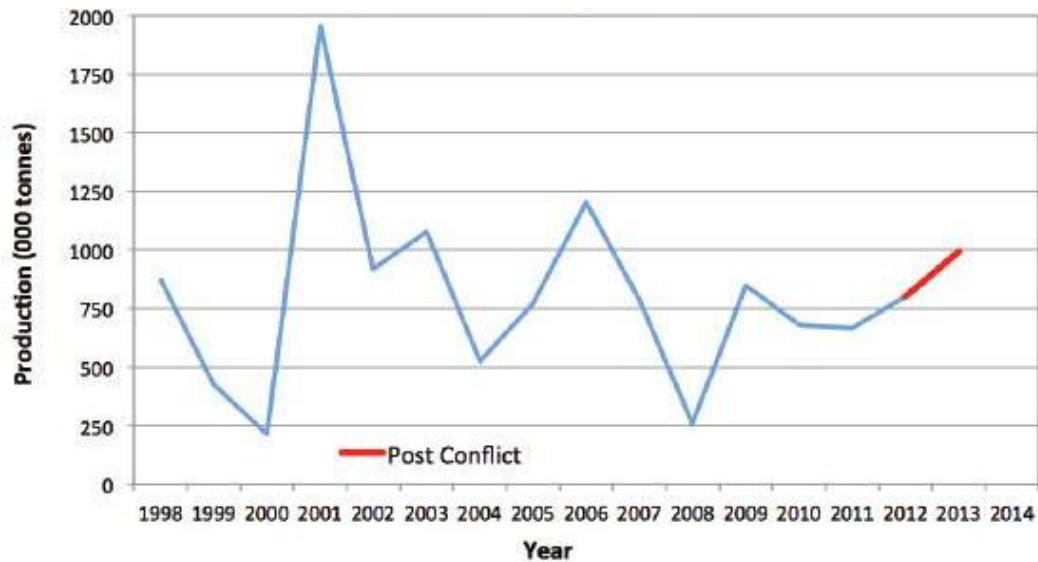
The variety Arabi aswad recorded significantly the highest mean value of grain yield ($2888.9 \text{ kg,ha}^{-1}$) when grown in Bahem site, while the variety Fourat 2 registered the lowest mean value of grain yield ($948.52 \text{ kg,ha}^{-1}$) when grown in Asana site. The results also showed that the variety Arabi aswad recorded significantly the highest mean value of biological yield ($6114.8 \text{ kg,ha}^{-1}$) when grown in Bahem site, while the variety Fourat 2 registered the lowest mean value of biological yield ($2670.4 \text{ kg,ha}^{-1}$) when grown in Asana site, and it was noticed that the variety Fourat 2 recorded significantly the highest mean value of harvest index (0.52) when grown in Bahem site, while mean value of harvest index was lower in the varieties Fourat 9, Fourat 6 and Fourate 2 (0.36) in Asana site.

الملحقات Appendices



(Source: Syria Ministry of Agriculture Crop Production Statistics, processed at WFP/OSZA(VAM).

الملحق 1 : المساحة الكلية المزروعة بمحصول الشعير في سورية عبر السنوات (1998 – 2014).



Source: Syria Ministry of Agriculture Crop Production Statistics, processed at WFP/OSZA(VAM).

الملحق 2 : الإنتاج الكلي من محصول الشعير في سورية عبر السنوات (1998 – 2014).

الملحق 3: معدل الهطول المطري بمحافظة السويداء في منطقتي الاستقرار الثانية والثالثة وذلك بدءاً من

موسم 2002/2001 حتى موسم 2012/2011.

العام	-2001 2002	-2002 2003	-2003 2004	-2004 2005	-2005 2006	-2006 2007	-2007 2008	-2008 2009	-2009 2010	-2010 2011	-2011 2012	المتوسط
منطقة استقرار ثانية	321	521	270	324	246	297	164	290	301	281	300	299
منطقة استقرار ثالثة	164	318	142	173	134	176	116	210	185	180	184	182

المصدر: مديرية الزراعة والإصلاح الزراعي