الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشـــق
كلية الزراعـــة
قسم المحاصيل الحقلية

تأثير تقسية البذور والريّ التكميلي في تحسين تحمّل أصناف الفول (*Vicia faba* L.) للإجهاد المائي (الجفاف)

The Influence of Seed Priming and Supplementary Irrigation on Improving the Tolerance of Some Faba Bean Varieties to Water Stress (Drought)

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

إعـــداد
م. راوند راضي الهزيم

إشـــراف
الدكتور حسين المحاسنة
أستاذ مساعد في قسم المحاصيل الحقلية
كلية الزراعة – جامعة دمشق
(مشرفاً)

دمشق 2016 م
1437 هـ

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات نيل درجة الماجستير في علوم المحاصيل الحقلية

(قسم 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 أيمن الشحاذة العودة ، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق. (عضواً)

الدكتورة رلى يعقوب، قسم المحاصيل الحقلية ، كلية الزراعة، جامعة دمشق. (عضواً)

الدكتور حسين المحاسنة، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة دمشق. (عضواً مشرفاً)

نوقشت وأجيزت هذه الرسالة بتاريخ: 28- 3 - 2016.

شهادة

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

المرشّح	المشرف العلمي
م. راوند الهزيم	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 Rawand Al Hazeem under the supervision of 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: Rawand Alhazeem

Chairman: Dr. Hussain Almahasneh

تصريح

أصرح بأنّ البحث الموصوف في هذه الأطروحة تحت عنوان: ((**تأثير تقسية البذور والرّي التكميلي في تحسين تحمّل أصناف من الفول (*Vicia faba* L.) للإجهاد المائي (الجفاف)**)). 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 حسين المحاسنة، وأيّة معلومات أو نتائج أخرى ذكرت في الأطروحة قد نسبت إلى مصادرها ومؤلفيها في النص وفي قائمة المراجع.

المرشّح

راوند الهزيم

Declaration

To whom it may concern, I declare that the present research work entitled; **"The Influence of Seed Priming and Supplementary Irrigation on Improving the Tolerance of Some Faba Bean Varieties to Water Stress (Drought)"** 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 guide, Dr.Hussian Almahasneh. All the referred literature is cited, and well-documented in the list of references.

Candidate

Rawand Alhazeem

كلمة شكر

إلى صاحب الفضل في تحقيق هذا الحلم والإنجاز **الدكتور حسين المحاسنة**، الذي أشرف على هذا العمل ولم يدخرْ من علمه وجهوده في سبيل إنجاحه. وقدّم لي من الدعم والمساندة ما تعجز كلماتي عن إيفائه حقّه، فله منّي كلّ الشكر والوفاء.. أمده الله بالصحة والعافية.. وأبقاه منهلاً للعلم ونبراساً للمعرفة.

إلى من كلّله الله بالهيبة والوقار.. إلى من علّمني 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 بسمة الحياة وسرّ الوجود.. إلى من كان دعائها سرّ نجاحي وحنانها بلسم جراحي.. إلى أغلى الحبايب... **(أمي الحبيبة)**

إلى توأم روحي ورفيقة دربي وملكة قلبي وحياتي .. إلى من ترافقني في دروب الحياة.. في حلوها وفي مرّها.. في فرحها وفي حزنها.. إلى من كانت ولا تزال جوهر عائلتي وعطرها..**(زوجتي الحبيبة هبة)**

إلى شغاف القلب ونور العيون.. إلى من جعلوا للحياة طعم ولون.. إلى من أنسى كلّ التعب والهموم عندما تلمحهم عيناي.. **(أولادي الاعزاء جاد وتالا)**

إلى من قضيت أجمل أيّام العمر برفقته .. كنت وما زلت الأخ والصديق والسند لي في كل الظروف.. رغم سفرك وبُعدِك لا تزال تسكن القلب والروح.. **(أخي الغالي راني)**

إلى مدلّلتنا الغالية.. وإلى من كان النجاح دوماً عنواناً لها في الحياة.. إلى من يُحبّها القلب ونفخر بها على الدّوام.. أدعو الله أن يوفقك في حياتك ودراستك .... **(أختي الغالية رفاه)**

إلى من كانت ولا تزال الأمّ الثانية .. لن أنسى فضلك عليّ وعلى عائلتي طوال السنوات الماضية وتحمّلك عناء تربية تالا وجاد وكنتِ رغم تعبك تنشرين الحب والسعادة بيننا.. **(حماتي أمّي الثانية)**

إلى صاحب القلب الطيب والابتسامة الجميلة.. تعلمّنا منك حبّ الحياة وجمالها.. لم توّفر جهداً في مساعدتنا دائماً.. أمدّ الله في عمرك .. **(عمي الغالي نبيل)**

إلى إخوتي الذين لم تلدهم أمي، كل الشكر والامتنان لمحبّتكم وطيبتكم.. **(بشرى، رهام، سامر، رامي)**

المحبّ و المخلص لكم

راوند

فهـــرس المحتويـــــات

الموضـــوع	الصفحة
الملخـــص العربـــي	2-1
المقدمـــة	7-3
مبرّرات وأهداف البـحث	8
الدراسة المرجعيــة	23-9
مـــواد البحث وطرائقـــــه	34-24
• المادة النباتية	24
• موقع تنفيذ التجربة	26-24
• المعاملات المدروسة	28-27
• تصميم التجربة	29-28
• طريقة الزراعة	30-29
• الصفات الشكلية والفيزيولوجية	32-30
• الصفات الإنتاجيّة	34-33
• التحليل الإحصائي	34

النتائـــــج والمناقشـــــة	82-35
• ارتفاع النبات (سم)	36-35
• عدد الأوراق في النبات (ورقة.نبات$^{-1}$)	38-37
• المساحة الورقية للنبات (سم^2.نبات$^{-1}$)	41-39
• دليل المساحة الورقية للنبات	43-42
• محتوى الماء النسبي في الأوراق (%)	46-44
• الوزن الرطب للنبات (غ)	48-47
• الوزن الجاف للنبات (غ)	50-49
• معدَّل نمو المحصول (غ.يوم$^{-1}$)	52-51
• محتوى الكلوروفيل a في الأوراق (مغ.غ$^{-1}$ وزن رطب)	54-53
• محتوى الكلوروفيل b في الأوراق (مغ.غ$^{-1}$ وزن رطب)	56-55
• نسبة الكلوروفيل a/b في الأوراق	58-57
• متوسّط عدد القرون في النبات (قرن.نبات$^{-1}$)	60-59
• متوسّط طول القرن في النبات (سم)	61-60
• متوسّط عدد البذور في القرن (بذرة.قرن$^{-1}$)	63-62

• متوسّط عدد البذور في النبات (بذرة.نبات$^{-1}$)	65-64
• متوسّط وزن المئة بذرة (غ)	67-66
• الغلَّة البذريّة (طن.هكتار$^{-1}$)	70-68
• الغلَّة من القش (طن.هكتار$^{-1}$)	72-70
• دليل الحصاد HI (%)	74-73
• نسبة البروتين في البذور الجافة (%)	77-75
• ملخص تفوق الأصناف المدروسة	82-78
الاستنتاجات	83
التوصيات والمقترحات	84
المراجع العربية والإنكليزية	93-85
الملخص باللغة الانكليزية	94
الملحقات	99-95

فـهرس الــجداول

رقم الجدول	الموضوع	الصفحة
1	صفات الأصناف المدروسة	24
2	المعطيات المناخية في مكان تنفيذ التجربة الحقلية	25
3	خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية في موقع تنفيذ التجربة	25
4	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور على متوسّط ارتفاع النبات (سم) لدى أصناف الفول المدروسة	36
5	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط عدد الأوراق في النبات لدى أصناف الفول المدروسة	38
6	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط المساحة الورقية ($سم^2$) لدى أصناف الفول المدروسة	41
7	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في دليل المساحة الورقية في أصناف الفول المدروسة	43
8	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط محتوى الماء النسبي (%) لدى أصناف الفول المدروسة	46
9	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط الوزن الرطب للنبات (غ) لدى أصناف الفول المدروسة	48

10	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط الوزن الجاف للنبات (غ) لدى أصناف الفول المدروسة	50
11	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في معدل نمو المحصول (غ.يوم$^{-1}$) لدى أصناف الفول المدروسة	52
12	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط محتوى الكلوروفيل A في الأوراق (مغ.غ$^{-1}$ وزن رطب) لدى أصناف الفول المدروسة	54
13	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط محتوى الكلوروفيل B في الأوراق (مغ.غ$^{-1}$ وزن رطب) لدى أصناف الفول المدروسة	56
14	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط نسبة الكلوروفيل A/B في الأوراق لدى أصناف الفول المدروسة	58
15	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط عدد القرون في النبات لدى أصناف الفول المدروسة	59
16	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط طول القرن في النبات (سم) لدى أصناف الفول المدروسة	61
17	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط عدد البذور في القرن لدى أصناف الفول المدروسة	63
18	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط عدد البذور في النبات لدى أصناف الفول المدروسة	65
19	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط وزن المئة بذرة (غ) لدى أصناف الفول المدروسة	67

20	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط الغلة من البذور (طن.هـ$^{-1}$) لدى أصناف الفول المدروسة	69
21	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط الغلة من القش (طن.هـ$^{-1}$) لدى أصناف الفول المدروسة	72
22	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط دليل الحصاد (%) لدى أصناف الفول المدروسة	74
23	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط نسبة البروتين في البذور الجافة (%) لدى أصناف الفول المدروسة	76
24	ملخص تفوق الاصناف المدروسة في الصفات المورفوفيزيولوجية	77
25	ملخص تفوق الاصناف المدروسة في الصفات الانتاجية	78
26	نسب الزيادة في قيم متوسطات الصفات الشكلية والفيزيولوجية عند معاملات الري التكميلي والتقسية	79
27	نسب الزيادة في قيم متوسطات الصفات الانتاجية عند معاملات الري التكميلي والتقسية	80
28	الفروق المعنوية في الصفات الشكلية والفيزيولوجية للتفاعلات بين المعاملات المختلفة	81
29	الفروق المعنوية في الصفات الانتاجية للتفاعلات بين المعاملات المختلفة	82

فـهـرس الأشـكـــال

رقم الشكل	الموضوع	الصفحة
1	انحراف الهطول المطريّ لموسم 2011-2012 عن المعدلات الشهريّة	26
2	انحراف درجات الحرارة العظمى لموسم 2011-2012 عن المعدلات الشهريّة	26
3	انحراف درجات الحرارة الصغرى لموسم 2011-2012 عن المعدلات الشهريّة	27
4	تصميم التجربة الحقلية	29
5	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور على متوسّط ارتفاع النبات (سم) لدى أصناف الفول المدروسة	36
6	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط عدد الأوراق لدى أصناف الفول المدروسة	39
7	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط المساحة الورقية لدى أصناف الفول المدروسة (سم^2.نبات$^{-1}$)	41
8	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط دليل المساحة الورقية لدى أصناف الفول المدروسة	44
9	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط محتوى الماء النسبي (%) لدى أصناف الفول المدروسة	46

10	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط الوزن الرطب للنبات (غ) حسب أصناف الفول المدروسة	48
11	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط الوزن الجاف للنبات (غ) لدى أصناف الفول المدروسة	50
12	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في معدل نمو المحصول (غ.يوم$^{-1}$) لدى أصناف الفول المدروسة	53
13	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط محتوى الكلوروفيل A في الأوراق (مغ.غ$^{-1}$ وزن رطب) لدى أصناف الفول المدروسة	55
14	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط محتوى الكلوروفيل B في الأوراق (مغ.غ$^{-1}$ وزن رطب) لدى أصناف الفول المدروسة	56
15	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط نسبة الكلوروفيل A/B في الأوراق لدى أصناف الفول المدروسة	58
16	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط عدد القرون في النبات لدى أصناف الفول المدروسة	60
17	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط طول القرن في النبات (سم) لدى أصناف الفول المدروسة	62
18	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط عدد البذور في القرن لدى أصناف الفول المدروسة	63
19	تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط عدد البذور في النبات لدى أصناف الفول المدروسة	66

20	**تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط وزن المئة بذرة (غ) لدى أصناف الفول المدروسة**	67
21	**تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط الغلة من البذور (طن.هـ$^{-1}$) لدى أصناف الفول المدروسة**	70
22	**تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط الغلة من القش (طن.هـ$^{-1}$) لدى أصناف الفول المدروسة**	73
23	**تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط دليل الحصاد (%) لدى أصناف الفول المدروسة**	75
24	**تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط نسبة البروتين في البذور الجافة (%) لدى أصناف الفول المدروسة**	77

فهرس الملحقات

رقم الملحق/ الجدول	الموضوع	الصفحة
الجدول (30)	إنتاج الفول الجاف والانتاجية و المساحة المزروعة في بعض دول العالم	95
الجدول (31)	المساحة والإنتاج والانتاجية من الفول الجاف في الوطن العربي	96
الجدول (32)	المساحة والإنتاج والانتاجية من الفول الاخضر في الوطن العربي	97
الجدول (33)	تطور زراعة الفول الأخضر في القطر العربي السوريّ	98
الجدول (34)	تطور زراعة الفول الجاف (بذور) في القطر العربي السوريّ	99

قائمة الاختصارات والمصطلحات العلمية

الاختصار	المقابل الانكليزي	المرادف العربي
PEG	Polyethylene glycol	سكر البولي ايثيلين الكحولي
SI	Supplementary irrigation	الريّ التكميلي
RWUE	Rain water use efficiency	كفاءة استعمال مياه الأمطار
E	Evaporation	التّبخر
T	Transpiration	النّتح
Ψw	Water potential	الجهد المائي
Ψs	Osmotic potential	الجهد الحلولي
ET	Evapo-transpiration	البخر–نتح
gs	Stomata conductance	الناقلية المسامية
ABA	Abscecic acid	حمض الأبسيسيك
mRNA	Messenger RNA	**الحمض النووي الريبوزي الرسول**
Ψp	Turgor potential	ضغط الإمتلاء/الإنتباج
LAI	Leaf area index	دليل المساحة الورقية
PAW	Plant available water	المياه المتاحة للنبات
ROS	Reactive oxygen species	التخلص من جذور الأكسجين الحرّة

حمض أندول بوتيريك	Indole-3-acetic acid	**IAA**
حمض الجبريليك	Gibberellin acid	**GA3**
معدّل نمو المحصول	Crop growth rate	**CGR**
معدّل النمو المطلق	Absolute growth rate	**AGR**
معدّل النمو النسبي	Relative growth rate	**RGR**
المادة الجافة	Dry matter	**DM**
النظام الضوئي الثاني	Photosystem-II	**PSII**
درجة الحموضة	power of hydrogen	**pH**
الناقلية الكهربائية لمحلول التربة	Electrical conductivity	**E.Ce**
المساحة الورقية	Leaf area	**LA**
مساحة الارض التي يشغلها النبات	Ground area	**GA**
محتوى الماء النسبي	Relative water content	**RWC**
دليل الحصاد	Harvest Index	**HI**
تحليل مصادر التباين	Analysis of Variance	**ANOVA**
أقل فرق معنوي	Least significant difference	**L.S.D**
معامل التباين	Coefficient Of Variation	**C.V**
تصميم القطاعات العشوائية الكاملة	Randomized Complete Block Design	**RCBD**

الملخص

نُفّذت التجربة الحقلية في مزرعة أبي جرش في كلية الزراعة بجامعة دمشق، خلال الموسم الزراعي 2011–2012، بهدف دراسة تأثير تقسية البذور والريّ التكميلي في تحسين تحمل أصناف من الفول (*Vicia faba* L.) للإجهاد المائي، هي حماة–1، بلدي محسّن، إسباني أسود، مالطي، تضمَّنت معاملتين للتقسية (بدون تقسية، وتقسية البذور بمحلول البولي ايتيلن غلايكول PEG-6000 بجهد حلولي– 1.2 ميغا باسكال، مدَّة 12 ساعة)، ومعاملتين للريّ (بدون ريّ، وريّ تكميلي). صُمّمت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بترتيب القطع المنشقة–المنشقة Split-Split Plot Design بثلاثة مكرَّرات.

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود تباين بين الأصناف المدروسة، حيث تفوق الصنف بلدي محسّن معنوياً في صفات ارتفاع النبات، ونسبة الكلوروفيل a/b، والغلَّة من القش (35.44 سم، 2.13، 2.29 طن.هكتار$^{-1}$ على التوالي)، في حين تفوق الصنف حماة–1 معنوياً في صفات المساحة الورقية، ودليل المساحة الورقية، ومحتوى الماء النسبي في الاوراق، وعدد البذور في القرن الواحد (530.73 سم^{2}.نبات$^{-1}$، 1.77، 72.03%، 4.00 بذرة.قرن$^{-1}$ على التوالي)، وتفوّق الصّنف إسباني أسود معنويّاً في صفات عدد الأوراق في النبات، والوزن الجاف، ومعدَّل نموّ المحصول، ومحتوى الأوراق من الكلوروفيلa والكلوروفيلb، وعدد القرون في النبات (110.75 ورقة.نبات$^{-1}$، 6.73 غ، 0.092 غ.يوم$^{-1}$، 3.45 مغ.غ$^{-1}$، 1.96 مغ.غ$^{-1}$، 18.58 قرن.نبات$^{-1}$ على التوالي)، أمّا الصنف مالطي فقد تفوق معنوياً في صفات الوزن الرطب، وعدد البذور في النبات، ووزن المئة بذرة، والغلَّة من البذور، ومعامل الحصاد (43.00 غ، 58.25 بذرة.نبات$^{-1}$، 97.88 غ، 1.60 طن.هكتار$^{-1}$، 39.36% على التوالي).

وفيما يتعلق بتأثير معاملة الريّ التكميلي، فقد تفوقت معنوياً على معاملة الشاهد في جميع الصفات الشكلية والفيزيولوجية والإنتاجيّة، وقد بلغ متوسط الغلَّة من البذور الجافة للنباتات ضمن معاملة الريّ

التكميلي نحو 1.91 طن.هكتار$^{-1}$، في حين انخفضت في النباتات غير المروية إلى قرابة 0.41 طن.هكتار$^{-1}$.

أمّا فيما يتعلق بتأثير معاملة تقسية البذور، فقد تفوقت معنوياً على معاملة الشاهد في جميع الصفات الشكلية والفيزيولوجية والإنتاجيّة، وقد بلغ متوسط الغلَّة من البذور الجافة للنباتات ضمن معاملة التقسية نحو 1.23 طن.هكتار$^{-1}$، في حين انخفضت إلى 1.09 طن.هكتار$^{-1}$ في المعاملة الشاهد.

وبالنسبة لتأثير التفاعل بين معاملات الري والتقسية، فقد تفوّقت معاملة تقسية البذور عند الريّ التكميلي في الغلَّة من البذور الجافة (1.99 طن.هكتار$^{-1}$) على معاملة الشاهد (0.34 طن.هكتار$^{-1}$). لذلك نوصي بزراعة الصنف مالطي من أجل الحصول على غلة عالية من البذور الجافة، ونوصي بتقسية البذور بمحلول البولي ايتيلن غلايكول PEG-6000، مدَّة 12 ساعة قبل الزراعة، والريّ التكميلي للمحصول بمعدَّل 5 ريّات خلال مراحل نموه.

المقدمة: Introduction

يتبع الفول Broad bean (*Vicia Faba*) للجنس *Vicia* وتحت العائلة *Faboideae* والعائلة البقولية *Fabaceae*، ويتبعه العديد من الأنواع البريّة والمزروعة الواسعة الإنتشار (كف الغزال ورفاقه، 1982)، ويُعدُّ الفول من المحاصيل البقولية المهمة في الكثير من دول العالم، ومنها الجمهوريّة العربية السوريّة، حيث يُزرع مروياً أو بعلياً. تعدّ بذور الفول ذات قيمة غذائية عالية، بسبب غناها بالبروتين (26–29%)، وتُستعمل في تغذية الإنسان (Avola وزملاؤه، 2009)، حيث تستهلك بذوره الجافة في تحضير الفول المدمّس، وتُستعمل القرون الخضراء في الطهي وتحضير العديد من الوجبات (البلقيني، 2007). يُستعمل الفول مع محاصيل بقولية أخرى في دعم خبز القمح في بعض البلدان، لزيادة محتواه البروتيني، كما تُستعمل بذور الفول في تكوين العلائق المركزة لتغذية حيوانات المزرعة في الكثير من الدول، ويستخدم المجموع الخضري علفاً أخضراً أو في تحضير السيلاج Silage، كما يمكن الاستفادة من بقايا النباتResidues بعد حصاد البذور في تصنيع الدريّس Hay من النباتات الجافة.

وللفول أهمية كبيرة في الدورة الزراعية Crop rotation، حيث يتمَّيّز بقدرته على تثبيت الآزوت الجوي في التربة بواسطة بكتريّا العقد الجذريّة *Rhizobium leguminosorium*، التي تعمل على تثبيت الآزوت الجوي، ما يؤمن حاجة النبات البقولي من الآزوت ويزيد من خصوبة التربة، ويُحسّن من خواصها الكيميائية، كما يعمل على تغطية جزء من حاجة المحصول اللاحق في الدورة الزراعية من الآزوت (البلقيني،2007)، الأمر الذي يُقلّل من تكاليف الإنتاج الزراعي، ومن ثمَّ زيادة هامش الربح الاقتصادي للمزارع، بما يضمن تحسين مستوى معيشته.

جذر الفول وتدي يخترق التربة بشكل عامودي وإلى أعماقٍ مناسبةٍ، وهذا يؤدي إلى تحسين خواص التربة الفيزيائية، كما أنّ لنبات الفول استعمالات طبّية، حيث تحتوي الأزهار والثمَّار على مواد مهدئة وملطفة ومدرّة للبول، وتُستعمل بذور الفول في مقاومة الإرهاق والأرق والإجهاد العام والتوتر النفسي، وتنظيم ضغط الدم ونسبة السكر في الدم وتقوية الجهاز المناعي (رويحة، 1983)، ولكن لا يُفضَّل تغذية

الأطفال دون عمر 3 سنوات على الفول، لأنَّ بعضهم عندهم حساسية للتغذية على الفول في هذه السن ويمكن أن يؤدي عندها إلى الإصابة بمرض "أنيميا البقوليات"، الذي يؤثر تأثيراً سيئاً في صحّة الأطفال.

يأتي الفول في المركز الرابع بين المحاصيل البقولية من حيث المساحة والإنتاج في العالم، وأشارت إحصائيات منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) لعام2014 إلى أنَّ الصين تتصدر الدول المنتجة للفول الجاف، وتحتل الجمهوريّة العربية السوريّة المركز السابع عشر في الإنتاج الكلّي، والمركز العشرين في المساحة المزروعة، والمركز الحادي والثلاثين في الإنتاجيّة لواحدة المساحة على مستوى دول العالم. ويُزرع الفول بعلاً في بعض الدول العربية، حيث بلغت المساحة المزروعة على صعيد الوطن العربي عام 2014 نحو 431.74 ألف هكتاراً، والإنتاج 587.35 ألف طناً من البذور الجافة، بمردود وسطي قدره 1360 كغ.هكتار$^{-1}$.(الكتاب السنوي للمنظمة الزراعية العربية، 2014).

يأتي المغرب في المركز الأول من حيث المساحة المزروعة والإنتاج، في حين تحتل مصر المرتبة الأولى من حيث الإنتاجيّة Productivity، ويحتل الفول في سوريّة المرتبة الثالثة من حيث الأهمية بين المحاصيل البقولية بعد محصولي العدس Lentil (*Lens exculenta*) والحمص Chick-pea (*Cicer arietinum*)، وبلغت المساحة المزروعة في سورية عام 2014 والمخصّصة للحصول على القرون الخضراء قرابة 4004 هكتاراً، في حين بلغت المساحة المزروعة لإنتاج الفول الحب 19558 هكتاراً. وإنّ متوسط المساحات المرويّة والمزروعة بالفول في سورية خلال الفترة 2004–2014 والمخصصة لإنتاج الفول الحب بلغ نحو 12820 هكتاراً، بمردود 2270 طن.هكتار$^{-1}$، في حين أنّ متوسط المساحات البعلية والمزروعة بالفول في سورية خلال الفترة 2004–2014 والمخصصة لإنتاج الفول الحب بعلاً بلغ نحو 2114 هكتاراً، بمردود 880 طن.هكتار$^{-1}$. (المجموعة الإحصائية الزراعية السورية السنوية، 2014).

يُزرع الفول مروياً في محافظات حلب، وإدلب، ودرعا، والغاب، وريف دمشق، وحمص، وحماة، والحسكة، والقنيطرة والرقة. ويزرع بعلاً في محافظات درعا، وحمص، والقنيطرة، وحماة، وإدلب، وطرطوس، والغاب

والحسكة وذلك في مناطق الإستقرار الأولى والثانية، والتي يزيد فيها معدَّل الهطول المطري عن 300 مم سنوياً. تتحدد إنتاجيّة المحاصيل بشكلٍ عام بالإجهادات البيئية، ويُعدّ الجفاف Drought من أكثر الإجهادات التي تؤثر سلباً في إنتاجيّة المحاصيل الزراعية (Serrano وزملاؤه، 1999). وتُشكِّل الزراعة أكثر الاستخدامات المستهلكة للمياه، حيث تتراوح كميّة المياه المستعملة في القطاع الزراعي بين 70–80% من المصادر المائية (FAO، 1985)، وتُعدّ مشكلة زيادة السكان من المشاكل الملحة في العالم في الوقت الحاضر، وللعمل على توفير مصدر للغذاء لمواجهة هذه الزيادة السكانية، تتجه الدول إلى العمل على زيادة الإنتاج الزراعي بالتوسّع الافقي والتوسع الرأسي، وبما أنَّ مساحة الأرض القابلة للزراعة في أنحاء العالم محدودة، فإنَّ ذلك يتطلب العمل على استزراع أراضي جديدة في المناطق الجافة وشبه الجافة، حيث ينخفض فيها الإنتاج إلى 20% بسبب الجفاف (Mass و Hoffman،1977).

تعدّ مياه الأمطار المصدر الرئيس لإنتاج الغذاء في المناطق الجافة وشبه الجافة، حيث تتناقص كميات المياه المخصصة لإنتاج المحاصيل الزراعية باستمَّرار مع ازدياد الطلب على الغذاء نتيجة ازدياد النمو السكاني، وهنا كان لابدّ من التفكير جدياً في تطوير تقنيات استعمال مياه الأمطار بكفاءةٍ عالية مع مصادر المياه الأخرى المتاحة، ويُعدُّ الريّ التكميلي Supplementary irrigation (SI) إحدى الطرق المتّبعة في زيادة كفاءة استعمال مياه الأمطار Rain water use efficiency (RWUE)، حيث أنَّ تقديم بعض السّقايات خلال الفترات الحرجة لنمو المحصول عند انحباس الأمطار في أطوار محددة للنيات يؤدي إلى زيادة كبيرة في الإنتاجيّة المحصولية قد تصل إلى حد مضاعفة المردود من وحدة المساحة، إنَّ كميات الأمطار الهاطلة في المناطق الجافة أقلّ بكثير من تأمين كامل الاحتياجات المائية للمحاصيل، بالإضافة إلى الاختلاف الواسع في توزعها خلال موسم النمو، والاختلافات في معدَّلاتها من موسم إلى آخر، كل ذلك يجعل من التخطيط الزراعي والتنبؤ بمعدَّلات الإنتاج صعباً جداً، حيث يبدأ تخزين المياه ضمن منطقة الجذور الفعَّالة في الأشهر الماطرة من كانون الأول وحتى آذار، وغالباً ما تكون رطوبة التربة في منطقة انتشار الجذور غير كافية لتأمين احتياجات المحصول على مدار الموسم،

إذْ تبدأ زراعة المحاصيل الشتوية في بداية الموسم المطريّ، ما يؤمن نمواً مبكراً للنبات وبمعدَّل مياه منخفض عند منطقة الجذور الفعَّالة في التربة، وبذلك يمكن تفادي تعرض النبات للإجهاد نتيجة لقلة إحتياجات النباتات المائية خلال مراحل النمو المبكرة. أّما فيما بعد وفي بداية الربيع فإنَّ النبات ينمو بسرعة، ويرافق ذلك ارتفاعاً في معدَّل فقد المياه بالتَّبخر Evaporation (E) والنتح Transpiration (T)، ما يؤدّي إلى استنزاف محتوى التربة المائي في الوقت الذي تكون فيه فرص الهطول قليلة وبذلك تصبح رطوبة التربة تحت المستوى الحرج وتستمَّر هذه المرحلة حتى نهاية الموسم بصرف النظر عن موعد بدء العجز وشدته. ويحدث النقص عادة في رطوبة التربة في المناطق البعلية خلال المراحل الحساسة لنمو النبات، ويكون ذلك في الربيع عادةً أو في أوقاتٍ أخرى أحياناً، بسبب قلّة هطول الأمطار وسوء توزيعها، ما ينعكس سلباً على معدَّل نمو المحصول وإنتاجيّته.

يُعدّ الريّ التكميلي مكملاً لدور مياه الأمطار في تأمين إحتياجات المحصول من الماء اللازم لنمو وإنتاج جيدين، إذْ أنّ المحصول يعتمَّد بشكلٍ أساسي على مياه الأمطار وبما أنّ مياه الأمطار تكون عادة غير كافية ونادراً ما يكون توزيعها منتظماً، فإنَّ المحاصيل تتعرض لفتراتٍ من الجفاف تؤثّر بشكلٍ كبيرٍ في إنتاجيتها، ويعتمَّد الريّ التكميلي على ثلاثة مبادئ أساسية (Oweis، 1997):

– الأول: تقديم مياه الريّ للمحصول البعلي وذلك للحصول على إنتاجيّة جيدة.

– الثاني: عندما تكون الأمطار هي المصدر الرئيس للمحصول البعلي وغير كافية للنبات يعطى الريّ التكميلي لزيادة الإنتاجيّة واستقرارها Yield stability.

–الثالث: إنَّ الغاية الأساسية من الريّ التكميلي هي إعطاء أقلّ كمية من مياه الريّ خلال الفترات الحرجة لنمو المحصول تسمح بإنتاج جيد.

وإنَّ الريّ التكميلي لايزيد من الغلَّة فقط، وإنمّا يعمل على استقرارها حيث انخفض عامل تباين الإنتاجيّة في سورية من 100% إلى 10% عندما تمَّ تطبيق الريّ التكميلي، وهذا ما أعطى دخلاً ثابتاً للمزارعين (Oweis،1997).

تُعرّف عملية التقسية Hardening/Priming بأنَّها تعريض أو معاملة النبات أو جزء منه إلى ظروف مجهدة محدّدة Stressful conditions (حرارة مرتفعة، جفاف، ملوحة، أشعّة، مواد كيميائية.....الخ) وفق جرعات مدروسة (غير مميتة) تهدف إلى تحفيز آليات معينة ومعقّدة ضمن النبات تمكنه لاحقاً من وتحمّل المستوى المميت من الإجهاد.

وقد طُوِّرت تقنيّات مختلفة لتقسية البذور، بما في ذلك التقسية المائية (النقع في الماء)، التقسية الملحية (النقع في المحاليل الملحية غير العضوية)، والتقسية الحلولية (النقع في محاليل لمركبات عضوية تُخفّض الجهد المائي)، التقسية الحراريّة (معاملة البذور بحرارة عالية أو منخفضة)، التقسية الميكانيكية (معاملة البذور بمواد صلبة) والتقسية الحيوية (باستخدام مركبات حيوية).

لقد اثبتت عملية تقسية البذور نجاحاً في تحسين إنبات البذور في العديد من المحاصيل وخاصة محاصيل الخضار والمحاصيل الحقلية (Arif وزملاؤه ،2008).

وإنّ كل معاملة لها مزايا وعيوب وتأثيرات مختلفة تعتمَّد على النوع النباتي، مرحلة تطور النبات، تركيز المعاملة، وطول فترة التقسية، وتُسمّى المعاملة بمركبات مثل البولي إيثلين غلايكول بعملية التكيّف الحلولي Osmotic priming (Ashraf، 2004). ويُعدّ مركب البولي إيثلين غلايكول (PEG-6000) سكر خامل يُساعد في خفض الجهد المائي Water potential (Ψ_w) وبالتالي رفع الجهد الحلولي Osmotic potential (Ψ_s) ضمن الخلية.

مبررات البحث: Research justifications

يعاني الوطن العربي عموماً والجمهوريّة العربية السوريّة خصوصاً من تقلباتٍ حادة في المناخ، تتمَّثل في ارتفاعٍ ملحوظ في درجات الحرارة، وقلَّة الهطولات المطريّة وعدم انتظام توزّعها، واستمَّرار ظاهرة الجفاف لعدة سنوات متتالية (تكرار دورات الجفاف)، ما أدّى إلى استنزاف المياه الجوفية، والموارد المائية المتاحة اللازمة لريّ المحاصيل.

يتطلّب هذا وضع استراتيجيات لمواجهة هذه الظروف المناخية المتطرفة لما لها من تأثيرٍ سلبي في الإنتاج الزراعي، والعمل على زيادة المساحات المزروعة بالفول في المناطق الجافة عن طريّق البحث عن أصناف نباتية متحملة للإجهاد المائي (الجفاف)، وذات كفاءة إنتاجيّة جيدة، وتطبيق الممارسات الزراعية التي يمكن أن تزيد من قدرة المحاصيل على تحمل الجفاف مع المحافظة على كفاءتها الإنتاجيّة، ومن هذه الممارسات تقسية البذور وتطبيق الريّ التكميلي خاصة خلال المراحل الحرجة Critical stages من حياة النبات، وإذا أخذنا بعين الاعتبار أنّ الدراسات والبحوث المنفذة على محصول الفول في سورية لا تزال قليلة وغير كافية وتحتاج إلى المزيد من البحث والتوسع لزيادة الإنتاج كماً ونوعاً ودعم الاقتصاد الزراعي خصوصاً والاقتصاد السوريّ عموماَ، لذلك تأتي فكرة هذا البحث لتحقيق الأهداف الآتية.

أهداف البحث: Research objectives

1-دراسة تأثير تقسية البذور والريّ التكميلي في أداء أربعة أصناف من الفول اعتمَّاداً على بعض الصفات الشكلية والفيزيولوجية والإنتاجيّة.

2- تحديد الأصناف الأكثر استجابة للمعاملات المدروسة، وذات الكفاءة الإنتاجيّة المرتفعة في البيئة المستهدفة.

الدراسة المرجعية: Review of literature

يعدّ الإجهاد المائي أحد أهمّ العوامل التي تؤثر في نمو النبات، والتمَّثيل الضوئي Photosynthesis والغلَّة من البذور وجودتها بالنّسبة لمعظم المحاصيل، وإنّ نقص الماء يعدّ العامل المحدّد الأكثر أهميّة لإنتاج المحصول في المناطق الجافة وشبه الجافة، ويمكن ان تصبح الكثير من الاراضي أكثر إنتاجيّة بتطبيق الريّ التكميلي عند انخفاض الهطول المطريّ في الأوقات الحرجة خلال موسم النمو، ويمكن إنجاز هذا الأمر من خلال دراسة دورة حياة المحصول، وتحديد المراحل الحرجة لظروف الإجهاد المائي. ويجب أن يهدف الريّ إلى استعادة المحتوى الرطوبي للتربة في منطقة إنتشار الجذور إلى المستوى الذي يُمكّن المحصول من تلبية متطلبات التبّخر النتحي Evapo-transpirational demands (ET) للمحصول بشكل كامل، تعتمَّد كمية الماء الّتي ستُعطى في كل ريّة، وعدد مرّات الريّ للتربة على عدة عوامل، مثل درجة حرارة التربة، وشدَّة الإجهاد المائي قبل الريّ، ونوع التربة، والظروف المناخية السائدة.(Rahman و Islam، 2004).

ويؤدّي تعرّض النباتات للإجهاد المائي إلى إنخفاض عملية التمَّثيل الضوئي، ونمو النبات، ويترافق أيضاً بتغيّرات في استقلاب الكربون والنتروجين (Cornic و Massacci،1996 ; Mwanamwenge وزملاؤه، 1999) .

يعدّ الماء أكثر الموارد الطبيعية التي تحدّ من الإنتاج الزراعي في المناطق الجافة وشبه الجافة (Abo Zied، 2000)، ويستهلك قطاع الزراعة نحو 80% من مصادر الماء المتاح للريّ، لذا تظهر الحاجة ملحة لتحسين كفاءة استعمال المياه من خلال استخدام طرق ريّ أكثر فعّالية (Tayel وزملاؤه،2007). تؤثّر العديد من العوامل البيئية سلباً في نموّ النبات وتطوّره، والأداء الإنتاجي النهائي للمحصول، ويُعدُّ الجفاف والملوحة من المعوقات البيئية الرئيسة المؤثّرة في إنتاجيّة المحاصيل في جميع أنحاء العالم (Ashraf وزملاؤه، 2005) .

وفي الظروف الحقليّة، فإنَّ الاستجابات للإجهاد المائي يمكن أن تتعدّل بسبب التداخل مع الإجهادات الأخرى، يمكن أن يؤثّر العجز المائي في النبات بطرقٍ مختلفة، ففي الجانب الفيزيولوجي تعمد النباتات تحت ظروف الإجهاد المائي المعتدل إلى تقليل الناقلية المسامية Stomata conductance (qs)، لتقليل معدَّل فقد الماء بالنتح، ومن ثمَّ المحافظة على محتوى الماء النسبي في الأوراق، أو جهد الإمتلاء، وتقليل معدَّل استهلاك المياه من التربة (العودة وزملاؤه، 2015).

إنّ تقنية تربية النبات، وتباعد فترات ريّ، والمحافظة على المحتوى الرطوبي، وتجاوز الريّ خلال مرحلة النمو الخضريّ المبكرة أو في مرحلة النضج وتحديد طول فترات الريّ خلال مرحلة نمو النبات، كل هذه الأمور سوف توفّر في كمية مياه الريّ وتقلّل من عدد الريّات مع المحافظة على تحقيق الغلَّة الإقتصادية ذاتها (Faki، 1991) .

وإنّ أشدّ أشكال الجفاف خطورة هي الجفاف الخلوي عندما تنخفض كميّة الماء أو تنعدم في الخلية ولا يتبقّى سوى كمية قليلة من الماء المرتبط (Larcher، 1987). حيث أنّ الإجهاد المائي يسبّب إغلاق المسام، وتخفيض معدَّل النتح Transpiration rate، وإنخفاض المحتوى المائي في الأنسجة النباتية، وإنخفاض التمثّيل الضوئي، وتثبيط النمو، وتراكم كل من (حمض الأبسيسيك ABA، البرولين، المنيثول و السوربيتول)، تشكيل مركبات غير أنزيمية مضادة للأكسدة (أسكوربات، الجلوتاثيون، α–توكوفيرول.. ..الخ)، اصطناع بروتينات جديدة (البروتينات الدفاعية)، وحمض الـRNA الرسول (mRNA)، وبالإضافة إلى استجابات النبات الفيزيولوجية يوجد هناك تغيرات مورفولوجية أيضاً (Lichtenthaler وزملاؤه، 1996) .

لقد أظهرت الدراسات أنّ تعريّض النبات للإجهاد المائي قد أدّى إلى إنخفاض البروتينات فيه وذلك لأن الجهد المائي يؤثر في تخليق البروتينات اللازمة لنمو الخلايا من خلال تثبيطه لبعض الأنزيمات المسؤولة عن بناء البروتينات ولاسيما إنزيم (Nitrate Reductase) وكذلك انخفاض في محتوى

(m-RNA) الضروريّ لتخليق البروتين، فضلاً عن تثبيطه للعمليات الأيضيّة في الخلية من خلال تثبيط الأنزيمات المسؤولة عن تلك العمليّات ومن ثمَّ تثبيط النمو (Munns، 2002) .

وقد يعمل الإجهاد المائي على تسريّع النشاط الأنزيمي للأنزيمات المحللة للبروتينات مثل إنزيم Proteinase (ياسين، 1992). ولقد تمَّ ملاحظة تحكم المسام Stomata بفقدان الماء من الأوراق بشكل مبّكر كإستجابةٍ لظروف الإجهاد المائي ضمن الظروف الحقليّة المحيطة، ما يؤثر سلباً في معدَّل إنتشار غاز الفحم (Co_2)،ومن ثمَّ تركيز (Co_2) المتاح في مراكز التثبيت ضمن الصانعات الخضراء (الستروما)، (Cornic و Fresneau، 2002; Chaves،1991) .

إنّ انغلاق المسام يعدّ كاستجابة إمّا لإنخفاض ضغط الإمتلاء/الإنتباج Turgor potential (Ψ_p) أو الجهد المائي في الورقة، أو يعود إلى انخفاض الرطوبة الجوية المحيطة بالنبات (Maroco وزملاؤه، 1997).

طوّرت النباتات آليّات متعدّدة من أجل حماية نظام التمَّثيل الضوئي ضدّ أنواع مختلفة من الإجهادات اللاأحيائية، على المستوى الخلوي تحأول النباتات التخفيف من حدّة التأثيرات الضارة للإجهاد عن طريّق تعديل استقلابها للتغلب على الإجهاد، وإنّ العديد من الأنظمة النباتية يمكنها البقاء على قيد الحياة خلال الجفاف، ولكن إلى حدود مختلفة (Hoekstra و زملاؤه، 2001).

يُعدّ إنخفاض نشاط عمليّة التمَّثيل الضوئي، وتراكم الأحماض العضوية، والتغيّرات في التمَّثيل الغذائي للكربوهيدرات، من الاستجابات الفسيولوجية والبيوكيميائية للإجهاد، وإنّ تصنيع الذائبات العضوية التوافقية (التعديل الحلولي) هي واحدة من الآليّات الّتي طوّرتها النباتات للتكيّف مع العجز المائي، تعمل هذه الذائبات على خفض جهد الأوراق المائي، وضمان استمَّرار امتصاص الماء حتى عند مستوياتٍ متدنية من جهد التربة المائي، ما يُسهم في المحافظة على ميزان العلاقات المائية داخل الخلايا النباتية (Tabaeizadeh، 1998).

وجد Nanda وزملاؤه (1988) فروقاتٍ غير معنويّة في وزن المادة الجافة، وعدد الأيّام حتّى النضج، وعدد الأفرع الجانبية عند 25 طرازاً وراثياً للفول زرعت تحت ظروف الإجهاد المائي (زراعة مطريّة) وزراعة مروية (بدون إجهاد مائي). في حين أشار Bianco وزملاؤه (1981) إلى زيادة معنويّة في غلة البذور ودليل الحصاد لبعض طرز الفول عند زراعتها تحت ظروف مماثلة. وحصل Korgman وزملاؤه (1980) على إنخفاض واضح في الغلّة البذريّة عندما عُرّضت بعض أصناف الفول لنقص رطوبة التربة، وسجّل Frauen (1981) انخفاضاً في طول النبات وعدد القرون في النبات وعدد البذور في القرن عند زراعة الفول تحت ظروف الريّ المطريّ والتعرّض لنقص في رطوبة التربة بالمقارنة مع الزراعة التي تعتمّد على الريّ الدوريّ. وفي دراسة أعدَّها Emam وزملاؤه (2010) لتحديد استجابة صنفين من الفاصولياء(*Phaseolus vulgaris* L.) لظروف الإجهاد المائي بأربعة مستوياتٍ (25، 50، 75، 100%) من السعة الحقلية، أظهرت النتائج فروقاتٍ معنويّة في مؤشرات النمو والوزن الجاف لكلا الصنفين، حيث انخفض ارتفاع الساق والمساحة الورقية والوزن الجاف، وعند المستويين 25 و50% من السعة الحقلية حصل فشل في تشكيل القرون بشكلٍ كامل. وتستطيع بعض الممارسات الزراعية مثل الريّ أن تُسهم في زيادة الغلّة البذرية تحت ظروف الإجهاد المائي، وبالتالي يصبح تطوّر الأصناف المتحملة فعَّالاً وذو استراتيجية إنتاج اقتصادية (Zlatev و Stoyanov، 2005).

وعلى الرغم من أنَّ الدراسات أشارت إلى حساسيّة الفول للإجهاد المائي، فإنَّ الإنتاج من هذا المحصول يتمَّ تحت ظروف الإجهاد المائي تبعاً للنقص في إمداد الماء من الأمطار أو الريّ(Machado و Duraes، 2006). ذكر Nielsen (1998) أنَّ إنتاجيّة محصول الفول تزداد حتى 60% عندما يدخل في نظام دورات زراعية مقارنة مع نظام الزراعة الأحادية للمحصول نفسه، من خلال توظيف التنوع في استخدام النبات للماء ونمط النظام الجذريّ ونوع المحصول المزروع. وإنَّ أكثر من 60 % من الإنتاج العالمي للفول يحدث تحت ظروف الإجهاد المائي (Graham و Ranalli، 1997) ومن الأرجح أن هذا هو السبب لبقاء معدَّل غلّة الفول العالمي منخفض (أقلّ من 900 كغ.هكتار$^{-1}$)

(Singh، 2001)، ونتيجة لذلك تبيّنَ أنّ الجفاف هو المحّدد للإنتاج العالمي من الفول (Boutraa و Sanders، 2001) .

في دراسة أعدها Ahmed وزملاؤه 2008 لتحمل سبعة أصناف من الفول (صنف مصري: V1 وستّة أصناف مقدّمة من المركز الدولي إيكاردا V7,V6,V5,V4,V3,V2) للجفاف والإجهاد الملحي Salinity stress، وذلك تحت تأثير 3 فترات من الإجهاد المائي (5، 10، 15) يوماً ومستويين من الإجهاد الملحي لكلور الصوديوم NaCl (25 و50) ميللي مولر، أظهرت الدّراسة زيادة واضحة في محتوى النباتات من الأصبغة اليخضوريّة بعد 45 يوماً من الزراعة، ثمَّ انعكس هذا التأثير بعد 90 يوماً وخاصة في الصنف V3، وحققت الأصناف تحت تأثير الإجهاد الملحي أعلى قيم من السكريّات الكلية الذائبة، وحمض البرولين، والأحماض الأمينية الحرة، وكانت الأصناف V4،V6 و V3 الأكثر تحملاً للجفاف والأصناف V3 و V4 الأكثر تحملاً للملوحة.

في دراسة أعدّها Alderfasi و Alghamdi (2010)، على نبات الفول أشارت النتائج أنّ المعاملة الأكثر تأثيراً في مؤشرات النمو والغلّة البذرية ونشاط النبات كانت عند مستوى ريّ يحقق 75% من السعة الحقلية بوجود (100 كغ P_2O_5/هكتار) و(200 كغ K_2O/هكتار).

أجرى الباحث Oweis وزملاؤه (2005) تجربة على مدى أربعة مواسم زراعية (1996–2000) في المحطة الرئيسة لإيكاردا في تل حديا(حلب، شمال سورية)، حيث معدَّل هطول الأمطار السنوي 330 مم وقد زرع الصنف حماة–1 بالتتأوب مع القمح، وشملت التجربة ثلاثة مواعيد زراعة (مبكرة: أوائل تشرين الثاني، عادي :منتصف كانون الأول، ومتأخِّر: أواخر كانون الثاني) وأربعة مستويات من الريّ التكميلي (SI: ريّ تكميلي كامل، SI 2/3، SI 1/3 ، بدون ريّ تكميلي أيّ البعل). كان متوسّط الغلَّة من البذور 1.13 طن.هكتار$^{-1}$ تحت ظروف الزراعة البعلية في حين ارتفع إلى 1.49، 1.77، و1.89 طن.هكتار$^{-1}$ في SI 1/3، SI 2/3 والريّ التكميلي الكامل، على التوالي. كما كانت كفاءة استعمال المياه 0.50 كغ حبوب.م$^{-3}$ في الزراعة البعلية، 0.57 كغ حبوب.م$^{-3}$ لـ SI 1/3، 0.61 كغ

حبوب.م$^{-3}$ لـ SI 2/3 و 0.61 كغ حبوب.م$^{-3}$ للريّ التكميلي الكامل. وأشارت نتائج الدراسة أيضاً أنَّ SI 2/3 يعطي أفضل كفاءة استعمال للمياه لكلّ من البذور والكتلة الحيوية تحت ظروف الريّ التكميلي، كما سجّل تاريّخ الزراعة في وقت مبكر زيادة مطردة في محصول الفول من البذور وحقق العائد من الكتلة الحيوية اتجاها مماثلاً، وانخفضت الكتلة الحيوية و كفاءة استخدام المياه تحت الريّ التكميلي الكامل مع تأجيل البذر من 1.72 كغ حبوب.م$^{-3}$ للزراعة في وقت مبكر إلى 1.33 كغ حبوب.م$^{-3}$ للزراعة في وقت متأخر، عموماً كان تاريّخ الزراعة الأمثل هو منتصف كانون الأول.

أجرى Tayel وزملاؤه (2011) تجربة حقلية خلال موسمين متتاليين (2010 و2011) لدراسة تأثير تخطّي ريّتين للنبات في مراحل النمو المختلفة واستعمال عدّة مستويات من الفوسفور في بعض صفات النمو لنوعين من الفول (GB، وG416) المزروعين في التربة الطينية الطميية، حيث تمَّ إضافة الفوسفور P_2O_5 بمعدَّل 10، 15 و 20 كغ.فدان$^{-1}$، ونظام الريّ المستخدم بالتنقيط كان : ريّ كامل خلال موسم الريّ لمستوى 100% من السعة الحقلية (IR1)، تخطّي ريّتين في مرحلة بدء الإزهار (IR2)، وتخطّي ريّتين في مرحلة الإزهار(IR3)، وتخطّي ريّتين في مرحلة تشكّل القرون(IR4). وأشارت البيانات المتحصّل عليها أنّ الصنف (GB) تفوق على الصنف (G416) في جميع صفات النمو باستثناء ارتفاع النبات. كما أنّ تخطي ريّتين وخفض الفوسفور أثّر سلباً في صفات النمو، وكانت الفروقاتٍ معنويّة على مستوى 5%، ويجب تجنّب تعرُّض الفول للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار، ورغم تعرض النبات للإجهاد المائي خلال مرحلة تشكل القرون، إلاّ أنّه حقّق نموّاً جيّداً وتوفيراً في الإحتياج المائي بنسبة 11.4 % بالمقارنة مع الشاهد.

وإنّ تحديد طول فترات الريّ خلال مراحل نمو المحصول سيؤدي إلى تخفيض عدد الريّات والحصول على غلّة اقتصادية للمحصول (Hodges وHeatherly، 1983).

بيَّن Brown وزملاؤه (1985) أنّ الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار أو تشكّل القرون يُخفِّض غلة الفول بشكل معنوي. وذكر Grimes و زملاؤه (1988) أنَّ كفاءة إنتاج الغذاء و محاصيل الألياف في

المناطق الجافة وشبه الجافة من العالم يعتمَّد على توقيت الريّ المناسب، وتطبيق كمية المياه الأمثل في كل ريّة.

وأشار Foroud وزملاؤه (1993) إلى أنّ نقص الماء خلال مرحلة الإزهار كان له تأثير سلبي في الغلَّة من البذور في نبات الفول، كما سبّب نقص المياه خلال مرحلة استطالة القرون ونمو البذور تراجعاً معنوياً في الغلَّة أيضاً. كما اشارFarag و El-Shamma (1994) إلى أنَّ أعلى قيم لطول ساق النبات في الفول تحققت عند الريّ بفواصل 7 أيام بكميّات كافية من المياه العذبة.

أظهرت النتائج التي حصل عليها Singer وزملاؤه (2001) على صنفين مبكريّن من الفول (جيزة 3، برونكو) تأثر صفة طول النبات، وعدد الأوراق، ومحتوى الكلوروفيل في الأوراق، وعدد الأزهار تأثّرت سلباً بشكلٍ معنويّ بسبب الإجهاد المائي، وخلصوا إلى أنّ الريّ الأفضل هو بتحقيق سعة حقلية قدرها 75 %، 100 % للصنفين برونكو وجيزة 3 على التوالي.

قام الباحث محمد عبد العزيز (2008) بدراسة تأثير ثلاث معاملات من الريّ التكميلي في نبات الفول العادي، تعتمَّد المعاملة الأولى على مياه الأمطار فقط، والمعاملة الثانية أعطيت ريّة واحدة فقط في فترة انحباس المطر، في حين أعطيت المعاملة الثالثة ريّتان فقط، بيّنت الدراسة أنَّ إعطاء ريّة واحدة قد أدّى إلى زيادة طول النبات، وعدد الفروع، ومساحة المسطح الورقي في النبات، ودليل المساحة الورقية Leaf area index (LAI)، وعدد النورات، وعدد الأزهار، وعدد القرون في النبات، وعدد البذور في القرن، ووزن المئة بذرة، ودليل الحصاد، بالمقابل انخفضت نسبة التّساقط الكّلي ونسبة النباتات المفقودة في الحقل بالمقارنة مع الشاهد، كما أدّى إعطاء ريّتين إلى زيادة في المؤشرات المذكورة أعلاه كافّة.

درس Balasio وزملاؤه (2006) تأثير استجابة الفول لفترات ريّ مختلفة (14 ، 21 ، 28 يوماً) في الغلَّة البذرية والإصابة بالآفات الحشريّة، وذلك بالنّسبة لمرحلتي نمو. ووجد الباحثون أنّ فترات الريّ 14 و 28 يوماً خلال مراحل النمو الخضريّ والثمَّريّ أعطت على التوالي أعلى غلّة بذرية من المحصول في كلا الموسمين الزراعيين.

أجرى الباحثان Mohamad و Dennett (2010) دراسة تحت ظروف البيت الزجاجي لتقييم تأثير مستوياتٍ مختلفة من المياه المتاحة للنبات Plant available water (PAW) على الأطوار الفنولوجية، والتغطية، وتراكم الكتلة الحيّة. طبّقت خمسة مستويات من الريّ على الفول، صنف ماريّس، حيث لوحظ تأخر الإنبات والإزهار بشكلٍ كبير في ظل انخفاض الماء المتاح لنحو 20% و40% بالمقارنة مع الشاهد 100% (PAW). كما أن انخفاض الماء المتاح للنبات كان له تأثيراً محدوداً جداً في تطوّر القرون والنضج، وانخفضت فترة النمو من الإنبات إلى النضج تحت نسبة 20% من الماء المتاح للنبات، وفي غياب الإجهاد المائي أي عند نسب 60 و 80 و 100% من الماء المتاح ازدادت طول فترة النمو من الإنبات إلى النضج والتغطية النباتية، ما أدّى إلى ارتفاع الكتلة الحيّة.

ذكر الباحث Saxena وزملاؤه (1991) في تجارب أجريت على الفول البعلي والتي تضمنت مجموعة من مواعيد الزراعة من نهاية تشريّن الأول إلى بداية شباط في سورية ولبنان خلال الثمَّانينات، أنّ الوقت الأمثل للزراعة للحصول على غلة مستقرة وعالية من البذور هو خلال النصف الأول من كانون الأول.

قام الباحثان Silim و Saxena (1993) بمقارنة أداء عدد من الطرز لنبات الفول، طوّرت في المناطق ذات الأمطار المحدودة، وتمَّت مقارنتها مع صنف محلي متأقلّم بشكلٍ جيد خلال الفترة 1984–1988 وأظهرت النتائج أنَّ الغلَّة من الصنف المحلي كانت أفضل من الطرز الوراثية المختبرة في بعض السنوات ومماثلة لها في سنواتٍ أخرى، وخلال المواسم المحدودة الأمطار، فقد تحسّن الإنتاج بشكلٍ ملحوظ من خلال الريّ التكميلي خلال فترات انحباس الأمطار.

قام Stephen و Kadambot (1999) بدراسة تأثير الإجهاد المائي في نمو وإنتاجيّة ثلاثة أصناف من الفول (ACC286 ، Fiord و Icarus) تحت ظروف البيت الزجاجي وتحديد المراحل الحرجة من تطوّر الفول الأكثر حساسيةً لنقص الماء، وتمَّ تطبيق الإجهاد المائي من خلال إيقاف الريّ في بدء الإزهار، 50% عند الإزهار و50% عند تشكل القرون، وتمَّ رصد مستويات التمَّثيل الضوئي، والنتح، والجهد المائي في الورقة، واستطالة الورقة. كانت المرحلة الأولى من تطوّر تشكّل القرون الأكثر

حساسيّة لنقص المياه في الفول، ممّا تسبّب في إنخفاض في مؤشرات الحصاد والغلَّة بما لا يقل عن 50% في كلٍّ من الأصناف الثلاثة، وفي المقابل أظهرت الأصناف مقدرة أفضل على التقليل من آثار الإجهاد الذي تعرّضت له في بدء مراحل الإزهار أكثر من مرحلة تشكّل القرون، كما أدّى ازدياد نقص المياه إلى انخفاض الجهد المائي في الورقة، وفقدت الأوراق إمتلاءها وتناقصت مساحة الورقة، بشكلٍ كبير بسبب الذبول، وكانت حواف الأوراق غير قادرة على التمَّدد كما انخفض التمَّثيل الضوئي، وخاصة في الصنف إيكاروس، وأظهر الصنف ACC286 تأقلّماً جيّداً مع الإجهاد المائي في بدء الإزهار ومرحلة تشكل القرون بشكل أفضل من الأصناف الأخرى، كما حقق الصنف ACC286 أكثر من ضعفي انتاج البذور في كل من الصنفين Fiord و Icarus ويرجع ذلك جزئياً إلى عدم انخفاض المادة الجافة الكلية وعدد البذور في القرن بشكل كبير خلال تعرضه للجهاد المائي.

قامت Samiha وزملاؤها (2010) بدراسة تأثير عدة حالات لنقص الريّ في إنتاجيّة الفول العادي باستخدام أنموذج إجهاد الغلَّة من خلال المعايرة والتحقّق من صحة الأنموذج لثلاث سنوات من التجارب الحقلية لمواسم الزراعة (1998–1999، 1999–2000 و 2000–2001) في محافظة بني سويف في مصر، باستخدام اثنتين من معاملات مياه الريّ (مياه عذبة، ومياه الصرف). وتمَّ اختبار التوافق والتي تنبأ بها هذا الأنموذج من خلال حساب الفرق في النسب المئوية بين القيم المقاسة والمتوقعة للغلة والاستخدام الاستهلاكي للمحصول، كما تمَّ استخدام انموذج التنبؤ لحساب تأثير معاملات الريّ (95، 90، 85، و 80% من الريّ الكامل)، كما تمَّ حساب إنتاجيّة المياه Water productivity في الحالات السابقة. وأظهرت النتائج أن أداء الأنموذج كان مقبولاً للتنبؤ بغلة الفول والاستخدام الاستهلاكي، كما أظهرت نتائج الأنموذج أنّ ما يصل إلى نسبة 20% من الريّ الكامل يمكن توفيرها مع انخفاض بالغلَّة وصل إلى 7% فقط، وإنّ تغيير الجدول الزمني للريّ يقلل خسائر المحصول إلى أقلّ من 1% نتج عنه توفير حوالي 20% من الريّ الكامل في المواسم الثلاثة وكانت

إنتاجيّة المياه أعلى عندما تمَّ تغيير الجدول الزمني للريّ تحت الريّ سواء بالمياه العذبة أو بمياه الصرف.

نفذ الباحث Attia (2013) تجربتان حقليتان خلال موسمين على التوالي (2007/2006 و2008/2007) في مزرعة شرم همام، مرسى مطروح، شمال غرب ساحل مصر لدراسة تأثير الريّ التكميلي ضمن جدول زمني، والتسميد الحيوي في الغلَّة وخصائصها في الفول البلدي والعدس، وشملت الدراسة نظامين من التسميد (بدون تسميد، والتسميد الحيوي)، حيث تكوّن السّماد الحيوي من سلالات Rhizobium leguminosarum bv. Viciae، Bacillus megatherium var phosphaticum. وثلاث معاملات ريّ (بدون ريّ تكميلي، ريّة تكميليّة 45 مم، و ريّتين تكميليتين 90 مم)، وأظهرت النتائج أنّ إضافة ريّتين تكميليتين/90 مم/ أدّت للحصول على أعلى قيم لجميع صفات الغلَّة ومكوناتها في المحصولين المدروسين، كما ازدادت الصفات المذكورة بشكلٍ كبير عند إضافة الأسمدَّة الحيوية بالمقارنة مع الشاهد، وفيما يتعلق بالتّفاعل بين العاملين المدروسين (التسميد الحيوي وريّتين تكميليتين /90 مم/ للفدان) أعطى أعلى قيم لجميع الصفات المقاسة في كلا المحصولين المدروسين.

وجد El- Dakroury (2008) أنَّ زيادة معاملة الريّ من 60% إلى 100% من السعة الحقلية أدّى إلى زيادة ملحوظة في معايير نمو نبات الفول مثل ارتفاع النبات، وعدد الفروع، وعدد الأوراق، وعدد القرون في النبات، والمساحة الورقية، والوزن الجاف للساق والنبات بأكمله وذلك عند مستوى معنوية 5%. كما وجد Al-Suhaibani (2009) في تجربة حقليّة أجريت على نبات الفول (صنف جيزة 957) وتضمّنت ستّة مستويات من الريّ على التوالي هي (2000، 3000 ، 4000، 6000، 7000 و7500 $م^3$.هكتار$^{-1}$). حيث كان الهدف من هذه الدّراسة تقييم تأثير أنظمة الريّ المطّبقة في مراحل النمو المختلفة، بدءاً من الإنبات حتى مرحلة النضج الكامل وانعكاسها على الغلَّة البذرية والنوعية لنبات الفول. أظهرت النتائج أنّ تأثير الجفاف في مستوى الريّ (أقلّ من 4000 $م^3$.هكتار$^{-1}$) يخفّض بشدّة

الغلَّة البذرية، في حين أنّ تأمين الريّ بمعدَّل 7000 م^3.هكتار$^{-1}$ يحافظ على نمو نبات الفول ضمن البيئة الجافة في المملكة العربية السعودية ويعطي أعلى محصول من البذور. وذكر French (1998) أنّ نبات الفول بقي حيّاً حتى 8 أسابيع تحت ظروف الإجهاد المائي ولكن انخفض نموّه بنسبة أكثر من 75 % خلال فترة الجفاف ممّا أثّر سلباً في الغلَّة من البذور.

كما أجرى الباحثان Girma وHaile (2014) تجربة في مركز البحوث الزراعية Sinana، جنوب شرق إثيوبيا لتقييم استجابة أصناف من الفول للغلّة والصفات الفيزيولوجية. حيث تمَّ اختبار سبعة أصناف من الفول مع نظامي رطوبة (البعل والريّ التكميلي) في الحقل وفي المخبر. وقد أظهرت الأصناف فروقاتٍ معنويّة في مكونات الغلَّة، حيث أعطى الصنف Degaga، Bulga-70 و Messay أعلى عائد من الغلَّة في حين سجّل الصنف Tesfa أدنى غلّة بذرية. تمَّ حساب مؤشر الحساسية للرطوبة لتقييم حساسية الأصناف للإجهاد الرطوبي، وبناءً على هذا المؤشر كانت الأصناف CS20-DKو NC-58 متحملة، والأصناف Shallo، Degaga و Bulga-70 كانت متوسّطة التحمل، أمّا الصنفين Tesfa وMessay فقد كانا حسّاسَيْن للإجهاد المائي. وقد حسَّن الريّ التكميلي بشكلٍ ملحوظ مكونات الغلَّة، كما تحسَّنت الصفات الفيزيولوجية، مثل معدَّل النتح، وتركيز CO_2 الداخلي بشكلٍ ملحوظٍ عند الريّ التكميلي، كما انخفضت درجة حرارة الورقة، بسبب تأثير الريّ التكميلي في تبريد المحاصيل، لما لعمليّة فقد المياه بالنتح من تأثير مبرِّد.

وبَيّن Oweis وزملاؤه (2005) في تجربة حقلية على نبات الفول في المناطق الجافة في سورية أنَّ طول الفترة التي يكون فيها التّبخر من المحصول عالٍ وبالتزامن مع إجهاد رطوبي في التربة وذلك في مرحلة الإزهار والإخصاب يؤدّي إلى غلّة ضعيفة، وإنّ تزويد النبات بكميات محدودة من الماء من خلال الريّ التكميلي يعزّز من استقرار إنتاج نبات الفول.

يُعدّ الإجهاد البيئي غير المميت بمنزلة أداة تحريض تستفزّ برنامج الدفاع الوراثي الكامن في مادة النبات الوراثية لدفعه لتصنيع مواد جديدة كوسائل دفاعية يسخّرها النبات في مقاومة الظرف البيئي غير

المناسب إلى حين انقضائه (AL-Ouda،1999). وقد أشار Strikanthbabu وزملاؤه (2002) أنّ الإجهاد المحرّض عادة ما يغيّر التعبير الوراثي Gene expression ويمنح النباتات مقدرة تكيفية أكبر لظروف الجفاف.

إنّ تغييرات رئيسة يمكن أن تحدث في أنماط التعبير المورّثي في مراحل مبكرة من التعرّض للإجهادات، ويعتقد أن بعض هذه التغيّرات تهدف لتوفير حماية طويلة الأجل من التلف نتيجة التعرّض للإجهاد.

وإنّ ردّ الفعل العام تجاه ظروف الإجهاد المختلفة، بما في ذلك الإجهاد المائي هو تراكم الذائبات العضوية التوافقية (الذائبات الحلولية)، التي تؤدي إلى تعديل الضغط الحلولي، ويمكن أن يكون لها وظائف أخرى في حماية الإنزيمات وبنية الغشاء الخلوي من جذور الأكسجين الحرّة Reactive oxygen species (ROS) (Bohnert و Shen ،1999). من أهم استجابات النباتات للإجهادات اللاأحيائية هي زيادة معدَّل تصنيع الذائبات العضوية التوافقية، مثل البرولين، والجلايسين. (Ashraf وزملاؤه ،2004 ; Serraj وزملاؤه، 2002).

وإنَّ التحمل للإجهادات اللاأحيائية معقد جداً على مستوى النبات بأكمله والخلية (Foolad وزملاؤه، 2003)، ويرجع ذلك جزئياً إلى تعقيد التّفاعلات بين عوامل الإجهاد و كل من الجزيئات و الظواهر البيوكيميائية والفسيولوجية التي تؤثر في نمو النبات وتطوره (Zhu، 2002).

يمكن أن تُعالج البذور ضعيفة النوعية من خلال تقسية البذور التي تستخدم في العديد من الدول المتطورة لتحسين أداء البذور من خلال زيادة قوة البذور ونسبة الإنبات وعدد البادرات المنبثقة (Abdulrahmani وزملاؤه، 2007).

وإنَّ تقسية البذور قبل الزراعة تحفّز لاحقاً النبات على تفعيل آليات فيزيولوجية وبيوكيمائية عند التعرّض للإجهادات المختلفة للمحافظة على جهد الامتلاء الضروريّ لعملية انقسام الخلايا واستطالتها وبالتالي نمو النبات بشكلٍ افضل (Esmaielpour وزملاؤه، 2009; Cayuela وزملاؤه، 2006).

أجرى Hossein Sadeghi وزملاؤه (2011) تجربة على بذور نبات الصويا (صنف 033 مزروع) لتقدير تأثير التقسية باستخدام مادة PEG-6000 (بولي ايتلين الغلايكول) على سلوك الإنبات ونشاط البذور في مركز أبحاث تحليل البذور والموارد الطبيعية، في مدينة ساريّ، إيران حيث تمَّت معاملة البذور بستة تراكيز من PEG-6000 (−0.4 ،−0.8، −1.2،− 2 ميغاباسكال، وشاهد بدون معاملة) مدَّة 6، 12، 24 و 48 ساعة عند درجة حرارة ْ25. وأظهرت النتائج فروقاتٍ معنويّة في نسبة وزمن الإنبات، ونشاط البذور، وحقق تركيز −1.2 ميغاباسكال مدَّة 12 ساعة أفضل النتائج من حيث المؤشرات السابقة. وفي دراسة اعدها Masuda وزملاؤه (2005) لتقسية بذور السبانخ في بيئة من محلول البولي ايثيلين غليكول−6000 و ملح الطعام (NaCl) بتركيز 3% والتقسية بمياه البحر الطبيعي، وأجريت اختبارات الإنبات في درجة حرارة 30 درجة مئوية، التي تكون عادةً مثبطة لإنبات بذور السبانخ، وجد أنّ عملية التقسية حقّقت نسبة إنبات أكثر من 80%. كما تتأثّر عملية التحسين باستخدام التقسية ببعض العوامل كالنوع النباتي، والجهد المائي لعامل التقسية، وزمن التقسية، ودرجة الحرارة، وحيوية البذور وظروف تخزين البذور (Mubshar وزملاؤه، 2006).

وفي دراسة لتأثير بعض المنظمات الحيوية(GA3 , IAA, benzyl adenine) بتركيز 100 ppm على تحسين مؤشرات النمو ومكونات الغلَّة لنبات الفول من قبل Ibrahim وزملاؤه (2007) أظهرت المعاملات المطبقة فروقاتٍ معنويّة في المؤشرات السابقة، وكانت أعلى قيمة في نسبة البروتين (25.46%) والكربوهيدرات(59.94%) عند استخدام تركيز Benzyl adenine 100 ppm.

ذكر Azooz (2009) أنَّ تقسية البذور لصنفي الفول(115، 125) باستخدام حمض الساليسيك لاتخفّف من التأثير المضاد للإجهاد الملحي فقط ولكن تؤدي إلى تأثير محرّض أكبر بالمقارنة مع الشاهد، وأشارت النتائج إلى أن كلا صنفي الفول 115، 125 يستطيعان تطوير آليّات للتأقلّم مع الإجهاد الملحي وتحسين مقاومتهما. وقد قام الباحث Ehsan Sadeghi وزملاؤه (2013) بتجربة لدراسة تأثير تطبيق البيريدوكسين على الغلَّة من محصول الفول تحت إجهاد الجفاف حيث طُبّق في

التجربة عاملين الأول هو معاملة البذور بمستويات مختلفة من البيريّدوكسين (0% كشاهد، 0.01%، 0.02% و0.03%) والعامل الثاني هو البولي ايثيلين جلايكول (PEG-6000) الّذي استخدم لتطبيق إجهاد الجفاف (0، −4، −6، −8 و−12 ميغا باسكال). وأظهرت النتائج أن تأثير المستويات المختلفة من البيردوكسين ومن PEG-6000 كان كبيراً في زيادة نسبة الإنبات، ووزن النبات الجاف، وطول القمّة النامية والجذور ومقدار نشاط انزيم الكاتالاز Catalase ممّا يعني أنّ البذور المعالجة بالبيردوكسين وPEG يمكن أن تُساعد المزارعين في تحسين إنتاج نبات الفول تحت ظروف إجهاد الجفاف.

في دراسة اعدها Muhammad Arif وزملاؤه (2010) لدراسة تأثير تقسية البذور في مؤشرات النمو لنبات صنف فول الصويا (ويليام−82)، حيث أجريت التجارب في كلية الزراعة في (خيبر −بيشاور− باكستان) في صيف 2003 و 2004، واستخدمت ثلاث فترات لتقسية البذور(6، 8 و 18 ساعة) وخمسة تراكيز من البولي إيثلين غلايكول (PEG-8000) هي (0 ، 100 ،200 ، 300 و 400 غ.لتر$^{-1}$) بالإضافة إلى بذور الشاهد (غير مقساة)، أظهرت التحليلات لمتوسّط البيانات تناقصاً في معدَّل نمو المحصول Crop growth rate (CGR)، ومعدَّل النمو المطلق Absolute growth rate (AGR)، عند زيادة فترة تقسية البذور خلال موسم 2003 وظهر التناقص أيضاً في كل من معدَّل نمو المحصول CGR ومعدَّل النمو المطلق AGR و معدَّل النمو النسبي Relative growth rate (RGR) خلال موسم 2004، وبالعكس فقد ازداد RGR بزيادة فترة التقسية في موسم 2003. كما أن قيم كل من AGR و CGR تحسّنت بزيادة تركيز PEG من 0 إلى 300 غ.لتر$^{-1}$، وبعد ذلك تناقصت لفترة التقسية/2/ في موسم 2003، وبالمجمل سجّلت قطع البذور المقساة أعلى قيم لـ AGR و CGR مقارنة مع القطع للبذور غير المقساة لفترة التقسية /1/ في 2004، كما سجّل RGR المنحني نفسه لفترتي التقسية /1/ و/2/ خلال موسم 2003.

ذكر Basra وزملاؤه (2003) أنَّ عمليّة التقسية أثّرت بشكل معنوي في مؤشرات النمو، وسجّلت زيادة في دليل المساحة الورقية (LAI)، والمادة الجافة المتراكمة Dry matter (DM)، وقد أدّت هذه التأثيرات إلى تحسُّن ملحوظ في الغلَّة الإقتصادية. وذكر Ammar وزملاؤه (2015) في دراسته والتي تتألف من تجربتين مستقلتين، وقد أُجريت لمقارنة أداء بعض أصناف الفول البلدي هي الجيزة بلانكا، جوف-1، الحسّاوي-1، الحسّاوي-2 والجزيرة-2 من حيث الصفات الفسيولوجية والغلَّة في ظروف البيئات محدودة المياه. أُجريت التجربة الأولى في مخبر غرفة النمو، تحت إجهاد حلولي بقيم (-0.78، - 0.96، -1.19 و-1.65 ميغاباسكال) باستخدام البولي ايثيلين جلايكول مدَّة 4 أسابيع. أجريت التجربة الثانية في حقل مفتوح لموسمي نمو متتالين، طبقت معاملات العجز المائي بعد 3 أسابيع من الزراعة، حيث تمَّ تطبيق الريّ عندما بلغت كمية الماء المتبخر 50 مم (ريّ جيد)، 100 مم (جفاف معتدل) و150 مم (جفاف شديد). أدَّى العجز المائي إلى الجفاف وبالتّالي انخفاض طول الجذر والقمة النامية، والمحتوى المائي في الورقة، ومكونات الكلوروفيل الكلي، وكفاءة النظام الضوئي الثاني Photosystem-II (PSII)، وارتفاع النبات، والغلَّة والصفات ذات الصلة في الفول. كما أدّى إلى زيادة محتوى الورقة من البرولين الحر، والبروتينات القابلة للذوبان، والمركبات العضوية في الورقة، ولوحظت اختلافات وراثية كبيرة بين الأصناف المدروسة. على سبيل المثال، انخفض تدريجياً طول الجذر في أصناف الجيزة بلانكا والحسّاوي-2، في حين ازداد في أصناف جوف-1، الحسّاوي-1 والجزيرة 2 مع زيادة في مستوى الإجهاد الحلولي، و كانت أصناف الجزيرة-2 والحسّاوي-2 الأفضل في المحتوى المائي النسبي في الورقة، ومحتوى الورقة من البرولين الحر والبروتينات القابلة للذوبان في ظل ظروف العجز المائي، وكانت في الحد الأدنى في الصنف الجيزة بلانكا. إنّ التراكم الأفضل من البرولين، والبروتينات القابلة للذوبان، والحفاظ على محتويات الكلوروفيل، وكفاءة النظام الضوئي الثاني (PSII)، ووزن البذور في ظروف العجز المائي قد ساعد بعض الأصناف مثل الحسّاوي-2 لتحقيق إنتاج أفضل.

مواد البحث وطرائقه: Materials and Methods

1)المادة النباتية:

تمَّت الدراسة على أربعة أصناف من الفول هي:

1. صنف حماة-1(معتمَّد).
2. صنف بلدي محسّن(معتمَّد) .
3. صنف إسباني أسود (محلي) .
4. صنف مالطي (محلي).

وتـمَّ الحصـول علـى البـذور مـن الهيئـة العامـة للبحـوث العلميـة الزراعيـة ومـن السـوق المحليـة، ويبـيّن الجدول(1) بعض الصفات للأصناف المدروسة.

الجدول (1): أهمّ صفات للأصناف المدروسة

الصفة / الصنف	النمو	التفرع	الارتفاع (سم)	وزن الـ100بذرة (غ)	طول القرن (سم)	لون البذور
حماة-1	قوي	جيد	40-30	50-40	8-6	اخضر باهت
بلدي محسّن	قوي	جيد	40-30	90-80	7-5	اخضر فاتح
إسباني اسود	متوسط	متوسط	30-25	50-40	8-6	بنفسجي غامق
مالطي	متوسط	متوسط	30-25	100-90	7-5	اخضر فاتح

2) موقع تنفيذ التجربة Experimental site:

نُفِّذتْ التجربة الحقلية في مزرعة أبي جرش في كلية الزراعة بجامعة دمشق، التي تقع على ارتفاع (743 متر) عن سطح البحر، وعلى خط عرض 33.57° شمالاً، وخط طول 36.36° شرقاً. ويوضّح الجدول (2) الظروف المناخية السائدة في موقع تنفيذ التجربة، حيث كانت كمية الهطول المطري خلال موسم تنفيذ التجربة قرابة 142.2 مم، في حين أنَّ المعدَّل السّنوي لمدينة دمشق هو 205 مم، أي أقلّ من المعدَّل بنحو 63 مم خلال موسم تنفيذ التجربة.

الجدول (2): المعطيات المناخية في مكان تنفيذ التجربة الحقلية (من كانون أول 2011 حتى أيار 2012).

أشهر موسم النمو	الموسم الزراعي 2011-2012		كمية الهطول المطريّ (مم)
	متوسّط درجات الحرارة (م°)		
	الصغرى	العظمى	
كانون الأول	1.6	14.0	10.5
كانون الثاني	2.0	9.4	63.1
شباط	3.5	12.0	49.0
آذار	5.5	16.2	18.5
نيسان	11.0	25.0	0.6
أيار	14.2	27.9	0.5
المتوسّط	6.3	17.4	مجموع امطار الموسم
			142.2

المصدر: معطيات محطة أرصاد مشروع الاستمَّطار – وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي.

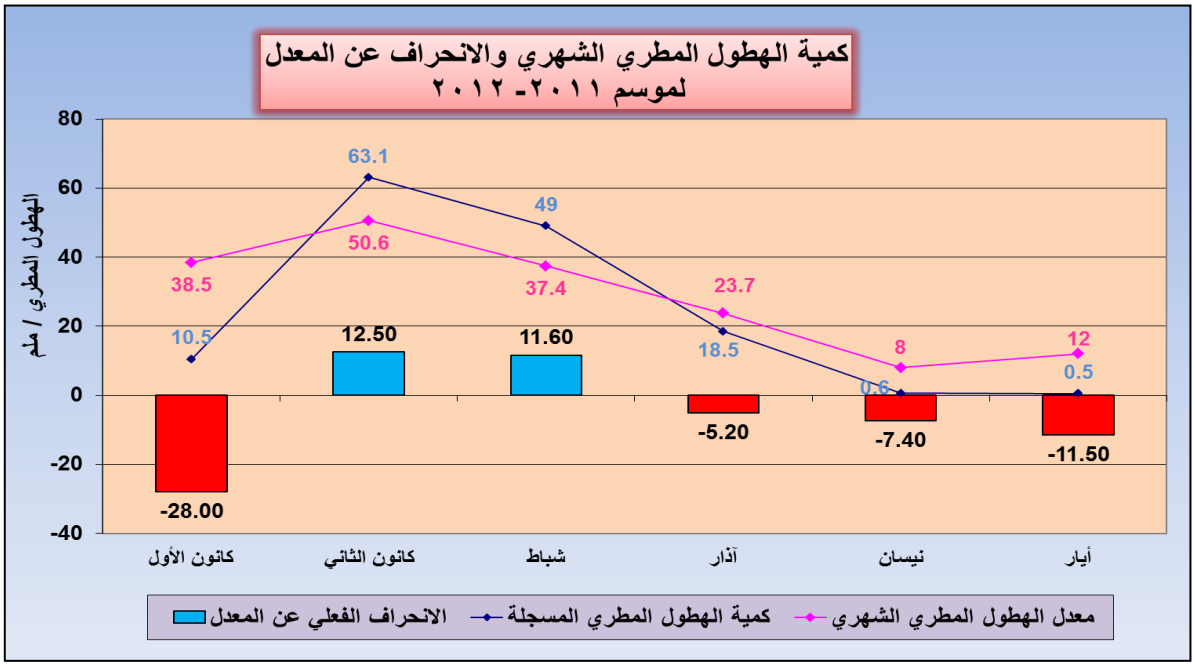
كما يوضح الجدول (3) صفات التربة في موقع البحث.

الجدول (3): خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية في موقع تنفيذ التجربة.

المؤشر	الخصائص الفيزيائية			الخصائص الكيميائية					
	رمل (%)	سلت (%)	طين (%)	N (%)	P_2O_5 (ppm)	K_2O (ppm)	pH	E.Ce ($dS.m^{-1}$)	المادة العضوية (%)
القيمة	43.28	32.50	23.62	0.18	28.6	315	8.6	0.28	2.30
الوصف	تربة لومية			عالي	عالي	عالي	قلوي	طبيعية	عالية

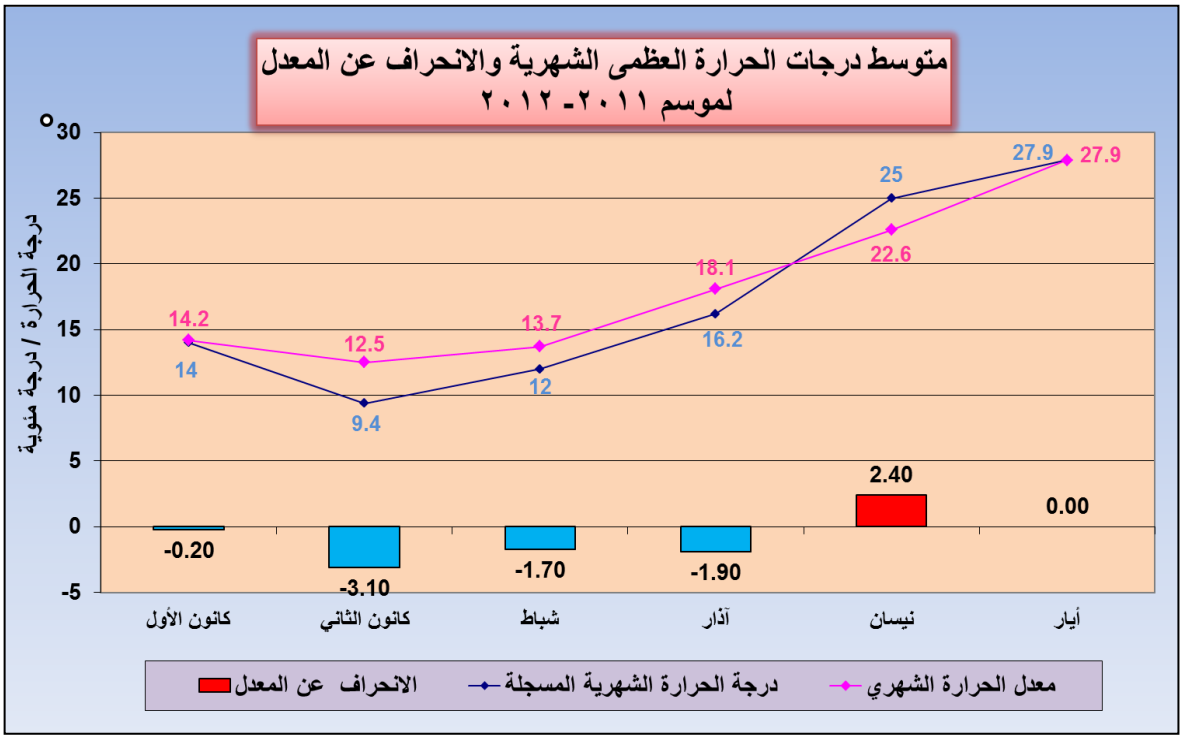
المصدر: قسم علوم التربة، كلية الزراعة–جامعة دمشق.

ويوضّح الشكل 1 انحرافات قيم الهطولات المطرية عن معدَّلاتها الشهريّة خلال فترة تنفيذ التجربة، حيث كانت أقلّ من المعدَّلات الشهرية في أشهر كانون الأول، آذار، نيسان وأيّار ممّا أدّى إلى حدوث إجهاد مائي في التربة وبالتالي على نبات الفول المزروع.

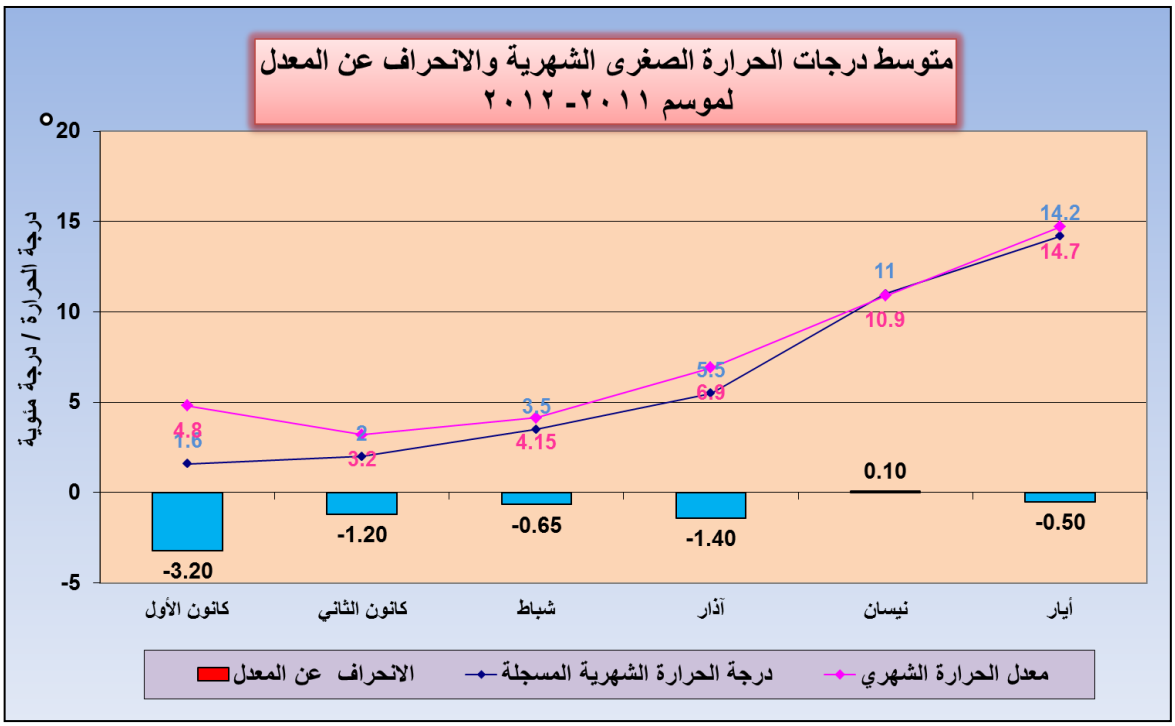


الشكل (1): انحراف الهطول المطريّ لموسم 2011-2012 عن المعدَّلات الشهريّة.

كما يوضح كلاً من الشكلين 2 و3 انحرافات قيم درجات الحرارة الصغرى والعظمى عن معدَّلاتها الشهريّة خلال فترة تنفيذ التجربة، حيث كانت أدنى منها في كل الأشهر ماعدا شهر نيسان.



الشكل (2): انحراف درجات الحرارة العظمى لموسم 2011-2012 عن المعدَّلات الشهريّة.



الشكل (3): انحراف درجات الحرارة الصغرى لموسم 2011–2012 عن المعدَّلات الشهريّة.

3) المعاملات المدروسة:

أ- **المحصول المدروس:** أربعة أصناف من الفول:

V1 : صنف حماة-1 **V2** : صنف بلدي محسّن.

V3: صنف إسباني أسود **V4** : صنف مالطي.

ب- معاملات الريّ:

1-زراعة بعلية (بدون ريّ).

2-زراعة مروية (ريّ تكميلي عند الحاجة لتأمين 100% من السعة الحقلية للتربة)، حيث تمَّ تقديم 5 ريّات تكميلية (ريّة واحدة خلال مرحلة النمو الخضريّ، ريّتين بفاصل 10 أيام خلال مرحلة الإزهار، ريّتين بفاصل 10 أيّام خلال مرحلة تشكّل البذور وامتلائها). وذلك بعد قياس السعة الحقلية لتحديد الوقت الأمثل للريّ بأخذ عينات من التربة ووزنها ثمَّ تجفيفها بالفرن على حرارة 105 مئوية مدَّة 24 ساعة، وكانت كمية المياه المقدّمة في الريّة الواحدة حوالي (0.02 – 0.03) م^3 ماء للمتر المربع الواحد من الأرض، أي ما يعادل 20–30 مم

هطول مطري، وكانت كمية الهطول المطري خلال موسم تنفيذ التجربة حوالي 142 مم فقط، وكميـــة ميـــاه الـــري التكميلـــي المضـــافة خـــلال فتـــرة التجربـــة تقريبـــاً تســـاوي 25 مم × 5 ريّات = 125مم.

ج–معاملات تقسية البذور Seed priming treatments:

1– بدون تقسية.

2– تقسية البذور: نقع بذور الفول قبل الزراعة في محلول البولي ايتيلين غلايكول (PEG-6000) بجهد حلولي يعادل – 1.2 ميغا باسكال مدَّة 12 ساعة قبل الزراعة (Hossein Sadeghi وزملاؤه، 2011).

وتمَّ تحضير محلول PEG-6000 بجهد حلولي – 1.2 ميغا باسكال، ويعادل – 12 بار وذلك بحل 326.3 غ من مادة بولي ايتيلن غلايكول–6000 في 1 لتر من الماء والتحريك حتى الذوبان الكامل في درجة حرارة 25 م°، وتمَّ تقدير كمية مادة البولي ايتيلن غلايكول اللازمة اعتماداً على المعادلة:

الجهد المائي (ميغا باسكال)=

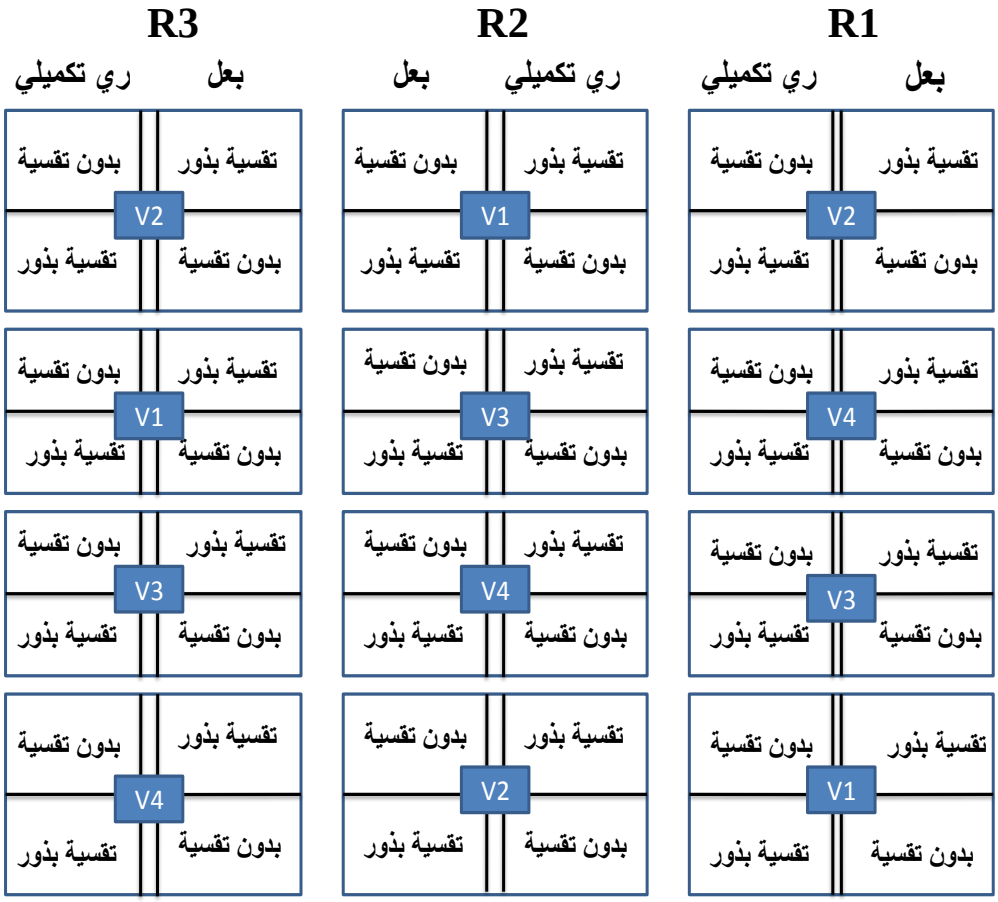
$$= -10^{1-} \times ((1.18\times10^{-2})\times C) - ((1.18\times10^{-4})\times C^2) + ((2.67\times10^{-4})\times C\times T) + ((8.39\times10^{-7})\times C^2\times T)$$

حيث C: التركيز المطلوب من PEG غ.لتر ماء$^{-1}$ ، T: درجة الحرارة المئوية وهي 25 م°.

(Michel و Kaufmann ، 1973).

4) تصميم التجربة: Experimental Design

وُضعتْ التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة العاملية بترتيب القطع المنشقة –المنشقّة (Split-split Plot Design)، حيث وضعت معاملات تقسية البذور في القطع تحت المنشقة ومعاملات الريّ في القطع المنشقة والأصناف في القطع الرئيسة بثلاث مكرَّرات، بمعدَّل ستّ عشرة قطعة تجريّبية في كل مكرَّر، وتمَّ توزيع الأصناف المدروسة (أربعة أصناف) عشوائياً على القطع الرئيسة ومعاملات الريّ على القطع المنشقة ومعاملات تقسية البذور على القطع تحت المنشقة وفق الشكل (4).



V1: صنف حماة 1(معتمَّد) ، V2 : صنف بلدي محسّن(معتمَّد) ،V3 : صنف إسباني أسود ،V4 : صنف مالطي

الشكل (4): تصميم التجربة الحقلية.

5) طريقة الزراعة والعمليات الزراعية المنفذة:

تمَّ تجهيز الأرض قبل الزراعة، حيث تمَّت حراثتها وإضافة الأسمدَّة قبل الزراعة حسب توصيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي في سوريّة، حيث أُضيف الآزوت بمعدَّل 30 كغ.هكتار$^{-1}$ كجرعة تحفيزية لتشجيع تشكيل العقد البكتيرية، وأضيفت كمية كافية من الفوسفور وأخرى من البوتاس بمعدَّل 500 كغ.هكتار$^{-1}$ سوبر فوسفات أحادي و250 كغ.هكتار$^{-1}$ سلفات البوتاس. وتمَّ تقسيم الأرض إلى مساكب حسب المعاملات، وتركت مسافات فاصلة بين القطع تحت المنشقة 50 سم، وبين معاملات الريّ (القطع المنشقّة) 2 متر لمنع رشح الماء، وبين القطع الرئيسة بحدود 1 متر.

وتمَّ تقسية نصف كمية البذور قبل الزراعة وذلك بنقعها في محلول البولي ايتيلين غلايكول (PEG-6000) بجهد حلولي – 1.2 ميغا باسكال مدَّة 12 ساعة.

تمَّت زراعة بذور الفول بتاريّخ 2011/12/5 بمعدَّل ثمَّانية أسطر في كل قطعة تحت منشقّة، بفاصل30 سم بين السطر والآخر، 10سم بين النبات والآخر ضمن السطر نفسه، طول السطر الواحد 200 سم وبذلك يكون لدينا 20 نباتاً في السطر الواحد، ويكون عدد النباتات في القطعة التجريّبية تحت المنشقّة 20 × 8=160 نباتاً ، وإنّ أبعاد القطعة التجريّبية تحت المنشقّة هي (2.0 م × 2.4 م = 4.8 م^2).

وعدد القطع التجريبية هو 48 قطعة، اعتمَّدت القطع المنشقة (بدون ريّ) على الهطول المطريّ، في حين تمَّ إعطاء ريّات تكميلية عند الحاجة لتأمين السعة الحقلية للتربة، وتمَّ تسجيل جميع القراءات من النباتات الموجودة داخل القطع التجريّبية والابتعاد عن حوافها.

6) الصفات المدروسة: Investigated traits

أولاً–**الصفات الشكلية والفيزيولوجية:** تمَّت دراستها خلال مرحلة الإزهار وهي:

1– متوسط ارتفاع النبات(سم) Plant height: أُخذ عشوائياً خمس نباتات من كل قطعة تجريّبية، وتمَّ قياس ارتفاع الساق من قاعدة النبات عند سطح التربة وحتى القمّة النامية باستخدام المسطرة (مدرجة بالسم)، ثمَّ تمَّ حساب متوسّط ارتفاع النبات لكل صنف ومعاملة مدروسة ولكل مكرَّر.

2– متوسط عدد الأوراق على النبات(ورقة.نبات$^{-1}$) Leaf number per plant: أُخذ خمس نباتات من كل قطعة تجريّبية وتمَّ عدّ الأوراق المفردة في كل نبات، ثمَّ حساب متوسّط عدد الأوراق في النبات لكل صنف ومعاملة مدروسة ولكل مكرَّر.

3– متوسط مساحة الأوراق للنبات(سم^2.نبات$^{-1}$)Leaf area per plant : تمَّ حساب المساحة الورقية لخمسة نباتات في كل قطعة تجريّبية ولكل مكرَّر باستخدام جهاز المساحة الورقية (Planimeter)، وذلك لكلّ الأوراق الموجودة في كل نبات.

4– دليل المساحة الورقية Leaf area index (LAI): تمَّ حساب دليل المساحة الورقية باستخدام العلاقة الريّاضية :

LAI = LA / GA (Denslow وزملاؤه، 1990) . حيث:

LAI : دليل المساحة الورقية.

LA : مجموع مساحة الأوراق في النبات.

GA : مساحة الأرض التي يشغلها النبات الواحد.

5- متوسط المحتوى المائي النسبي في الأوراق % Relative water content average: تمَّ أخذ العينات من الأوراق مكتمِّلة النمو وحساب الوزن الرطب Fresh weight مباشرةً بواسطة الميزان الحساس، ثمَّ غُمرت الأوراق في الماء المقطر ضمن أوعية مناسبة مدَّة 16 ساعة عند درجة حرارة الغرفة، ثمَّ تمّتَ إزالة الماء عن سطوح الأوراق بلطف بواسطة أوراق الترشيح، ووزنها وسجّل الوزن الرطب المشبع Turgid weight، بعد ذلك تمَّ وضع العينات في الفرن لتجفيفها على درجة حرارة 105مْ مدَّة نصف ساعة لقتل الأنسجة النباتية، وإيقاف عمليّة فقد المادّة الجافة بالتنفّس، ومن ثمَّ ضبطت حرارة الفرن على 70 مْ، مدَّة 72 ساعة، وتمَّ الحصول على الوزن الجاف Dry weight. تمَّ حساب المحتوى المائي النسبي باستخدام المعادلة الريّاضية المقترحة من قبل Schonfeld وزملاؤه (1988):

محتوى الماء النسبي في الأوراق (%RWC)=

(الوزن الرطب للأوراق- الوزن الجاف للأوراق) ÷ (الوزن المشبع – الوزن الجاف) × 100

6- متوسط الوزن الرطب والوزن الجاف للنبات(غ) Plant fresh and dry weight: تمَّ قلع خمس نباتات من كل قطعة تجريّبية من مستوى سطح التربة، ثمَّ تمَّ تسجيل الوزن الرطب للنبات بالكامل بعد تنظيف النباتات من الغبار والأتربة باستخدام الميزان، ثمَّ تركت النباتات لتجف تحت أشعة الشمس مدَّة 24 ساعة، قبل نقلها إلى الفرن للتجفيف على درجة حرارة 70 – 80 °م، وعند تمَّام التجفيف تمَّ تسجيل الوزن الجاف للنباتات، وذلك لكل صنف ومعاملة مدروسة ولكل مكرَّر.

7- معدَّل نمو المحصول(غ.يوم$^{-1}$.نبات$^{-1}$) Crop Growth Rate (CGR): يمثِّل مقدار الزيادة في الكتلة الحية للمحصول خلال وحدة الزمن، وتمَّ حسابه وفق المعادلة المقترحة من قبل Fisher (1921):

$$CGR=W_2 - W_1 / t_2 - t_1$$

حيث أن: W_1 , W_2 هما وزن النبات الجاف في بداية ونهاية فترتين زمنيتين t_1 و t_2، ويعبّر عن معدَّل نمو المحصول بالغ من المادة الجافة باليوم.

8-متوسط محتوى الأوراق من الكلوروفيل a والكلوروفيلb (مغ.غ وزن رطب$^{-1}$) والنِّسبَة بينهما:

Chlorophyll content (a) and (b) : أُخذ وزن (500) مغ من الأوراق لكل عينة وتمَّ طحنها، ثمَّ تمَّت إضافة 10 مل من محلول الأسيتون (80%) المبرَّد عند درجة حرارة 4 مْ، ثمَّ تمَّ الترشيح ووضع الرشاحة في أنبوب اختبار ووضعه في جهاز الطرد المركزي مدَّة 10 دقائق، ومن ثمَّ أُخذت الرّشاحة النقيّة وكمّل الحجم إلى 25 مل من الأسيتون (80%) وتمَّ تسجيل قراءة جهاز الطيف الضوئي Spectrophotometer عند طول موجة 652، 654 و663 (Metzzener، 1965).

وتمَّ حساب قيم محتوى الكلوروفيل الكلّي والكلوروفيل (a) والكلوروفيل (b) بواحدة مغ.غ وزن رطب$^{-1}$ باستخدام المعادلات التالية :

$$Chl.(a) = (12.7\ OD_{663} - 2.69\ OD_{645}) \times V/1000 \times 1 /\text{fresh weight}$$

$$Chl.(b) = (22.9\ OD_{645} - 4.68\ OD_{663}) \times V/1000 \times 1 /\text{fresh weight}$$

$$\text{Total Chl.} = (OD_{652} \times V) / (34.5 \times \text{fresh weight})$$

Chl.(a): محتوى الكلوروفيل a ، Chl.(b) : محتوى الكلوروفيل b

OD : قراءة جهاز الطيف الضوئي Spectrophotometer عند طول الموجة،

V : حجم الخلاصة = 25 مل ، fresh weight : الوزن الرطب.

ثانياً- الصفات الإنتاجيّة: دُرست عند الحصاد الصفات الإنتاجيّة التالية:

1- **متوسّط عدد القرون في النبات(قرن.نبات$^{-1}$) Pods number per plant** : أُخذ عشوائيّاً خمس نباتات من كل قطعة تجريّبية وتمَّ عدّ القرون في كل نبات، ثمَّ حساب متوسّط عدد القرون في النبات لكلِّ صنف ومعاملة مدروسة ولكل مكرَّر.

2- **متوسّط طول القرن (سم) Pod length:** أُخذ عشوائيّاً خمس نباتات من كل قطعة تجريّبية وتمَّ قياس طول القرون في النبات بالمسطرة، ثمَّ أخذ متوسّط طول القرن في النبات لكل صنف ومعاملة مدروسة ولكل مكرَّر .

3- **متوسّط عدد البذور في القرن (بذرة.قرن$^{-1}$) Seeds number per pod:** أُخذ عشوائيّاً خمس نباتات من كل قطعة تجريّبية وتمَّ عدّ البذور في كل قرن في النبات، ثمَّ أخذ متوسّط عدد البذور في القرن الواحد في النبات لكل صنف ومعاملة مدروسة ولكل مكرَّر.

4- **متوسّط عدد البذور في النبات(بذرة.نبات$^{-1}$) Seeds number per plant** : أُخذ عشوائيّاً خمس نباتات من كل قطعة تجريّبية وتمَّ عدّ البذور في كل نبات ثمَّ أخذ متوسّط عدد البذور في النبات لكل صنف ومعاملة مدروسة ولكل مكرَّر.

5- **متوسط وزن المئة بذرة (غ) 100-Seed weight:** أُخذ عشوائيّاً خمس نباتات من كل قطعة تجريّبية وتمَّ فرط البذور الجافة من القرون وتمَّ وزن 100 بذرة بميزان حساس، وذلك لكل صنف ومعاملة مدروسة ولكل مكرَّر.

6- **متوسط الغلَّة من البذور الجافة (طن.هكتار$^{-1}$) Seed yield:** عند اكتمَّال النضج التام للقرون، تمَّ حصاد النباتات الموجودة في كل قطعة تجريّبية لكلّ معاملة مدروسة ولكل مكرَّر، ثمَّ فُرطت البذور الجّافة من القرون ووزنت وتمَّ تحويل الوزن إلى طن في الهكتار.

7- **متوسط الغلَّة من القش (طن.هكتار$^{-1}$) Straw yield** : تمَّ حصاد النباتات عند النضج التام من كل قطعة تجريّبية لكلّ معاملة مدروسة ولكل مكرَّر، وتمَّ إزالة القرون عن النبات ووزن المجموع الخضري الجاف للنبات (القش) بدون القرون وتحويله إلى طن في الهكتار.

8- **دليل الحصاد(HI) Harvest Index:** يعبر عن النسبة المئوية بين الغلَّة الإقتصادية (البذور) والغلَّة البيولوجية (الوزن الجاف الكلّي للنبات بما فيه القرون)، ويستخدم كمؤشر في تحسين غلة المحاصيل، لأنَّ زيادة قيمة معامل الحصاد مرتبطة بشكلٍ طردي بزيادة الغلَّة الإقتصادية (البذور) (Donald، 1962). وتمَّ حسابه بالمعادلة :

دليل الحصاد = الغلَّة من البذور ÷ الغلَّة البيولوجية (بذور + قش) × 100

9- **نسبة البروتين في البذور الجافة (%) Percentage of protein in dry seeds**: تمَّ تقدير محتوى البذور من الآزوت الكلي باستخدام طريّقة (Micro-kjeldhal method) المقترحة من قبل (AOAC،1975). ثمَّ تمَّ حساب نسبة البروتين في البذور باستخدام المعادلة التالية:

نسبة البروتين (%) = Total N × 6.25

Total N: المحتوى الكلي من الازوت .

7) التحليل الإحصائي Statistical analysis:

وُضعت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة العاملية، بترتيب القطع المنشقّة–المنشقّة (Split-split Plot Design)، وحُلّلت البيانات إحصائياً باستعمال برنامج MSTAT-C لتحليل مصادر التباين (ANOVA) للأصناف والمعاملات المدروسة والتّفاعل بينهما، وتمَّ تقدير قيم أقلّ فرق معنوي Least significant difference (L.S.D.) لمقارنة الفروقاتٍ بين المتوسّطات عند مستوى معنويّة 5%، كما تمَّ حساب قيم معامل التباين (C.V%).

النتائج والمناقشة Results and Discussion

أولاً : الصفات الشكلية والفيزيولوجية:

1- ارتفاع النبات (سم):

أشارت نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروقاتٍ معنويّة ($P<0.05$) في متوسط صفة ارتفاع النبات بين الأصناف، ومعاملات الري، والتقسية، وتفاعل معاملات الري والتقسية فقط، في حين لم تكن الفروقات معنوية بين باقي التفاعلات (الجدول، 4). وقد تفوّق الصنف بلدي محسّن معنوياً على بقيّة الأصناف، وبلغ متوسّط ارتفاع نباتاته (35.44 سم)، تلاه وبفروقاتٍ معنوية الصنف حماة-1 (33.19سم)، في حين كان متوسّط ارتفاع النباتات الأدنى معنوياً في كلٍ من الصنفين مالطي وإسباني أسود (31.69 سم لكلٍّ منهما) وبدون فروقاتٍ معنوية بينهما، سجّلت معاملة الريّ التكميلي أعلى متوسّط لارتفاع النبات (36.32 سم) مقارنة مع معاملة الشاهد بدون ريّ تكميلي (29.69 سم) أي بزيادة قدرها 22.3% عن الشاهد (بدون ريّ تكميلي)، سجّلت معاملة التقسية بمحلول PEG-6000 أعلى متوسّط لارتفاع النبات (34.20 سم) بالمقارنة مع المعاملة بدون تقسية (31.80 سم) أي بزيادة قدرها 7.5%، وبفروق معنويّة بينها. بالنّسبة لتأثير التّفاعل بين معاملات الريّ التكميلي ومعاملات التقسية، كان متوسط ارتفاع النبات الأعلى معنويّاً عند معاملة الريّ التكميلي مع معاملة تقسية البذور (36.83 سم)، في حين كان الأدنى معنوياً عند المعاملة بدون ريّ و بدون تقسية للبذور (27.80 سم) بزيادة قدرها 32.5%.

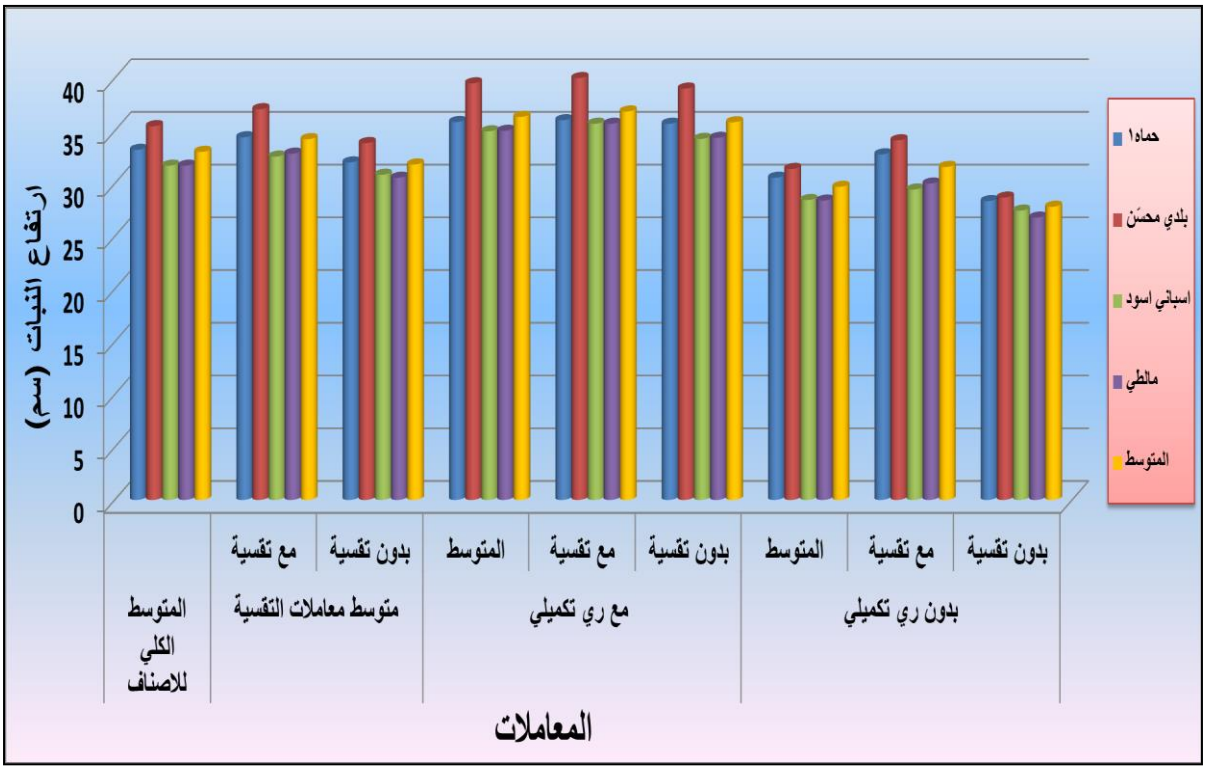
تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه الباحثون (Emam وزملاؤه، 2010؛ Alderfasi و Alghamdi ،2010) و Ammar وزملاؤه (2015)، حيث أدّت معاملة الريّ التكميلي إلى زيادة ارتفاع النبات، ويعود ذلك إلى أهمية الريّ وإتاحة المياه في منطقة انتشار الجذور في تأمين الاحتياجات المائية للمحافظة على ضغط الإمتلاء Turgor pressure داخل الخلايا النباتية اللازم لإستمرار استطالة الخلايا ومن ثمَّ النمو وزيادة ارتفاع النبات (Cossgrove، 1989).

الجدول (4): تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور على متوسّط ارتفاع النبات (سم) لدى أصناف الفول المدروسة.

الأصناف	بدون ريّ تكميلي			مع ريّ تكميلي			متوسّط معاملات التقسية		المتوسّط الكلي للأصناف
	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	
حماة-1	28.33	32.77	**30.55**	35.67	36.00	**35.83**	32.00	34.38	**33.19**
بلدي محسّن	28.67	34.10	**31.38**	39.00	40.00	**39.50**	33.83	37.05	**35.44**
إسباني أسود	27.43	29.43	**28.43**	34.23	35.67	**34.95**	30.83	32.55	**31.69**
مالطي	26.77	30.00	**28.38**	34.33	35.67	**35.00**	30.55	32.83	**31.69**
المتوسّط	**27.80**	**31.58**	**29.69**	**35.81**	**36.83**	**36.32**	**31.80**	**34.20**	**33.00**

المتغيرات	الأصناف	معاملات الريّ	معاملات التقسية	أصناف× ريّ	أصناف× تقسية	ريّ× تقسية	أصناف×ريّ × تقسية
LSD 0.05	1.29*	2.45*	0.74*	4.74 NS	2.04 NS	3.67*	7.45 NS
CV (%)	5.52						

* : معنوي عند 5%، **NS**: غير معنوي، **LSD** : أقلّ فرق معنوي عند 5%، **CV**: معامل التباين.



الشكل (5) : تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط ارتفاع النبات (سم) لدى أصناف الفول المدروسة.

2- عدد الأوراق في النبات (ورقة.نبات$^{-1}$):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويّة ($P<0.05$) في عدد الأوراق في النبات بين الأصناف ، ومعاملات الريّ، ومعاملات التقسية، وتفاعل الأصناف مع معاملات الريّ، وتفاعل معاملات الريّ مع التقسية فقط، في حين لم تكن الفروقات معنوية بين باقي التفاعلات (الجدول، 5).

تمَّيّز الصنف إسباني أسود بأعلى متوسّط لعدد الأوراق (110.75 ورقة.نبات$^{-1}$) مقارنة مع الأصناف الأخرى، في حين سجّل الصنف حماة-1 أقلّ متوسّط لعدد الأوراق (87.17 ورقة.نبات$^{-1}$). وسجّلت معاملة الريّ التكميلي أعلى متوسّط لعدد الأوراق (110.88 ورقة) بالمقارنة مع المعاملة بدون ريّ تكميلي (89.63 ورقة.نبات$^{-1}$) أي بزيادة قدرها 23.7% عن الشاهد. أمّا معاملات تقسية البذور، فقد سجّلت المعاملة بمحلول PEG-6000 أعلى متوسّط لعدد الأوراق (104.42 ورقة.نبات$^{-1}$) بالمقارنة مع بدون معاملة (96.08 ورقة.نبات$^{-1}$) أي بزيادة قدرها 8.7% وبفروقاتٍ معنويّة بينها.

وبالنّسبة للتّفاعل بين الأصناف ومعاملات الريّ، سجّل الصنف إسباني أسود عند معاملة الريّ التكميلي أعلى متوسّط لعدد أوراق النبات (117.83 ورقة.نبات$^{-1}$)، في حين سجّل الصنف حماة-1 عند المعاملة بدون ريّ تكميلي أدنى متوسّط لعدد الأوراق في النبات (74.83 ورقة.نبات$^{-1}$). أمّا بالنّسبة للتّفاعل بين معاملات الريّ ومعاملات التقسية، فقد كان متوسّط عدد الأوراق الأعلى معنوياً عند معاملتي الريّ التكميلي والتقسية (113.42 ورقة.نبات$^{-1}$) بالمقارنة مع معاملة الشاهد (83.83 ورقة.نبات$^{-1}$)، أي بزيادة قدرها 35.3%.

ويُعزى تفوّق الصنفين إسباني أسود ومالطي في متوسط عدد الأوراق في النبات، إلى تفوّقهما في متوسّط إرتفاع النبات، ومِن ثمَّ عدد العقد السّاقيّة، أيّ أنَّ زيادة إرتفاع النبات في مثل هذين الصنفين كان نتيجة زيادة كلٍّ من عدد السلاميّات وطولها، وقد يعزى وجود عدد أقلّ من الأوراق في كلٍّ من الصنفين حماة-1 وبلدي محسّن رغم تفوّقهما في إرتفاع النبات، إلى وجود عدد أقلّ من العقد الساقيّة على طول الساق، ما يشير الى أنّ زيادة ارتفاع النبات في هذين الصنفين ناجمة عن زيادة طول السلاميّات فقط.

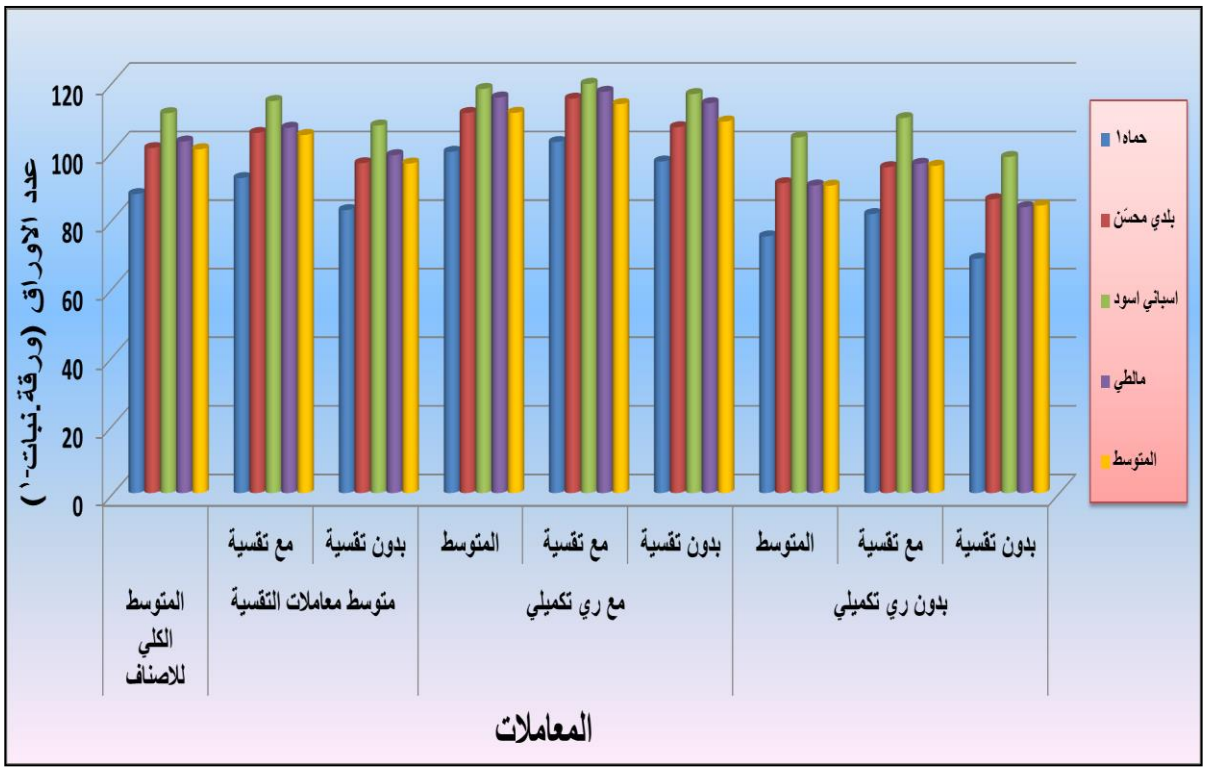
الجدول (5): تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط عدد الأوراق لدى أصناف الفول المدروسة.

الأصناف	بدون ريّ تكميلي			مع ريّ تكميلي			متوسّط معاملات التقسية		المتوسّط الكلي للأصناف
	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	
حماة-1	68.33	81.33	**74.83**	96.67	102.33	**99.50**	82.50	91.83	**87.17**
بلدي محسّن	85.67	95.00	**90.33**	106.67	115.00	**110.83**	96.17	105.00	**100.58**
إسباني أسود	98.00	109.3	**103.67**	116.33	119.33	**117.83**	107.2	114.33	**110.75**
مالطي	83.33	96.00	**89.67**	113.67	117.00	**115.33**	98.50	106.50	**102.50**
المتوسّط	**83.83**	**95.42**	**89.63**	**108.33**	**113.42**	**110.88**	**96.08**	**104.42**	**100.25**

المتغيرات	الأصناف	معاملات الريّ	معاملات التقسية	أصناف× ريّ	أصناف× تقسية	ريّ× تقسية	أصناف×ريّ × تقسية
LSD 0.05	3.23*	3.42*	1.86*	8.68*	5.10 NS	6.36*	14.67 NS
CV (%)	4.54						

* : معنوي عند 5%، **NS**: غير معنوي، **LSD** : أقلّ فرق معنوي عند 5%، **CV**: معامل التباين.

تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه Singer وزملاؤه،2001، حيث تراجعت صفات طول النبات، وعدد الأوراق، ومحتوى الكلوروفيل في الأوراق، وعدد الأزهار في محصول الفاصولياء بشكل معنويّ تحت ظروف الإجهاد المائي بالمقارنة مع الشاهد، مايشير إلى أهمية توفير الاحتياج المائي للنبات للقيام بالعمليات الحيوية لتحقيق النمو والتطور وزيادة التفرعات الخضريّة، وبالتالي عدد الأوراق، حيث يؤدّي الماء دوراً مهمّاً في المحافظة على ضغط الامتلاء داخل الخلايا، ما يُساعد في استمرار استطالة الخلايا النباتية، ومن ثمّ استمَّرار النمو. كما أدّت معاملة تقسية البذور الى تسريع عملية إنبات البذور، وبالتالي ظهور البادرات بشكل مبكر، ما يتيح للنباتات النمو بشكل أسرع من نباتات الشاهد، وبالتالي تحقيق ارتفاع نبات وعدد اوراق اكبر.



الشكل (6) : تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط عدد الأوراق لدى أصناف الفول المدروسة.

3- المساحة الورقية للنبات (سم^2.نبات$^{-1}$):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويّة ($P<0.05$) في المساحة الورقية للنبات بين الأصناف ومعاملات الريّ، والتقسية، والتفاعلات المتبادلة بينها.

تميّز الصنف حماة–1 بأعلى متوسّط مساحة ورقية (530.73 سم^2.نبات$^{-1}$)، في حين كان أدنى متوسّط للمساحة الورقية في الصنف بلدي محسّن (341.80 سم^2.نبات$^{-1}$). وسجّلت معاملة الريّ التكميلي أعلى متوسّط مساحة ورقية (461.66 سم^2.نبات$^{-1}$) بالمقارنة مع المعاملة بدون ريّ تكميلي (395.84 سم^2.نبات$^{-1}$)، أي بزيادة قدرها 16.6%. وبالنّسبة لمعاملات تقسية البذور، كان متوسط المساحة الورقية في النبات الأغلى معنويّاً عند معاملة التقسية (438.50 سم^2.نبات$^{-1}$)، بالمقارنة مع المعاملة بدون تقسية (419.01 سم^2.نبات$^{-1}$)، أي بزيادة قدرها 4.7% وبفروق معنويّة بينها.

وبالنّسبة لتأثير التّفاعل بين الأصناف ومعاملات الريّ، فقد سجّل الصنف حماة–1 عند معاملة الريّ التكميلي أعلى متوسّط مساحة ورقية(557.5 سم^2.نبات$^{-1}$)، في حين سجّل الصنف بلدي محسّن عند المعاملة بدون ريّ تكميلي أدنى متوسّط مساحة ورقية (321.93 سم^2.نبات$^{-1}$)، وبالنّسبة لتأثير التّفاعل

بين الأصناف ومعاملات تقسية البذور، سجّل الصنف حماة–1 عند معاملة تقسية البذور أعلى متوسّط مساحة ورقية (541.67 سم^2.نبات$^{-1}$)، في حين كان متوسّط المساحة الورقية الأدنى معنويّاً في الصنف بلدي محسّن عند معاملة تقسية البذور(332.1 سم^2.نبات$^{-1}$)، وبالنّسبة لتأثير التّفاعل بين معاملات الريّ ومعاملات التقسية، فقد كان متوسّط المساحة الورقية في النبات الأعلى معنويّاً عند معاملة الريّ التكميلي مع معاملة تقسية البذور (473.75 سم^2.نبات$^{-1}$)، في حين كان الأدنى معنويّاً في معاملة الشاهد (388.45 سم^2.نبات$^{-1}$)، أي بزيادة قدرها 20.0% عن الشاهد، وبالنّسبة لتأثير التّفاعل بين الأصناف ومعاملات الريّ ومعاملات تقسية البذور، حقَّق الصنف حماة–1 عند معاملة الريّ التكميلي مع معاملة تقسية البذور أعلى متوسّط مساحة ورقية (575.0 سم^2.نبات$^{-1}$)، في حين سجّل الصنف بلدي محسّن عند المعاملة بدون الريّ التكميلي وبدون تقسية البذور أدنى متوسّط مساحة ورقية (314.2 سم^2.نبات$^{-1}$).

ويُعزى التباين الوراثي في متوسط المساحة الورقيّة في النبات جزئيّاً إلى التباين في متوسّط عدد الأوراق، حيث تفوّقت الأصناف إسباني أسود، ومالطي معنويّاً في متوسط المساحة الورقيّة نتيجة تشكيل عدد أكبر من الأوراق (110، 102 ورقة.نبات$^{-1}$ على التوالي)، تلاهما الصنف بلدي محسَّن. ولكن لاتتحدّد المساحة الورقية في النبات بعدد الأوراق فقط، ولكن بمتوسّط مساحة الورقة الواحدة ايضاً، لذلك يمكن أن يُعزى تفوّق الصنف حماه–1 في متوسّط المساحة الورقية رغم تشكيله عدد أقلّ معنويّاً من الأوراق إلى زيادة متوسّط مساحة الورقة الواحدة، نتيجة إتاحة كمية أكبر من المادّة الجافة لنمو الأوراق.

تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه (El– Dakroury، 2008)، بأنّ زيادة معاملة الريّ أدّت إلى زيادة ملحوظة في معايير نمو نبات الفول، مثل المساحة الورقية، والوزن الجاف للساق والنبات، ويعود ذلك إلى أنّ توفير الاحتياج المائي للنبات يؤدي إلى استمرَّار العمليات الحيوية وانقسام الخلايا وبالتالي استمرَّار النمو الخضريّ وزيادة التفرعات الخضرية والمسطَّح الورقي للنبات.

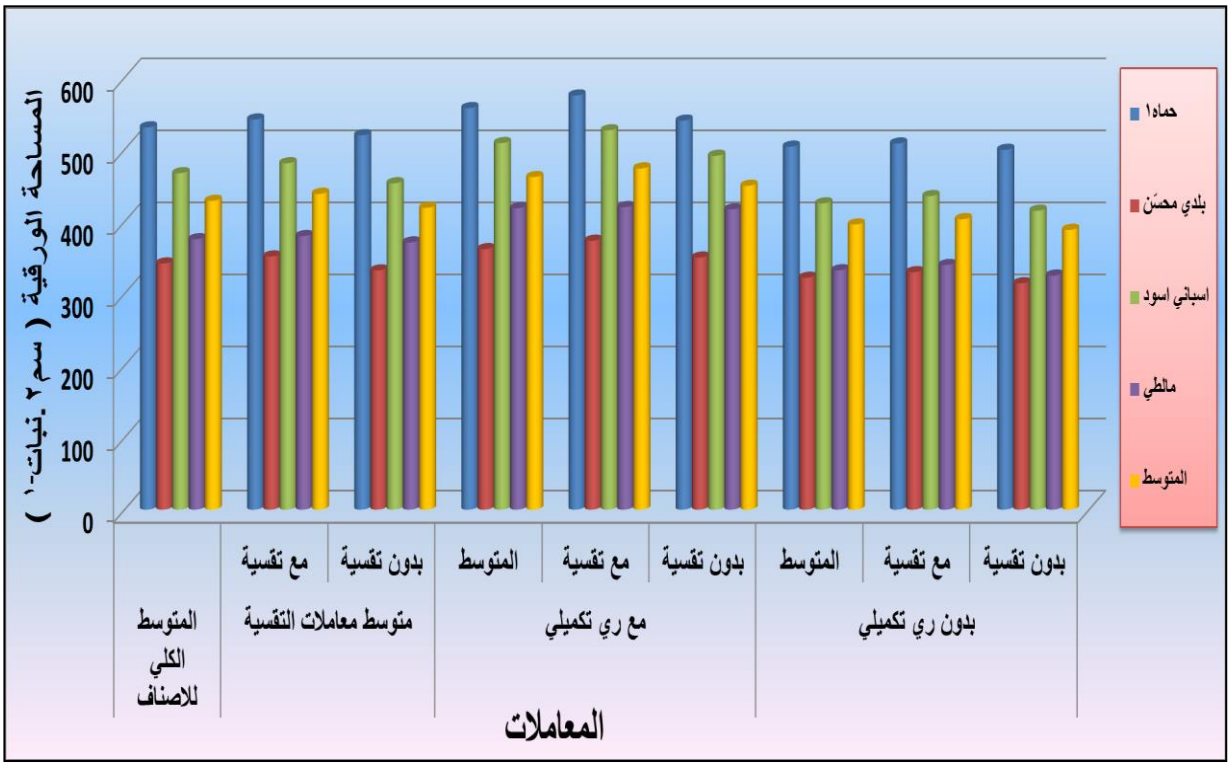
كما أدّت التقسية إلى زيادة نسبة الإنبات والنمو الأولي للبادرات، وبالتالي تحقيق نمو خضري أسرع وأكبر بالمقارنة مع نباتات الشاهد، ممّا أدى الى التفوّق بمتوسط المساحة الورقية للنباتات المقسّاة.

الجدول (6): تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط المساحة الورقية (سم^2) لدى أصناف الفول المدروسة.

الأصناف	بدون ريّ تكميلي			مع ريّ تكميلي			متوسّط معاملات التقسية		المتوسّط الكلي للأصناف
	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	
حماة-1	499.59	508.33	**503.96**	540.00	575.00	**557.50**	519.79	541.67	**530.73**
بلدي محسّن	314.20	329.67	**321.93**	350.00	373.33	**361.67**	332.10	351.50	**341.80**
إسباني أسود	415.00	435.33	**425.17**	491.28	526.67	**508.97**	453.14	481.00	**467.07**
مالطي	325.00	339.63	**332.32**	417.00	420.00	**418.50**	371.00	379.82	**375.41**
المتوسّط	**388.45**	**403.24**	**395.84**	**449.57**	**473.75**	**461.66**	**419.01**	**438.50**	**530.73**

المتغيرات	الأصناف	معاملات الريّ	معاملات التقسية	أصناف× ريّ	أصناف× تقسية	ريّ× تقسية	أصناف× ريّ× تقسية
LSD 0.05	6.36*	7.90*	3.02*	18.32*	9.39*	12.66*	29.08*
CV (%)	1.73						

* : معنوي عند 5%، **NS**: غير معنوي، **LSD** : أقلّ فرق معنوي عند 5%، **CV**: معامل التباين.



الشكل (7) : تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط المساحة الورقية لدى أصناف الفول المدروسة.

4- دليل المساحة الورقية للنبات:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P<0.05$) في دليل المساحة الورقية بين الأصناف، ومعاملات الريّ، ومعاملات التقسية، والتفاعلات المتبادلة بينها. تمَّيز الصنف حماة-1 بأعلى قيمة لدليل المساحة الورقية (1.77)، في حين كانت أدنى قيمة لدليل المساحة الورقية في الصنف بلدي محسّن (1.14). ويُعزى التباين بين الأصناف في دليل المساحة الورقية إلى التباين في عدد الأوراق ومساحة الأوراق في النبات. وبالنسبة لمعاملات الري، فقد كانت الفروقات معنوية وسجّلت معاملة الري التكميلي أعلى قيمة لدليل المساحة الورقية (1.54) بالمقارنة مع المعاملة بدون ري تكميلي (1.32)، أي بزيادة قدرها 16.7 % عن الشاهد، ما يشير إلى أهمية إتاحة المياه بكميّات أكبر، وبخاصة خلال مرحلة النمو الخضري لزيادة حجم المصدرSource size. وبالنسبة لمعاملات البذور، فقد سجلت المعاملة بمحلول PEG-6000 معنويّاً أعلى قيمة لدليل المساحة الورقية (1.46) بالمقارنة مع الشاهد (1.40) بزيادة قدرها 4.3%. وبالنّسبة لتأثير التداخل بين الأصناف ومعاملات الريّ، سجّل الصنف حماة–1 عند معاملة الريّ التكميلي أعلى قيمة لدليل المساحة الورقية (1.86)، في حين سجّل الصنف بلدي محسّن عند المعاملة بدون ريّ تكميلي أدنى قيمة لدليل المساحة الورقية (1.07). وبالنسبة لتأثير التداخل بين الأصناف ومعاملات البذور، فقد سجّل الصنف حماة–1 عند معاملة البذور أعلى قيمة لدليل المساحة الورقية (1.81)، وكانت أدنى قيمة لدليل المساحة الورقية في الصنف بلدي محسّن عند عدم معاملة البذور (1.11). وبالنسبة لتأثير التداخل بين معاملات الري ومعاملات البذور، فقد سُجِّلت أعلى قيمة لدليل المساحة الورقية (1.58) في معاملة الري التكميلي مع معاملة البذور، في حين كانت أدنى قيمة لدليل المساحة الورقية (1.29) في المعاملة بدون ري تكميلي وبدون تقسية البذور قبل الزراعة أي بزيادة قدرها 22.5% عن الشاهد، أمّا بالنسبة لتأثير التداخل بين الأصناف ومعاملات الريّ وتقسية البذور، فقد حقّق الصنف حماة–1 عند معاملة الريّ التكميلي مع تقسية البذور أعلى قيمة

لدليل المساحة الورقية (1.92)، وحقق الصنف بلدي محسّن عند معاملة بدون الريّ التكميلي بدون معاملة البذور أدنى قيمة لدليل المساحة الورقية (1.05).

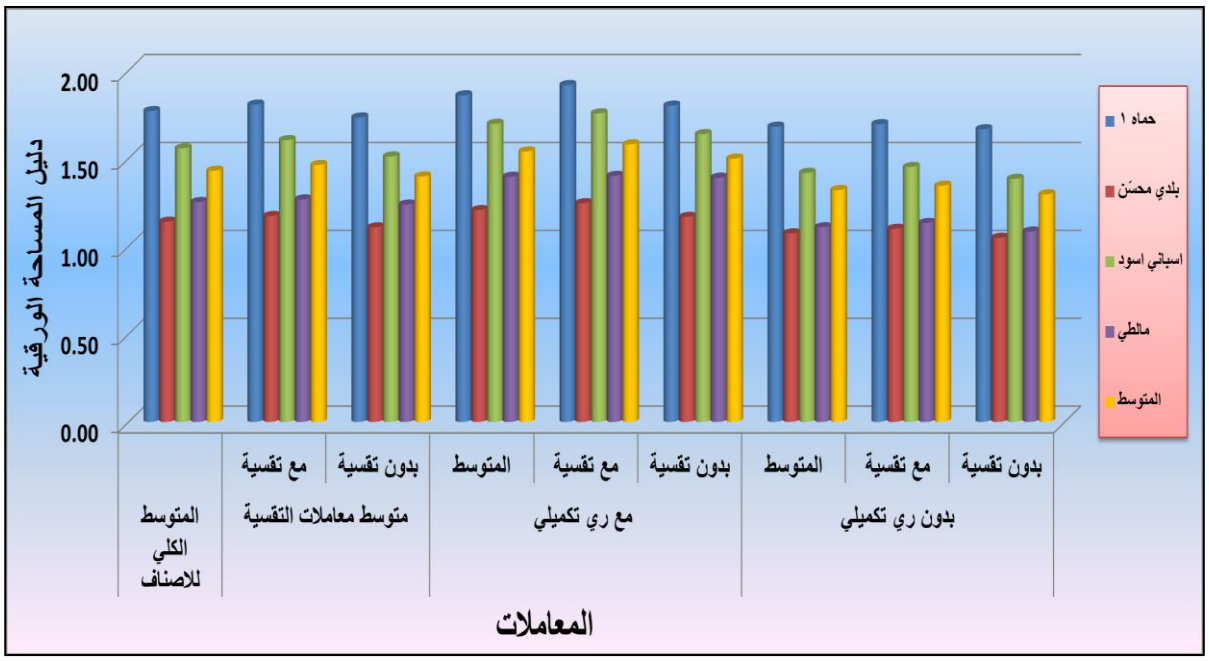
ويُعزى التباين الوراثي بين الاصناف في متوسط دليل المساحة الورقيّة إلى التباين في متوسّط المساحة الورقية للنبات، حيث تفوّقت الأصناف حماة–1، وإسباني أسود معنويّاً في متوسط دليل المساحة الورقيّة نتيجة تشكيل مساحة ورقية أكبر (530.73، 467.07 سم^2.نبات$^{-1}$ على التوالي)، تلاهما الصنف مالطي. تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه (El- Dakroury، 2008). ويمكن أن يُعزى سبب زيادة دليل المساحة الورقية في معاملة الري التكميلي إلى أنَّ توفير الاحتياج المائي للنبات يساعد في الحفاظ على قيم مرتفعة من جهد الأوراق المائي، ومن ثمّ جهد الامتلاء الضروري لدفع جدران الخلايا النباتية على الاستطالة بالمقارنة مع المعاملة بدون ري.

الجدول (7): تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في دليل المساحة الورقية لدى أصناف الفول المدروسة.

الأصناف	بدون ريّ تكميلي			مع ريّ تكميلي			متوسّط معاملات التقسية		المتوسّط الكلي للأصناف
	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	
حماة-1	1.67	1.69	**1.68**	1.80	1.92	**1.86**	1.73	1.81	**1.77**
بلدي محسّن	1.05	1.10	**1.07**	1.17	1.24	**1.21**	1.11	1.17	**1.14**
إسباني أسود	1.38	1.45	**1.42**	1.64	1.76	**1.70**	1.51	1.60	**1.56**
مالطي	1.08	1.13	**1.11**	1.39	1.40	**1.40**	1.24	1.27	**1.25**
المتوسّط	**1.30**	**1.34**	**1.32**	**1.50**	**1.58**	**1.54**	**1.40**	**1.46**	**1.43**

المتغيرات	الأصناف	معاملات الريّ	معاملات التقسية	أصناف× ريّ	أصناف× تقسية	ريّ× تقسية	أصناف× ريّ× تقسية
LSD (5%)	0.02*	0.03*	0.01*	0.06*	0.03*	0.04*	0.10*
CV (%)	1.73						

* : معنوي عند 5%، **NS**: غير معنوي، **LSD** : أقلّ فرق معنوي عند 5%، **CV**: معامل التباين.



الشكل (8) : تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط دليل المساحة الورقية لدى أصناف الفول المدروسة.

5- محتوى الماء النسبي في الأوراق (%):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنوية ($P<0.05$) في محتوى الماء النسبي للأوراق بين الأصناف، ومعاملات الريّ التكميلي، والتقسية للبذور، والتفاعلات المتبادلة، باستثناء التفاعل بين الأصناف وتقسية البذور، (الجدول، 8). تميَّز الصنف حماة-1 بأعلى قيمة لمحتوى الماء النسبي في الأوراق (72.03%)، في حين كانت أدنى قيمة لمحتوى الماء النسبي في الصنف إسباني أسود (61.26%). وبالنسبة لمعاملات الريّ، فقد سجّلت معاملة الري التكميلي أعلى قيمة لمحتوى الماء النسبي (70.50%) بالمقارنة مع المعاملة بدون ري تكميلي (62.41%)، أي بزيادة قدرها 13% عن الشاهد، وبالنسبة لتقسية البذور، فقد سجّلت معاملة تقسية البذور أعلى قيمة لمحتوى الماء النسبي (67.97%) بالمقارنة مع بدون معاملة (64.94%) أي بزيادة قدرها 4.7% عن الشاهد. وبالنسبة لتأثير التداخل بين الأصناف ومعاملات الري، فقد سجّل الصنف حماة-1 عند معاملة الري التكميلي أعلى قيمة لمحتوى الماء النسبي (75.57%)، في حين سجل الصنف إسباني اسود عند المعاملة بدون ري أدنى قيمة لمحتوى الماء النسبي (57.98%). وبالنسبة لتأثير التداخل بين معاملات الري و معاملات البذور،

فقد سُجِّلت أعلى قيمة لمحتوى الماء النسبي (72.45%) عند معاملة الري التكميلي مع معاملة البذور، في حين كانت أدنى قيمة لمحتوى الماء النسبي (61.33%) عند عدم الريّ وبدون معاملة البذور، أي بزيادة قدرها 18.1% عن الشاهد. وبالنسبة لتأثير التداخل بين الأصناف ومعاملات الري ومعاملات البذور، فقد حقّق الصنف حماة–1 عند معاملة الريّ التكميلي مع معاملة تقسية البذور أعلى قيمة لمحتوى الماء النسبي (77.13%)، وحقّق الصنف إسباني أسود عند معاملة بدون ري وبدون تقسية البذور أدنى قيمة لمحتوى الماء النسبي (57.67%)، ما يشير إلى أهميّة هاتين المعاملتين في زيادة كمية المياه المتاحة في منطقة انتشار الجذور، والممتصة من قبل النباتات، الأمر الذي يساعد في تحسين كفاءة استعمال الماء. يُعزى التباين الوراثي بين الاصناف في محتوى الماء النسبي في الاوراق، الى التباين في القدرة على حفظ الماء داخل الخلايا وتقليل الناقلية المسامية للأوراق، حيث كان الصنف حماة–1 الأعلى معنوياً في محتوى الماء النسبي في الاوراق، في حين انخفض في الاصناف الاخرى بسبب زيادة الناقلية المسامية ومعدل النتح. وتتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه الباحثون Emam وزملاؤه (2010)، حيث يعد الإجهاد المائي من أهمّ العوامل التي تؤثر في نمو النبات وتؤدّي إلى إنخفاض محتوى الماء النسبي في الأوراق. وتساعد عملية تقسية البذور في تسريع عملية الإنبات، لأنّ فرق التدرّج في الجهد المائي بين التربة والبذور المعاملة (لأنَّ سكر PEG يُخفّض الجهد المائي داخل البذرة ويصبح أكثر سلبية)،يؤدّي الى زيادة معدّل امتصاص المياه، ومن ثمّ إتمام مرحلة التّشرب Water imbibition بشكل أسرع، وبالتالي حدوث الإنبات الفيزيولوجي، بشكل أكبر وظهور البادرات فوق سطح التربة بشكل أسرع، ما يسهم في التغطية المبكرة لسطح التربة، ومن ثمّ المحافظة على محتوى التربة المائي، نتيجة تقليل معدّل فقد الماء بالتّبخر(E)، بسبب تقليل مساحة الأرض المكشوفة، فتكون كمية المياه المتاحة في التربة خلال المراحل اللاحقة أكبر، بالإضافة إلى أهمية النمو الأولي المبكر في زيادة معدّل النمو الخضري لاحقاً على مبدأ الفائدة المركّبة، حيث يساعد تشكيل مسطّح ورقي أكبر في زيادة كفاءة النبات التمثيلية، ومن ثمَّ كميّة المادة الجافة المصنّعة والمسخَّرة لنمو الجذور وتطوّرها، ما يمكِّن النباتات التي تمّ تقسية بذورها على

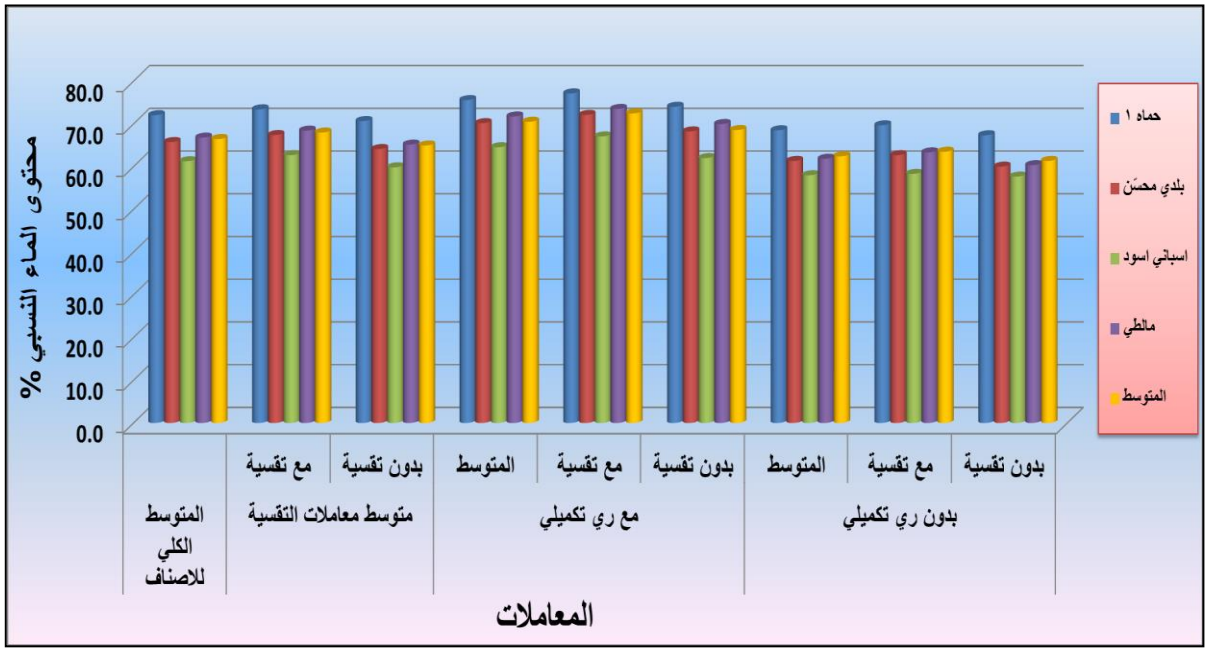
تشكيل مجموع جذري اكبر، قادراً على امتصاص كمية أكبر من ماء التربة المتاح، بشكلٍ كافٍ لتعويض الماء المفقود بالنتح والمحافظة على قيم مرتفعة من محتوى الماء النسبي في الاوراق. (AL-Ouda، 1999).

الجدول (8): تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط محتوى الماء النسبي (%) لدى أصناف الفول المدروسة.

الأصناف	بدون ريّ تكميلي			مع ريّ تكميلي			متوسّط معاملات التقسية		المتوسّط الكلي للأصناف
	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	
حماة-1	67.33	69.67	**68.50**	74.00	77.13	**75.57**	70.67	73.40	**72.03**
بلدي محسّن	60.00	62.67	**61.33**	68.24	72.10	**70.17**	64.12	67.38	**65.75**
إسباني أسود	57.67	58.30	**57.98**	62.00	67.07	**64.53**	59.83	62.68	**61.26**
مالطي	60.33	63.33	**61.83**	69.97	73.50	**71.73**	65.15	68.42	**66.78**
المتوسّط	**61.33**	**63.49**	**62.41**	**68.55**	**72.45**	**70.50**	**64.94**	**67.97**	**66.46**

المتغيرات	الأصناف	معاملات الريّ	معاملات التقسية	أصناف× ريّ	أصناف× تقسية	ريّ× تقسية	أصناف× ريّ× تقسية
LSD (5%)	0.42*	0.53*	0.32*	1.22*	0.75 NS	1.03*	2.19*
CV (%)	1.16						

* : معنوي عند 5%، **NS**: غير معنوي، **LSD** : أقلّ فرق معنوي عند 5%، **CV**: معامل التباين.



الشكل (9) : تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط محتوى الماء النسبي (%) لدى أصناف الفول المدروسة.

6- الوزن الرطب للنبات (غ):

بيَّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويّة ($P<0.05$) في الوزن الرطب للنبات بين الأصناف ومعاملات الريّ التكميلي وتقسية البذور، والتفاعلات المتبادلة، باستثناء تفاعل الأصناف مع تقسية البذور، والريّ التكميلي مع تقسية البذور (الجدول، 9).

حقّق الصنفان مالطي وحماة–1 أعلى متوسّط للوزن الرطب للنبات (43.0 غ، 42.67غ على التوالي)، بدون فروقات معنوية بينهما، في حين حقّق الصنف إسباني أسود أدنى متوسّط للوزن الرطب للنبات (32.99 غ). وبالنّسبة لمعاملات الريّ، سجّلت معاملة الريّ التكميلي أعلى متوسّط للوزن الرطب للنبات (47.13 غ) بالمقارنة مع معاملة بدون ريّ تكميلي (29.85 غ)، أي بزيادة قدرها 57.9% عن الشاهد. وبالنّسبة لمعاملات تقسية البذور، سجّلت معاملة التقسية أعلى متوسّط للوزن الرطب للنبات (41.03 غ) بالمقارنة مع معاملة بدون تقسية (22.55 غ)، أي بزيادة قدرها 14.2% عن الشاهد. وبالنّسبة لتأثير التّفاعل بين الأصناف ومعاملات الريّ، سجّل الصنف حماة–1 عند معاملة الري التكميلي أعلى متوسّط للوزن الرطب للنبات (52.67 غ)، في حين سجّل الصنف إسباني أسود عند معاملة الشاهد (بدون ري تكميلي) أدنى متوسّط للوزن الرطب للنبات (24.58 غ). وأمّا بالنّسبة لتأثير التّفاعل بين الأصناف ومعاملات الريّ ومعاملات تقسية البذور، فقد حقّق الصنف حماة–1 عند معاملة الريّ التكميلي مع معاملة تقسية البذور أعلى متوسّط للوزن الرطب للنبات (55.33 غ)، وحقّق الصنف بلدي محسّن لمعاملة بدون ريّ تكميلي وبدون تقسية البذور أدنى متوسّط للوزن الرطب للنبات (22.11 غ).

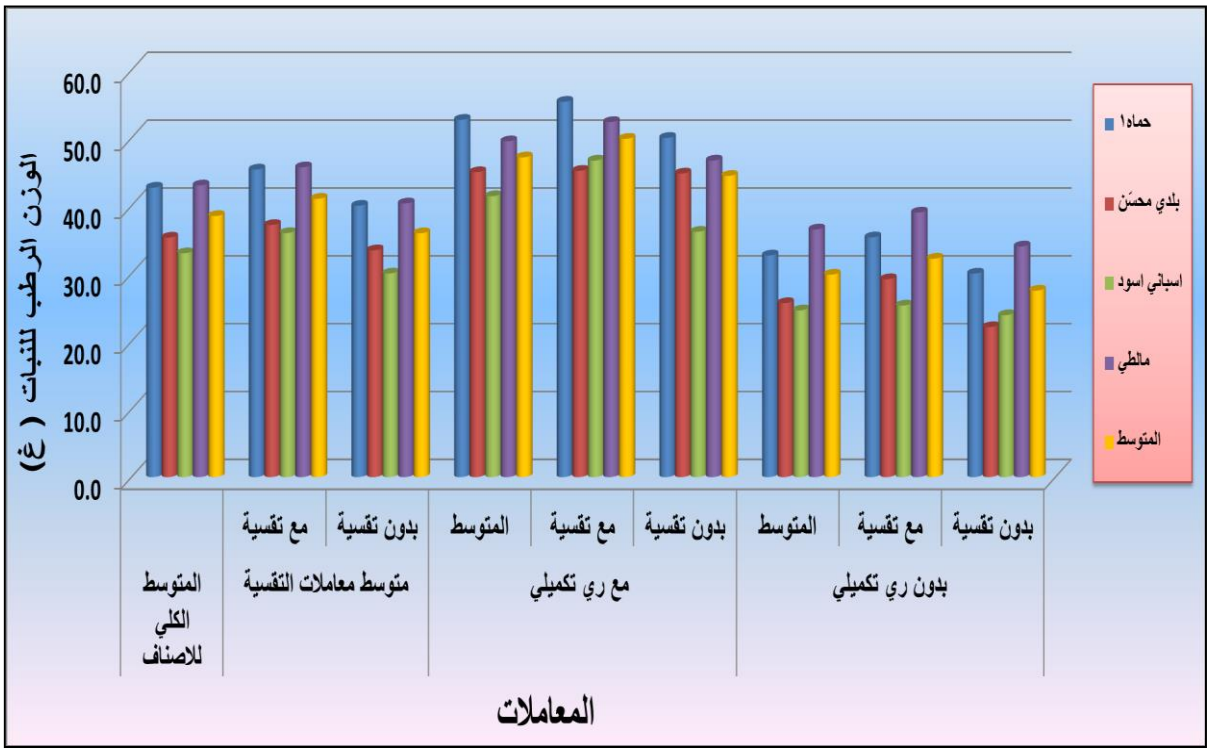
وتتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه الباحثون Emam وزملاؤه 2010، حيث يُعدّ الإجهاد المائي من أهمّ العوامل التي تؤثر في نمو النبات، وتؤدي إلى انخفاض مؤشرات النمو ومنها الوزن الرطب للنبات ويعود ذلك إلى نقص الماء نتيجة استمرَّار النتح والعمليات الحيوية وعدم تعويض الفقد من الماء المتاح بالتربة مما يؤدي إلى انخفاض كمية الماء الموجود ضمن الخلايا النباتية وبالتالي الوزن الرطب ممّا يعرض النبات للذبول .

الجدول (9): تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط الوزن الرطب للنبات (غ) لدى أصناف الفول المدروسة.

الأصناف	بدون ريّ تكميلي			مع ريّ تكميلي			متوسّط معاملات التقسية		المتوسّط الكلي للأصناف
	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	
حماة-1	30.00	35.33	**32.67**	50.00	55.33	**52.67**	40.00	45.33	**42.67**
بلدي محسّن	22.11	29.17	**25.64**	44.75	45.15	**44.95**	33.43	37.16	**35.29**
إسباني أسود	23.86	25.29	**24.58**	36.16	46.67	**41.41**	30.01	35.98	**32.99**
مالطي	34.00	39.00	**36.50**	46.67	52.33	**49.50**	40.33	45.67	**43.00**
المتوسّط	**27.49**	**32.20**	**29.85**	**44.40**	**49.87**	**47.13**	**35.94**	**41.03**	**38.49**

المتغيرات	الأصناف	معاملات الريّ	معاملات التقسية	أصناف× ريّ	أصناف× تقسية	ريّ× تقسية	أصناف× ريّ× تقسية
LSD (5%)	2.59*	2.07*	1.23*	6.37*	3.82 NS	4.04 NS	10.45*
CV (%)	7.80						

* : معنوي عند 5%، **NS**: غير معنوي، **LSD** : أقلّ فرق معنوي عند 5%، **CV**: معامل التباين.



الشكل (10) : تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط الوزن الرطب للنبات (غ) لدى أصناف الفول المدروسة.

7-الوزن الجاف للنبات (غ):

بيَّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويّة ($P<0.05$) في الوزن الجاف للنبات بين الأصناف ومعاملات الريّ التكميلي وتقسية البذور، والتفاعلات المتبادلة، باستثناء تفاعل الأصناف مع الري التكميلي، والريّ التكميلي مع تقسية البذور (الجدول، 10).

وتمَّيّز الصنف إسباني أسود بأعلى متوسّط للوزن الجاف للنبات (6.73 غ) في حين سجّل الصنف بلدي محسّن أدنى متوسّط للوزن الجاف للنبات (5.01 غ). وبالنّسبة لمعاملات الريّ سجّلت معاملة الريّ التكميلي أعلى متوسّط للوزن الجاف للنبات(7.05 غ) بالمقارنة مع المعاملة بدون ريّ تكميلي (4.34 غ)، أي بزيادة قدرها 62.4% عن الشاهد. وبالنّسبة لمعاملات تقسية البذور سجّلت معاملة تقسية البذور أعلى متوسّط للوزن الجاف للنبات (6.18 غ) بالمقارنة مع المعاملة بدون تقسية (5.21 غ)، أي بزيادة قدرها 18.6% عن الشاهد. وبالنّسبة لتأثير التّفاعل بين الأصناف ومعاملات تقسية البذور، سجّل الصنف إسباني أسود لمعاملة تقسية البذور أعلى متوسّط للوزن الجاف للنبات (7.22 غ)، في حين سجّل الصنف مالطي لمعاملة بدون تقسية البذور أدنى متوسّط للوزن الجاف للنبات (4.62 غ). وبالنّسبة لتأثير التّفاعل بين الأصناف ومعاملات الريّ ومعاملات تقسية البذور فقد حقّق الصنف إسباني أسود عند معاملة الريّ التكميلي مع معاملة تقسية البذور أعلى متوسّط للوزن الجاف للنبات (8.47 غ)، في حين سجّل الصنف مالطي لمعاملة بدون ريّ تكميلي وبدون تقسية البذور أدنى متوسّط للوزن الجاف للنبات (3.33 غ).

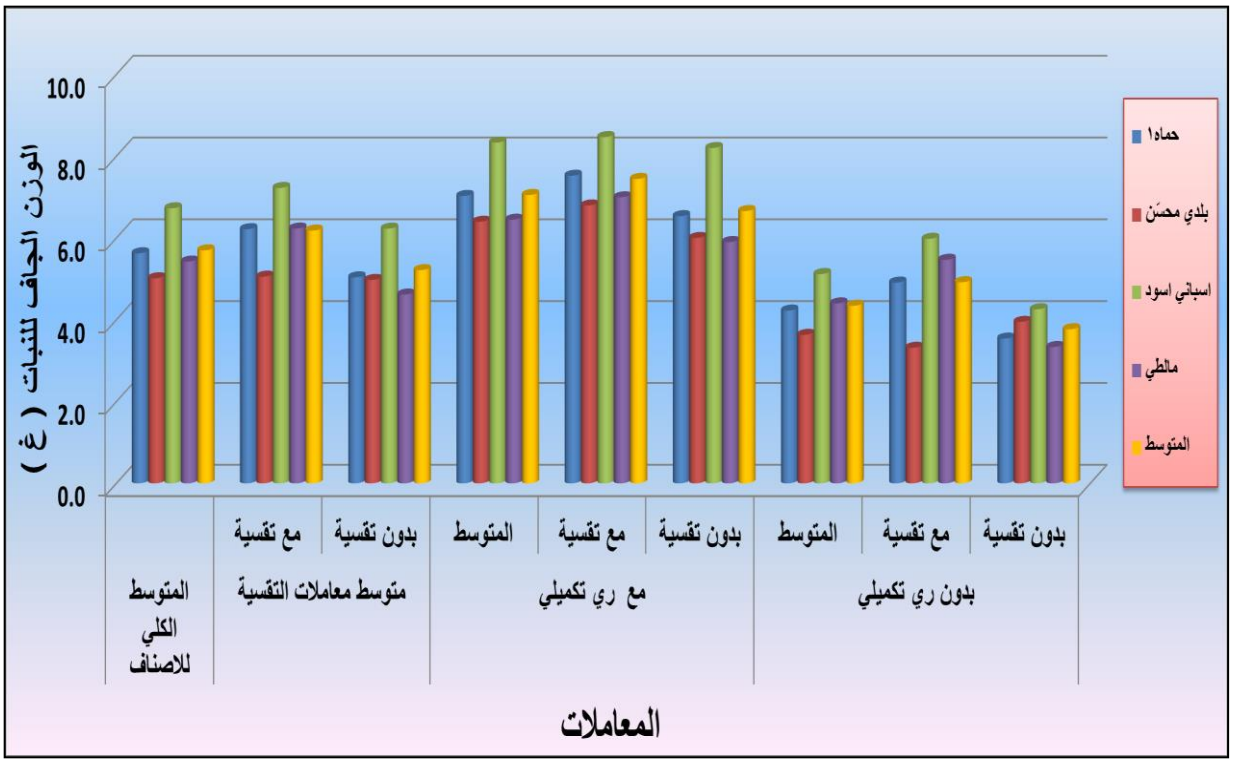
وتتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه Alderfasi و Alghamdi (2010)، حيث يؤثر الإجهاد المائي على نمو النبات ويؤدي إلى انخفاض مؤشرات النمو ومنها الوزن الجاف للنبات ويعود ذلك إلى أن نقص الماء يؤدي إلى تراجع ضغط الامتلاء داخل الخلايا وإنغلاق المسام لتقليل الماء المفقود بالنتح، ما يؤدي الى انخفاض كمية غاز الفحم CO_2 المنتشرة الى داخل الاوراق، وبالتالي انخفاض معدّل التمثيل الضوئي، ومن ثمّ انخفاض كمية المادة الجافة المصنّعة في النبات ووزن النبات الجاف الكلّي.

الجدول (10): تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط الوزن الجاف للنبات (غ) لدى أصناف الفول المدروسة.

الأصناف	بدون ريّ تكميلي			مع ريّ تكميلي			متوسّط معاملات التقسية		المتوسّط الكلي للأصناف
	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	
حماة-1	3.54	4.91	**4.22**	6.53	7.52	**7.03**	5.04	6.22	**5.63**
بلدي محسّن	3.95	3.32	**3.63**	6.00	6.80	**6.40**	4.97	5.06	**5.01**
إسباني أسود	4.26	5.98	**5.12**	8.20	8.47	**8.33**	6.23	7.22	**6.73**
مالطي	3.33	5.47	**4.40**	5.90	6.99	**6.45**	4.62	6.23	**5.42**
المتوسّط	**3.77**	**4.92**	**4.34**	**6.66**	**7.44**	**7.05**	**5.21**	**6.18**	**5.70**

المتغيرات	الأصناف	معاملات الريّ	معاملات التقسية	أصناف× ريّ	أصناف× تقسية	ريّ× تقسية	أصناف× ريّ× تقسية
LSD (5%)	0.40*	0.44*	0.21*	1.10 NS	0.61*	0.77 NS	1.79*
CV (%)	8.96						

* : معنوي عند 5%، **NS**: غير معنوي، **LSD** : أقلّ فرق معنوي عند 5%، **CV**: معامل التباين.



الشكل (11) : تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط الوزن الجاف للنبات (غ) لدى أصناف الفول المدروسة.

8- معدَّل نمو المحصول (غ.يوم$^{-1}$):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويّة ($P<0.05$) في معدَّل نمو المحصول بين الاصناف، ومعاملات الريّ التكميلي، ومعاملات تقسية البذور، والتفاعلات المتبادلة، باستثناء تفاعل الأصناف مع معاملتي الريّ والتقسية (الجدول، 11).

تمَّيّز الصنف إسباني أسود بأعلى قيمة لمعدَّل نمو المحصول (0.092 غ.يوم$^{-1}$)، في حين سجّل الصنف مالطي أدنى قيمة لمعدَّل نمو المحصول (0.076 غ.يوم$^{-1}$). وبالنّسبة لمعاملات الريّ، فقد سجّلت معاملة الريّ التكميلي أعلى قيمة لمعدَّل نموّ المحصول (0.105 غ.يوم$^{-1}$) بالمقارنة مع المعاملة بدون ريّ تكميلي (0.059 غ.يوم$^{-1}$)، أي بزيادة قدرها 78.0% عن الشاهد، ما يشير الى أهمية إتاحة الماء لزيادة معدّل نموّ النباتات وتطوّرها. وبالنّسبة لمعاملات تقسية البذور سجّلت معاملة تقسية البذور أعلى قيمة لمعدَّل نمو المحصول (0.09 غ.يوم$^{-1}$) بالمقارنة مع معاملة بدون تقسية (0.07 غ.يوم$^{-1}$) أي بزيادة قدرها 28.6% عن الشاهد. وبالنّسبة لتأثير التّفاعل بين معاملات الريّ و معاملات التقسية سجّلت معاملة الريّ التكميلي مع معاملة تقسية البذور أعلى قيمة لمعدَّل نمو المحصول (0.116 غ.يوم$^{-1}$)، في حين سجّلت معاملة بدون ريّ تكميلي وبدون تقسية البذور أدنى قيمة لمعدَّل نمو المحصول (0.052 غ.يوم$^{-1}$)، أي بزيادة قدرها 123.1% عن الشاهد (بدون ري تكميلي وبدون تقسية بذور). وبالنّسبة لتأثير التّفاعل بين الأصناف ومعاملات الريّ ومعاملات تقسية البذور، حقّق الصنفان إسباني أسود وبلدي محسّن عند معاملة الريّ التكميلي مع معاملة تقسية البذور أعلى قيمة لمعدَّل نمو المحصول (0.123 غ.يوم$^{-1}$)، في حين سجّل كل من الصنفين حماة–1 وبلدي محسّن عند معاملة بدون ريّ تكميلي و بدون تقسية البذور أدنى قيمة لمعدَّل نمو المحصول (0.051 غ.يوم$^{-1}$).

يُعزى التباين الوراثي بين الاصناف في معدّل نمو المحصول، الى التباين في القدرة على زيادة كفاءة استعمال الماء في ظروف الجفاف، وبالتالي استمرار عملية التمثيل الضوئي وتصنيع المادة الجافة، وتراكم هذه المواد الضرورية لنمو النبات وتطوره.

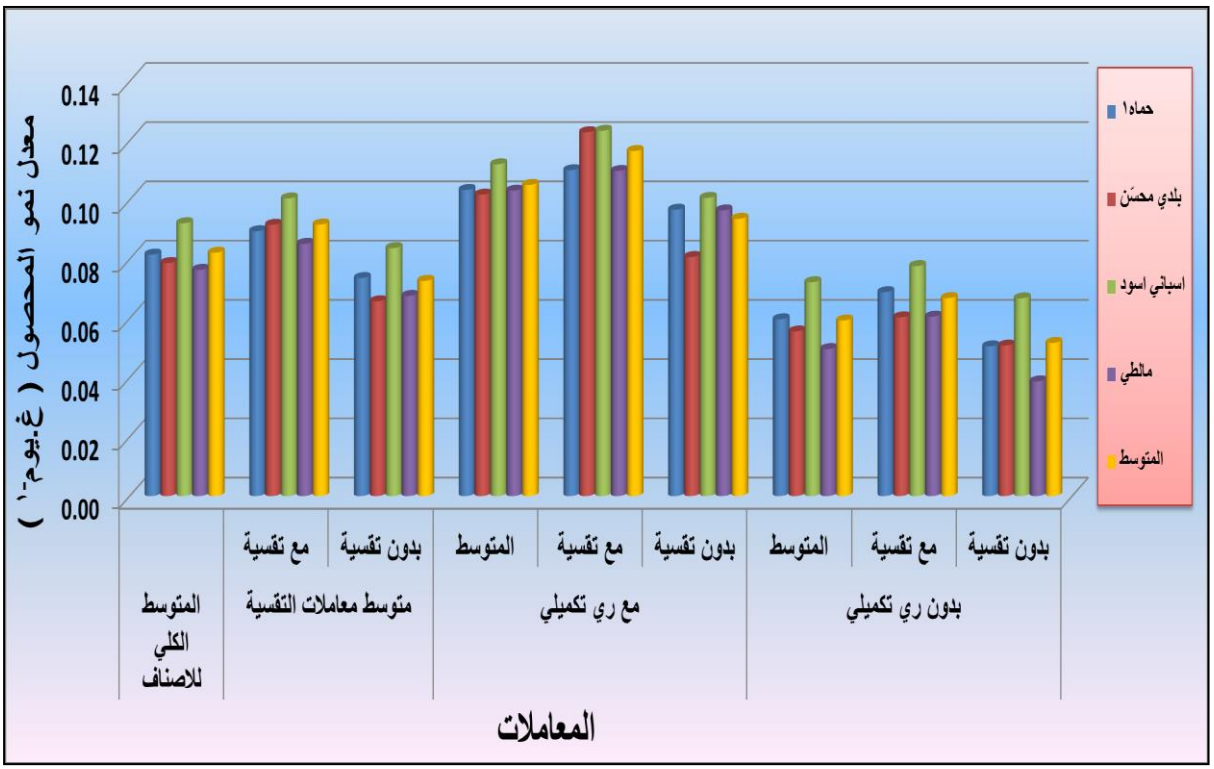
وتتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه Girma و Haile (2014)، حيث يؤثر الإجهاد المائي في نمو النبات وتطوره، حيث يؤدي انخفاض الماء المتاح للنبات الى اغلاق المسام في الأوراق لتقليل الناقلية المسامية للحفاظ على الماء داخل النبات، ما يؤدي الى انخفاض دخول غاز الفحم الى النبات، وتراجع عملية التمثيل الضوئي وتشكيل المادة الجافة في النبات وتراكمها، ما يسبّب تراجع معدَّل نمو المحصول. وأدّت تقسية البذور ومن خلال مبدأ الفائدة المركبة، الى زيادة نسبة الانبات، وسرعة نمو النبات وتكوين مجموع خضري جيد، ومن ثمّ زيادة معدّل التمثيل الضوئي، وتراكم المادة الجافة في النبات، ما أدّى الى تحقيق معدّل نموّ اكبر بالمقارنة مع نباتات الشاهد Muhammad Arif وزملاؤه (2010).

الجدول (11): تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في معدَّل نمو المحصول (غ.يوم$^{-1}$) لدى أصناف الفول المدروسة.

الأصناف	بدون ريّ تكميلي			مع ريّ تكميلي			متوسّط معاملات التقسية		المتوسّط الكلي للأصناف
	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	
حماة-1	0.051	0.069	**0.060**	0.097	0.110	**0.103**	0.07	0.09	**0.082**
بلدي محسّن	0.051	0.060	**0.056**	0.081	0.123	**0.102**	0.07	0.09	**0.079**
إسباني أسود	0.067	0.078	**0.072**	0.101	0.123	**0.112**	0.08	0.10	**0.092**
مالطي	0.039	0.061	**0.050**	0.096	0.110	**0.103**	0.07	0.09	**0.076**
المتوسّط	**0.052**	**0.067**	**0.059**	**0.094**	**0.116**	**0.105**	**0.07**	**0.09**	**0.082**

المتغيرات	الأصناف	معاملات الريّ	معاملات التقسية	أصناف× ريّ	أصناف× تقسية	ريّ× تقسية	أصناف× ريّ× تقسية
LSD (5%)	0.006*	0.009*	0.002*	0.019 NS	0.008 NS	0.013*	0.029*
CV (%)	6.373						

* : معنوي عند 5%، **NS**: غير معنوي، **LSD** : أقلّ فرق معنوي عند 5%، **CV**: معامل التباين.



الشكل (12): تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في معدَّل نمو المحصول (غ.يوم$^{-1}$) لدى أصناف الفول المدروسة.

9- محتوى الكلوروفيل a في الأوراق (مغ.غ$^{-1}$ وزن رطب):

اظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويّة ($P<0.05$) في محتوى الكلوروفيل a في الأوراق بين الاصناف، ومعاملات الريّ التكميلي، وتقسية البذور، والتفاعلات المتبادلة، باستثناء تفاعل الريّ مع التقسية، وتفاعل الاصناف والريّ والتقسية (الجدول، 12).

سجّل الصنف إسباني أسود معنويّاً أعلى محتوى من الكلوروفيل a في الأوراق (3.45 مغ.غ$^{-1}$) بالمقارنة مع الأصناف الأخرى، في حين سجّل الصنف بلدي محسّن معنويّاً أدنى محتوى من الكلوروفيل a في الأوراق (2.07 مغ.غ$^{-1}$). بالنّسبة لمعاملات الريّ، فقد سجّلت معاملة الريّ التكميلي معنويّاً أعلى قيمة لمحتوى الكلوروفيل a في الأوراق (2.9 مغ.غ$^{-1}$) بالمقارنة مع المعاملة بدون ريّ تكميلي (2.63 مغ.غ$^{-1}$)، بزيادة قدرها 10.3%. وبالنّسبة لمعاملات تقسية البذور، فقد سجّلت معاملة تقسية البذور معنويّاً أعلى قيمة لمحتوى الكلوروفيلa في الأوراق (2.80 مغ.غ$^{-1}$) بالمقارنة مع المعاملة بدون تقسية البذور (2.72 مغ.غ$^{-1}$) بزيادة قدرها 2.9%. بالنّسبة لتأثير التّفاعل بين الأصناف ومعاملات الريّ، فقد سجّل الصنف إسباني أسود عند معاملة الريّ التكميلي أعلى قيمة لمحتوى الكلوروفيل a في الأوراق

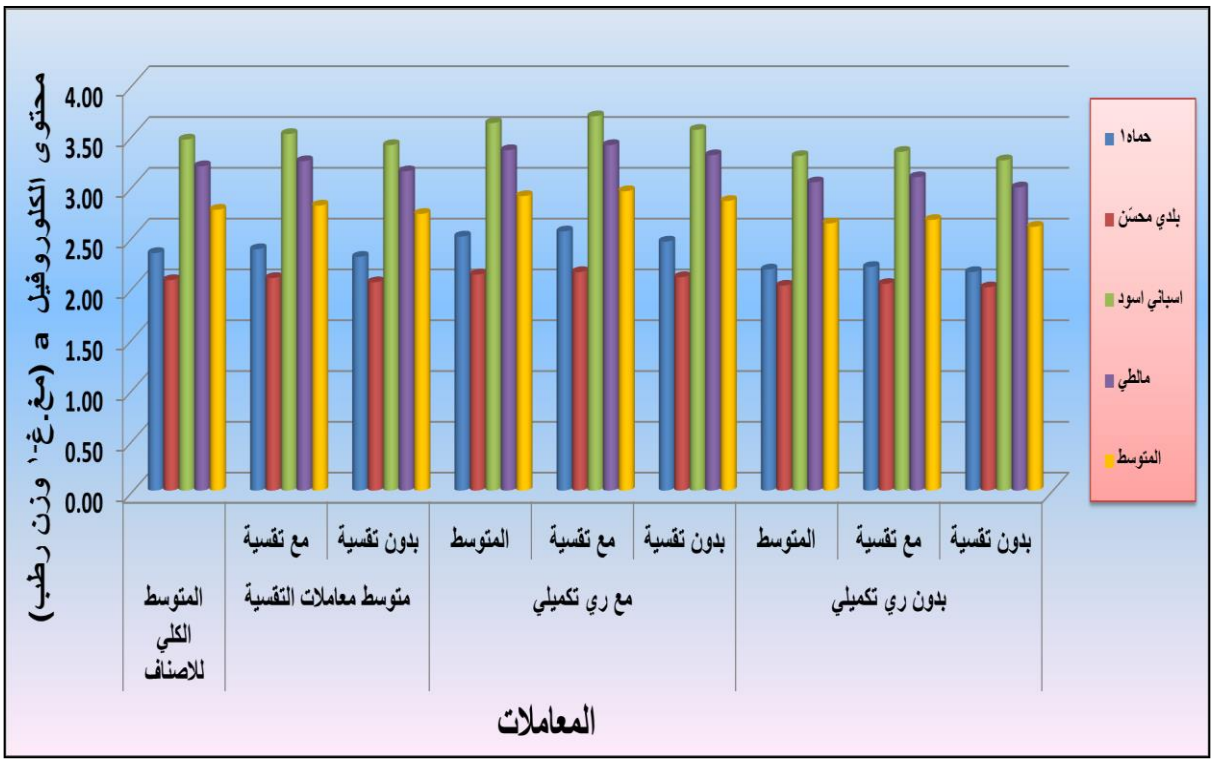
(3.62 مغ.غ$^{-1}$)، في حين سجّل الصنف بلدي محسّن عند معاملة بدون ريّ تكميلي معنويّاً أدنى قيمة لمحتوى الكلوروفيل a في الأوراق (2.02 مغ.غ$^{-1}$). وبالنّسبة لتأثير التّفاعل بين الأصناف ومعاملات تقسية البذور، فقد سجّل الصنف إسباني أسود عند معاملة تقسية البذور معنويّاً أعلى قيمة لمحتوى الكلوروفيل a في الأوراق (3.51 مغ.غ$^{-1}$)، في حين سجّل الصنف بلدي محسّن عند معاملة بدون تقسية البذور معنويّاً أدنى قيمة لمحتوى الكلوروفيل a في الأوراق (2.05 مغ.غ$^{-1}$).

الجدول (12): تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط محتوى الكلوروفيل a في الأوراق (مغ.غ$^{-1}$ وزن رطب) لدى أصناف الفول المدروسة.

الأصناف	بدون ريّ تكميلي			مع ريّ تكميلي			متوسّط معاملات التقسية		المتوسّط الكلي للأصناف
	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	
حماة-1	2.15	2.20	**2.18**	2.45	2.55	**2.50**	2.30	2.38	**2.34**
بلدي محسّن	2.00	2.03	**2.02**	2.10	2.15	**2.13**	2.05	2.09	**2.07**
إسباني أسود	3.25	3.33	**3.29**	3.55	3.68	**3.62**	3.40	3.51	**3.45**
مالطي	2.98	3.08	**3.03**	3.30	3.40	**3.35**	3.14	3.24	**3.19**
المتوسّط	**2.60**	**2.66**	**2.63**	**2.85**	**2.95**	**2.90**	**2.72**	**2.80**	**2.76**

المتغيرات	الأصناف	معاملات الريّ	معاملات التقسية	أصناف× ريّ	أصناف× تقسية	ريّ× تقسية	أصناف× ريّ× تقسية
LSD (5%)	0.04*	0.02*	0.01*	0.08*	0.05*	0.04 NS	0.13 NS
CV (%)	0.90						

* : معنوي عند 5%، **NS**: غير معنوي، **LSD** : أقلّ فرق معنوي عند 5%، **CV**: معامل التباين.



الشكل (13) : تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط محتوى الكلوروفيل a في الأوراق (مغ.غ$^{-1}$ وزن رطب) لدى أصناف الفول المدروسة.

10- محتوى الكلوروفيل b في الأوراق (مغ.غ$^{-1}$ وزن رطب):

اظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويّة ($P<0.05$) في محتوى الكلوروفيل b في الأوراق بين الاصناف، ومعاملات الريّ التكميلي، وتقسية البذور (الجدول، 13).

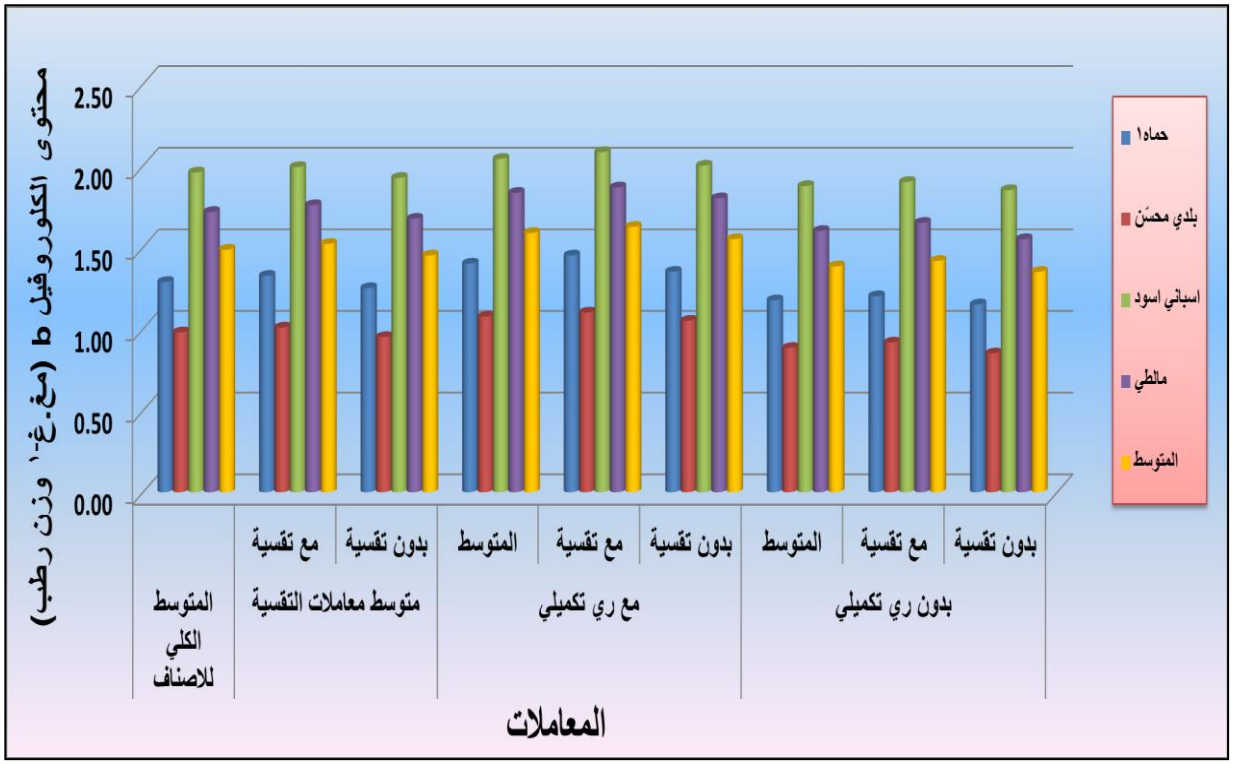
بالنّسبة للأصناف سجّل الصنف إسباني أسود معنويّاً أعلى محتوى من الكلوروفيل b في الأوراق (1.96 مغ.غ$^{-1}$) بالمقارنة مع الأصناف الأخرى، في حين سجّل الصنف بلدي محسّن معنويّاً أدنى محتوى من الكلوروفيلb في الأوراق (0.98 مغ.غ$^{-1}$). بالنّسبة لمعاملات الريّ فقد سجّلت معاملة الريّ التكميلي معنوياً أعلى قيمة لمحتوى الكلوروفيلb في الأوراق (1.59 مغ.غ$^{-1}$) بالمقارنة مع المعاملة بدون ريّ تكميلي (1.38 مغ.غ$^{-1}$)، أي بزيادة قدرها 15.2%. وبالنّسبة لمعاملات تقسية البذور فقد سجّلت معاملة تقسية البذور معنوياً أعلى قيمة لمحتوى الكلوروفيلb في الأوراق (1.52 مغ.غ$^{-1}$) بالمقارنة مع المعاملة بدون تقسية (1.45 مغ.غ$^{-1}$) أي بزيادة قدرها 4.8%.

الجدول (13): تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط محتوى الكلوروفيل b في الأوراق (مغ.غ$^{-1}$ وزن رطب) حسب أصناف الفول المدروسة.

الأصناف	بدون ريّ تكميلي			مع ريّ تكميلي			متوسّط معاملات التقسية		المتوسّط الكلي للأصناف
	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	
حماة-1	1.15	1.20	**1.18**	1.35	1.45	**1.40**	1.25	1.33	**1.29**
بلدي محسّن	0.85	0.92	**0.88**	1.05	1.10	**1.08**	0.95	1.01	**0.98**
إسباني أسود	1.85	1.90	**1.88**	2.00	2.08	**2.04**	1.93	1.99	**1.96**
مالطي	1.55	1.65	**1.60**	1.80	1.87	**1.83**	1.68	1.76	**1.72**
المتوسّط	**1.35**	**1.42**	**1.38**	**1.55**	**1.63**	**1.59**	**1.45**	**1.52**	**1.49**

المتغيرات	الأصناف	معاملات الريّ	معاملات التقسية	أصناف× ريّ	أصناف× تقسية	ريّ× تقسية	أصناف× ريّ× تقسية
LSD (5%)	0.04*	0.04*	0.02*	0.10 ^{NS}	0.05 ^{NS}	0.06 ^{NS}	0.15 ^{NS}
CV (%)	2.66						

* : معنوي عند 5%، **NS**: غير معنوي، **LSD** : أقلّ فرق معنوي عند 5%، **CV**: معامل التباين.



الشكل (14): تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط محتوى الكلوروفيل b في الأوراق (مغ.غ$^{-1}$ وزن رطب) لدى أصناف الفول المدروسة.

11- نسبة الكلوروفيل a/b في الأوراق:

اظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويّة ($P<0.05$) في نسبة الكلوروفيل a/b في الأوراق بين الاصناف، ومعاملات الريّ التكميلي، والتقسية، وتفاعل الأصناف مع معاملات الريّ فقط (الجدول، 14). حيث حقّق الصنف بلدي محسّن معنويّاً أعلى نسبة كلوروفيل a/b في الأوراق (2.13) بالمقارنة مع الأصناف الأخرى، في حين حقّق الصنف إسباني أسود معنويّاً أدنى نسبة كلوروفيل a/b في الأوراق (1.72). بالنّسبة لمعاملات الريّ، فقد سجّلت معاملة بدون ريّ تكميلي معنوياً أعلى قيمة لنسبة الكلوروفيل a/b في الأوراق (1.95) بالمقارنة مع معاملة الريّ التكميلي (1.82)، أي بانخفاض بلغ 6.7 % عن الشاهد وبفروقاتٍ معنويّة بينهما. وبالنّسبة لمعاملات تقسية البذور فقد سجّلت معاملة بدون تقسية معنوياً أعلى قيمة لنسبة الكلوروفيل a/b في الأوراق (1.91) بالمقارنة مع معاملة تقسية البذور (1.86)، أي بانخفاض بلغ 2.6 % عن الشاهد وبفروقاتٍ معنويّة بينهما. بالنّسبة لتأثير التّفاعل بين الأصناف ومعاملات الريّ، فقد سجّل الصنف بلدي محسن عند معاملة بدون ريّ تكميلي أعلى قيمة لنسبة الكلوروفيل a/b في الأوراق (2.29)، وسجّل بالمقابل الصنف إسباني أسود عند معاملة الريّ التكميلي أدنى قيمة لنسبة الكلوروفيل a/b في الأوراق (1.68).

تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه الباحث Singer وزملاؤه 2001، حيث ازدادت قيمة نسبة الكلوروفيل a/b مع ازدياد الإجهاد المائي، ويعزى ذلك إلى أنَّ نسبة الانخفاض في محتوى الأوراق من الكلوروفيل a تحت ظروف الاجهاد المائي (بدون ري تكميلي) بالمقارنة مع الري التكميلي كانت أقلّ (10.3%) بالمقارنة مع نسبة الانخفاض في محتوى الأوراق من الكلوروفيل b (15.2%)، لذلك كان مقدار التراجع في جزيئات الكلوروفيل b أكبر بالمقارنة مع الكلوروفيل a، ما أدّى إلى ازدياد نسبة الكلوروفيل a/b تحت ظروف الاجهاد المائي (بدون ري). أيّ أنَّ جزيئات الكلوروفيل a أكثر استقراراً. وأدّى الإجهاد المائي إلى غلق المسام في الأوراق وارتفاع درجة حرارتها، مايؤدي إلى تثبيط عملية التمَّثيل الضوئي وحدوث التثبيط الضوئي وتكوّن الاكسجين المفرد، الذي يعمل على اكسدة جزيئات الكلوروفيل

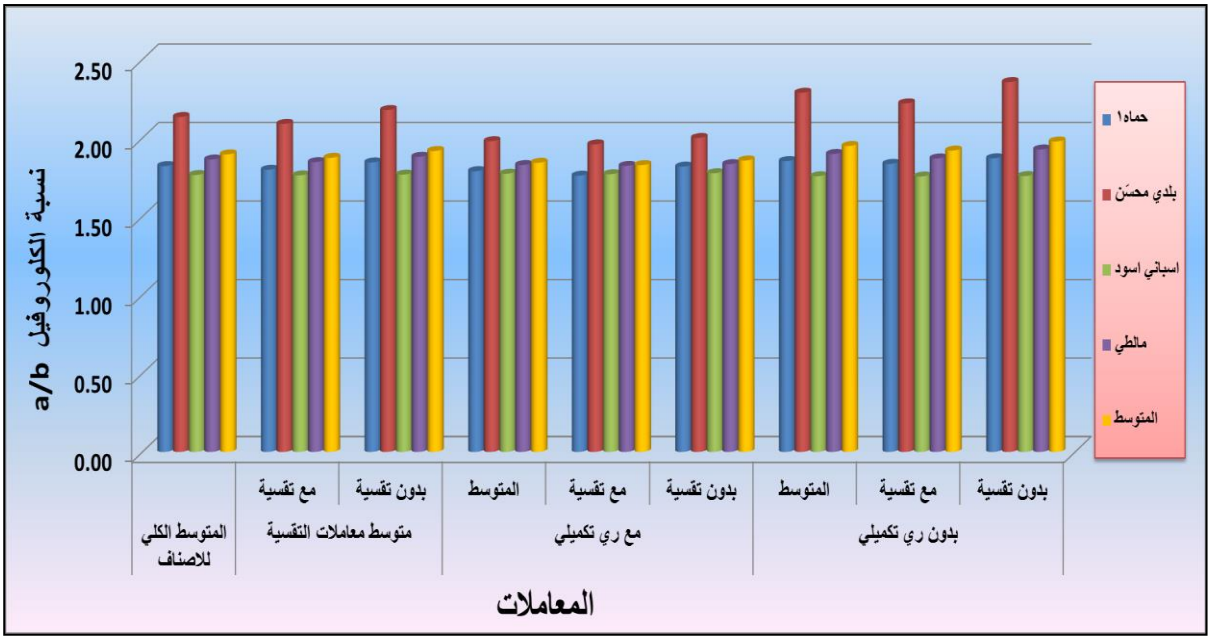
وتخريبها، بالإضافة إلى زيادة تراكم انزيم Chlorophyllase المفكك للكلوروفيل. وإنَّ جزيئات الكلوروفيلa أكثر حساسية للإجهادات اللاأحيائية من الكلوروفيل b، حيث تقوم جزيئات الكلوروفيلa بتلقّي الفوتونات الضوئية مباشرة من الكاروتينات ونقلها الى جزيئات الكلوروفيل b، بما يتناسب مع كفاءة النبات التمثيلية.

الجدول (14): تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط نسبة الكلوروفيل a/b في الأوراق لدى أصناف الفول المدروسة.

الأصناف	بدون ريّ تكميلي			مع ريّ تكميلي			متوسّط معاملات التقسية		المتوسّط ال كلي للأصناف
	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	
حماة-1	1.87	1.83	**1.85**	1.82	1.76	**1.79**	1.84	1.80	**1.82**
بلدي محسّن	2.36	2.22	**2.29**	2.00	1.96	**1.98**	2.18	2.09	**2.13**
إسباني أسود	1.76	1.75	**1.76**	1.70	1.66	**1.68**	1.73	1.71	**1.72**
مالطي	1.93	1.87	**1.90**	1.83	1.82	**1.83**	1.88	1.85	**1.86**
المتوسّط	**1.98**	**1.92**	1.95	**1.84**	**1.80**	1.82	**1.91**	**1.86**	**1.88**

المتغيرات	الأصناف	معاملات الريّ	معاملات التقسية	أصناف× ريّ	أصناف× تقسية	ريّ× تقسية	أصناف× ريّ× تقسية
LSD (5%)	0.07*	0.05*	0.02*	0.16*	0.09 NS	0.09 NS	0.25 NS
CV (%)	3.24						

* : معنوي عند 5%، **NS**: غير معنوي، **LSD** : أقلّ فرق معنوي عند 5%، **CV**: معامل التباين.



الشكل (15): **تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في نسبة الكلوروفيل a/b في الأوراق لدى أصناف الفول المدروسة.**

ثانياً : الصفات المرتبطة بالغلَّة البذريّة:

1- متوسّط عدد القرون في النبات (قرن.نبات$^{-1}$) :

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويّة ($P<0.05$) في متوسّط عدد القرون في النبات بين الأصناف، ومعاملات الريّ، وتقسية البذور فقط، في حين لم تكن الفروقات معنوية بين التفاعلات المتبادلة بينها (الجدول، 15).

تمَّيّز الصنف إسباني أسود بأعلى متوسّط عدد قرون في النبات(18.58 قرن.نبات$^{-1}$) بالمقارنة مع الأصناف الأخرى، في حين تمَّيّز الصنف حماة-1 بأدنى متوسّط عدد قرون في النبات (13.75 قرن.نبات$^{-1}$). ويُعزى ذلك الى تفوّق الصنف اسباني اسود في معدل نمو المحصول وتكوين المادة الجافة في النبات، ماساعد النبات على تكوين عدد أكبر من الأزهار وبالتالي تشكيل قرون أكثر من بقية الاصناف لاحقاً.

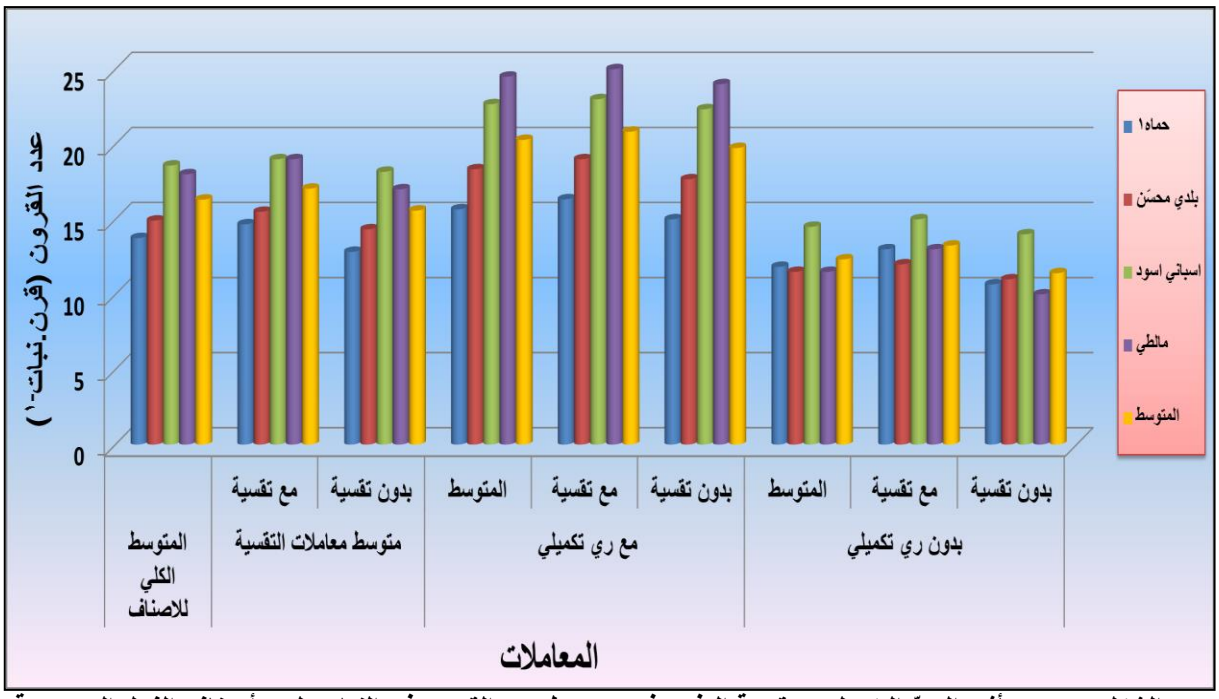
الجدول (15): تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط عدد القرون في النبات لدى أصناف الفول المدروسة.

الأصناف	بدون ريّ تكميلي			مع ريّ تكميلي			متوسّط معاملات التقسية		المتوسّط الكلي للأصناف
	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	
حماة-1	10.67	13.00	**11.83**	15.00	16.33	**15.67**	12.83	14.67	**13.75**
بلدي محسّن	11.00	12.00	**11.50**	17.67	19.00	**18.33**	14.33	15.50	**14.92**
إسباني أسود	14.00	15.00	**14.50**	22.33	23.00	**22.67**	18.17	19.00	**18.58**
مالطي	10.00	13.00	**11.50**	24.00	25.00	**24.50**	17.00	19.00	**18.00**
المتوسّط	**11.42**	**13.25**	**12.33**	**19.75**	**20.83**	**20.29**	**15.58**	**17.04**	**16.31**

المتغيرات	الأصناف	معاملات الريّ	معاملات التقسية	أصناف× ريّ	أصناف× تقسية	ريّ× تقسية	أصناف× ريّ× تقسية
LSD (5%)	1.02*	2.88*	0.94*	5.03 NS	2.06 NS	4.39 NS	8.21 NS
CV (%)	14.16						

* : معنوي عند 5%، **NS**: غير معنوي، **LSD** :أقلّ فرق معنوي عند 5% ، **CV** :معامل التباين.

بالنّسبة لمعاملات الريّ، فقد سجّلت معاملة الريّ التكميلي أعلى متوسّط عدد قرون في النبات (20.29 قرن.نبات−1) بالمقارنة مع المعاملة بدون ريّ تكميلي (12.33 قرن.نبات−1)، أي بزيادة قدرها 64.6% عن الشاهد، ما يشير إلى أهمية إتاحة المياه لزيادة الغلة البذرية من خلال زيادة عدد القرون في النبات. وبالنّسبة لمعاملات تقسية البذور، فقد سجّلت معاملة التقسية أعلى متوسّط عدد قرون في النبات (17.04 قرن.نبات−1) بالمقارنة مع معاملة بدون تقسية، حيث سجّلت (15.58 قرن.نبات−1)، أي بزيادة قدرها 9.4% عن الشاهد.



الشكل (16) : تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط عدد القرون في النبات لدى أصناف الفول المدروسة.

2- متوسّط طول القرن في النبات (سم):

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويّة ($P<0.05$) في متوسّط طول القرن في النبات بين معاملتي الريّ وتقسية البذور فقط، في حين لم تكن الفروقات معنوية بين الأصناف، والتفاعلات المتبادلة (الجدول، 16).

سجّل الصنف إسباني أسود ظاهرياً أعلى متوسّط لطول القرن (7.63 سم)، في حين سجّل الصنف بلدي محسّن أدنى متوسّط لطول القرن (6.57 سم)، عموماً تترافق زيادة طول القرن مع زيادة عدد البذور المتشكلة فيه، وبالنّسبة لمعاملات الريّ، فقد سجّلت معاملة الريّ التكميلي معنوياً أعلى متوسّط لطول

القرن (7.84 سم) بالمقارنة مع المعاملة بدون ريّ تكميلي (6.24 سم)، أي بزيادة قدرها 25.6%. وبالنّسبة لمعاملات تقسية البذور، فقد سجّلت معاملة تقسية البذور معنوياً أعلى متوسّط لطول القرن (7.29 سم)، بالمقارنة مع المعاملة بدون تقسية البذور (6.80 سم)، أي بزيادة قدرها 7.2%. وبالنّسبة لتأثير التّفاعل بين الأصناف ومعاملات الريّ ومعاملات تقسية البذور، فقد سجّل الصنف إسباني أسود عند معاملة الريّ التكميلي وتقسية البذور ظاهريّاً أعلى متوسّط لطول القرن (8.90 سم) بالمقارنة مع باقي التفاعلات الاخرى.

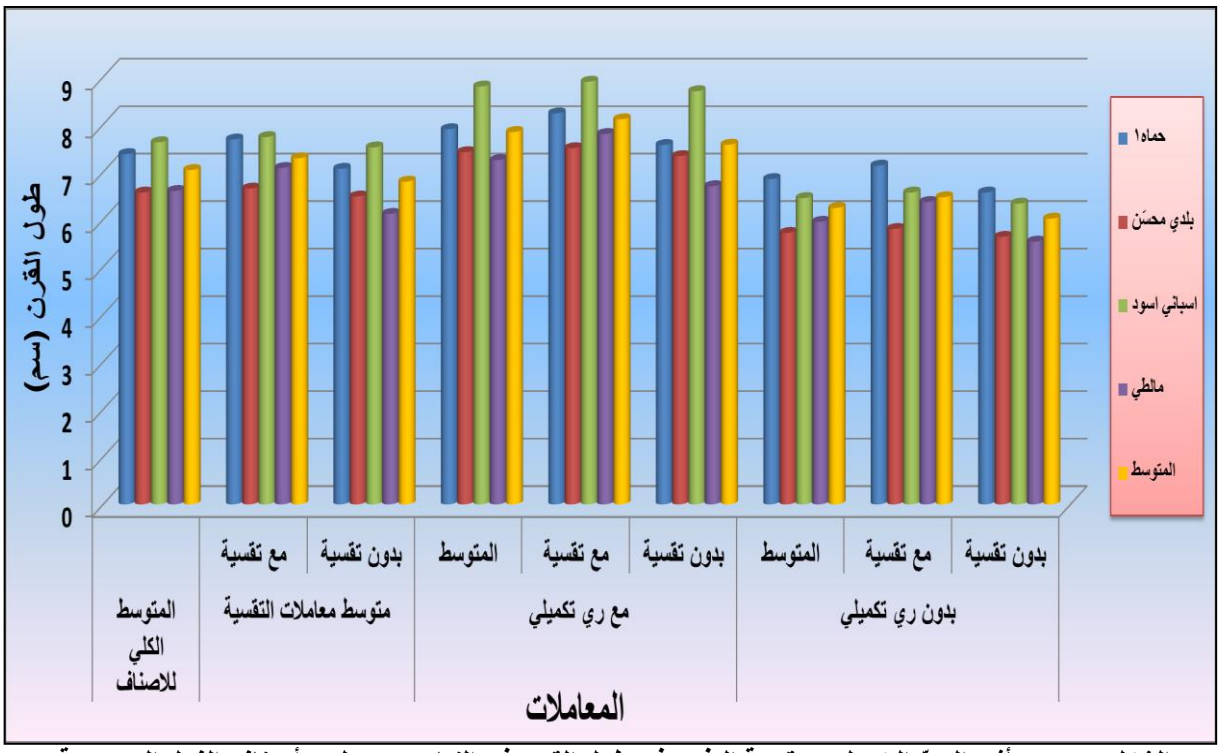
الجدول (16): تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط طول القرن في النبات (سم) لدى أصناف الفول المدروسة.

الأصناف	بدون ريّ تكميلي			مع ريّ تكميلي			متوسّط معاملات التقسية		المتوسّط الكلي للأصناف
	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	
حماة-1	6.57	7.13	**6.85**	7.57	8.23	**7.90**	7.07	7.68	**7.38**
بلدي محسّن	5.63	5.80	**5.72**	7.33	7.50	**7.42**	6.48	6.65	**6.57**
إسباني أسود	6.33	6.57	**6.45**	8.70	8.90	**8.80**	7.52	7.73	**7.63**
مالطي	5.53	6.37	**5.95**	6.70	7.80	**7.25**	6.12	7.08	**6.60**
المتوسّط	**6.02**	**6.47**	**6.24**	**7.58**	**8.11**	**7.84**	**6.80**	**7.29**	**7.04**

المتغيرات	الأصناف	معاملات الريّ	معاملات التقسية	أصناف× ريّ	أصناف× تقسية	ريّ× تقسية	أصناف× ريّ× تقسية
LSD (5%)	0.73^{NS}	0.86*	0.31*	2.05^{NS}	1.04^{NS}	1.34^{NS}	3.19^{NS}
CV (%)	10.69						

* : معنوي عند 5% ، **NS**: غير معنوي، **LSD** :أقلّ فرق معنوي عند 5%، **CV** : معامل التباين.

وتتوافق النتائج السابقة مع ما توصل إليه Al-Suhaibani (2009)، في تأثير الإجهاد المائي في نمو وطول القرن الواحد، ويعود ذلك إلى أنَّ نقص الماء المتاح للنبات يؤدي إلى انخفاض ضغط الامتلاء ضمن الخلايا النباتية، ما يِدي الى انخفاض استطالة الخلايا في القرون وتطورها، وبالتالي انخفاض طول القرن. كما أن معاملة البذور قبل الزراعة تؤدي إلى زيادة مقدرة النبات على تحمّل الجفاف والاستمرار في النمو والعمليات الحيوية التي من شأنها زيادة نمو وطول القرون في النبات (Basra وزملاؤه،2003).



الشكل (17) : تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في طول القرن في النبات (سم) لدى أصناف الفول المدروسة.

3- متوسّط عدد البذور في القرن (بذرة.قرن$^{-1}$):

بيّنت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويّة ($P<0.05$) في متوسّط عدد البذور في القرن بين الأصناف، ومعاملات الريّ، وتقسية البذور فقط، في حين لم تكن الفروقات معنوية بين التفاعلات المتبادلة بينها (الجدول، 17).

تمَّيّز الصنف حماة–1 بمتوسّط عدد البذور في القرن الأعلى معنويّاً (4.00 بذرة.قرن$^{-1}$)، في حين كان متوسط عدد البذور في القرن الأدنى معنويّاً لدى الصنف بلدي مُحسّن (2.33 بذرة.قرن$^{-1}$). بالنّسبة لمعاملات الريّ، فقد سجّلت معاملة الريّ التكميلي معنويّاً أعلى متوسّط لعدد البذور في القرن (3.50 بذرة.قرن$^{-1}$) بالمقارنة مع معاملة بدون ريّ تكميلي (2.46 بذرة.قرن$^{-1}$)، أي بزيادة قدرها 42.3%. وبالنّسبة لمعاملات تقسية البذور، فقد سجّلت معاملة تقسية البذور معنويّاً أعلى متوسّط لعدد البذور في القرن (3.29 بذرة.قرن$^{-1}$)، بالمقارنة مع المعاملة بدون تقسية البذور (2.67 بذرة.قرن$^{-1}$)، أي بزيادة قدرها 23.2%.

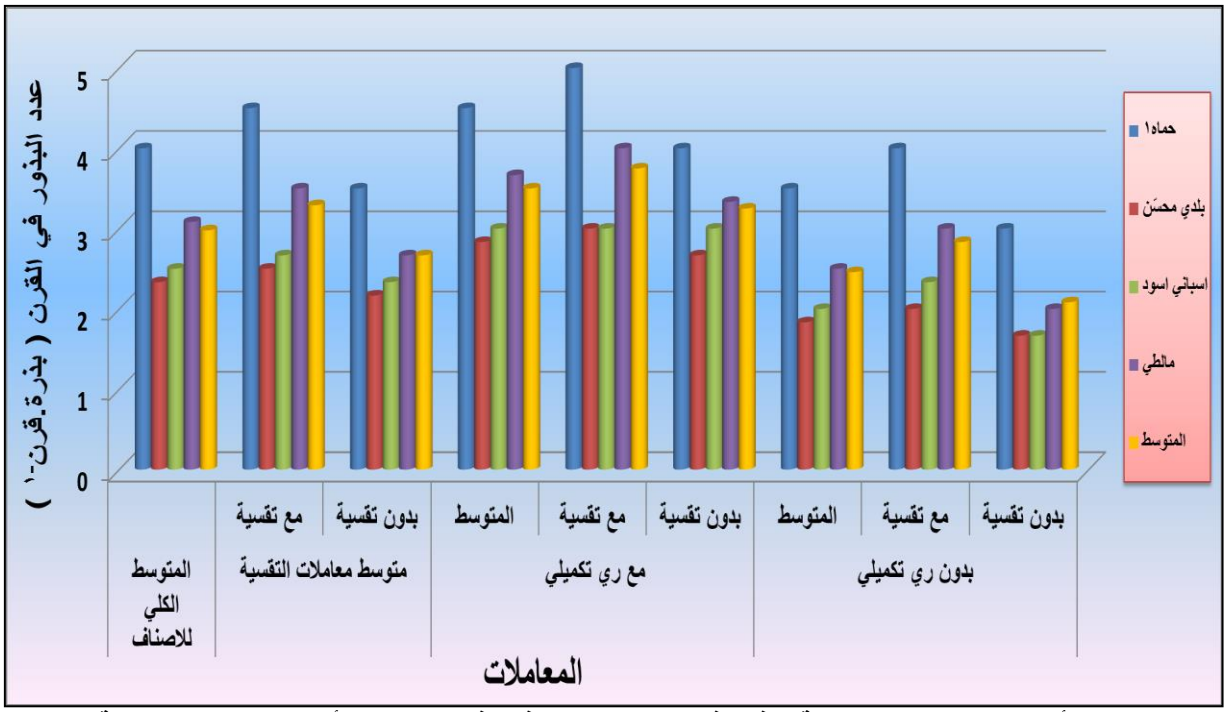
وبالنّسبة لتأثير التّفاعل بين الأصناف ومعاملات الريّ ومعاملات تقسية البذور، فقد كانت الفروق ظاهريّة، وسجّل الصنف حماة–1 عند معاملة الريّ التكميلي وتقسية البذور ظاهريّاً أعلى متوسّط لعدد البذور في القرن (5.00 بذرة.قرن$^{-1}$)، بالمقارنة مع التفاعلات الأخرى.

الجدول (17): تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط عدد البذور في القرن لدى أصناف الفول المدروسة.

الأصناف	بدون ريّ تكميلي			مع ريّ تكميلي			متوسّط معاملات التقسية		المتوسّط الكلي للأصناف
	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	
حماة-1	3.00	4.00	**3.50**	4.00	5.00	**4.50**	3.50	4.50	**4.00**
بلدي محسّن	1.67	2.00	**1.83**	2.67	3.00	**2.83**	2.17	2.50	**2.33**
إسباني أسود	1.67	2.33	**2.00**	3.00	3.00	**3.00**	2.33	2.67	**2.50**
مالطي	2.00	3.00	**2.50**	3.33	4.00	**3.67**	2.67	3.50	**3.08**
المتوسّط	**2.08**	**2.83**	**2.46**	**3.25**	**3.75**	**3.50**	**2.67**	**3.29**	**2.98**

المتغيرات	الأصناف	معاملات الريّ	معاملات التقسية	أصناف× ريّ	أصناف× تقسية	ريّ× تقسية	أصناف× ريّ× تقسية
LSD (5%)	0.32*	0.35*	0.24*	0.87 NS	0.56 NS	0.74 NS	1.59 NS
CV (%)	19.38						

* : معنوي عند 5% ، **NS**: غير معنوي، **LSD** :أقلّ فرق معنوي عند 5%، **CV** : معامل التباين.



الشكل (18) : تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط عدد البذور في القرن لدى أصناف الفول المدروسة.

4- متوسّط عدد البذور في النبات (بذرة.نبات$^{-1}$):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويّة ($P<0.05$) في متوسّط عدد البذور في النبات بين الأصناف، ومعاملات الريّ، وتقسية البذور، والتفاعلات المتبادلة باستثناء تفاعل الأصناف مع تقسية البذور، وتفاعل الاصناف والري والتقسية مع بعضها (الجدول، 18).

حقّق الصنف مالطي معنويّاً أعلى متوسّط لعدد البذور في النبات (58.25 بذرة.نبات$^{-1}$) بالمقارنة مع الأصناف الأخرى، في حين سجّل الصنف بلدي محسن معنويّاً أدنى متوسّط لعدد البذور في النبات (42.67 بذرة.نبات$^{-1}$). ويُعزى ذلك بشكل رئيس الى التباين في متوسط عدد القرون في النبات، حيث كان متوسط عدد القرون في النبات الأعلى معنويّاً لدى الصنفين مالطي واسباني أسود (18.00، 18.58 قرن.نبات$^{-1}$ على التوالي)، في حين كان الأدنى معنويّاً لدى الصنفين حماة–1 وبلدي محسَّن (13.75، 14.92 قرن.نبات$^{-1}$ على التوالي). بالنّسبة لمعاملات الريّ، فقد سجّلت معاملة الريّ التكميلي أعلى متوسّط لعدد البذور في النبات (65.38 بذرة.نبات$^{-1}$) بالمقارنة مع المعاملة بدون ريّ تكميلي (33.38 بذرة.نبات$^{-1}$)، أي بزيادة قدرها 95.9%. وبالنّسبة لمعاملات تقسية البذور، فقد سجّلت معاملة تقسية البذور أعلى متوسّط عدد بذور في النبات (53.71 بذرة.نبات$^{-1}$)، في حين سجّلت معاملة بدون تقسية البذور أدنى متوسّط عدد بذور في النبات (45.04 بذرة.نبات$^{-1}$)، أي بزيادة قدرها 19.2%.

وبالنّسبة لتأثير التّفاعل بين الأصناف ومعاملات الريّ، فقد حقّق الصنف مالطي عند معاملة الريّ التكميلي معنويّاً أعلى متوسّط لعدد البذور في النبات (79.83 بذرة.نبات$^{-1}$)، في حين سجّل الصنف بلدي محسّن معنويّاً أدنى متوسّط لعدد البذور في النبات (29.83 بذرة.نبات$^{-1}$). وبالنّسبة لتأثير التّفاعل بين معاملات الريّ ومعاملات التقسية، فقد سجّلت معاملة الريّ التكميلي مع تقسية البذور معنوياً أعلى متوسّط لعدد البذور في النبات (70.42 بذرة.نبات$^{-1}$)، في حين سجلت معاملة الشاهد (بدون ريّ تكميلي وبدون تقسية) معنوياً أدنى متوسّط لعدد البذور في النبات (29.75 بذرة.نبات$^{-1}$)، أي بزيادة قدرها 136.7%.

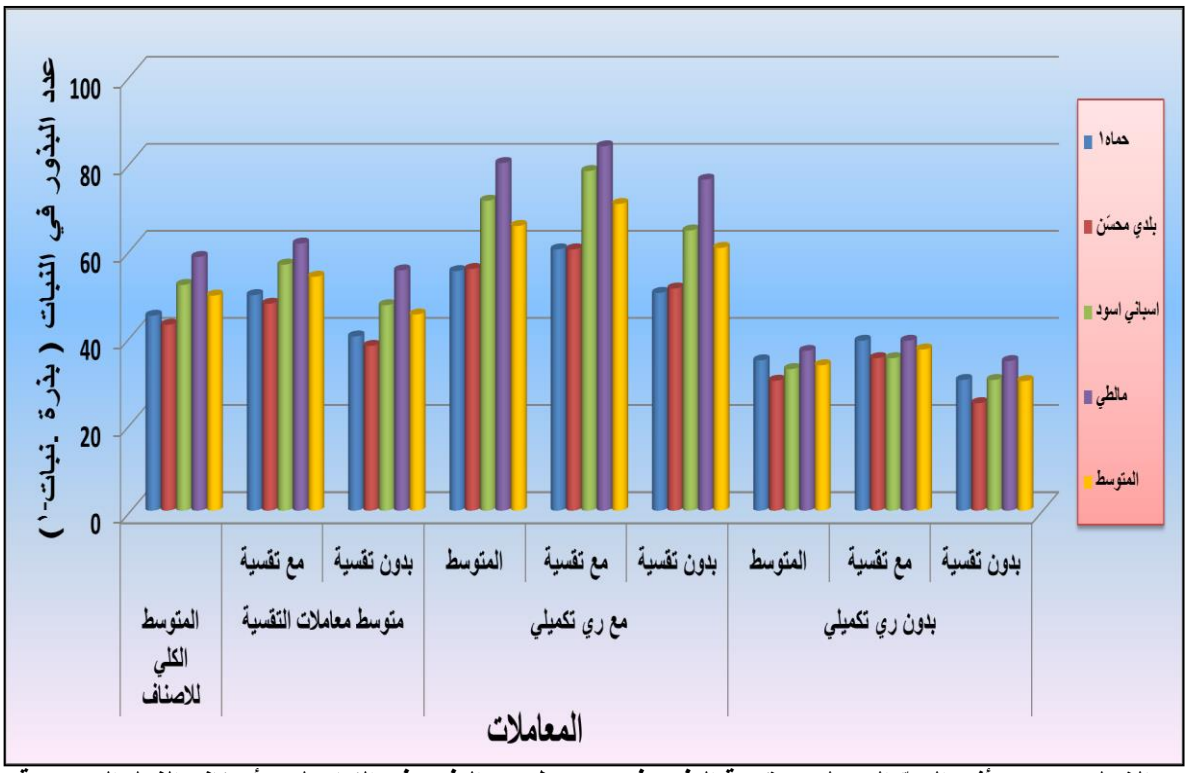
وتتوافق النتائج السابقة مع ما توصل إليه Alderfasi و Alghamdi (2010)، في تأثير الإجهاد المائي على عمليّة الإزهار والإخصاب والعقد Seed setting، ممّا يقلّل عدد البذور الناتجة عن الإخصاب والمتشكّلة في القرن الواحد/النبات. حيث أنَّ نقص الماء المتاح للنبات يؤدي الى تراجع فعالية عملية التمثيل الضوئي وتصنيع المادة الجافة وتراكمها ونموّ النبات وبالتالي تكوّن المجموع الخضري، مايؤدي الى تكوين عدد أقلّ من الأزهار، وعدد أقل من البويضات داخل الزهرة الواحدة، بالإضافة الى أنَّ نقص الماء يؤدي الى جفاف المياسم وضعف تكوّن المآبر، وبالتالي ضعف أو فشل عملية الاخصاب، وتكوين عدد أقل من القرون، وعدد أقلّ من البذور ضمن القرن الواحد.

الجدول (18): تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط عدد البذور في النبات لدى أصناف الفول المدروسة.

الأصناف	بدون ريّ تكميلي			مع ريّ تكميلي			متوسّط معاملات التقسية		المتوسّط الكلي للأصناف
	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	
حماة-1	30.00	39.00	**34.50**	50.00	60.00	**55.00**	40.00	49.50	**44.75**
بلدي محسّن	24.67	35.00	**29.83**	51.00	60.00	**55.50**	37.83	47.50	**42.67**
إسباني أسود	30.00	35.00	**32.50**	64.33	78.00	**71.17**	47.17	56.50	**51.83**
مالطي	34.33	39.00	**36.67**	76.00	83.67	**79.83**	55.17	61.33	**58.25**
المتوسّط	**29.75**	**37.00**	**33.38**	**60.33**	**70.42**	**65.38**	**45.04**	**53.71**	**49.38**

المتغيرات	الأصناف	معاملات الريّ	معاملات التقسية	أصناف× ريّ	أصناف× تقسية	ريّ× تقسية	أصناف× ريّ× تقسية
LSD (5%)	0.72*	1.25*	0.86*	2.49*	1.74 NS	2.66*	5.09 NS
CV (%)	4.28						

***** : معنوي عند 5% ، **NS**: غير معنوي، **LSD** :أقلّ فرق معنوي عند 5%، **CV** : معامل التباين.



الشكل (19) : تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط عدد البذور في النبات لدى أصناف الفول المدروسة.

5- متوسّط وزن المئة بذرة (غ):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويّة ($P<0.05$) في متوسّط وزن المئة بذرة بين الأصناف، ومعاملات الريّ التكميلي، وتقسية البذور، وتفاعل الأصناف مع الريّ التكميلي فقط (الجدول، 19).

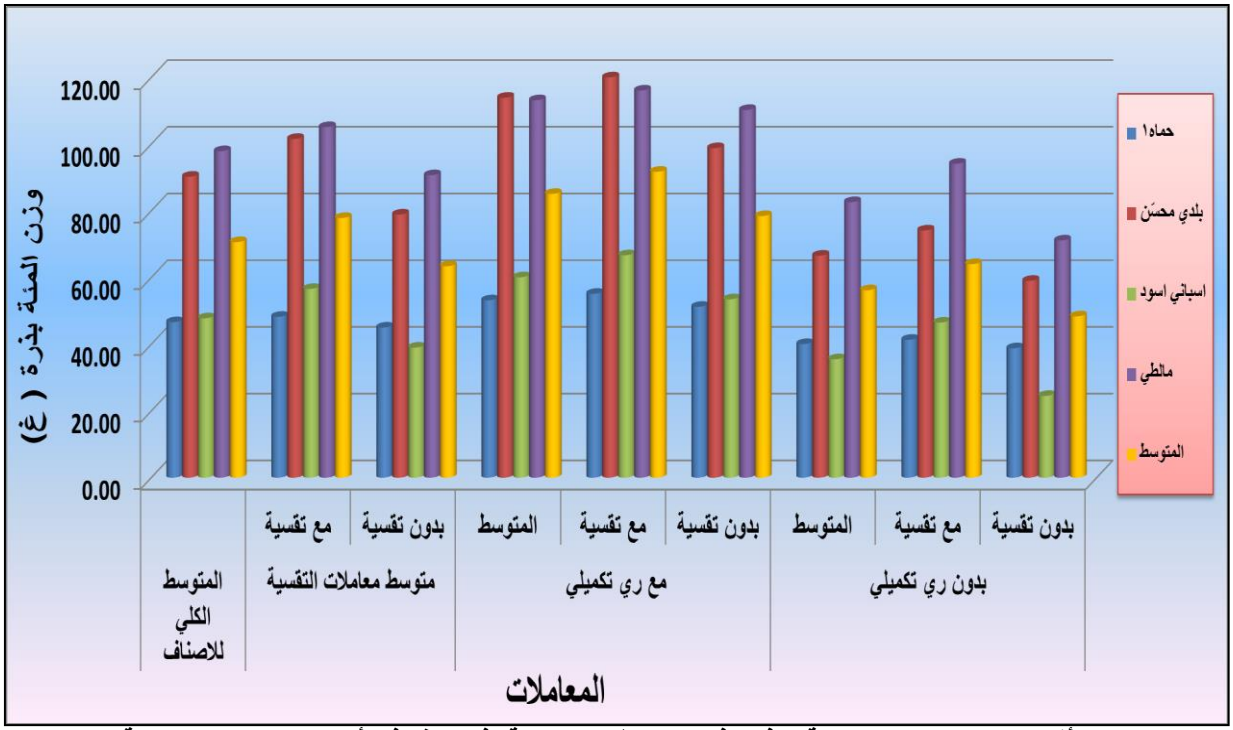
كان متوسّط وزن المئة بذرة الأعلى معنويّاً لدى الصنف مالطي (98.88 غ) بالمقارنة مع الأصناف الأخرى، في حين كان الأدنى معنويّاً لدى الصنف حماة–1 (46.61 غ). بالنّسبة لمعاملات الريّ، فقد سجّلت معاملة الريّ التكميلي معنويّاً أعلى متوسّط وزن مئة بذرة (85.07 غ) بالمقارنة مع المعاملة بدون ريّ تكميلي (56.18 غ)، أي بزيادة قدرها 51.4%. وبالنّسبة لمعاملات تقسية البذور، فقد كان سجّلت معاملة تقسية البذور معنويّاً أعلى متوسّط وزن مئة بذرة (77.86 غ) بالمقارنة مع المعاملة بدون تقسية (63.38 غ)، أي بزيادة قدرها 22.8%. بالنّسبة لتأثير التّفاعل بين الأصناف ومعاملات الريّ، فقد حقّق الصنف مالطي عند معاملة الريّ التكميلي معنويّاً أعلى متوسّط وزن مئة بذرة (113.1 غ)، في حين سجّل الصنف إسباني أسود عند المعاملة بدون ريّ تكميلي معنويّاً أدنى متوسّط وزن مئة بذرة (35.5 غ).

الجدول (19): تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط وزن المئة بذرة (غ) حسب أصناف الفول المدروسة.

الأصناف	بدون ريّ تكميلي			مع ريّ تكميلي			متوسّط معاملات التقسية		المتوسّط الكلي للأصناف
	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	
حماة-1	38.78	41.33	**40.06**	51.22	55.11	**53.17**	**45.00**	**48.22**	**46.61**
بلدي محسّن	59.00	74.11	**66.56**	98.78	129.0	**113.9**	**78.89**	**101.6**	**90.22**
إسباني أسود	24.50	46.50	**35.50**	53.47	66.67	**60.07**	**38.98**	**56.58**	**47.78**
مالطي	71.11	94.11	**82.61**	110.2	116.1	**113.1**	**90.67**	**105.1**	**97.88**
المتوسّط	**48.35**	**64.01**	56.18	**78.42**	**91.71**	85.07	**63.38**	**77.86**	**70.62**

المتغيرات	الأصناف	معاملات الريّ	معاملات التقسية	أصناف× ريّ	أصناف× تقسية	ريّ× تقسية	أصناف× ريّ× تقسية
LSD 0.05	9.41*	7.56*	5.63*	23.15*	15.10 NS	16.94 NS	40.72 NS
CV (%)	19.54						

* : معنوي عند 5% ، **NS**: غير معنوي، **LSD** :أقلّ فرق معنوي عند 5%، **CV** : معامل التباين.



الشكل (20) : **تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط وزن المئة بذرة (غ) في أصناف الفول المدروسة.**

6- الغلَّة البذريّة (طن.هكتار$^{-1}$):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويّة ($P<0.05$) في متوسّط الغلّة البذريّة بين الأصناف، ومعاملات الريّ التكميلي، وتقسية البذور، والتفاعلات المتبادلة باستثناء تفاعل الريّ مع التقسية، وتفاعل الأصناف مع الريّ التكميلي والتقسية (الجدول، 20).

كان متوسّط الغلّة البذريّة الأعلى معنويّاً لدى الصنف مالطي (1.60 طن.هكتار$^{-1}$) بالمقارنة مع الأصناف الأخرى، في حين سجّل الصنف حماة–1 معنويّاً أدنى متوسّط من الغلة بذريّة (0.79 طن.هكتار$^{-1}$). ويُعزى ذلك إلى تفوّق الصنف مالطي في متوسط عدد القرون في النبات، وعدد البذور في النبات، ووزن المئة بذرة (18 قرن.نبات$^{-1}$، 58.25 بذرة.نبات$^{-1}$، 97.88 غ على التوالي) بالمقارنة مع باقي الاصناف المدروسة . أمّا بالنّسبة لمعاملات الريّ، فقد سجّلت معاملة الريّ التكميلي معنوياً أعلى متوسّط غلة بذريّة (1.91 طن.هكتار$^{-1}$) بالمقارنة مع المعاملة بدون ريّ تكميلي (0.41 طن.هكتار$^{-1}$)، أي بزيادة قدرها 365.9% عن الشاهد، ما يشير ذلك إلى أهمية توافر (المياه) الريّ التكميلي خلال المراحل الحرجة لنمو النبات، لزيادة الكفاءة الإنتاجية تحت نظم الزراعة الجافة، ويُعزى ذلك إلى زيادة كل من متوسط عدد القرون في النبات، وعدد البذور في القرن، وطول القرن، وعدد البذور في النبات، ووزن المئة بذرة.

وبالنّسبة لمعاملات تقسية البذور، فقد سجّلت معاملة تقسية البذور معنوياً أعلى متوسّط غلة من البذور (1.23 طن.هكتار$^{-1}$)، في حين سجّلت المعاملة بدون تقسية البذور معنوياً أدنى متوسّط غلة بذريّة (1.09 طن.هكتار$^{-1}$)، أي بزيادة قدرها 12.8% فقط. وبالنّسبة لتأثير التّفاعل بين الأصناف ومعاملات الريّ، فقد حقّق الصنف مالطي عند معاملة الريّ التكميلي معنويّاً أعلى متوسّط غلة من البذور(2.61 طن.هكتار$^{-1}$)، في حين سجّل الصنف حماة–1 عند المعاملة بدون ريّ تكميليّ معنوياً أدنى متوسّط غلة من البذور(0.31 طن.هكتار$^{-1}$). وبالنّسبة لتأثير التّفاعل بين الأصناف ومعاملات تقسية البذور فقد حقّق الصنف مالطي عند معاملة تقسية البذور معنويّاً أعلى متوسّط غلة من البذور(1.77 طن.هكتار$^{-1}$)،

في حين سجّل الصنف حماة–1 عند معاملة بدون تقسية البذور معنويّاً أدنى متوسّط غلة من البذور (0.77 طن.هكتار$^{-1}$). وعموماً سجّل الصنف مالطي عند معاملة الريّ التكميلي مع تقسية البذور ظاهريّاً أعلى متوسّط غلة من البذور (2.82 طن.هكتار$^{-1}$)، مايشير إلى أهمية هاتين المعاملتين معاً في تحسين إنتاجية محصول الفول، مع ملاحظة أنَّ معاملة الريّ التكميلي تُسهم بشكل أكبر في زيادة الإنتاجية بالمقارنة مع معاملة تقسية البذور قبل زراعتها.

الجدول (20): تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط الغلَّة من البذور (طن.هكتار$^{-1}$) حسب أصناف الفول المدروسة.

الأصناف	بدون ريّ تكميلي			مع ريّ تكميلي			متوسّط معاملات التقسية		المتوسّط الكلي للأصناف
	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	
حماة-1	0.29	0.34	**0.31**	1.25	1.28	**1.26**	0.77	0.81	**0.79**
بلدي محسّن	0.39	0.40	**0.39**	1.96	2.02	**1.99**	1.18	1.21	**1.19**
إسباني أسود	0.23	0.42	**0.32**	1.72	1.84	**1.78**	0.97	1.13	**1.05**
مالطي	0.46	0.73	**0.59**	2.40	2.82	**2.61**	1.43	1.77	**1.60**
المتوسّط	**0.34**	**0.47**	**0.41**	**1.83**	**1.99**	**1.91**	**1.09**	**1.23**	**1.16**

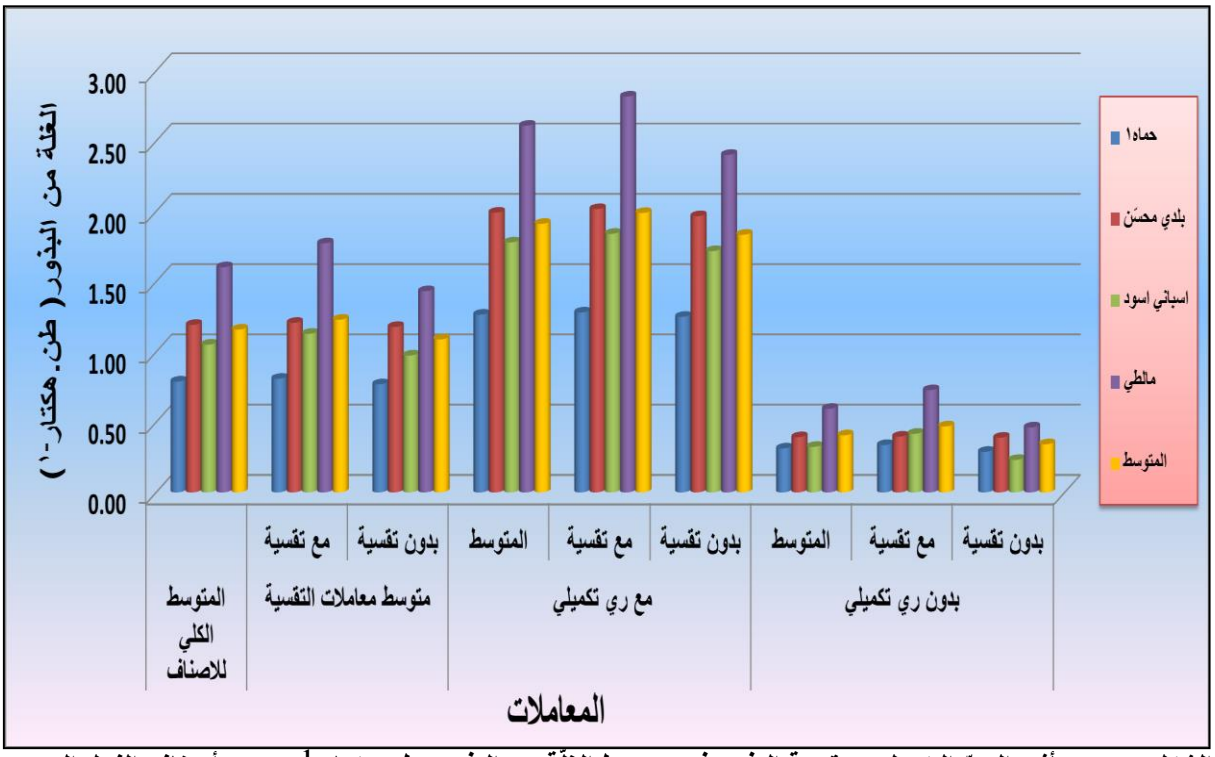
المتغيرات	الأصناف	معاملات الريّ	معاملات التقسية	أصناف× ريّ	أصناف× تقسية	ريّ× تقسية	أصناف× ريّ× تقسية
LSD (5%)	0.04*	0.04*	0.03*	0.11*	0.07*	0.09 ^{NS}	0.19 ^{NS}
CV (%)	5.80						

***** : معنوي عند 5% ، **NS**: غير معنوي، **LSD** :أقلّ فرق معنوي عند 5%، **CV** : معامل التباين.

وتتوافق النتائج السابقة مع ما توصل إليه العودة وزملاؤه (2015)، حيث يؤثر الجفاف المترافق مع الحرارة المرتفعة خلال مرحلة امتلاء البذور سلباً في معدّل نقل نواتج التمثيل الضوئي من المصدر الى المصبّ، لأنّ الماء هو الناقل الوحيد لنواتج التمثيل الضوئي، إضافة إلى تأثير الجفاف سلباً في معدّل

التمثيل الضوئي، ومن ثمّ كمية المادة الجافة المتاحة خلال فترة امتلاء البذور، كما يؤدي الجفاف والحرارة المرتفعة الى تقصير طول مرحلة امتلاء البذور، الأمر الذي يؤثر سلباً في درجة امتلاء البذور، ومن ثمَّ وزن المئة بذرة والغلة البذرية للمحصول في واحدة المساحة.

كما أن معاملة البذور قبل الزراعة تؤدي إلى زيادة مقدرة النبات على تحمّل الجفاف والاستمرار في النمو والعمليات الحيوية التي من شأنها زيادة الغلَّة في النبات (Basra وزملاؤه،2003).



الشكل (21) : **تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط الغلّة من البذور (طن.هكتار$^{-1}$) حسب أصناف الفول المدروسة.**

7- الغلَّة من القش (طن.هكتار$^{-1}$):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويّة ($P<0.05$) في متوسّط الغلّة من القش بين الأصناف، ومعاملات الريّ التكميلي، وتقسية البذور، والتفاعلات المتبادلة باستثناء تفاعل الأصناف مع التقسية، وتفاعل الأصناف مع الريّ التكميلي والتقسية (الجدول، 21).

تميَّز الصنف بلدي محسّن معنويّاً بأعلى متوسّط غلّة من القش (2.29 طن.هكتار$^{-1}$) بالمقارنة مع الأصناف الأخرى، في حين سجّل الصنف مالطي معنويّاً أدنى متوسّط غلة من القش (2.05 طن.هكتار$^{-1}$)، وهذا ما يُفسِّر تفوّق الصنف مالطي في صفة الغلّة البذرية، حيث سخّر كمية أكبر

من المادة الجافة لمرحلة النمو الثمري بالمقارنة مع الصنف بلدي محسّن، الذي سحّر كمية اكبر من المادة الجافة للنمو الخضري على حساب النمو الثمري، أي انَّ الصنف مالطي كان الأفضل بكفاءة توزيع نواتج التمثيل الضوئي Partitioning efficiency بالمقارنة مع بلدي محسّن. بالنّسبة لمعاملات الريّ فقد سجّلت معاملة الريّ التكميلي معنوياً أعلى متوسّط غلة من القش (2.71 طن.هكتار$^{-1}$) بالمقارنة مع المعاملة بدون ريّ تكميلي (1.57 طن.هكتار$^{-1}$)، أي بزيادة قدرها 72.6%. وبالنّسبة لمعاملات تقسية البذور، فقد سجّلت معاملة تقسية البذور معنوياً أعلى متوسّط غلة من القش (2.18 طن.هكتار$^{-1}$)، في حين سجّلت المعاملة بدون تقسية معنوياً أدنى متوسّط غلة من القش (2.10 طن.هكتار$^{-1}$)، أي بزيادة قدرها 3.8%. ويُعزى ذلك إلى دور الماء في زيادة نمو النباتات وتطورها، حيث كان ارتفاع النبات، وعدد الأوراق، ومساحتها، وعدد القرون الأعلى معنوياً عند الريّ التكميلي بالمقارنة مع عدم الري، إضافة الى أهمية تقسية البذور في تشجيع النمو الأوّلي للبادرات.

وبالنّسبة لتأثير التّفاعل بين الأصناف ومعاملات الريّ، فقد حقّق الصنف بلدي محسّن عند معاملة الريّ التكميلي معنويّاً أعلى متوسّط غلة من القش (2.75 طن.هكتار$^{-1}$)، في حين سجّل الصنف مالطي عند المعاملة بدون ريّ تكميلي معنويّاً أدنى متوسّط غلة من القش (1.36 طن.هكتار$^{-1}$). وبالنّسبة لتأثير التّفاعل بين معاملات الريّ و معاملات التقسية، فقد سجّلت معاملة الريّ التكميلي مع تقسية البذور معنويّاً أعلى متوسّط غلة من القش (2.70 طن.هكتار$^{-1}$)، في حين سجّلت المعاملة بدون ريّ تكميلي وبدون تقسية للبذور معنويّاً أدنى متوسّط غلة من القش (1.49 طن.هكتار$^{-1}$)، أي بزيادة قدرها 81.2%. عموماً، سجّل الصنف بلدي محسّن عند معاملة الريّ التكميلي مع تقسية البذور ظاهريّاً أعلى متوسّط غلة من القش (2.73 طن.هكتار$^{-1}$).

تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه الباحث El- Dakroury، 2008 بأنَّ زيادة معاملة الريّ أدى إلى زيادة ملحوظة في معايير نمو نبات الفول مثل ارتفاع النبات، وكتلة النبات، والمساحة الورقية، والوزن الجاف للساق والنبات بأكمله، ويعود ذلك إلى أنّ توفير الاحتياج المائي للنبات يؤدي إلى استمرار

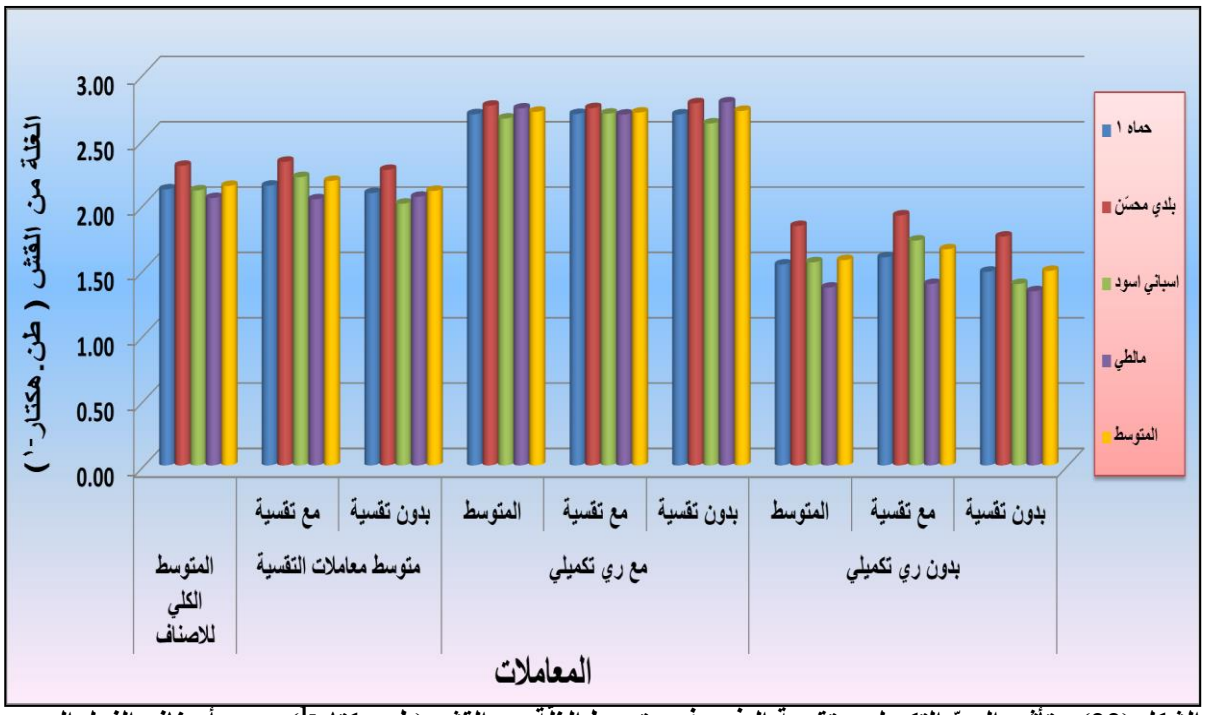
الانقسام الخلوي، واستطالة الخلايا النباتية، ومن ثمَّ النمو الخضريّ وبالتالي زيادة المسطح الورقي للنبات، وتكوين وتراكم المادة الجافة. كما أنَّ معاملة البذور قبل الزراعة تؤدي إلى زيادة مقدرة النبات على تحمّل الجفاف والاستمرَّار في النمو والعمليات الحيوية التي من شأنها زيادة نمو النبات وتكوين المادة الجافة (Basra وزملاؤه، 2003).

الجدول (21): تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط الغلَّة من القش (طن.هكتار$^{-1}$) لدى أصناف الفول المدروسة.

الأصناف	بدون ريّ تكميلي			مع ريّ تكميلي			متوسّط معاملات التقسية		المتوسّط الكلي للأصناف
	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	
حماة-1	1.48	1.59	**1.54**	2.69	2.69	**2.69**	2.08	2.14	**2.11**
بلدي محسّن	1.75	1.91	**1.83**	2.77	2.73	**2.75**	2.26	2.32	**2.29**
إسباني أسود	1.39	1.72	**1.55**	2.62	2.69	**2.65**	2.00	2.21	**2.10**
مالطي	1.33	1.39	**1.36**	2.78	2.69	**2.73**	2.06	2.04	**2.05**
المتوسّط	**1.49**	**1.65**	**1.57**	**2.71**	**2.70**	**2.71**	**2.10**	**2.18**	**2.14**

المتغيرات	الأصناف	معاملات الريّ	معاملات التقسية	أصناف× ريّ	أصناف× تقسية	ريّ× تقسية	أصناف× ريّ× تقسية
LSD (5%)	0.07*	0.12*	0.05*	0.24*	0.12 NS	0.19*	0.39 NS
CV (%)	5.51						

* : معنوي عند 5% ، **NS**: غير معنوي، **LSD** :أقلّ فرق معنوي عند 5%، **CV** : معامل التباين.



الشكل (22) : **تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط الغلّة من القش (طن.هكتار$^{-1}$) حسب أصناف الفول المدروسة.**

8- دليل الحصاد HI (%):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويّة ($P<0.05$) في دليل الحصاد (%) بين الأصناف، ومعاملات الريّ التكميلي، وتقسية البذور، والتفاعلات المتبادلة، باستثناء تفاعل الأصناف مع الريّ التكميلي والتقسية (الجدول، 22).

كان دليل الحصاد الأعلى معنويّاً لدى الصنف مالطي (39.36 %) بالمقارنة مع الأصناف الأخرى، في حين كان الأدنى معنويّاً لدى الصنف حماة–1 (24.44 %)، ويعزى ذلك إلى تفوّق الصنف مالطي في الغلّة البذرية. بالنّسبة لمعاملات الريّ، فقد سجّلت معاملة الريّ التكميلي معنويّاً أعلى قيمة لدليل الحصاد (40.73 %) بالمقارنة مع المعاملة بدون ريّ تكميلي (20.12 %)، أي بزيادة قدرها 102.4%. وبالنّسبة لمعاملات تقسية البذور فقد سجّلت معاملة تقسية البذور معنويّاً أعلى قيمة لدليل الحصاد (31.87 %)، في حين سجّلت المعاملة بدون تقسية البذور معنويّاً أدنى قيمة لدليل الحصاد (28.97 %)، أي بزيادة قدرها 10.0%.

بالنّسبة لتأثير التّفاعل بين الأصناف ومعاملات الريّ، حقّق الصنف مالطي عند معاملة الريّ التكميلي معنويّاً أعلى معامل حصاد (48.79%)، في حين سجّل الصنف بلدي محسّن عند المعاملة بدون ريّ

تكميلي معنويّاً أدنى معامل حصاد (16.82%). وبالنّسبة لتأثير التّفاعل بين الأصناف ومعاملات تقسية البذور، فقد حقّق الصنف مالطي عند المعاملة تقسية البذور معنويّاً أعلى معامل حصاد (42.78%)، في حين سجّل الصنف حماة-1 عند المعاملة بدون تقسية البذور معنويّاً أدنى معامل حصاد (24.02%). وبالنّسبة لتأثير التّفاعل بين معاملات الريّ ومعاملات تقسية البذور، فقد حقّقت معاملة الريّ التكميلي مع تقسية البذور معنويّاً أعلى معامل حصاد (41.64%)، في حين حقّقت معاملة بدون ريّ تكميلي وبدون تقسية البذور معنويّاً أدنى معامل حصاد (18.12%)، أي بزيادة قدرها 129.8%. عموماً، سجّل الصنف مالطي عند معاملة الريّ التكميلي مع تقسية البذور ظاهريّاً أعلى معامل حصاد (51.18 %).

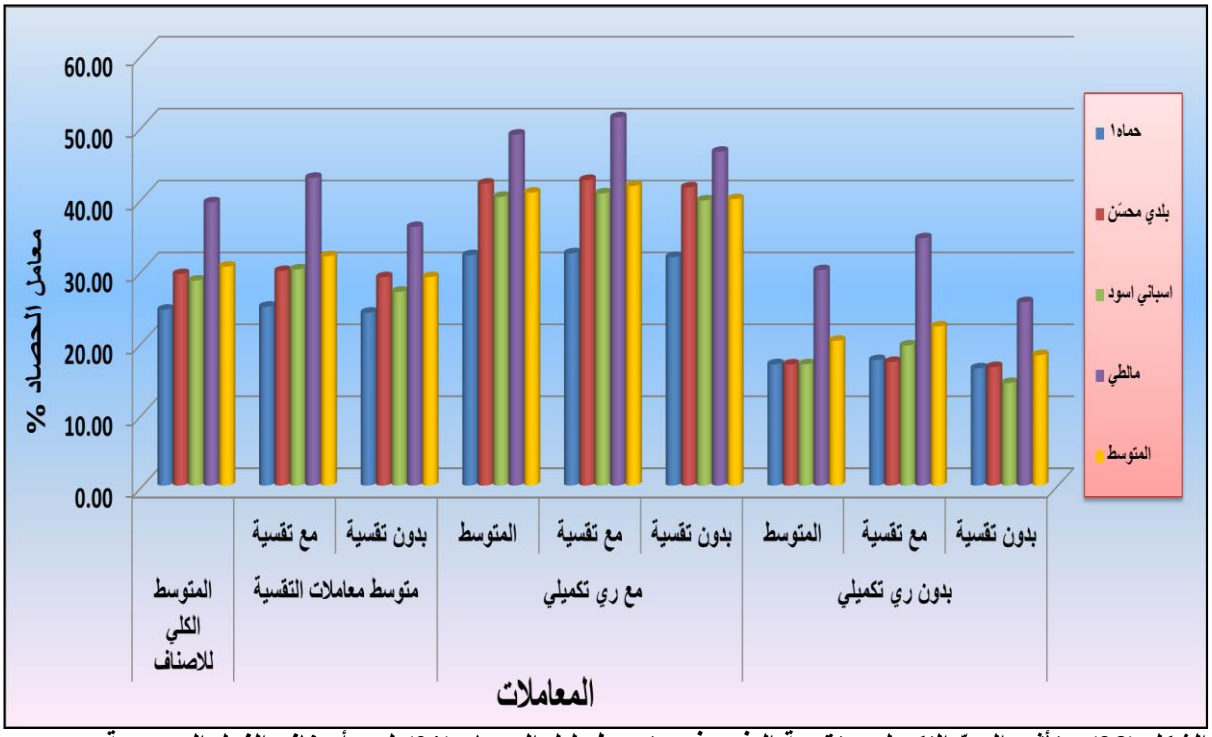
الجدول (22): تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط دليل الحصاد (%) لدى أصناف الفول المدروسة.

الأصناف	بدون ريّ تكميلي			مع ريّ تكميلي			متوسّط معاملات التقسية		المتوسّط الكلي للأصناف
	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	
حماة-1	16.29	17.43	**16.86**	31.76	32.28	**32.02**	24.02	24.85	**24.44**
بلدي محسّن	16.46	17.17	**16.82**	41.46	42.47	**41.96**	28.96	29.82	**29.39**
إسباني أسود	14.24	19.46	**16.85**	39.63	40.62	**40.13**	26.94	30.04	**28.49**
مالطي	25.49	34.37	**29.93**	46.40	51.18	**48.79**	35.95	42.78	**39.36**
المتوسّط	**18.12**	**22.11**	**20.12**	**39.81**	**41.64**	**40.73**	**28.97**	**31.87**	**30.42**

المتغيرات	الأصناف	معاملات الريّ	معاملات التقسية	أصناف× ريّ	أصناف× تقسية	ريّ× تقسية	أصناف× ريّ× تقسية
LSD (5%)	0.87*	0.92*	0.63*	2.35*	1.53*	1.95*	4.28^{NS}
CV (%)	5.07						

* : معنوي عند 5% ، **NS**: غير معنوي، **LSD** :أقلّ فرق معنوي عند 5%، **CV** : معامل التباين.

تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه الباحث محمد عبد العزيز (2008)، حيث أنَّ توفير الاحتياج المائي المناسب لمحصول الفول، أدّى إلى حدوث زيادة في الغلة من البذور ودليل الحصاد، ويعود ذلك إلى دور الماء في استمرار عمليات التمثيل الضوئي وتكوين المادة الجافة، وبالتالي تحقيق نمو خضري وثمري جيد، وبالتالي الزيادة المحقّقة في الغلة تؤدي الى زيادة دليل الحصاد.



الشكل (23) : **تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط دليل الحصاد (%) لدى أصناف الفول المدروسة.**

9- نسبة البروتين في البذور الجافة (%):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاتٍ معنويّة ($P<0.05$) في نسبة البروتين في البذور الجافة (%) بين معاملات الريّ التكميلي، وتقسية البذور قبل الزراعة فقط (الجدول، 23).

كانت نسبة البروتين في البذور الأعلى ظاهريّاً في الصنف مالطي (27.78 %) وبدون فروقاتٍ معنوية مع باقي الأصناف المدروسة. وبالنّسبة لمعاملات الريّ، فقد سجّلت معاملة الريّ التكميلي معنويّاً أعلى متوسّط لنسبة البروتين في البذور (28.03 %) بالمقارنة مع المعاملة بدون ريّ تكميلي (27.08 %)، أي بزيادة قدرها 3.5%. وبالنّسبة لمعاملات تقسية البذور، فقد سجّلت معاملة تقسية البذور معنويّاً أعلى

متوسّط لنسبة البروتين في البذور(27.72 %)، في حين سجّلت معاملة بدون تقسية البذور معنويّاً أدنى قيمة لنسبة البروتين في البذور (27.38 %)، أي بزيادة قدرها 1.2% فقط.

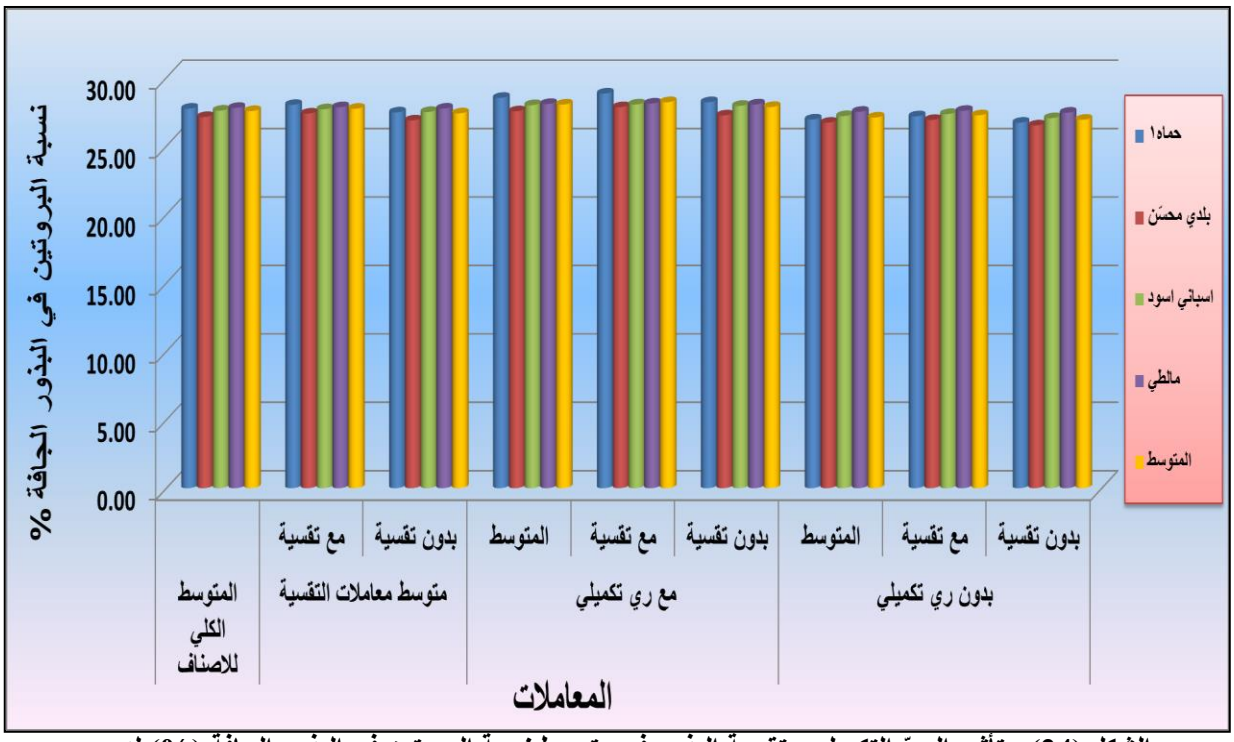
وبالنّسبة لتأثير التّفاعل بين الأصناف ومعاملات الريّ ومعاملات تقسية البذور، سجّل الصنف حماة-1 عند معاملة الريّ التكميلي مع تقسية البذور ظاهريّاً أعلى متوسّط لنسبة البروتين في البذور(28.83 %). تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه الباحثان Munns (2002) وياسين (1992) حيث أنّ زيادة الإجهاد المائي تؤدي إلى انخفاض تكوين البروتينات في النبات، ويعود ذلك إلى أنَّ الجهد المائي يؤثّر في تخليق البروتينات اللازمة لنمو الخلايا من خلال تثبيطه لبعض الإنزيمات المسؤولة عن بناء البروتينات ولاسيما إنزيم (Nitrate Reductase)، وكذلك انخفاض محتوى الـ RNA الرسول (m-RNA) الضروريّ لتخليق البروتين.

الجدول (23): تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط نسبة البروتين في البذور (%) لدى الأصناف المدروسة.

الأصناف	بدون ريّ تكميلي			مع ريّ تكميلي			متوسّط معاملات التقسية		المتوسّط الكلي للأصناف
	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	المتوسّط	بدون تقسية	مع تقسية	
حماة-1	26.70	27.17	**26.93**	28.20	28.83	**28.52**	27.45	28.00	**27.73**
بلدي محسّن	26.50	26.90	**26.70**	27.23	27.83	**27.53**	26.87	27.37	**27.12**
إسباني أسود	27.03	27.33	**27.18**	27.93	28.03	**27.98**	27.48	27.68	**27.58**
مالطي	27.43	27.57	**27.50**	28.03	28.10	**28.07**	27.73	27.83	**27.78**
المتوسّط	**26.92**	**27.24**	**27.08**	**27.85**	**28.20**	**28.03**	**27.38**	**27.72**	**27.55**

المتغيرات	الأصناف	معاملات الريّ	معاملات التقسية	أصناف× ريّ	أصناف× تقسية	ريّ× تقسية	أصناف× ريّ× تقسية
LSD (5%)	0.42^{NS}	0.34*	0.19*	1.03^{NS}	0.61^{NS}	0.65^{NS}	1.69^{NS}
CV (%)	1.73						

* : معنوي عند 5% ، **NS**: غير معنوي، **LSD** :أقلّ فرق معنوي عند 5% ، **CV** :معامل التباين .



الشكل (24) : تأثير الريّ التكميلي وتقسية البذور في متوسط نسبة البروتين في البذور الجافة (%) لدى أصناف الفول المدروسة.

أشارت البيانات في الجدول (24) إلى ملخَّص تفوق الأصناف في الصفات الشكلية والفيزيولوجية المدروسة، حيث تفوّق الصنف حماة–1 في صفات : المساحة الورقية، ودليل المساحة الورقية، ومحتوى الماء النسبي. أمّا الصنف بلدي محسّن فقد تفوّق في صفات : ارتفاع النبات ونسبة الكلوروفيل a/b. وقد تفوّق الصنف إسباني اسود في صفات: عدد الأوراق، والوزن الجاف، ومعدَّل نمو المحصول، ومحتوى الكلوروفيل **a** ، ومحتوى الكلوروفيل **b**. أمّا الصنف مالطي فقد تفوّق في الوزن الرّطب.

الجدول (24) ملخص تفوق الأصناف المدروسة في الصفات الشكلية والفيزيولوجية.

الصفة / الأصناف	ارتفاع النبات /سم/	عدد الأوراق في النبات	المساحة الورقية /سم^2.نبات$^{-1}$/	دليل المساحة الورقية	محتوى الماء النسبي في الاوراق %	الوزن الرطب /غ/	الوزن الجاف /غ/	معدَّل نمو المحصول (غ.يوم$^{-1}$)	الكلوروفيل a مغ.غ$^{-1}$ وزن رطب	الكلوروفيل b مغ.غ$^{-1}$ وزن رطب	نسبة a/b
حماة-1	33.19	87.17	530.73	1.77	72.03	42.67	5.63	0.082	2.34	1.29	1.82
بلدي محسّن	35.44	100.58	341.80	1.14	65.75	35.29	5.01	0.079	2.07	0.98	2.13
إسباني أسود	31.69	110.75	467.07	1.56	61.26	32.99	6.73	0.092	3.45	1.96	1.76
مالطي	31.69	102.50	375.41	1.25	66.78	43.00	5.42	0.076	3.19	1.72	1.86

يمثل اللون الأخضر ضمن الجدول أعلى قيمة بين الأصناف لكل صفة مدروسة.

وكما أشارت البيانات المعروضة في الجدول (25) إلى ملخَّص تفوُّق الأصناف في الصفات الإنتاجيّة المدروسة، حيث تفوّق الصنف حماة–1 في صفة عدد البذور في القرن. أمّا الصنف بلدي محسّن فقد تفوّق في صفة الغلَّة من القش. وقد تفوّق الصنف إسباني أسود في صفات عدد القرون وطول القرن. أمّا الصنف مالطي فقد تفوّق في صفات عدد البذور في النبات، ووزن المئة بذرة، والغلَّة من البذور الجافة، ومعامل الحصاد، ونسبة البروتين في البذور.

الجدول (25) ملخص تفوق الأصناف المدروسة في الصفات الإنتاجيّة.

الصفة / الأصناف	عدد القرون /قرن.نبات$^{-1}$/	طول القرن /سم/	عدد البذور في القرن	عدد البذور في النبات	وزن المئة بذرة /غ/	الغلَّة من البذور طن.هـ$^{-1}$	الغلَّة من القش طن.هـ$^{-1}$	معامل الحصاد %	نسبة البروتين %
حماة 1	13.75	7.38	4.00	44.75	46.61	0.79	2.11	24.44	27.73
بلدي محسّن	14.92	6.57	2.33	42.67	90.22	1.19	2.29	29.39	27.12
إسباني أسود	18.58	7.63	2.50	51.83	47.78	1.05	2.10	28.49	27.58
مالطي	18.00	6.60	3.08	58.25	97.88	1.60	2.05	39.36	27.78

يمثّل اللون الأخضر ضمن الجدول أعلى قيمة بين الأصناف لكل صفة مدروسة.

ويظهر الجدول (26) نسب الزيادة المحققة في قيم متوسطات الصفات الشكلية والفيزيولوجية تحت تأثير معاملات الري التكميلي والتقسية والتفاعل بينهما.

الجدول (26) نسب الزيادة في قيم متوسطات الصفات الشكلية والفيزيولوجية عند معاملات الري التكميلي والتقسية.

الصفة المدروسة	واحدة القياس	دون تقسية (شاهد)	معاملة تقسية البذور	نسبة الزيادة المحقّقة (%)	دون ري تكميلي (شاهد)	معاملة الري التكميلي	نسبة الزيادة المحقّقة (%)	دون ري تكميلي ودون تقسية (شاهد)	ري تكميلي وتقسية معاً	نسبة الزيادة المحقّقة (%)
ارتفاع النبات	(سم)	31.8	34.2	7.5	29.7	36.3	22.3	27.8	36.8	32.5
عدد الأوراق في النبات	(ورقة. نبات$^{-1}$)	96.1	104.4	8.7	89.6	110.9	23.7	83.8	113.4	35.3
المساحة الورقية	(سم^2)	419.0	438.5	4.7	395.8	461.7	16.6	388.5	473.8	22.0
دليل المساحة الورقية	_	1.4	1.46	4.3	1.3	1.5	16.7	1.3	1.6	22.5
محتوى الماء النسبي	(%)	64.9	67.97	4.7	62.4	70.5	13.0	61.3	72.5	18.1
الوزن الرطب للنبات	(غ)	35.9	41.03	14.2	29.9	47.1	57.9	27.5	49.9	81.4
الوزن الجاف للنبات	(غ)	5.2	6.18	18.6	4.3	7.1	62.4	3.8	7.4	97.3
معدَّل نمو المحصول	(غ.يوم$^{-1}$)	0.1	0.09	28.6	0.1	0.1	78.0	0.1	0.1	123.1
محتوى الكلوروفيل a	(مغ.غ$^{-1}$)	2.7	2.8	2.9	2.6	2.9	10.3	2.6	3.0	13.5
محتوى الكلوروفيل b	(مغ.غ$^{-1}$)	1.5	1.52	4.8	1.4	1.6	15.2	1.4	1.6	20.7
a/b	_	1.9	1.86	-2.6	2.0	1.8	-6.7	2.0	1.8	-9.1

ويظهر الجدول (27) نسب الزيادة المحققة في قيم متوسطات الصفات الإنتاجيّة تحت تأثير معاملات الري التكميلي والتقسية والتفاعل بينهما.

الجدول (27) : نسب الزيادة في قيم متوسطات الصفات الإنتاجيّة عند معاملات الري التكميلي والتقسية.

الصفة المدروسة	واحدة القياس	دون تقسية (شاهد)	معاملة تقسية البذور	نسبة الزيادة المحقّقة (%)	دون ري تكميلي (شاهد)	معاملة الري التكميلي	نسبة الزيادة المحقّقة (%)	دون ري تكميلي ودون تقسية (شاهد)	ري تكميلي وتقسية معاً	نسبة الزيادة المحقّقة (%)
عدد القرون في النبات	(قرن. نبات$^{-1}$)	15.58	17.04	9.4	12.33	20.29	64.6	11.42	20.83	82.4
طول القرن	(سم)	6.8	7.29	7.2	6.24	7.84	25.6	6.02	8.11	34.7
عدد البذور في القرن	(بذرة. قرن$^{-1}$)	2.67	3.29	23.2	2.46	3.5	42.3	2.08	3.8	80.3
عدد البذور في النبات	(بذرة. نبات$^{-1}$)	45.04	53.71	19.2	33.38	65.38	95.9	29.75	70.42	136.7
وزن المئة بذرة	(غ)	63.38	77.86	22.8	56.18	85.07	51.4	48.35	91.71	89.7
الغلَّة من البذور الجافة	(طن. هكتار$^{-1}$)	1.09	1.23	12.8	0.41	1.91	365.9	0.34	1.99	485.3
الغلَّة من القش	(طن. هكتار$^{-1}$)	2.1	2.18	3.8	1.57	2.71	72.6	1.49	2.7	81.2
دليل الحصاد	(%)	28.97	31.87	10.0	20.12	40.73	102.4	18.12	41.64	129.8
نسبة البروتين في البذور الجافة	(%)	27.38	27.72	1.2	27.08	28.03	3.5	26.92	28.2	4.8

و يلخّص الجدول (28) مجموع الفروق المعنوية والظاهرية في الصفات الشكلية والفيزيولوجية للتفاعلات بين المعاملات المختلفة.

الجدول(28): الفروق المعنوية في الصفات الشكلية والفيزيولوجية للتفاعلات بين المعاملات المختلفة.

الصفة المدروسة	التفاعلات بين المعاملات			
	أصناف× ري	أصناف× تقسية	ري× تقسية	أصناف× ري× تقسية
ارتفاع النبات	NS	NS	*	NS
عدد الأوراق	*	NS	*	NS
المساحة الورقية	*	*	*	*
دليل المساحة الورقية	*	*	*	*
محتوى الماء النسبي	*	NS	*	*
الوزن الرطب	*	NS	NS	*
الوزن الجاف	NS	*	NS	*
معدَّل نمو المحصول	NS	NS	*	*
محتوى الكلوروفيل a	*	*	NS	NS
محتوى الكلوروفيل b	NS	NS	NS	NS
نسبة الكلوروفيل a/b	*	NS	NS	NS
مجموع الفروق المعنوية للتفاعلات	**7**	**4**	**6**	**6**

* : معنوي عند 5%، **NS**: غير معنوي.

و يلخص الجدول (29) الفروق المعنوية والظاهرية في الصفات الإنتاجيّة للتفاعلات بين المعاملات المختلفة.

الجدول(29): الفروق المعنوية في الصفات الإنتاجيّة للتفاعلات بين المعاملات المختلفة.

الصفة المدروسة	التفاعلات بين المعاملات			
	أصناف× ري	أصناف× تقسية	ري× تقسية	أصناف× ري× تقسية
عدد القرون	NS	NS	NS	NS
طول القرن	NS	NS	NS	NS
عدد البذور في القرن	NS	NS	NS	NS
عدد البذور في النبات	*	NS	*	NS
وزن البذرة الواحدة	*	NS	NS	NS
وزن البذور في النبات	*	*	*	*
وزن الـ100 بذرة	*	NS	NS	NS
الغلَّة من البذور الجافة	*	*	NS	NS
الغلَّة من القش	*	NS	*	NS
معامل الحصاد	*	*	*	NS
نسبة البروتين في البذور	NS	NS	NS	NS
مجموع الفروق المعنوية للتفاعلات	**7**	**3**	**4**	**1**

* : معنوي عند 5%، **NS**: غير معنوي.

الاستنتاجات Conclusions

1. أشارت النتائج إلى وجود تباين وراثي في استجابة الأصناف المدروسة من الفول للإجهاد المائي في أغلب الصفات المدروسة، ويسمح هذا التباين الوراثي في انتخاب الأصناف المتحملة عن نظيراتها الحسّاسة للجفاف، حيث تفوَّق الصنف (إسباني أسود) في معظم الصفات الشكلية والفيزيولوجية المدروسة، في حين تفوق الصنف (مالطي) في معظم الصفات الإنتاجيّة المدروسة.

2. سبّب الإجهاد المائي تراجعاً ملحوظاً ومعنويّاً في جميع الصفات المدروسة لدى جميع أصناف الفول، حيث تفوقت معاملة الريّ التكميلي على معاملة الشاهد (دون ريّ) في جميع الصفات المدروسة ولاسيّما الغلَّة، حيث حقق الريّ التكميلي معنويّاً أعلى متوسط غلة من البذور، كانت أعلى بأربعة اضعاف بالمقارنة مع الشاهد غير المروي.

3. تفوقت معاملة التقسية على معاملة الشاهد (بدون تقسية) في الصفات الشكلية والفيزيولوجية والإنتاجيّة المدروسة، وحققت زيادة في متوسط غلة البذور نحو 13 % بالمقارنة مع غلّة البذور غير المقساة قبل الزراعة.

التوصيات والمقترحات Recommendations and Suggestions

1. نوصي باستخدام صنف الفول مالطي للحصول على غلة بذريّة مرتفعة، كما نوصي بمعاملة البذار بمحلول البولي ايتيلن غلايكول PEG-6000 بضغط اسموزي -1.2 ميغا باسكال مدَّة 12 ساعة قبل الزراعة، والريّ التكميليّ للمحصول بمعدَّل 5 ريّات خلال مراحل النمو الخضري، والإزهار، وتطوّر البذور وامتلائها.

2. نقترح دراسة تأثير الإجهاد المائي خلال مراحل النمو المختلفة لمحصول الفول، وتحديد عدد الرّيات التكميلية وكمية مياه الري التي يحتاجها المحصول خلال هذه المراحل، لمعرفة المراحل الأكثر حساسية لظروف العجز المائي.

3. نقترح دراسة اهميّة ودور تطبيق نظام الزراعة الحافظة كحزمة متكاملة لتحسين كفاءة استعمال المياه (إنتاجيّة المياه)، وزيادة إنتاجية وثباتيّة محصول الفول تحت ظروف الزراعة المطرية.

4. تقييم اهمية ضبط عوامل إدارة المحصول (موعد الزراعة، ومعدّل البذار، وموعد الزراعة، ومعدّل التسميد الآزوتي، وتوقيت إضافته، والتعشيب) في زيادة مقدرة نباتات الفول التكيفيّة في البيئات المجهدة مائيّاً.

المراجع References

1. **البلقيني، حامد، (2007)**. الفول، زراعة المحاصيل المصريّة ، جمهوريّة مصر العربية، ص 37 .
2. **الكتاب السنوي للمنظمة الزراعية العربية (2014)**. المجلد 34، القسم الثالث، الإنتاج النباتي، جدول44.
3. **العودة، أيمن، وآخرون (2015)**. فيزيولوجيا المحاصيل الحقلية، الجزء النظري، منشورات جامعة دمشق، كلية الزراعة، ص121.
4. **المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2013)**. الجمهوريّة العربية السوريّة، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، مديريّة التخطيط .
5. **رويحة، أمين، (1983)**. التداوي بالأعشاب بطريقة علمية تشمل الطب الحديث والقديم، الطبعة السابعة، دار القلم، بيروت – لبنان . ص145.
6. **كف الغزال، رامي، الفارس، عباس منير، (1982)**. المحاصيل الحقلية، منشورات جامعة حلب، كلية الزراعة، ص 224.
7. **عبد العزيز، محمد، (2008)**. تأثير الريّ التكميلي في نمو الفول العادي وبعض مكونات المحصول. مجلة جامعة تشريّن للبحوث والدراسات العلمية–سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (30) العدد (3).
8. **ياسين، بسام طه (1992)**. فسلجة الشد المائي في النبات. جامعة الموصل. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. العراق.

1. **Abdulrahmani B, Ghassemi-Golezani K, Valizadeh M, Feizi ASL (2007).** Seed priming and seedling establishment of barley (Hordeum vulgare L.). J. Food Agric. Environ. 5: 179-184.
2. **Abou Zied, M., (2000).** Egypt water resource management and policies. Al-Mohandeseen Magazin., pp: 528.
3. **Ahmed, A. Khalafallah, Botany Department, Women's College, Ain Shams University, Egypt , (2008).** Tolerance of Seven Faba Bean Varieties to Drought and Salt Stresses. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 4(2): 175-186.
4. **Alderfasi, A, A, and S.S. Alghamdi, (2010).** Integrated Water Supply with Nutrient Requirements on Growth, Photosynthesis Productivity, Chemical Status and Seed Yield of Faba Bean. American-Eurasian Journal of Agronomy, 3 (1): 08-17.

5. **AL - Ouda, A. S. 1999**. Genetic variability for heat and drought stress tolerance among sunflower hybrids: An assessment based on physiological and biochemical parameters. Ph. D. Thesis submitted to Crop Physiology Dept., UAS, Bangalore, India.

6. **Al-Suhaibani, 2009** . Influence of Early Water Deficit on Seed Yield and Quality of Faba Bean under Arid Environment of Saudi Arabia. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 5 (5): 649-654.

7. **Ammar M. H., F. Anwar, E. H. El-Harty, H. M. Migdadi, S. M. Abdel-Khalik, S. A. Al-Faifi, M. Farooq And S. S. Alghamdi.(2015).** Physiological and Yield Responses of Faba bean (*Vicia faba* L.) to Drought Stress in Managed and Open Field Environments. Journal of Agronomy and Crop Science, Volume 201, Issue 4, pages 280–287.

8. **A.O.A.C., (1975).** Association of Officinal Agriculture Chemists. Offecial Methods of analysis12th Ed.Washington, D.C.UAS.

9. **Arif, M., M.T. Jan, K.B. Marwat and M.A. Khan. 2008**. Seed priming improves emergence and yield of soybean. Pak. J. Botany. 40(3):1169-1177.

10. **Ashraf, M., 2004**. Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. Flora,199: 361-376.

11. **Ashraf, M. and P.J.C. Harris, 2004**. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. Plant Sci., 166: 3-16.

12. **Ashraf ,M., Foolad M.R., 2005.** Pre-sowing seed treatment– A shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. Advances in Agronomy, 88: 223–271.

13. **Attia M. A.2013**. Effect of Supplementary Irrigation Schedules and Bio-Fertilization on Yield and Yield Attributes of Faba Bean (Vicia faba L.) , and Lentil (Lens culinaris L.), under Rainfed Conditions. Alex. J. Agric. Res, Vol. 58, No.1, pp. 39-46.

14. **Avola, G., Gresta, F. and Abbate, V. 2009.** Diversity examination based on physical, technological and chemical traits in a locally grown landrace of faba bean (Vicia faba L. var major). International Journal of Food Science and technology 44,2568-2576.

15. **Azooz, M.M., 2009.** Salt stress mitigation by seed priming with salicylic acid in two faba bean genotypes differing in salt tolerance. *Int. J. Agric. Biol.*, 11: 343–350.

16. **Balasio, E.D., A. Hussein and A. Ahmed, 2006**. Effect of watering regimes at two stages of growth on faba bean grain yield at Selain Basin. American Society of Agricultural Engineers Trans., 8: 433-443.

17. **Basra, M.A.S., E.A. Ehsanullah, M.A. Warraich and I. Afzal. 2003**. Effect of storage on growth and yield of primed canola (Brassica napus) seeds. Intl. J. Agric. Biol., 5: 117-120.

18. **Bianco, V.V.; Domato, G. and Miccolis, V,1981**. Correlation coeffeiient for 51guantitative and qualitative characters in broad bean. Inst. of Agronomy Field Crops. Bari Univ. Italy. 1981, 211-250.

19. **Bohnert, H.J., Shen, B., 1999**. Transformation and compatible solutes. - Scientia Hort., 78, 237–260.

20. **Boutraa, T. and F.E. Sanders, (2001).** Influence of water stress on grain yield and vegetative growth of two cultivars of bean (Phaseolus vulgaris, L.). J. Agron. Crop. Sci., 187: 251-257.

21. **Brown, B.A., C.E., Coviness and D.A., Brown, 1985**. Response of selected soybean cultivars to soil moisture defict Agron. J., 77: 274-278.

22. **Cayuela,E,F.Alfocea;M.Caro and M.C,Caro,Bolarin,2006.** Priming of seed with NaCl induces physiological changes in tomato plants grown under salt stress.Physiologiaplantarum,volume 96,issue 2,pages.231-236.

23. **Chaves, M. M., 1991.** Effects of water deficits on carbon assimilation. J. exp. Bot., 42, 1–16.

24. **Cornic, C., Massacci, A., 1996**. Leaf photosynthesis under drought stress. In: Photosynthesis and Environment. Ed. Baker, N.R.. Kluwer Acad. Publs, 347–366.

25. **Cornic, G., C. Fresneau, 2002**. Photosynthetic carbon reduction and carbon oxidation cycles are the main electron sinks for photosystem 2 activity during a mild drought. Annals Bot., 89, 887–894.

26. **Cossgrove, D. J. 1989**. Characterization of long term extension of isolated cell walls from growing cucumber hypocotyls. Planta, 177: 121.

27. **Denslow, J.S., Platt, W.J., Runkle, J.R., Spies, T.A., & P.S.White. 1990**.Light regimes beneath closed canopies and tree-fall gaps in temperate and tropical forests. Canad.J. For. Res. 20: 620–631.

28. **Donald,C.M.1962**.In search of yield.J.Aust.Inst.Agri.Sci.28:171-172.

29. **Duc, G., P. Marget, R. Esnault, J.LE. Guen and D. Bastianelli, 1999.** Genetic variability for feeding value of faba bean seeds (Vicia faba L.) comparative chemical composition of isogenics involving zero- tannin and zero vicine genes. J. Agric. Sci., Cambridge, 133: 185-196.

30. **Ehsan Sadeghi, Pezhman Moradi and Davood Eradatmand Asli.2013**. Effect of Seed Priming by Pyridoxine on Biochemical Activity and Germination Indices of Melon Under Drought Stress. 2013 IJFAS Journal-2013-2-17/582-586.

31. **El- Dakroury, M.A., 2008**. Influence of different irrigation systems and irrigation treatments on productivity and fruit quality of some bean varities M. Sc. Thesis, Fac. of Agri., Ain Shams University.

32. **Emam, Y, A. Shekoofa, F. Salehi and A.H. Jalali. (2010)**, Water Stress Effects on Two Common Bean Cultivars with Contrasting Growth Habits, American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 9 (5): 495-499.

33. **Esmaielpour,B; G. K, Ghassemi; F. Khoei;V. Greqoorian and M.Toorchi,2009 .**The effect of NaCl priming on Cucumber seedling growth under salinity stress. Journal of food Agriculture and Environment Notulae botanicae horti Agrobotanici .Not.Bot.cluj:36(2) ,67-70.

34. **Faki, H.H., (1991)**. Water allocation and its effect on faba bean technology adoplion in Shendi area. Pag 72-75in Nile Valley Regional program on Cool- Season Food Leggumes and Wheat. Annual Report 1990/91,Sudan. ICARDA/ NVRPOC-017. Food and agriculture organization of the united nations , Faostat, 2010 http://faostat.fao.org.

35. **FAO, (1985).**Water quality for Agriculture. FAO irrigation and drainage paper.29 Rev.1.Rome,174.

36. **FAO, (Food and Agriculture Organization) 2002**. FAO Yearbook 2001: Production., vol. 55. FAO, Rome, Italy.

37. **FAO, (2014).** The yearly book of food and agriculture organization.

38. **Farag, S.A. and H.A. El- Shamma, 1994**. Effect of irrigation intervals and plant distance on the growth and seed yield of broad bean plant. Ann. Of Agric. Sci. Moshtohor, 23(4): 2071-2081.

39. **Fisher, 1921.** Principles and practices of Agronomy- Crop Identification and Judging, Kalyani Publishers, P:267-309 New Delhi.

40. **Foolad, M.R., P. Subbiah, C. Kramer, G. Hargrave and G.Y. Lin.2003**. Genetic relationships among cold, salt and drought tolerance during seed germination in an interspecific cross of tomato. Euphytica, 130: 199-206.

41. **Foroud, N., H.H. Mundel, G. Saindon and T- Entz, 1993**. Effect of level and timing of moisture stress on soybean yield components. Irrigate. Sci., 13: 149-155.

42. **FRAUEN, M,1981**. Phenotypic and genotypic and covariaces in population of inbred lines of (Vica faba L.) and their significant in breeding. Zeitschraift fuer pflanzenzuechtung.36, 1981, 117-135.

43. **French, R.J., 1998**. Effect of early water deficit on growth and development of faba bean. Proceeding of the Australian Agronomy Conference. (C.F. http:// www.regional.org.au/au/asa).

44. **Girma. F and D. Haile, 2014.** Effects of Supplemental Irrigation on Physiological Parameters and Yield of Faba Bean (Vicia faba L.) Varieties in the Highlands of Bale, Ethiopia. Journal of Agronomy, 13: 29-34.

45. **Graham, P.H. and P. Ranalli, (1997)**. Common Bean (Phaseolus vulgaris L.). Field Crop. Res., 53: 131-146.

46. **Grimes, D.W., H. Yamada and S.W. Hughes, 1988**. Climate normalized cotton leaf water potentials for irrigation scheduling. Sensores and techniques for irrigation management. Conference proceedings May,12, 1988. Center for Irrigation Technology Fresno, U.S.A.

47. **Hodges, H.F. and L.G. Healherly, 1983**. Principles of water management for soybean production in Mississippi. Mississippi Agricultural Forestry Experiment Station. Bulletin no. 919.

48.Hoekstra, F., Golovina, E., J. Buitink, 2001. Mechanisms of plant desiccation tolerance. Trends in Plant Sci., 8(9), 431–438.

49.Hossein Sadeghi, Fardin Khazaei, Liela Yari and Saman Sheidaei, (2011). Effect Of seed osmopriming on seed germination behavior and vigor of soybean (Glycine max L.). ARPN Journal of Agricultural and Biological Science. VOL. 6, NO. 1.P39.

50.Ibrahim, M.E, Bekheta, M.A., A. El-Moursi and N.A. Gaafar, (2007), Improvement of Growth and Seed Yield Quality of Vicia faba L. Plants as Affected by Application of Some Bioregulators. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 1(4): 657-666.

51.KORGMAN, K.K.; KENZIE, R.G. and HOBB, E.H,1980. Response of faba bean yield, protein production and water use to irrigation. Conadian J. of plant Scie. 7, 1980,174-183.

52.Larcher, W., 1987. Stress bei Pflanzen. Naturwissenschaften, 74, 158–167.

53.Lichtenthaler, H. K., 1996. Vegetation stress: an introduction to the stress concept in plants.J. Plant Physiol., 148, 4–14.

54.Machado Neto, N.B. and M.A.B. Durães, (2006). Physiological and biochemical response of common bean varieties treated with salicylic acid under waterstress. Crop Breed. Appl. Biotech., 6: 269-277.

55.Maroco, J. P., Pereira, J. S., M. M. Chaves, 1997. Stomatal responses of leaf-to- air vapour pressure deficit in Sahelian species. Aust. J. Plant Physiol., 24, 381–387.

56.Mass,V,E. and G.J,Hoffman,1977.Crops salt tolerance current assessment .Journal of the irrigation and drainage division proceedings of the American society of civil Engineering.103:115-134.

57.Masuda,M;F.Hatan and K .Ombwara,2005. Effects of acid scarification ,priming with PEG,NaCl or sea water as osmoticum and dehydration on Spanish seed germination at 30 DEG .C . Journal .Title ; Journal of the Japanese Society for Horticultural science.Vol 74:NO2 .Page 134-138.

58.Metzzener, H., H. Rava and H. Sender, (1965). Unter suchungen zur synchronis iebekiety pigments mangel von chlrella. Planta, 65: 186-190.

59.Michel B. E. and M.R. Kaufmann. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiology. 51: 914-916.

60.Mohamad Zabawi ,A.G. and M.D.D. Dennett,2010. Responses of faba bean (Vicia faba) to different levels of plant available water: I. Phenology, growth and biomass partitioning. J. Trop. Agric. and Fd. Sc. 38(1): 11–19.

61.Mubshar H., M. Farooq S. M. A. Basra and N. Ahmad. (2006). Influence of seed priming techniques on the seedling establishment, yield and quality of hybrid Sunflower. Int. J. Agri. Biol. 8(1): 14-18.

62.Muhammad Arif, Muhammad Tariq Jan, Naqib Ullah Khan, Ahmad Khan, M.J. Khan AND Iqbal Munir,2010. Effect Of Seed Priming On Growth Parameters Of Soybean. Pak. J. Bot., 42(4): 2803-2812.

63.Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell & Environment, 25(2), 239-250.

64.Mwanamwenge, J., Loss, S. P., Siddique, K. H. M., P. S. Cocks, 1999. Effect of water stress during floral initiation, flowering and podding on the growth and yield of faba bean(Vicia faba L.). Europ. J. Agronomy, 11, 1–11.

65.NANDA, H.C.; YASIN, M.; SINGH, C.B. and RAO, S.K,1988. Effect of water stress on dry matter production, harvest index, seed yield, and its components faba bean.FABIS. Newsletter. 21, 26-30.

66.Nielsen, D.C. and N.O. Nelson, (1998). Black bean sensitivity to water stress at various growth stages. Crop Sci., 38: 422-427.

67.Oweis, Theib. 1997. Supplemental irrigation: a highly water-efficient practice. ICARDA, Aleppo, Syria, 16 pp.

68.Rahman, S.M. and A. Islam, 2004. Yield and water relations of wheat as influenced by irrigation and depth of tillage, pp: 67-71.(C.F SpringLink).

69.Samiha A. Ouda, Mouhamed A. Shreif and Rashad Abou Elenin 2010. Increasing water productivity of Faba Bean grown under deficit irrigation at Middle Egypt . Fourteenth International Water Technology Conference, IWTC, 14.

70.Saxena, M.C., Silim, S.N., Matar, A., 1991. Agronomic management of faba bean for high yields. Options Mediterraneans 10, 91–96.

71. **Schonfeld, M. A., Johonson, R. C., Carver, B. F. and Mornhinweg, D. W., (1988**). Water relation in winter wheat as drought resistance indicators. Crop Science. 28:526-531.

72. **Serraj, R. and T.R. Sinclair, 2002**. Osmolyte accumulation: can it really help increase crop yield under drought conditions? Plant Cell Environ., 25: 333-341.

73. **Serrano,R;F.Culianz-Macia and V .Morno,1999.**Genetic engineering of salt and drought tolerance with yeast regulatory genes. Scientia Horticulture 78,261-269.

74. **Silim, S.N., Saxena, M.C., 1993**. Yield and water use efficiency of faba bean sown at two row spicings and seed densities. Exp. Agric. 29, 173-181.

75. **Singer, S.M., Y.I. Helmy, A.N. Maras and A.F. Abo- Hadid, 2001**. Growth and development of bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.) grown under water stress. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 117(5): 711-716.

76. **Singh, S.P., (2001)**. Broadening the genetic base of common bean cultivars. Crop Sci., 41: 1659-1675.

77. **Stephen Loss and Kadambot H M Siddique ,1999**. Effect of water stress during floral initiation, flowering and podding on the growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). EUROPEAN JOURNAL OF AGRONOMY.

78. **Strikanthbabu, V., G. Kumar., B. T. Krishna Prasad. 2002**. Identification of pea genotypes with enhanced thermo-tolerance using temperature induction response (TIR) technique. J. Plant Physiology. (159): 535-545.

79. **Tabaeizadeh, Z., 1998**. Drought-induced responsesin plant cells. Int Rev Cytol, 182:193-247.

80. **Tayel, M.Y., A.M. El Gindy, M. Abd- El- Hady and H.A. Ghany, 2007**. Effect of irrigation systems on: yield,water and fertilizer use efficiency of grape. Applied Sciences Research, 3(5): 367-372.

81. **Tayel, M.Y and Sabreen, Kh.P .2011.** Effect of Irrigation Regimes and Phosphorus Level on Two Vica Faba Varieties. Journal of Applied Sciences Research, 7(6): 1007-1015.

82. **Theib, O., H. Ahmed and M.P. Mustafa, 2005**. Faba bean productivity under rainfed and supplementing irrigation in northern Syria. Agric. Water Management, 73N(1): 57-72.

83. **Zhu, J.K., 2002**. Salt and drought stress signal transduction in plants. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 53: 247-273.

84. **Zlatev, Z. and Z. Stoyanov, (2005)**. Effects of water stress on leaf water relations of young bean plants. J. Central Eur. Agric., 6: 5-14.

Abstract

A field experiment was conducted in Abu-Jarash Farm at the Faculty of Agriculture, Damascus University, during the growing season 2011-2012, to study the effect of seed priming and supplementary irrigation on improving the tolerance of some faba bean genotypes (Hama-1, Baladi Mohassan, Esbani Aswad and Malti) to water stress, included two seed treatments (without treatment and seed treatment with -1.2 MPa PEG-6000 for 12 hrs), and two irrigation treatments (without irrigation and supplementary irrigation). The experiment was laid out according to RCBD in arrangement of split-split plot design with three replications. The statistical analysis results indicated to significant variation between the studied varieties, where the variety Baladi Mohassan was significantly higher in plant height, chlorophyll a/b ratio and straw yield (35.44cm, 2.13, 2.29 ton.ha^{-1} respectively), while the variety Hama-1 was significantly superior in leaf area, leaf area index, relative water content and seeds number per pod (530 cm^2, 1.77, 72.03%, 4.00 seed.pod^{-1} respectively) and the variety Esbani Aswad was significantly superior in leaf number, dry weight, crop growth rate , content of chlorophyll (a) and chlorophyll (b) and the number of pods per plant (110.75 leaf.plant^{-1}, 6.73g, 0.092g.day^{-1}, 3.45mg.g^{-1}, 1.96mg.g^{-1} respectively), while the variety Malti was significantly superior in fresh weight of plant, number of seeds per plant, 100-seed weight, seed yield of dry seeds and harvest index (43.00g, 58.25 seed.plant^{-1}, 97.88g, 1.60 ton.ha^{-1}, 39.36% respectively).

Supplementary irrigation treatment was significantly better than no irrigation treatment in all physiological, morphological, yield and yield components traits. Yield of dry seeds in plants under supplementary irrigation treatment was (1.91 ton.ha^{-1}), while decreased to (0.41 ton.ha^{-1}) under no irrigation treatment.

Yield of dry seeds in plants under seed priming treatment was (1.23 ton.ha^{-1}), while decreased to (1.09 ton.ha^{-1}) under no seed priming treatment.

Therefore we recommended to grow Malti variety to get the highest yield of dry seed, and using seed priming with -1.2 Mpa PEG-6000 before sowing, and providing supplementary irrigation with 5 irrigations throughout the crop life cycle.

الملحقات

الجدول(30):إنتاج الفول الجاف والإنتاجيّة و المساحة المحصودة في بعض دول العالم (FAO،2014).

الدولة	الإنتاج (طن)	الإنتاجيّة (كغ/هكتار)	المساحة المزروعة (هكتار)
الصين	1595000	1724	925000
اثيوبيا	838944	1893	443107
استراليا	308840	2801	142100
فرنسا	278645	3719	74924
المغرب	166680	872	191000
مصر	158000	3419	46200
المملكة المتحدة	125400	5859	21400
ايطاليا	74737	1819	41074
البيرو	73359	1395	58278
تونس	53764	1318	57736
الجزائر	41389	1103	37499
إسبانيا	35700	1565	22800
سورية	32911	1682	19558

الجدول(31): المساحة والإنتاج والإنتاجيّة من الفول الجاف في الوطن العربي.

الدولة	المساحة (ألف/هكتار)	الإنتاجيّة (كغ/هكتار)	الإنتاج (ألف طن)
مصر	44.07	3537	155.87
المغرب	205.50	762	156.60
السودان	64.30	2136	137.35
تونس	59.20	959	56.80
الجزائر	37.67	1125	42.38
سورية	13.00	1846	24.00
العراق	2.50	2000	5.00
اليمن	4.33	1753	7.59
ليبيا	0.90	1667	1.50
لبنان	0.11	1545	0.17
فلسطين	0.16	563	0.09

المصدر: الكتاب السنوي للمنظمة الزراعية العربية (2013).

الجدول(32): المساحة والإنتاج والإنتاجيّة من الفول الاخضر في الوطن العربي.

الدولة	المساحة (ألف/هكتار)	الإنتاجيّة (كغ/هكتار)	الإنتاج (ألف طن)
الاردن	1.65	14042	23.17
تونس	6.57	4460	29.30
الجزائر	30.17	9843	296.96
سورية	6.19	7444	46.08
العراق	15.50	7742	120.00
فلسطين	0.44	7523	3.31
قطر	0.01	6000	0.06
لبنان	1.70	9412	16.00
مصر	4.73	13808	65.31
المغرب	11.70	13188	154.30

المصدر: الكتاب السنوي للمنظمة الزراعية العربية (2013).

الجدول (33) تطور زراعة الفول الأخضر في القطر العربي السوريّ.

العام	المساحة (هكتار)			الإنتاج (طن)			المردود (كغ/هكتار)		المردود العام (كغ/هكتار)
	مروي	بعل	المجموع	مروي	بعل	المجموع	مروي	بعل	
2000	**2351**	**1703**	**4054**	**20498**	**10094**	**30592**	**8721**	**5926**	**7547**
2001	**3481**	**1503**	**4984**	**36451**	**9014**	**45465**	**10471**	**5997**	**9122**
2002	**4009**	**1271**	**5280**	**44691**	**8156**	**52847**	**11148**	**6417**	**10009**
2003	**4165**	**1146**	**5311**	**37787**	**7066**	**44853**	**9073**	**6166**	**8446**
2004	**3256**	**1636**	**4892**	**29679**	**9639**	**39318**	**9115**	**5892**	**8037**
2005	**3857**	**1367**	**5224**	**35795**	**8330**	**44125**	**9281**	**6094**	**8447**
2006	**4254**	**1394**	**5648**	**40754**	**10223**	**50977**	**9580**	**7334**	**9026**
2007	**3797**	**1297**	**5094**	**35288**	**7688**	**42976**	**9294**	**5928**	**8437**
2008	**4460**	**1583**	**6043**	**41817**	**8496**	**50313**	**9376**	**5367**	**8326**
2009	**3643**	**1202**	**4845**	**34147**	**7762**	**41909**	**9373**	**6458**	**8650**
2010	**4065**	**1304**	**5369**	**37948**	**6696**	**44644**	**9335**	**5135**	**8315**
2011	**3980**	**1100**	**5080**	**37955**	**6098**	**44053**	**9536**	**5544**	**8672**
2012	**5123**	**1063**	**6186**	**40497**	**5582**	**46079**	**7905**	**5251**	**7449**
2013	2608	1002	3610	25677	6308	31985	9845	6295	8860

المصدر: المجموعة الإحصائية الزراعية السوريّة السنوية (2013)

الجدول (34) تطور زراعة الفول الجاف (بذور) في القطر العربي السوريّ.

العام	المساحة (هكتار)			الإنتاج (طن)			المردود (كغ/هكتار)		المردود العام (كغ/هكتار)
	مروي	بعل	المجموع	مروي	بعل	المجموع	مروي	بعل	
2000	5144	1787	6931	10547	2266	12813	2050	1268	1849
2001	9979	5130	15109	22564	5687	28251	2261	1109	1870
2002	11996	3513	15509	27604	3698	31302	2301	1053	2018
2003	13491	2904	16396	29382	2653	32035	2178	913	1954
2004	14149	3660	17809	31364	4417	35781	2217	1207	2009
2005	13286	3088	16374	30084	3869	33953	2264	1253	2074
2006	11191	3098	14289	26630	3979	30609	2380	1284	2142
2007	11807	2901	14708	22089	2773	24862	1871	956	1690
2008	18301	3997	22298	35434	2632	38066	1936	658	1707
2009	14350	3111	17461	34678	3073	37751	2417	988	2162
2010	16876	2807	16876	31547	2483	34030	2242	885	2016
2011	14093	3052	17145	32732	3435	36167	2323	1125	2109
2012	12540	2554	15094	31151	1898	33049	2484	743	2190
2013	12819	2114	14933	29127	1863	30990	2272	881	2075

المصدر: المجموعة الإحصائية الزراعية السوريّة السنوية (2013)