

## تأثير استخدام حمض الجبرلين في بعض مؤشرات النمو على صنفين من الفول تحت ظروف الإجهاد الملحي

ميمونة العبد الرجب<sup>1</sup>، عبد العزيز العلي<sup>2</sup>، صالح العبيد<sup>3</sup>

<sup>1</sup> طالبة ماجستير، قسم البساتين، كلية الهندسة الزراعية، جامعة الفرات، دير الزور، سوريا.

<sup>2</sup> أستاذ، قسم البساتين، كلية الهندسة الزراعية، جامعة الفرات، دير الزور، سوريا [Abdelazizalali@alfuratuniv.edu.sy](mailto:Abdelazizalali@alfuratuniv.edu.sy)

<sup>3</sup> أستاذ، قسم البساتين، كلية الهندسة الزراعية، جامعة الفرات، دير الزور، سوريا [dr.salehalobeid55@gmail.com](mailto:dr.salehalobeid55@gmail.com)

(\*) الباحث المراسل [Mimona.a.r@alfuratuniv.edu.sy](mailto:Mimona.a.r@alfuratuniv.edu.sy)

### الملخص

أجري البحث في مركز أبحاث جامعة الفرات التي تقع في (قرية المريعة) والتي تقع شرق مدينة دير الزور، خلال موسم الزراعة (2011 . 2012) بهدف دراسة تأثير نفع البذور ورش نباتات الفول بحمض الجبرلين من أجل زيادة مقاومة النباتات للإجهاد الملحي، وتقييم تأثير الري بمياه الصرف الزراعي في بعض مؤشرات النمو لنباتات الفول.

نفذت التجربة بطريقة القطع تحت المنشقة في ثلاث مكررات وبوجود ثلاث عوامل: معاملات الري (0، 2، 4، 6مليموز/سم) ومعاملات الرش (0، 20، 40، 60 PPM) من حمض الجبرلين وتم الرش مرة كل أربعة أسابيع، والأصناف المدروسة (صنفي الفول البلدي والليباني)، درست العديد من الصفات: موعد الإنبات والتزهير، ارتفاع النبات، الوزن الطازج لأجزاء النبات المختلفة (سوق، أوراق وجذور)، أظهرت نتائج الدراسة في تأثير الصنف تفوق الصنف الليباني في الصفات المدروسة على الصنف البلدي حيث بلغت (13.5 يوماً) في موعد الإنبات، و(73.9 يوماً) في موعد بدء التزهير، و(58.25 سم) في ارتفاع النبات، و(36.1 غ) في الوزن الرطب للأوراق، و(25 غ) في الوزن الرطب للساق، و(11.4 غ) في الوزن الرطب للجذور.

أما فيما يتعلق بتأثير معاملات الري فقد تفوقت معاملة الشاهد في ارتفاع النبات حيث بلغت (62.42 سم)، وبلغت (41.9 غ) في الوزن الرطب للأوراق، و(29.7 غ) في الوزن الرطب للساق، و(13 غ) في الوزن الرطب للجذور، في حين تفوقت معاملة الري 2مليموز/سم ومعاملة الشاهد في موعد الانبات فبلغت (13.2 و 11.4 يوماً) على الترتيب، وكذلك في موعد الإزهار بلغت (75.3 و 73.3 يوماً) على الترتيب، أما بالنسبة لتأثير الرش بحمض الجبرلين فقد تفوق التركيز (40 ppm) في موعد الانبات فبلغ (13.1 يوماً)، و(61.1 سم) في ارتفاع النبات، و(41.2 غ) في الوزن الرطب للأوراق، و(27.5 غ) في الوزن الرطب للساق، و(11.8 غ) في الوزن الرطب للجذور، وتفق التركيز (20، 40 ppm) في موعد الازهار حيث بلغ (76.9 و 75.4 يوماً) على الترتيب، أما بالنسبة لتأثير التفاعل، فقد تفوقت المعاملتين (شاهد، PPM40) في متوسط الوزن الرطب للساق حيث بلغت (33.6 و 34.4 غ)، و(13.7 و 14.6 غ) للجذور، و(69.3 و 66.3 سم) لارتفاع النبات في الصنفين البلدي والليباني على الترتيب، كما تفوقت المعاملتين (شاهد، PPM40) في موعد الانبات حيث بلغت (7.8 يوماً)، وبلغت (53.9 غ) في الوزن الرطب للأوراق في الصنف الليباني، أما موعد الازهار فقد تفوقت المعاملتين (شاهد، ppm40) والمعاملتين (2 مليموز/سم، ppm40) للصنف الليباني على باقي المعاملات حيث بلغت (66 و 68 يوماً) على الترتيب.

الكلمات المفتاحية: الجبرلين، الفول، الاجهاد الملحي.

ورد للنشر بتاريخ 2026 / 8 / 4

قبل للنشر بتاريخ 2026 / 9 / 30

© 2026 المؤلف (المؤلفون). هذا المقال منشور بنظام الوصول المفتوح بموجب ترخيص CC BY-NC-SA



## The Effect of gibberellin acid application on Some Growth Parameters of Two *Vicia faba* Varieties in salt stress conditions

Maymona Al- Abed Al-rajb \* <sup>1</sup>, Abed Al-Aziz Al-Ali <sup>2</sup>, Saleh Al-Ebeed <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Master's Student, Department of Horticulture, Faculty of Agricultural, Al-Furat University, Deir ez-Zor, Syria.

<sup>2</sup> Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agricultural, Al-Furat University, Deir ez-Zor, Syria.

[Abdelazizalali@alfuratuniv.edu.sy](mailto:Abdelazizalali@alfuratuniv.edu.sy)

<sup>3</sup> Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agricultural, Al-Furat University, Deir ez-Zor, Syria.

[dr.salehalobeid55@gmail.com](mailto:dr.salehalobeid55@gmail.com)

(\*)Corresponding Author [Mimona.a.r@alfuratuniv.edu.sy](mailto:Mimona.a.r@alfuratuniv.edu.sy)

### Abstract

The research was conducted at the Al-Furat University Research Center, located in (Al-Muraiyah village) east of Deir Ezzor, Syria, during the (2011–2012) agricultural season. The study aimed to investigate the effect of seed soaking and foliar spraying of *Vicia faba* plants with gibberellic acid to enhance plant resistance to salt stress, as well as to evaluate the impact of irrigation with agricultural drainage water on some growth indicators of *Vicia faba* plants.

The experiment was arranged in a split-split plot design with three replications and involved three factors: irrigation treatments (0, 2, 4, and 6 dS m<sup>-1</sup>), gibberellic acid (GAs) concentrations (0, 20, 40, and 60 ppm), with foliar spraying applied once every four weeks, and two *Vicia faba* varieties (Al Baladi, Al Lebnani).

The studied traits included days to emergence, days to flowering, plant height, and the fresh weight of different plant organs (stems, leaves, and roots).

The results of the study on the effect of the variety showed the superiority of Al Lebnani variety over the Al Baladi variety in the studied traits, reaching (13.5 days) for the germination date, (73.9 days) for the onset of flowering, (58.25 cm) for plant height, (36.1 g) for leaf fresh weight, (25 g) for stem fresh weight, and (11.4 g) for root fresh weight.

Regarding the effect of irrigation treatments, the control treatment showed superiority in plant height, reaching 62.42 cm, as well as in fresh leaf weight (41.9 g), fresh stem weight (29.7 g), and fresh root weight (13.0 g). In contrast, the irrigation treatment of 2 dS m<sup>-1</sup> and the control treatment showed the earliest emergence times, reaching 13.2 and 11.4 days, respectively. Similarly, the onset of flowering occurred at (75.3 and 73.3 days), respectively.

With respect to gibberellic acid application, the (40 ppm) concentration was superior in terms of emergence time, recording (13.1 days), plant height (61.1 cm), fresh leaf weight (41.2 g), fresh stem weight (27.5 g), and fresh root weight (11.8 g). while the (20 and 40 ppm) concentrations were superior in terms of the onset of flowering, recording (76.9 and 75.4) days, respectively.

Finally, Regarding the interaction effects, (0 control, 40 ppm) treatments showed superiority in fresh stem weight, recording (33.6 and 34.4 g), respectively, and in fresh root weight, recording (13.7 and 14.6 g), respectively, as well as in plant height, recording (69.3 and 66.3 cm), respectively, in both (Al Baladi, Al Lebnani) varieties, respectively. The (0 control, 40 ppm) treatments also showed superiority in emergence time, recording (8.7 days), and in fresh leaf weight, which reached (53.9 g), in Al Lebnani variety. Regarding the onset of flowering, the (0 control, 40 ppm) and (2 dS m<sup>-1</sup>, 40 ppm) treatments of the Lebanese cultivar outperformed the other treatments, recording (66 and 68 days), respectively.

**Keywords:** [Gibberellic acid], [*Vicia faba*], [Salinity stress].

**Received:** 4 /8 /2026

**Accepted:** 30/ 9 /2026



© 2026 Author(s). This article is licensed under CC BY-NC-SA 4.0 Open Access License.

## 1. المقدمة:

يُعد نبات الفول (*Vicia faba* L.) من المحاصيل البقولية المهمة، حيث ينتمي إلى الفصيلة البقولية (Fabaceae)، ويتميز بقدرته على التكيف مع الظروف البيئية المختلفة، وانتشاره في مناطق حوض البحر الأبيض المتوسط وجنوب غرب آسيا، والتي تعد الموطن الأصلي له، إضافة إلى أوروبا والشرق الأوسط وشمال أفريقيا (الحاجي عبود والشتيوي، 1995؛ Bond *et al.*, 1985).

يمتاز الفول بقيمته الغذائية العالية، حيث يحتوي على نسبة مرتفعة من البروتينات النباتية (20-30%)، والكربوهيدرات، والفيتامينات، والأحماض الأمينية الأساسية، والأملاح المعدنية، ما يجعله بديلاً جزئياً للبروتين الحيواني (الشنطي، 1990؛ Salunkhe *et al.*, 1985). كما يستخدم كمحصول علفي لتغذية الحيوانات، مما يرفع من أهميته الاقتصادية والزراعية.

تلعب النباتات البقولية دوراً مهماً في تحسين خصوبة التربة، عبر تثبيت الآزوت الجوي بواسطة بكتيريا *Rhizobium*، مما يزيد محتوى التربة من الآزوت المتاح للنبات، ويعزز الإنتاجية المستدامة، ويقلل الحاجة إلى الأسمدة (حسن، 2001؛ Jensen *et al.*, 2010).

تعاني العديد من المناطق الزراعية من مشكلة تزايد ملوحة التربة ومياه الري، والتي تؤثر على نمو الفول وإنتاجيته، حيث يؤدي الإجهاد الملحي إلى انخفاض معدلات الإنبات، وتثبيط النمو، واختلال التوازن الأيوني، وتراجع المحصول (الراوي وخلف الله، 2000؛ Munns & Tester, 2008). كما يسبب الإجهاد الملحي اضطرابات فسيولوجية وكيميائية مثل زيادة تراكم أيونات  $Na^+$  و  $Cl^-$ ، وانخفاض محتوى الكلوروفيل، وتراجع كفاءة التمثيل الضوئي (الهيبي، 2004؛ Ashraf & Harris, 2004؛ عبدالله، 2016؛ Tavakkoli *et al.*, 2010).

تُعد منظمات النمو النباتية، ولاسيما الجبريلينات، من العوامل المهمة في تنظيم العمليات الفسيولوجية للنبات، حيث أثبتت العديد من الدراسات أن معاملة النباتات بحمض الجبرلين سواء عن طريق نقع البذور أو الرش الورقي، يمكن أن تسهم في التخفيف من التأثيرات السلبية للإجهاد الملحي، من خلال تحسين كفاءة الامتصاص المعدني، وزيادة محتوى الكلوروفيل، وتحسين الصفات المورفولوجية والإنتاجية للنبات. كما أظهرت النتائج أن الجبرلين يعزز من قدرة النبات على تحمل الملوحة من خلال تحسين التوازن الأيوني داخل الخلايا النباتية (الشحات، 1990؛ Khan *et al.*, 2012).

## 2. الدراسة المرجعية:

تعد الملوحة مشكلة كبيرة في مجال الزراعة والإنتاج النباتي، فيؤثر الإجهاد الملحي بصورة مباشرة على الصفات المورفولوجية للنباتات، حيث يؤدي ارتفاع تركيز الأملاح في التربة أو مياه الري إلى انخفاض طول النبات، وتقليل عدد الأوراق، وضعف التفرعات، وانخفاض الوزن الجاف للمجموعين الخضري والجذري. وقد بين (Acosta-Motos *et al.*, 2017) أن الإجهاد الملحي يثبط استطالة الخلايا نتيجة انخفاض ضغط الامتلاء الخلوي، مما ينعكس سلباً على نمو الساق والجذور.

تم في السنوات الأخيرة التغلب على الآثار الضارة الناتجة من البيئات الملحية، والنامي في وسطها النباتات التي تتأثر سلباً بفعل الملوحة المرتفعة، وذلك عن طريق بعض الوسائل مثل استخدام أحد أو أكثر من منظمات النمو الكيميائية، بواسطة عملية النقع لبذور النباتات في محاليلها، وذلك قبل نثرها في هذه الأراضي الضعيفة، أو برش النباتات النامية بواحد أو بأكثر من محاليل هذه المنظمات مثل الجبرلينات (الهلال، 1999)، حيث تعد الجبرلينات من أهم هرمونات النمو النباتية داخلياً، وتلعب دوراً رئيساً في تنظيم النمو، وتؤثر في عمليات التطور، المختلفة وتشمل استطالة الساق، والإنبات وتحديد الجنس وحث أنزيمات الحلمة في طبقة الأليرون في الحبوب وتطور أعضاء الإزهار (Silverstone and Sun 2000 : Fleet and Sun 2005 : Asahina *et al.*, 2002).

وقد ذكر (Khan *et al.*, 2010) بأن الجبرلينات تزيد طول النبات، وعدد الأفرع، وعدد الأوراق، والمساحة الورقية، والوزن الحي، والجاف للبذور.

فقد أظهرت العديد من الدراسات أن الرش الورقي لحمض الجبرلين ( $GA_3$ ) يساهم بشكل فعال في تخفيف التأثيرات السلبية للإجهاد الملحي على النباتات. حيث يعمل الجبرلين على تحفيز انقسام الخلايا واستطالتها، وتحسين كفاءة النظام الجذري، مما يزيد من قدرة النبات على امتصاص الماء والعناصر الغذائية تحت ظروف الملوحة (Iqbal *et al.*, 2011).

وفي دراسة أجريت على نبات الفاصولياء (*Phaseolus vulgaris*) لدراسة تأثير حمض الجبرلين تحت الإجهاد الملحي، حيث تم استخدام ثلاث تراكيز من كلوريد الصوديوم (0، 50، 100 ميلي مول) مع رش النباتات بحمض الجبرلين بتركيز (0، 50، 100 ppm). أظهرت النتائج أن زيادة الملوحة أدت إلى انخفاض معنوي في الوزن الرطب والجاف للأوراق بنسبة تجاوزت 40% عند 100 ميلي مول، في حين أدى استخدام الجبرلين بتركيز 50 ppm إلى تحسين الوزن الرطب والجاف بنسبة تراوحت بين 20-30% مقارنة بالنباتات غير المعاملة، بينما لم يعط التركيز 100 ppm تحسناً إضافياً (Kaya *et al.*, 2019).

مما سبق عرضه يتضح أن مشكلة الإجهاد الملحي تُعد من أهم التحديات البيئية التي تواجه الإنتاج الزراعي، خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة، حيث تؤثر الملوحة سلباً في مختلف مراحل نمو النباتات، بدءاً من الإنبات وصولاً إلى تكوين المحصول. وقد بينت الدراسات أن الإجهاد الملحي يؤدي إلى اضطرابات

فسيولوجية ومورفولوجية متعددة، تتمثل في انخفاض معدلات الإنبات، وتثبيط نمو المجموعتين الخضري والجذري، واختلال التوازن الأيوني داخل الخلايا النباتية، وتراجع كفاءة البناء الضوئي، مما ينعكس سلباً على الصفات الإنتاجية كما ونوعاً (Ashraf & Harris, 2004؛ Munns & Tester, 2008).

### 3. أهداف البحث:

يهدف البحث إلى:

دراسة تأثير الإجهاد الملحي عند الري بمياه الصرف الزراعي على صفات النمو في نباتات الفول.  
اختبار تأثير نقع البذور ورش النباتات بحمض الجبرلين في زيادة مقاومة الفول لأضرار الإجهاد الملحي.

### 4. مواد البحث وطرقه:

1.4. مادة البحث: بذور صنف الفول التي زرعت في أرض التجربة بعد معاملتها بتركيز مختلفة من حمض الجبرلين وهي:

\_ الصنف البلدي: البذرة صغيرة إلى متوسطة الحجم ذات لون بني إلى غامق والقرن كبير نسبياً، عدد البذور في القرن من 3-5 غالباً.

\_ الصنف اللباني: البذرة كبيرة جداً ذات لون بني مائل للفتح عادة والقرن اكبر حجماً من البلدي، عدد البذور في القرن من 2-3 فقط بسبب كبر حجم الحبة.

### 2.4. معاملات الري: تمت كالتالي:

1. المعاملة الأولى مياه الفرات (شاهد).

2. المعاملة الثانية 2 ميليموز/سم.

3. المعاملة الثالثة 4 ميليموز/سم.

4. المعاملة الرابعة 6 ميليموز/سم.

### 3.4. معاملات حمض الجبرلين:

تم نقع البذور بحمض الجبرلين مدة 12 ساعة بالتركيز الموافقة للرش به، ومتابعة الرش بحمض الجبرلين بتركيز (20، 40، 60 ppm) بالإضافة لمعاملة الشاهد، وتم الرش بمعدل ثلاث مرات خلال موسم النمو حيث كانت أول رشّة بعد أسبوعين من الانبات، وذلك كل أربعة أسابيع.

إن حمض الجبرلين المستخدم النقي هو حمض الجبريليك ( $Gibberellic\ acid, GA_3$ )، وصيغته الكيميائية:  $C_{19}H_{22}O_6$  والكتلة المولية له تقريباً: 346.37 غ/مول.

طريقة الإذابة:

حمض الجبرلين لا يذوب جيداً في الماء البارد مباشرة، لذلك عادةً، توزن كمية حمض الجبرلين المطلوبة بدقة، وتذاب أولاً في كمية قليلة جداً من الكحول الإيثيلي (إيثانول) أو محلول قلوي خفيف مناسب، ثم يضاف الماء تدريجياً حتى الوصول إلى الحجم النهائي المطلوب.

#### 4.4. تصميم التجربة:

نفذت التجربة بطريقة القطع تحت المنشقة في ثلاث مكررات وبوجود ثلاث عوامل هي:

معاملات الري (القطع الرئيسية): ثلاث معاملات بالإضافة لمعاملة الشاهد.

الأصناف المدروسة (القطع المنشقة من الدرجة الأولى): (صنفين من الفول).

معاملات الرش (القطع المنشقة من الدرجة الثانية): (0-20-40-60 ppm) من حمض الجبرلين وتم الرش مرة كل أربعة أسابيع، اعتباراً من الرش الأولى التي تمت بعد الإنبات بأسبوعين.

#### 5.4. الصفات المدروسة:

1. موعد الإنبات (يوم)، موعد الإزهار (يوم).

2. ارتفاع النبات (سم).

3. الوزن الطازج لأجزاء النبات المختلفة (سيقان، أوراق، جذور) (غ).

#### 6.4. التحليل الإحصائي:

حللت النتائج إحصائياً باستخدام برنامج التحليل الإحصائي MSTAT-C كما تم حساب LSD أقل فرق معنوي عند مستوى معنوية  $P < 0.05$ .

#### 7.4. تاريخ وطرق الزراعة:

تمت الزراعة خلال موسم (2011 . 2012) حيث زرعت البذور بتاريخ 2011/10/17، وقد بلغت القطع الرئيسية 12 قطعة تجريبية، أبعاد القطعة (2×5) متر، قسمت كل قطعة تجريبية إلى 8 خطوط يبعد الخط عن الآخر 50 سم بمعدل أربع خطوط للصنف الواحد وترك خط خدمة بينهما بعرض 1 متر.

بعد نقع البذور بحمض الجبرلين بالتراكيز الموافقة لمعاملات الرش لمدة 12 ساعة، زرعت البذور بمعدل بذرتين في كل حفرة، المسافة بين الحفرة والأخرى (20 سم)، حيث تم تفريد النباتات بعد أن بلغت بطول حوالي 10 سم.

تم اختيار من كل مكرر 3 نباتات بشكل عشوائي من أجل استخدامها في القياسات المختلفة، حيث كان عدد النباتات في المكرر الواحد 640 نبات (320 نبات للصف البلدي و320 نبات للصف اللبناني).

بالنسبة للتسميد تم إضافة الأسمدة الفوسفورية والبوتاسية والأزوتية حسب الكميات الموصى بها من وزارة الزراعة، حيث تم اضافتها كالتالي:

\* الجرعة الأولى: قبل الزراعة، حيث تم إضافة سماد فوسفوري وبوتاسي.

\* الجرعة الثانية: بعد ظهور الأوراق الحقيقية، أي بعد شهر من الزراعة حيث تم إضافة 10 كغ سماد آزوتي للدونم، بعدها يقوم النبات بتثبيت الآزوت في التربة بسبب وجود العقد البكتيرية ولاضاف بعدها أي كمية من الأسمدة.

#### 8.4. عمليات الري:

اتبعت طريقة الري بالراحة وهي إحدى الطرقات المتبعة في الحقل وكان متوسط المياه المستهلكة لكامل المشروع 120 م<sup>3</sup>، ووزعت على حوالي 12 رية خلال الموسم الزراعي وفقاً للاحتياجات المائية للنبات والظروف الحقلية حيث كمية مياه الري في كل رية 10 م<sup>3</sup>، وقد تم تجهيز التراكيز المطلوبة من مياه الصرف في خزانات سعة (3000 لتر)، حيث تم استخدام قانون التخفيف لتحضير التراكيز المطلوبة من مياه الصرف الزراعي ذات التوصيل الكهربائي 20 ميلي موز/سم في براميل حجمها 3000 لتر وهو:

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

حيث:

$$C_1 = 20 \text{ ميلي موز/سم (تركيز المصدر).}$$

$$V_1 = \text{كمية مياه الصرف المطلوبة من المصدر.}$$

$$C_2 = \text{التركيز المطلوب.}$$

$$V_2 = 3000 \text{ لتر (حجم البرميل النهائي).}$$

نحسب

$$V_2 = \frac{C_1 \times V_1}{C_2}$$

وهكذا بالنسبة لباقي التراكيز (40 و60 ميلي موز/سم).

تم الري من الخزانات بواسطة مضخة مع تركيب عداد لمعرفة كمية مياه الري وتم الري بواسطة خرطوم قطره 3 بوصة.

## 5. النتائج والمناقشة

### 1.5. موعد الانبات (يوم):

جدول (1) موعد الانبات حتى انبات 50 % من البذور (يوم)

| الصنف البلدي   |             |                   |      |                 | الصنف               |
|----------------|-------------|-------------------|------|-----------------|---------------------|
| 6ملييموز/سم    | 4ملييموز/سم | 2ملييموز/سم       | شاهد | معاملة الجبرلين |                     |
| 19.7           | 17.7        | 15.7              | 14.3 | GA0             |                     |
| 18.7           | 16.3        | 13.7              | 12.0 | GA1             |                     |
| 17.7           | 15.3        | 12.7              | 10.7 | GA2             |                     |
| 19.3           | 17.3        | 14.7              | 13.0 | GA3             |                     |
| 15.5           |             |                   |      | متوسط الصنف     |                     |
| الصنف اللبناني |             |                   |      | الصنف           |                     |
| 6ملييموز/سم    | 4ملييموز/سم | 2ملييموز/سم       | شاهد | معاملة الجبرلين |                     |
| 18.3           | 15.7        | 13.7              | 11.7 | GA0             |                     |
| 16.7           | 14.3        | 11.7              | 9.7  | GA1             |                     |
| 15.7           | 13.3        | 10.7              | 8.7  | GA2             |                     |
| 17.3           | 15.3        | 12.7              | 11.0 | GA3             |                     |
| 13.5           |             |                   |      | متوسط الصنف     |                     |
| 15.8           | GA0         | متوسط<br>الجبرلين | 11.4 | شاهد            | متوسط معاملات الري  |
| 14.1           | GA1         |                   | 13.2 | 2ملييموز/سم     |                     |
| 13.1           | GA2         |                   | 15.7 | 4ملييموز/سم     |                     |
| 15.1           | GA3         |                   | 17.9 | 6ملييموز/سم     |                     |
|                |             |                   | 0.7  | الصنف           | LSD <sub>0.05</sub> |
|                |             |                   | 0.7  | الجبرلين        |                     |
|                |             |                   | 1.4  | الري            |                     |
|                |             |                   | 1.2  | التفاعل         |                     |

يلاحظ من خلال الجدول (1) وجود فروق معنوية في موعد الانبات تحت تأثير العوامل المدروسة (الصنف، الري، حمض الجبرلين) وفي تأثير التفاعل بين العوامل.

**تأثير الصنف:** تفوق الصنف اللبناني معنوياً على الصنف البلدي بموعد الانبات حيث أنبتت البذور بعد (13.5 و 15.5) يوماً من الزراعة للصنف اللبناني والبلدي على الترتيب.

**تأثير الري:** تفوقت النباتات بموعد الانبات في معاملة الشاهد وعند معاملة الري 2ملييموز/سم حيث أنبتت البذور بالمتوسط بعد ( 11.4 و 13.2 ) يوماً من الزراعة على الترتيب، واحتاجت البذور إلى (15.7) يوماً

للإنبات عند معاملة الري 4 ميليموز/سم، بينما تأخرت النباتات في موعد الإنبات عند معاملة الري 6 ميليموز/سم حيث احتاجت البذور إلى (17.9) يوماً للإنبات أي أن الملوحة قد أعاقحت عمليات النمو الأمر الذي أضر عملية الإنبات عند الصنفين اللبناني والبلدي، ويلاحظ أنه كلما ازدادت الملوحة تأخرت النباتات بموعد الإنبات، ويمكن أن يعزى ذلك إلى بطء في العمليات الحيوية بزيادة الملوحة، وبالتالي تأخر الإنبات.

**تأثير الجبرلين:** تفوقت النباتات بموعد الإنبات عند المعاملة بالجبرلين وذلك عند التركيزين GA1 و GA2 حيث احتاجت البذور إلى (13.1 و 14.1) يوماً للإنبات على الترتيب، فيما تأخر موعد إنبات النباتات عند التركيز GA3 حيث احتاجت البذور إلى (15.1) يوماً للإنبات مقارنة مع معاملة الشاهد GA0 الذي احتاجت فيه البذور إلى (15.8) يوماً للإنبات، أي أن الجبرلين قد حفز من العمليات الحيوية في النبات وبالتالي سرع في عملية الإنبات، وتتفق هذه الدراسة مع ما توصل إليه (Chauhan *et al.*, 2019) في نبات الشوفان، إذ أظهرت نتائجهم أن معاملة البذور بحمض الجبرلين أسهمت في تحسين نسبة الإنبات ونمو البادرات تحت ظروف الإجهاد الملحي، كما بينت الدراسة أن استجابة النبات للجبرلين تختلف باختلاف التركيز والصنف، وأن التركيزين GA1 و GA2 كانا أكثر كفاءة في تسريع الإنبات، في حين انخفضت الاستجابة عند التركيز المرتفع GA3، مما يشير إلى أن فعالية الجبرلين ترتبط بوجود تركيز أمثل يتلاءم مع الصنف والظروف البيئية.

**تأثير التفاعل:** وفيما يتعلق بتأثير التفاعل بين العوامل الثلاثة، يلاحظ أن النباتات بكرت في الصنف اللبناني عند المعاملة بالجبرلين (GA2، شاهد) إذ أنبتت البذور بعد (8.7) يوماً من الزراعة فيما احتاجت البذور إلى (10.7) يوماً للإنبات في الصنف البلدي وعند نفس المعاملة لأن إضافة الجبرلين بتركيز مناسبة يؤدي إلى تسريع إنبات البذور، وينشط إنتاج الإنزيمات مثل الأميليز التي تحلل المواد الغذائية المخزنة في البذرة، فتتوفر الطاقة اللازمة لنمو الجنين.

بينما تأخرت النباتات بموعد الإنبات عند (GA0) ومع زيادة مستوى الملوحة فمثلاً في الصنف البلدي احتاجت البذور إلى (14.3-15.7-17.7-19.7) يوماً للإنبات عند معاملات الري (الشاهد و 2، 4، 6) ميليموز/سم على الترتيب وفي الصنف اللبناني احتاجت البذور إلى (11.7-13.7-15.7-18.3) يوماً للإنبات، حيث تأخرت عملية الإنبات بسبب انخفاض امتصاص الماء، وارتفاع التأثير السام لأيونات الصوديوم والكلور، مما يبطئ العمليات الحيوية داخل البذرة.

كما أن موعد الإنبات وضمن المعاملة الواحدة من الري قد انخفض بزيادة تركيز الجبرلين فمثلاً في الصنف اللبناني وعند معاملة الري (6 ميليموز/سم) احتاجت البذور إلى (16.7 و 15.7) يوماً للإنبات عند التركيزين (GA1 و GA2) على الترتيب بينما ازداد موعد الإنبات عند تركيز الجبرلين (GA3) حيث احتاجت البذور إلى (17.3) يوماً للإنبات أي أن زيادة تركيز الجبرلين (GA3) أثرت سلباً على موعد الإنبات، وبالتالي فإن التفاعل ما بين الجبرلين والري قد أثر معنوياً على موعد الإنبات وللصنفين، فكلما ازدادت مستويات الملوحة تأخر إنبات البذور، بينما تؤدي المعاملة بتركيز مناسبة من حمض الجبرلين إلى تحسين سرعة الإنبات، إلا

أن التراكيز المرتفعة جداً من الجبرلين قد تؤثر سلبيًا في موعد الإنبات، وهذا يتفق مع ما توصل إليه (طويوي وجيميلي، 2014) حيث أن معاملة البذور بحمض الجبرلين، ولاسيما بطريقة النقع، أدت إلى تحسن معنوي في نسبة الإنبات، وسرعة ظهور البادرات مقارنة بالشاهد، حيث ساهم الجبرلين في تنشيط الإنزيمات المسؤولة عن تحلل المواد المختزنة في البذور، مما أدى إلى توفير الطاقة اللازمة لنمو الجنين وتسريع عملية الإنبات.

## 2.5. موعد بدء التزهير (يوم):

جدول (2) موعد الازهار حتى ازهار 50 % من النباتات (يوم)

| الصنف البلدي   |             |                   |      |                 | الصنف               |
|----------------|-------------|-------------------|------|-----------------|---------------------|
| 6مليوموز/سم    | 4مليوموز/سم | 2مليوموز/سم       | شاهد | معاملة الجبرلين |                     |
| 90.3           | 85.0        | 82.3              | 81.7 | GA0             |                     |
| 87.3           | 82.3        | 77.7              | 77.0 | GA1             |                     |
| 86.0           | 80.3        | 77.3              | 74.7 | GA2             |                     |
| 89.0           | 84.0        | 80.0              | 78.7 | GA3             |                     |
| 82.1           |             |                   |      | متوسط الصنف     |                     |
| الصنف اللبناني |             |                   |      | الصنف           |                     |
| 6مليوموز/سم    | 4مليوموز/سم | 2مليوموز/سم       | شاهد | معاملة الجبرلين |                     |
| 83.0           | 76.7        | 73.7              | 72.0 | GA0             |                     |
| 79.0           | 73.3        | 70.0              | 68.3 | GA1             |                     |
| 77.7           | 73.3        | 68.0              | 66.0 | GA2             |                     |
| 80.7           | 77.0        | 73.0              | 71.0 | GA3             |                     |
| 73.9           |             |                   |      | متوسط الصنف     |                     |
| 80.6           | GA0         | متوسط<br>الجبرلين | 73.7 | شاهد            | متوسط معاملات الري  |
| 76.9           | GA1         |                   | 75.3 | 2مليوموز/سم     |                     |
| 75.4           | GA2         |                   | 79.0 | 4مليوموز/سم     |                     |
| 79.2           | GA3         |                   | 84.1 | 6مليوموز/سم     |                     |
|                |             |                   | 2.5  | الصنف           | LSD <sub>0.05</sub> |
|                |             |                   | 2.7  | الجبرلين        |                     |
|                |             |                   | 1.8  | الري            |                     |
|                |             |                   | 1.9  | التفاعل         |                     |

يلاحظ من خلال الجدول (2) وجود فروق معنوية في عدد الأيام حتى الازهار تحت تأثير العوامل المدروسة (الصنف، الري، حمض الجبرلين) وفي تأثير التفاعل بين العوامل.

**تأثير الصنف:** بكر الصنف اللبناني معنوياً عن الصنف البلدي بعدد الايام حتى الازهار حيث أزهار بعد (73.9 و 82.1) يوماً على الترتيب أي يفارق 8 أيام تقريباً وهو يعتبر مصدراً وراثياً للتبكير بالإزهار.

**تأثير الري:** بكرت النباتات بالإزهار في معاملة الشاهد وعند معاملة الري 2 مليوموز/سم حيث أزهرت بالمتوسط بعد (73.7 و 75.3) يوماً من الزراعة على الترتيب ، بينما تأخرت النباتات بالإزهار عند معاملة

الري 6 ميليموز/سم والتي أزهرت بالمتوسط بعد (84.1) يوماً من الزراعة، أي أن الملوحة قد أعاققت عمليات النمو الأمر الذي أخر عملية الازهار عند الصنفين اللبناني والبلدي، ويلاحظ أنه كلما ازدادت الملوحة تأخرت النباتات بالازهار، ويمكن أن يعزى ذلك بتأخر الانبات بزيادة الملوحة، أو بطئ في العمليات الحيوية بزيادة الملوحة، وبالتالي يتأخر الازهار بسبب ذلك.

**تأثير الجبرلين:** بكرت النباتات عند المعاملة بالجبرلين وذلك عند التركيزين GA2 و GA1 حيث أزهرت بعد 75.4 و 76.9 يوماً على الترتيب، فيما تأخر ازهار النباتات عند التركيز GA3 حتى 79.2 يوماً من الزراعة، بينما الإزهار في معاملة الشاهد GA0 تأخر حتى 80.6 يوماً، ولكن بدون فروق معنوية مع التركيز GA3، أي أن الجبرلين قد حفز من العمليات الحيوية في النبات وبالتالي سرع في عملية الازهار.

**تأثير التفاعل:** وفيما يتعلق بتأثير التفاعل بين العوامل الثلاثة يلاحظ أن النباتات بكرت في الصنف اللبناني عند المعاملة (GA2، 2ميليموز/سم) إذ أزهر بعد (68) يوماً وبدون فروق معنوية مع موعد ازهار الصنف اللبناني عند المعاملة (GA2، شاهد) والذي أزهر بعد 66 يوماً. وقد تأخرت النباتات بالإزهار بزيادة معاملة الري وعند تراكيز الجبرلين المختلفة وفي الصنفين البلدي واللبناني، فقد بلغ عند الصنف البلدي وعند تركيز الجبرلين GA2 (74.7-77.3-80.3-86) يوماً لمعاملات الري (الشاهد و2، 4، 6) ميليموز/سم على الترتيب. وينطبق ذلك على الصنف اللبناني حيث بلغ عند تركيز الجبرلين GA2 حيث ازداد تأخر النباتات عند زيادة الملوحة فبلغت (66-73.3-77.7) يوماً عند معاملات الري (الشاهد و2، 4، 6) ميليموز/سم على الترتيب، إلا أن موعد الإزهار كان عدد أيامه في الصنف اللبناني أقل مما هو عليه في البلدي، أي أن التفاعل ما بين الجبرلين والري قد أثر معنوياً على موعد الازهار وللصنفين.

وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه (Nazar et al., 2011)، إذ أوضحوا أن حمض الجبرلين يخفف من التأثيرات السلبية للإجهاد الملحي، ويحسن كفاءة النمو، إلا أن درجة الاستجابة ترتبط بكل من مستوى الملوحة، وتركيز الجبرلين المستخدم. كما أكدت دراسة (Luitel et al., 2015) أن معاملة النباتات بحمض الجبرلين تحت ظروف الملوحة حسّنت النمو والتطور مقارنة بالنباتات غير المعاملة، مع اختلاف درجة الاستجابة تبعاً لشدة الإجهاد الملحي، وهو ما ينسجم مع نتائج هذه الدراسة.

### 3.5. متوسط ارتفاع النبات (سم):

جدول (3) متوسط ارتفاع النبات (سم)

| الصنف البلدي |             |             |      | الصنف           |
|--------------|-------------|-------------|------|-----------------|
| 6ميليموز/سم  | 4ميليموز/سم | 2ميليموز/سم | شاهد | معاملة الجبرلين |
| 48.0         | 49.7        | 51.7        | 57.7 | GA0             |
| 48.7         | 53.3        | 56.3        | 58.7 | GA1             |
| 53.0         | 57.0        | 61.3        | 66.3 | GA2             |
| 50.7         | 54.7        | 58.0        | 62.3 | GA3             |
| 55.46        |             |             |      | متوسط الصنف     |

| الصنف اللبناني |             |                   |       |                 | الصنف               |
|----------------|-------------|-------------------|-------|-----------------|---------------------|
| 6ملييموز/سم    | 4ملييموز/سم | 2ملييموز/سم       | شاهد  | معاملة الجبرلين |                     |
| 48.0           | 51.3        | 55.0              | 58.3  | GA0             |                     |
| 50.7           | 55.0        | 58.7              | 62.0  | GA1             |                     |
| 59.0           | 61.0        | 65.0              | 69.3  | GA2             |                     |
| 55.7           | 57.3        | 61.0              | 64.7  | GA3             |                     |
| 58.25          |             |                   |       | متوسط الصنف     |                     |
| 52.46          | GA0         | متوسط<br>الجبرلين | 62.42 | شاهد            | متوسط معاملات الري  |
| 55.42          | GA1         |                   | 58.38 | 2ملييموز/سم     |                     |
| 61.50          | GA2         |                   | 54.92 | 4ملييموز/سم     |                     |
| 58.04          | GA3         |                   | 51.71 | 6ملييموز/سم     |                     |
|                |             |                   | 0.95  | الصنف           | LSD <sub>0.05</sub> |
|                |             |                   | 0.4   | الجبرلين        |                     |
|                |             |                   | 1.03  | الري            |                     |
|                |             |                   | 1.12  | التفاعل         |                     |

يلاحظ من خلال الجدول (3) وجود فروق معنوية في ارتفاع النبات تحت تأثير العوامل المدروسة (الصنف، الري، حمض الجبرلين) وفي تأثير التفاعل بين العوامل.

**تأثير الصنف:** تفوق الصنف اللبناني معنوياً على الصنف البلدي بارتفاع النبات، حيث بلغ ارتفاع النبات للصنف اللبناني (58.25) سم بينما للبلدي (55.46) سم أي بفارق 5سم بالمتوسط.

**تأثير الري:** انخفض ارتفاع النبات لدى مستويات الملوحة كافة مقارنة مع الشاهد الذي بلغ ارتفاع النبات لديه بالمتوسط (62.42) سم فيما بلغ ارتفاع النبات عند معاملة الري 2 مليموز/سم (58.38) سم متفوقاً على ارتفاع النبات عند معاملات الري الأخرى (4 و 6) مليموز/سم والذي بلغ متوسط ارتفاع النبات عندهما (54.92 و 51.71) سم على الترتيب ، وهذا ما أثبتته (Singh *et al.*, 2008) في دراسته على نباتات الفول، أن الإجهاد الملحي يؤدي إلى انخفاض في ارتفاع النبات، بسبب انخفاض الجهد الأسموزي لمحلول التربة، مما يقلل من امتصاص الماء والعناصر الغذائية، ويؤدي إلى اختلال التوازن الأيوني نتيجة تراكم أيونات الصوديوم والكلوريد، الأمر الذي يثبط انقسام الخلايا واستطالتها ويخفض كفاءة البناء الضوئي، مما ينعكس في النهاية على انخفاض ارتفاع النبات .

**تأثير الجبرلين:** تفوقت النباتات في ارتفاع النبات المرشوشة بتركيز الجبرلين GA2 حيث بلغ (61.50) سم على باقي تراكيز الجبرلين، فيما انخفضت عند باقي التراكيز والتي بلغت بالمتوسط (58.04 و 55.42) سم لكل من GA3 و GA1 على الترتيب، وقد تفوقت جميع المعاملات على معاملة الشاهد (GA0) والبالغ ارتفاع النبات فيه (52.46) سم، يمكن أن يعزى ازدياد ارتفاع النبات عند المعاملة بحمض الجبرلين إلى دوره في تحفيز انقسام الخلايا واستطالتها، وزيادة نشاط الميرستيمات القمية، مما يعزز استطالة السلاسل ويؤدي إلى زيادة ارتفاع النبات. وتتفق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Iqbal *et al.*, 2011).

**تأثير التفاعل:** وفيما يتعلق بتأثير التفاعل بين العوامل الثلاثة، يلاحظ أن النباتات تفوقت بارتفاع النبات عند الصنفين اللبناي والبلدي بلغت (69.3 و 66.3) سم في المعاملة (شاهد، GA2) على الترتيب، فيما انخفض ارتفاع النبات لدى الصنفين عند عدم الرش بالجبرلين (GA0) ولكل معاملات الري (2، 4، 6، 6 ميليموز/سم) أي أن الجبرلين قد شجع من عملية تطاول الساق بالرغم من زيادة الملوحة، فعند معاملة الري 2 ميليموز/سم كان أداء الصنف اللبناي بزيادة تحمل هذا المستوى من الملوحة بزيادة تركيز الجبرلين فبلغ (55-58.7-65-61) سم عند (GA0، GA1، GA2، GA3) على الترتيب، فيلاحظ زيادة ملحوظة في ارتفاع النبات عند اضافة الجبرلين، ولكن زيادة تركيزه سيؤدي الى أثر سلبي كما نلاحظه عند التركيز GA3 الذي نقص الارتفاع عما هو عليه في GA2، السلوك نفسه لوحظ عند الصنف البلدي، ويتضح كذلك الدور الإيجابي للجبرلين في تعزيز نمو النبات وزيادة قدرته على تحمل تأثير الملوحة، ولا سيما عند معاملة الري (6 ميليموز/سم). فقد أظهر الصنف اللبناي استجابة واضحة للرش بتركيز الجبرلين المختلفة، إذ بلغ متوسط ارتفاع النبات (48-50.7-59-55.7) سم عند (GA0، GA1، GA2، GA3) على الترتيب، مما يشير إلى تفوق المعاملة (GA2 (40 ppm) في تعزيز ارتفاع النبات تحت ظروف الملوحة المرتفعة، واتخذ الصنف البلدي الاتجاه نفسه، إلا أن قيم ارتفاع النبات كانت أقل مقارنةً مع الصنف اللبناي إذ بلغت (48-48.7-53-50.7) سم عند (GA0، GA1، GA2، GA3) على الترتيب، ويتفق ذلك مع ما أشار إليه (El-Beltagi *et al.*, 2025) بأن الرش الخارجي بالجبرلين يحسن من ارتفاع النبات وبعض صفات النمو في نبات الفول تحت ظروف الملوحة، كما أظهروا أن الجبرلين يساعد في التخفيف من الآثار السلبية للإجهاد الملحي.

#### 4.5. متوسط الوزن الرطب للساق (غ):

جدول (4) متوسط الوزن الرطب للساق (غ)

| الصنف البلدي  |              |              |      | الصنف           |
|---------------|--------------|--------------|------|-----------------|
| 6 ميليموز/سم  | 4 ميليموز/سم | 2 ميليموز/سم | شاهد | معاملة الجبرلين |
| 16.2          | 18.3         | 21.5         | 27.2 | GA0             |
| 18.1          | 20.7         | 24.1         | 27.3 | GA1             |
| 21.3          | 24.6         | 27.3         | 33.6 | GA2             |
| 18.4          | 22.0         | 25.6         | 28.9 | GA3             |
| 23.4          |              |              |      | متوسط الصنف     |
| الصنف اللبناي |              |              |      | الصنف           |
| 6 ميليموز/سم  | 4 ميليموز/سم | 2 ميليموز/سم | شاهد | معاملة الجبرلين |
| 16.4          | 20.6         | 23.5         | 26.6 | GA0             |
| 18.5          | 23.1         | 26.2         | 29.4 | GA1             |
| 21.6          | 26.3         | 31.2         | 34.4 | GA2             |
| 20.0          | 24.2         | 27.4         | 30.4 | GA3             |
| 25.0          |              |              |      | متوسط الصنف     |
| 21.3          | GA0          | متوسط        | 29.7 | شاهد            |
| 23.4          | GA1          | الجبرلين     | 25.8 | 2 ميليموز/سم    |

|      |     |  |      |            |                     |
|------|-----|--|------|------------|---------------------|
| 27.5 | GA2 |  | 22.5 | 4مليموز/سم |                     |
| 24.6 | GA3 |  | 18.8 | 6مليموز/سم |                     |
|      |     |  | 0.8  | الصنف      | LSD <sub>0.05</sub> |
|      |     |  | 1.5  | الجبرلين   |                     |
|      |     |  | 1.8  | الري       |                     |
|      |     |  | 1.6  | التفاعل    |                     |

يلاحظ من خلال الجدول (4) وجود فروق معنوية في الوزن الرطب للساق تحت تأثير العوامل المدروسة (الصنف، الري، حمض جبرلين) وفي تأثير التفاعل بين العوامل.

**تأثير الصنف:** تفوق الصنف اللباني معنوياً على الصنف البلدي في وزن الساق الرطب إذ بلغ لكليهما بالمتوسط 25.0 و 23.4 غ للصنفين اللباني والبلدي على الترتيب أي تفوق الصنف اللباني على البلدي.

**تأثير الري:** انخفض وزن الساق الرطب بازدياد مستويات الملوحة كافة مقارنة مع معاملة الشاهد الذي بلغ وزن الساق لديه 29.7 غ فيما بلغ وزن الساق الرطب 25.8 غ عند معاملة الري 2 مليموز/سم متفوقاً على وزن الساق الرطب عند معاملات الري 4 و 6 مليموز/سم والذي بلغ الوزن عندهما (22.5 و 18.8) غ على الترتيب أي أن التأثير السلبي للملوحة على وزن الساق الرطب بدا جلياً بارتفاع الملوحة من 2 الى 6 مليموز/سم.

**تأثير الجبرلين:** تفوقت النباتات بوزن الساق الرطب عند الرش بالتركيز GA2 على باقي تراكيز الجبرلين بلغ (27.5) غ فيما انخفضت عند باقي التراكيز والتي بلغت بالمتوسط (24.6 و 23.4) غ لكل من GA3 و GA1 على الترتيب، وقد تفوقت جميع المعاملات على معاملة الشاهد والبالغ وزن الساق الرطب فيه 21.3 غ.

**تأثير التفاعل:** وفيما يتعلق بتأثير التفاعل بين العوامل الثلاثة، يلاحظ أن النباتات تفوقت بوزن الساق الرطب عند الصنفين اللباني والبلدي بلغت على الترتيب (34.4 و 33.6) غ عند المعاملة (شاهد، GA2) فيما انخفض وزن الساق الرطب لدى الصنفين عند GA0 ولكل معاملات الري (2، 4، 6، مليموز/سم).

ويلاحظ أن بدءاً من التركيز GA1 زيادة في تحمل النبات للملوحة والذي انعكس على زيادة وزن الساق الرطب فقد بلغ عند الرش بالتركيز GA1 للصنف البلدي (27.3-24.1-20.7-18.1) غ لمعاملات الري (الشاهد و 2، 4، 6) مليموز/سم على الترتيب بالمقابل يلاحظ ارتفاع وزن الساق الرطب بزيادة تركيز الرش بالجبرلين فعند معاملة الري (2) مليموز/سم كان وزن الساق عند عدم الرش بالجبرلين 21.5 غ بدأ بالتزايد بزيادة تركيز الرش بالجبرلين وصل عند الصنف البلدي الى 24.1 غ و 27.3 غ عند الرش بالتركيزين GA1 و GA2 على الترتيب ثم انخفض عند زيادة تركيز الجبرلين GA3 الى 25.6 غ، كما يلاحظ عند معاملة الري 6 مليموز/سم زيادة وزن الساق الرطب من 16.2 غ عند عدم الرش بالجبرلين الى 21.3 غ عند GA2 ثم انخفض بزيادة تركيز الجبرلين، وهكذا الأمر نفسه في الصنف اللباني وعند باقي المعاملات.

حيث أدى زيادة الرش بالجبرلين الى زيادة تحمل النبات للملوحة والذي انعكس تأثيره الايجابي على وزن الساق الرطب، وهذا ما توصل إليه (Shahzad *et al.*, 2021) في دراستهم على نبات الذرة، إذ أظهرت النتائج أن تعرض النباتات للإجهاد الملحي أدى إلى انخفاض الوزن الرطب للمجموع الخضري، في حين أسهمت معاملة النباتات بحمض الجبرلين في الحد من التأثير المثبط للملوحة وزيادة الوزن الرطب للمجموع الخضري مقارنة بالنباتات غير المعاملة، وقد أرجع الباحثون ذلك إلى الدور المحفز للجبرلين في تعزيز النمو الخضري وتحسين بعض العمليات الفسيولوجية المرتبطة بنمو النبات تحت ظروف الإجهاد الملحي، ويتفق ذلك مع نتائج الدراسة الحالية، التي أظهرت زيادة الوزن الرطب للساق مع معاملات الجبرلين مقارنة بمعاملة الشاهد، ولا سيما عند التركيز المتوسط من حمض الجبرلين.

### 5.5. متوسط الوزن الرطب للأوراق (غ):

جدول (5) متوسط الوزن الرطب للأوراق (غ)

| الصف البلدي   |             |                |      | الصف               |                     |
|---------------|-------------|----------------|------|--------------------|---------------------|
| 6ملييموز/سم   | 4ملييموز/سم | 2ملييموز/سم    | شاهد | معاملة الجبرلين    |                     |
| 22.3          | 25.5        | 26.6           | 33.7 | GA0                |                     |
| 24.8          | 29.1        | 33.5           | 36.7 | GA1                |                     |
| 30.1          | 35.5        | 41.7           | 47.2 | GA2                |                     |
| 27.4          | 32.4        | 37.2           | 41.3 | GA3                |                     |
| 32.8          |             |                |      | متوسط الصف         |                     |
| الصف اللبناني |             |                |      | الصف               |                     |
| 6ملييموز/سم   | 4ملييموز/سم | 2ملييموز/سم    | شاهد | معاملة الجبرلين    |                     |
| 23.7          | 27.3        | 30.4           | 34.5 | GA0                |                     |
| 26.3          | 31.7        | 36.3           | 41.5 | GA1                |                     |
| 34.2          | 39.6        | 47.3           | 53.9 | GA2                |                     |
| 29.3          | 34.9        | 40.6           | 46.5 | GA3                |                     |
| 36.1          |             |                |      | متوسط الصف         |                     |
| 28.0          | GA0         | متوسط الجبرلين | 41.9 | متوسط معاملات الري |                     |
| 32.5          | GA1         |                | 36.7 |                    | 2ملييموز/سم         |
| 41.2          | GA2         |                | 32.0 |                    | 4ملييموز/سم         |
| 36.2          | GA3         |                | 27.2 |                    | 6ملييموز/سم         |
|               |             |                | 1.5  | الصف               | LSD <sub>0.05</sub> |
|               |             |                | 2.1  | الجبرلين           |                     |
|               |             |                | 1.5  | الري               |                     |
|               |             |                | 1.8  | التفاعل            |                     |

يلاحظ من خلال الجدول (5) وجود فروق معنوية في الوزن الرطب للأوراق تحت تأثير العوامل المدروسة (الصف، الري، حمض الجبرلين) وفي تأثير التفاعل بين هذه العوامل.

**تأثير الصنف:** تفوق الصنف اللبناني معنوياً على الصنف البلدي إذ بلغ وزن الأوراق الرطب لكليهما بالمتوسط 36.1 و 32.8 غ للصنفين اللبناني والبلدي على الترتيب.

**تأثير الري:** انخفض وزن الأوراق الرطب لدى مستويات الملوحة كافة مقارنة مع الشاهد الذي بلغ وزن الأوراق لديه 41.9 غ فيما بلغ وزن الأوراق الرطب 36.7 غ عند معاملة الري 2 ميليموز/سم متفوقاً على وزن الأوراق الرطب عند معاملات الري 4 و 6 ميليموز/سم والذي بلغ الوزن عندهما 32.0 و 27.2 غ على الترتيب.

**تأثير الجبرلين:** تفوقت النباتات المرشوشة بالتركيز GA2 على باقي تراكيز الجبرلين بوزن الأوراق الرطب بلغ (41.2) غ فيما انخفضت عند باقي التراكيز والتي بلغت بالمتوسط (36.2 و 32.5) غ لكل من GA3 و GA1 على الترتيب وقد تفوقت جميع المعاملات على الشاهد (GA0) والبالغ وزن الأوراق الرطب فيه 28 غ.

**تأثير التفاعل:** وفيما يتعلق بتأثير التفاعل بين العوامل الثلاثة، يلاحظ أن النباتات تفوقت بوزن الأوراق الرطب عند الصنف اللبناني حيث بلغت 53.9 غ عند معاملة (شاهد، GA2) فيما انخفض وزن الأوراق الرطب لدى الصنفين عند GA0 ولكل معاملات الري (2، 4، 6، ميليموز/سم)، وازداد وزن الأوراق الرطب عند الرش بالجبرلين بالتركيز GA2 باختلاف معاملات الري. فلاحظ في الصنف البلدي وعند معاملة الري 2 ميليموز/سم أن وزن الأوراق كان 26.6 غ بدون رش الجبرلين ارتفع الوزن الى 33.5 غ عند الرش بالتركيز GA1 كما ارتفع بشكل كبير عند الرش بالتركيز GA2 وصل الى 41.7 غ إلا أن الوزن انخفض عند زيادة تركيز الجبرلين أي عند GA3 بلغ 37.2 غ. وفي الصنف اللبناني يلاحظ زيادة في الأرقام حيث بلغ وزن الأوراق الرطب عند معاملة الري 2 ميليموز/سم (30.4-36.3-47.3-40.6) غ لكل من تراكيز الجبرلين (GA0، GA1، GA2، GA3) على الترتيب، ومنه يلاحظ ارتفاع وزن الأوراق الرطب بزيادة تركيز الجبرلين المرشوش وهذا يدل على فعالية الجبرلين لتحمل النباتات للملوحة، ويمكن ملاحظة مقارنتا كثيرة في الجدول تدل على ذلك ولكن زيادة تركيز الجبرلين قد أثر سلباً في وزن الأوراق الرطب وهذا يتفق مع دراسة (Vetrano *et al.*, 2020) حيث أظهرت النتائج أن زيادة الملوحة خفضت الوزن الرطب للأوراق عند أعلى مستوى ملوحة، في حين أدى الرش بحمض الجبرلين بالتراكيز المتوسطة إلى تحسين النمو وزيادة الوزن الرطب، بينما لم يظهر التركيز العالي من حمض الجبرلين تحسناً معنوياً إضافياً.

## 6.5. متوسط الوزن الرطب للجذور (غ):

جدول (6) متوسط الوزن الرطب للجذور (غ)

| الصنف           | الصنف البلدي |              |              |              |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| معاملة الجبرلين | شاهد         | 2 ميليموز/سم | 4 ميليموز/سم | 6 ميليموز/سم |
| GA0             | 11.4         | 10.5         | 9.03         | 7.9          |

|                |             |                |      |                 |                     |
|----------------|-------------|----------------|------|-----------------|---------------------|
| 8.2            | 10.0        | 11.5           | 12.2 | GA1             |                     |
| 9.1            | 10.7        | 12.2           | 13.7 | GA2             |                     |
| 8.7            | 10.06       | 11.5           | 13.0 | GA3             |                     |
| 10.6           |             |                |      | متوسط الصنف     |                     |
| الصنف اللبناني |             |                |      | الصنف           |                     |
| 6ملييموز/سم    | 4ملييموز/سم | 2ملييموز/سم    | شاهد | معاملة الجبرلين |                     |
| 8.6            | 10.0        | 10.4           | 12.2 | GA0             |                     |
| 9.4            | 10.5        | 12.0           | 13.2 | GA1             |                     |
| 10.03          | 11.6        | 12.7           | 14.6 | GA2             |                     |
| 9.6            | 11.1        | 12.3           | 13.6 | GA3             |                     |
| 11.4           |             |                |      | متوسط الصنف     |                     |
| 10.01          | GA0         | متوسط الجبرلين | 13.0 | شاهد            | متوسط معاملات الري  |
| 10.9           | GA1         |                | 11.6 | 2ملييموز/سم     |                     |
| 11.8           | GA2         |                | 10.4 | 4ملييموز/سم     |                     |
| 11.2           | GA3         |                | 9.0  | 6ملييموز/سم     |                     |
|                |             |                | 0.5  | الصنف           | LSD <sub>0.05</sub> |
|                |             |                | 0.6  | الجبرلين        |                     |
|                |             |                | 0.7  | الري            |                     |
|                |             |                | 1.6  | التفاعل         |                     |

يلاحظ من خلال الجدول (6) وجود فروق معنوية في الوزن الرطب للجذور تحت تأثير العوامل المدروسة (الصنف، الري، حمض الجبرلين) وفي تأثير التفاعل بين العوامل الثلاثة.

**تأثير الصنف:** تفوق الصنف اللبناني معنوياً على الصنف البلدي إذ بلغ وزن الجذور الرطب لكليهما بالمتوسط 11.4 و 10.6 غ للصنفين اللبناني والبلدي على الترتيب.

**تأثير الري:** انخفض وزن الجذور الرطب لدى معاملات الري (2، 4، 6، ملييموز/سم) مقارنة مع معاملة الشاهد الذي بلغ وزن الجذور لديه (13) غ فيما بلغ وزن الجذور الرطب (11.6) غ عند معاملة الري 2ملييموز/سم متفوقاً على وزن الجذور الرطب عند معاملات الري (4 و 6) ملييموز/سم والذي بلغ متوسط الوزن عندهما (10.4 و 9) غ على الترتيب، وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه (Nasrallah *et al.*, 2022) و (Abdel Basset & Danial, 2024) في دراستهم على نبات الفول، إذ أظهرت النتائج أن تعرض النباتات للإجهاد الملحي أدى إلى انخفاض معنوي في الوزن الرطب للجذور، وقد كان المجموع الجذري من أكثر أجزاء النبات تأثراً بالإجهاد الملحي، ويُعزى انخفاض الوزن الرطب للجذور مع زيادة الملوحة إلى انخفاض قدرة النبات على امتصاص الماء نتيجة انخفاض الجهد المائي للتربة، وما يرافق ذلك من اضطراب في الاتزان الأيوني والعمليات الفسيولوجية المرتبطة بنمو الجذور، كما تتفق مع دراسة عبد الرؤوف عبد الله وزملاؤه (2016) حيث أظهرت النتائج أن زيادة تركيز الملوحة أدى إلى انخفاض في الوزن الرطب للمجموع الجذري.

**تأثير الجبرلين:** تفوقت النباتات المرشوشة بالجبرلين عند التركيز GA2 على باقي تراكيز الجبرلين بوزن الجذور الرطب حيث بلغ (11.8) غ فيما انخفضت عند باقي التراكيز والتي بلغت بالمتوسط (11.2 و 10.9) غ لكل من التركيزين (GA1 و GA3) على الترتيب وقد تفوقت جميع المعاملات على الشاهد والبالغ وزن الجذور الرطب لديه (10.01) غ أي أن الجبرلين قام بتنشيط وتحفيز الجذور على الاستطالة وبالتالي زيادة وزنها.

**تأثير التفاعل:** سلكت صفة وزن الجذور سلوك باقي الصفات في تأثير التفاعل بين العوامل الثلاثة، فيلاحظ أن النباتات تفوقت بوزن للجذور الرطب عند الصنفين البلدي واللبناني بلغت على الترتيب (13.7 و 14.6) غ عند معاملة (شاهد، GA2)، فيما انخفض وزن للجذور الرطب لدى الصنفين عند GA0 ولكل معاملات الري (2، 4، 6، ميليموز/سم) إلا أن الرش بالجبرلين بكل تراكيزه قد أثر ايجاباً بزيادة تحمل النباتات للملوحة والذي انعكس على زيادة وزن الجذور الرطب بزيادة تركيز الرش بالجبرلين وقد بان بأعلى قيمة له عند الرش بالتركيز GA2 والبالغ (12.2) غ عند الصنف البلدي لمعاملة الري (2 ميليموز/سم) بينما كان للصنف نفسه وعند معاملة الري نفسها ولكن كان تركيز الجبرلين GA1 بلغ وزن الجذور لدى هذه المعاملة (11.5) غ وهذا ما نلاحظه عند الصنف اللبناني حيث ازداد وزن الجذور عند معاملة الري 2 ميليموز/سم من (12) غ عند تركيز الجبرلين GA1 الى (12.7) غ عند الرش بالجبرلين بالتركيز GA2 ثم انخفض بزيادة تركيز الجبرلين الى (12.3) غ أي عند GA3 ، ويبدو الأمر جلياً عند معاملة الري (6 ميليموز/سم) حيث ظهر التأثير الايجابي للجبرلين فقد زاد الوزن للصنفين من GA0 الى GA2 وبلغ (7.9 و 9.1) غ للصنف البلدي و (8.6 و 10.03) غ للصنف اللبناني مع ملاحظة التأثير السلبي بزيادة تركيز الجبرلين GA3 حيث انخفض الوزن للصنفين البلدي واللبناني وعند معاملة الري (6 ميليموز/سم) الى (8.7 و 9.6) غ على الترتيب، مع ملاحظة استمرار الأثر الايجابي للجبرلين بزيادة تحمل النباتات للملوحة.

## 5. الاستنتاجات:

1. تفوق الصنف اللبناني في الصفات المدروسة على الصنف البلدي حيث تفوق في موعد الانبات وارتفاع النبات والوزن الرطب للأوراق والساق والجذور .
2. يسبب ازدياد تركيز الأملاح في ماء الري تراجعاً ملحوظاً في الصفات المدروسة لدى صنف الفول، حيث تفوقت معاملة الشاهد على باقي المعاملات لغالبية المؤشرات المدروسة.
3. تفوق الرش بحمض الجبرلين (40 ppm) في جميع الصفات المدروسة.
4. يؤدي نقع البذور ورش النباتات بحمض الجبرلين إلى زيادة مقاومة صنف الفول للإجهاد الملحي، فقد تفوقت المعاملة (شاهد، GA2) في غالبية الصفات المدروسة للصنفين، مما يؤكد فعالية هذا التركيز (40 Ppm) في التخفيف من الآثار السلبية للإجهاد الملحي.

## 6. التوصيات:

1. يوصى بزراعة الصنف اللبناني في المناطق المعرضة للإجهاد الملحي، لما أظهره من تفوق في معظم صفات النمو.
2. يوصى باستخدام حمض الجبرلين بتركيز 40 جزء بالمليون لتحسين مؤشرات النمو المدروسة في نبات الفول، وتجنب استخدام التراكيز المرتفعة.
3. يوصى بإجراء دراسات مستقبلية لدراسة تأثير تراكيز أخرى من حمض الجبرلين، منفرداً أو بالتكامل مع منظمات نمو أو محسنات حيوية أخرى، في تحسين تحمل نبات الفول للإجهاد الملحي.
4. يوصى بإجراء تجارب حقلية في بيئات ومستويات ملوحة مختلفة للتحقق من كفاءة النتائج وتطبيقها تحت الظروف الزراعية المحلية.

## المراجع العربية:

- 1- الحاجي عبود، فواز، الشتيوي، إبراهيم (1995)، إنتاج خضار خاص 1 ، جامعة حلب - كلية الزراعة - منشورات جامعة حلب، (192-187).
- 2- الراوي، خاشع محمود، وخلف الله، عبد العزيز محمد (2000)، تصميم وتحليل التجارب الزراعية، فسيولوجيا الإجهادات البيئية في النباتات، وزارة التعليم العالي، جامعة الموصل، العراق.
- 3- الشنطي، عبد الكريم (1990)، المحاصيل البقولية وأهميتها الغذائية، دار الكتب العلمية، بيروت، لبنان.
- 4- الشحات، نصر أبو زيد (1990). الهرمونات النباتية والتطبيقات الزراعية. مؤسسة عز الدين للطباعة والنشر، بيروت، لبنان، (150-50).
- 5- الهلال، علي عبد المحسن (1999)، فسيولوجيا النبات تحت إجهادي الجفاف والملوحة، عمادة شؤون المكتبات - جامعة الملك سعود - الرياض، (268-205).
- 6- الهيتي، سعدون حمادي (2004)، ملوحة التربة وتأثيرها في نمو النبات، وزارة التعليم العالي - دار الكتب العلمية - جامعة بغداد، العراق.
- 7- حسن، عبد الرحمن محمد (2001)، خصوبة التربة وتغذية النبات، كلية الزراعة، جامعة حلب، سوريا.
- 8- طويوي، آمال، وجيميلي، مريم (2014)، تأثير حمض الجبريليك ( $GA_3$ ) نقعاً ورشاً على نبات القمح الصلب (صنف Vitron) النامي تحت الظروف الملحية. مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر في البيولوجيا وعلم البيئة النباتية، تخصص التنوع الحيوي والإنتاج النباتي، كلية علوم الطبيعة والحياة، جامعة قسنطينة 1، الجزائر. إشراف: غروشة حسين.

- 9- عبد الرؤوف، السيد عبد الله، وعدس، إبراهيم أحمد، وديكوري، محمد زغلول، (2016)، تأثير الملوحة على النمو والتنوع الجيني لأصناف الفول البلدي (*Vicia faba L*). مجلة الإسكندرية للتبادل العلمي، المجلد 37، العدد 3، الصفحات 467-479.
- 10- عبد الله، أحمد حسن، (2016)، تأثير الملوحة في نمو وإنتاجية بعض المحاصيل النبقولية، جامعة حلب، مجلة البحوث الزراعية، المجلد (12)، العدد (1)، ص 77-89.

### المراجع الأجنبية:

- 1- Acosta-Motos, J. R.; Ortuño, M. F.; Bernal-Vicente, A.; Diaz-Vivancos, P.; Sanchez-Blanco, M. J.; Hernandez, J. A. (2017). Plant Responses to Salt Stress: Adaptive Mechanisms. *Agronomy*, 7(1): 18.
- 2- Al-Harbi, A. R.; Al-Omran, A. M.; Alenazi, M. M.; Wahb-Allah, M. A. (2015). Salinity and deficit irrigation influence tomato growth, yield and water use efficiency at different developmental stages. *International Journal of Agriculture and Biology*, 17(2): 241-250.
- 3- Asahina, M.; Iwai, H.; Kikuchi, A.; Yamaguchi, S.; Kamiya, H.; Satoh, S. (2002). Gibberellin produced in the cotyledon is required for cell division during tissue reunion in the cortex of cut cucumber and tomato hypocotyls. *Plant Physiology*, 129: 201-210.
- 4- Ashraf, M.; Harris, P. J. C. (2004). Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science*, 166(1): 3-16.
- 5- Bond, D. A.; Lawes, D. A.; Hawtin, G. C.; Saxena, M. C.; Stephens, J. S. (1985). Faba bean (*Vicia faba L.*). In: Summerfield, R. J.; Roberts, E. H. (Eds.). *Grain Legume Crops*. William Collins Co. Ltd., London, W1X 3LA, UK, pp. 199-265.
- 6- Chauhan, A.; AbuAmarah, B. A.; Kumar, A.; Verma, J. S.; Ghramh, H. A.; Khan, K. A.; Ansari, M. J. (2019). Influence of gibberellic acid and different salt concentrations on germination percentage and physiological parameters of oat cultivars. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(6): 1298-1304.
- 7- Danial, A. W.; Abdel Basset, R. (2024). Amelioration of NaCl stress on germination, growth, and nitrogen fixation of *Vicia faba* at isosmotic Na-Ca combinations and *Rhizobium*. *Planta*, 259: 69.
- 8- El-Beltagi, H. S.; El-Nady, M. F.; Ismail, A. M.; Abomarzoka, E. A. E.; El-Mogy, M. M.; Metwaly, M. M. S. (2025). Foliar application of exogenous gibberellin or cytokinin mitigates salinity stress on faba bean (*Vicia faba L.*). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 53(2): 14579.
- 9- Fleet, C. M.; Sun, T. P. (2005). A DELLAcate balance: the role of gibberellin in plant morphogenesis. *Current Opinion in Plant Biology*, 8: 77-85.

- 10- **Iqbal, N.; Nazar, R.; Khan, M. I. R.; Masood, A.; Khan, N. A. (2011).** Role of gibberellins in regulation of source-sink relations under optimal and limiting environmental conditions. *Current Science*, 100(7): 998–1007.
- 11- **Jensen, E. S.; Peoples, M. B.; Hauggaard-Nielsen, H. (2010).** Faba bean in cropping systems. *Field Crops Research*, 115: 203–216.
- 12- **Kaya, C.; Akram, N. A.; Sürücü, A.; Ashraf, M. (2019).** Exogenous application of nitric oxide alleviates cadmium and lead toxicity in pepper plants. *Scientia Horticulturae*, 255: 127–136.
- 13- **Khan, M. N.; Siddiqui, M. H.; Mohammad, F.; Naeem, M.; Khan, M. M. A. (2010).** Calcium chloride and gibberellic acid protect linseed (*Linum usitatissimum* L.) from NaCl stress by inducing antioxidative defence system and osmoprotectant accumulation. *Acta Physiologiae Plantarum*, 32: 121–132.
- 14- **Khan, M. I. R.; Syeed, S.; Nazar, R.; Anjum, N. A. (2012).** An insight into the role of salicylic acid and jasmonic acid in salt stress tolerance. In: *Phytohormones and Abiotic Stress Tolerance in Plants*. Springer, Berlin Heidelberg, pp. 277–300.
- 15- **Luitel, B.; Lee, T. J.; Kang, W. H. (2015).** Fruit Set and Yield Enhancement in Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Using Gibberellic Acid and 2,4-Dichlorophenoxy Acetic Acid Spray. *Journal of Bio-Environment Control*, 24(1): 27–33.
- 16- **Munns, R.; Tester, M. (2008).** Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59: 651–681.
- 17- **Nasrallah, A. K.; Atia, M. A. M.; Abd El-Maksoud, R. M.; Kord, M. A.; Fouad, A. S. (2022).** Salt priming as a smart approach to mitigate salt stress in faba bean (*Vicia faba* L.). *Plants*, 11(12): 1610.
- 18- **Nazar, R.; Iqbal, N.; Syeed, S.; Khan, N. A. (2011).** Salicylic acid alleviates decreases in photosynthesis under salt stress by enhancing nitrogen and sulfur assimilation and antioxidant metabolism differentially in two mungbean cultivars. *Journal of Plant Physiology*, 168: 807–815.
- 19- **Salunkhe, D. K.; Kadam, S. S.; Chavan, J. K. (1985).** *Postharvest Biotechnology of Food Legumes*. CRC Press, Florida, USA.
- 20- **Silverstone, A. L.; Sun, T. P. (2000).** Gibberellins and the green revolution. *Trends in Plant Science*, 5: 1–2.
- 21- **Singh, A. L.; Hariprassana, K.; Solanki, R. M. (2008).** Screening and selection of groundnut genotypes for tolerance of soil salinity. *Australian Journal of Crop Science*, 1(3): 69–77.
- 22- **Tavakkoli, E.; Rengasamy, P.; McDonald, G. K. (2010).** High concentrations of Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> ions in soil solution. *Journal of Experimental Botany*, 61: 2183–2197.

23- **Vetrano, F.; Moncada, A.; Miceli, A. (2020).** Use of Gibberellic Acid to Increase the Salt Tolerance of Leaf Lettuce and Rocket Grown in a Floating System. *Agronomy*, 10(4): 505.