مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (5) العدد (8) 2021
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies- Engineering Sciences Series Vol. (5) No. (8) 2021

# تأثير المعاملة بحمض الجبريلليك ($GA_3$) والماء الأوكسجيني($H_2O_2$) رشاً على المجموع الخضري في بعض الخصائص الإنتاجية والنوعية لنبات الفول.*Vicia faba* L تحت الظروف المحلية

أ.د. صالح قبيلي *
د. مجد محمد درويش **
م. رهف توفيق داوود ***

(تاريخ الإيداع 24 /5/ 2021 . قُبل للنشر 12 / 9 / 2021)

## الملخّص

زادت المعاملة بالماء الأوكسجيني $H_2O_2$ وحمض الجبريلليك معاً عند التركيزين 10 ،20 ميلي مول من الماء الأوكسجيني والتركيز 100ppm من حمض الجبريلليك من نمو وإنتاجية الفول وكان ذلك في أغلب االصفات المدروسة. كما وحسَنت المعاملة بالماء الأوكسجيني $H_2O_2$ عند التركيز 10 ميلي مول من معدل نمو المحصول، وأثرت المعاملة بحمض الجبريلليك عند التركيز 100 ppm بشكل إيجابي في نمو المحصول.

**الكلمات المفتاحية:** الفول، الماء الأوكسجيني، حمض الجبريلليك، الصفات الفيزيولوجية، الصفات الإنتاجية.

* استاذ في قسم المحاصيل الحقليه، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سوريا .
** مدرس في قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سوريا.
*** طالبة دراسات عليا، ماجستير، في قسم المحاصيل الحقليه، كلية الزراعه، جامعة تشرين، اللاذقيه، سوريا.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (5) العدد (8) 2021
**Tartous University Journal** for Research and Scientific Studies- Engineering Sciences Series Vol. (5) No. (8) 2021

# Effect of spraying with Hydrogen Peroxide ($H_2O_2$) and Gibbrelic Acid on some productive and quality characteristics in faba bean *Vicia faba* L.

**Saleh Koubailie** *
**Majd Darwish** **
**Rahaf Daood*****

**(Received 24 / 5 / 2021 . Accepted 12 / 9 / 2021 )**

**Abstract**

Treatment of $H_2O_2$ and gibberellin acid,at a concentration of 10 and 20 mmol hydrogen peroxide and a concentration of 100ppm of gibberellin has increased the growth and yield of beans, and that was in most of the studied parameters . The treatment with hydrogen peroxide $H_2O_2$ at a concentration of 10 mmol has improved the crop growth rate, and the treatment with gibberellin at Concentration 100 ppm positively affected the crop growth.

**Keywords:** Bean, Hydrogen peroxide, Gibberellin acid, Physiological traits , Yield.

* Professor in Department of Field Crops .Faculty of Agriculture. Tishreen University. Lattakia. Syria.
** PhD in Department of Field Crops. Faculty of Agriculture. Tishreen University. Lattakia. Syria.
*** Master student in Department of Field Crops. Faculty of Agriculture. Tishreen University. Lattakia. Syria.

**المقدمة:**

ينتمي الفول *Vicia faba* L. إلى الفصيلة البقولية Fabaceae وهو أحد أهم المحاصيل البقولية انتشاراً واستخداماً، حيث يمتلك قيمة غذائية عالية نظراً لغناه بالبروتين والعناصر المعدنية والفيتامينات، كما ويُعرف بلحم الفقراء في كثير من دول العالم، أما في سورية فيُعد الفول محصول غذائي، علفي ومخصب للتربة. هذا وتتنوع طرق استخدام النبات من منطقه لأخرى، حيث فضلاً عن استخداماته التي تمّ ذكرها سابقاً، تُستخدم أغصان النباتات الجافة في بعض الدول الأفريقية كوقود ولصناعة الطوب (Ulukan *et al*., 2003).

تحتل الصين المركز الأول عالمياً في زراعة وإنتاج بذور الفول، إذ يصل إنتاجها إلى حوالي (1.61) مليون طن سنوياً، ويليها إثيوبيا (0.88) مليون طن واستراليا (0,42) مليون طن وفرنسا (0,19) مليون طن ومصر (0.12) مليون طن سنوياً (FAOSTAT, 2016).

قُدرت المساحة المزروعة في سورية بحوالي 19087 هكتاراً، بمتوسط إنتاجية من البذور حوالي 1647 كغ/هكتار (وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2017).

يعمل نبات الفول على زيادة محتوى التربة من الآزوت من خلال تثبيته جواً لاحتواء جذوره على العقد الآزوتية حيث يُضيف لتربة الهكتار الواحد المزروع بالفول حوالي (300–700 كغ) من الآزوت العضوي سنوياً (البحرة وداغستاني، 2003).

في الآونة الأخيرة، حظي الماء الأوكسجيني بأهمية معتبرة مقارنةً ببقية أنواع الأوكسجين التفاعلية أو تلك الجذور الحرة المشتقة من الأوكسجين، حيث أن صغر حجم جزيئاته وطول عمرها الافتراضي يسمح لها بالعبور عبر الأغشية الخلوية إلى أجزاء مختلفة ضمن الخلية النباتية لتقوم بدورها في نقل الإشارات الخلوية signaling functions (Maruta *et al*., 2012).

تم التنويه لدور الماء الأوكسجيني في نقل الإشارات الخلوية وتأثيرها على العمليات الحيوية في النبات في العديد من الأبحاث والمراجع العلمية، خاصةً فيما يتعلق بالتكيف مع الإجهاد stress acclamation، والنظام المضاد للتأكسد antioxidative defense، والربط المتبادل للجدار الخلوي cell wall cross-linking، وسلوكية الثغور النباتية stomatal behavior، وإنتاج مركبات الفيتوالوكسين، وتنظيم الساعة البيولوجية للخلية النباتية وعملية التمثيل الضوئي. وهكذا، فإنَ السميَة أو الأضرار المرتبطة بتأثير الماء الأوكسجيني من جهة، ودوره في نقل الإشارات الخلوية من جهة أخرى، تزيد من أهمية هذا الجزيء، كما وتتطلب أن يكون تركيزه على المستوى الخلوي متحكم به وبدرجة كبيرة (Noctor *et al*., 2014).

أثبتت العديد من الدراسات أن المعاملة بتركيز مناسب من الماء الأوكسجيني تحسن من تحمل النبات للإجهاد البيئي، وذلك عبر تأثيره في العديد من العمليات الفيزيولوجية كعملية التمثيل الضوئي، ودوره كمرسال Signaling molecule في مسارات الاستجابة المتعددة، ومساهمته بتنشيط البروتينات المسؤولة عن ظاهرة التخلص من أنواع الأوكسجين التفاعلية وإزالة أثرها السمي ROS detoxifying/ scavenging proteins وفي ظاهرة التعبير المورثي gene expression ( Liu *et al*., 2010; Xu *et al*., 2011 ; Gondim *et al*., 2013).

كذلك أدت المعاملة بالماء الأوكسجيني $H_2O_2$ إلى زيادة نشاط أنزيم سكروز فوسفات سنتاز (SPS) وبالتالي تراكم أكبر للسكريات الذوابة في بادرات الأرز (Uchida *et al*., 2002).

وفي تجربة حول تأثير المعاملة بالماء الأوكسجيني $H_2O_2$ في نبات الذرة الصفراء .*Zea mays* L، فقد أشارت نتائج الباحثين (Guzel and Terzi, 2013) أن الماء الأوكسجيني سبب زيادة في النمو والمحتوى المائي وتراكيز العناصر المعدنية، والمحتوى الكلي من البروتينات والسكريات الذوابة في أوراق النبات.

برز في السنوات الأخيرة أهمية استخدام منظمات النمو الكيميائية، سواءً عبر عملية نقع البذور قبل الزراعة أو برش المجموع الخضري للنباتات بأحد أو بأكثر من محاليل هذه المنظمات كالجبريللينات $GA_3$.

يُعد حمض الجبريلليك من منظمات النمو المعروفة بتأثيرها المنشط للنمو، فقد أشارت نتائج العديد من الباحثين أن حمض الجبريلليك أسهم في زيادة المحصول البيولوجي وغلة البذور لدى نبات الفول الاخضر (Abdel Mawgoud *et al*., 2011)، وزيادة طول النبات وتراكم السكريات الذائبة ونشاط إنزيم الأنفرتيز لدى نبات البازلاء (Miyamoto *et al*., 1993).

تأتي أهمية البحث نتيجةً للطلب المتزايد على استهلاك بذور المحاصيل البقولية سواءً منها المستهلكة طازجة أم الجافة، ولمواكبة هذا الطلب المتزايد وبهدف زيادة الإنتاج لا بد من البحث عن معاملات زراعية جديدة واتباع أساليب زراعية حديثة، خصوصاً تلك المعاملات المتعلقة باستخدام منظمات النمو ومحفزات إفرازها (كالماء الأوكسجيني وحمض الجبريلليك) ذات التأثير الفيزيولوجي الملموس في حيوية ونمو وتطور النباتات نظراً لدورها الهام في زيادة الإنتاجية وتحسين النوعية.

بناءً على ما سبق، يهدف هذا البحث إلى دراسة نمو وإنتاجية نباتات الفول المُعاملة رشاً على المجموع الحضري بالماء الأوكسجيني $H_2O_2$ وبحمض الجبريلليك $GA_3$.

## مواد البحث وطرائقه:

نُفذت التجربة في إحدى أراضي قرية العقيبة التابعة لمدينة جبلة ضمن محافظة اللاذقية، والتي ترتفع عن سطح البحر حوالي 315م، في الفترة الممتدة من بداية كانون الأول وحتى أواخر شهر أيار للموسم الزراعي 2019/2018، كما وأُجريت التحاليل الكيميائية في مخابر كلية الزراعة– جامعة تشرين، واُستخدمت في الزراعة بذور الفول البلدي.

أُجري تحليل كيميائي لتربة الموقع المراد زراعتها لمعرفة قوامها ومحتواها من العناصر الغذائية، وجاءت النتائج كما هو مبين في الجدول (1).

**الجدول 1. التحليل الفيزيائي والكيميائي لتربة موقع الزراعة**

| التحليل الميكانيكي % | | | ملغ/كغ تربة جافة | | | المحتوى الكلي % | | EC mmhos/cm | PH | السعة التبادلية ميلي مكافئ/100غ تربة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طين | سلت | رمل | N | $P_2O_5$ | $K_2O$ | O.M. | $CaCo_3$ | | | |
| 47 | 27 | 26 | 9 | 29 | 185 | 3.06 | 54 | 0.71 | 7.79 | 53.4 |

تميزت تربة الموقع بأنها طينية، مائلة للقلوية، ذات محتوى جيد من الفوسفور والبوتاس والمادة العضوية، كما وأنها غنيَة بكربونات الكالسيوم $CaCo_3$%. تم تجهيز الأرض للزراعة بإجراء فلاحة عميقة للتربة في الخريف، تليها حراثة سطحية مع تسوية سطح التربة، كما وتم إضافة كميات السماد الأساسية وفقاً لمتطلبات التسميد اللازمة للنبات ومحتوى التربة وبما يحقق معدلات التسميد الموصى وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي

وهي: 3 متر مكعب/دونم سماد بلدي متخمر، 12 كغ/دونم آزوت (N) على شكل يوريا 46 %، 17 كغ/دونم فوسفور (P) على شكل سوبر فوسفات ثلاثي 46. قسِّمت الأرض إلى قطع تجريبية بمساحة 6 م$^2$ (3 × 2 م$^2$)، للقطعة الواحدة، حيث زرعت بذور صنف الفول البلدي (R) في تجربة عامليَة باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD)، بمعدل 3 بذور في الجورة الواحدة، وبمسافة 20 سم بين الجورة والأخرى على الخط الواحد و50 سم بين الخطوط، وتم التفريد بترك نبات واحد للوصول إلى كثافة 10 نبات/م$^2$.

تم استخدام الماء الأوكسجيني ($H_2O_2$) 35% (EKA, KEMI, Sweden) بتركيزين ($HP_1$: 10 ميلي مول، $HP_2$: 20 ميلي مول)، وحمض الجبريلليك ($GA_3$) (بيرليكس) (Berelex 10%) بتركيزين ($G_1$: 100 ppm، $G_2$: 200 ppm) وذلك لمعاملة الرش الورقي (حيث تم الرش على المجموع الخضري للنبات بمعدل رشتين: بعد 21 يوم من الإنبات وعند بدء ظهور البراعم الزهرية) وفقاً لما يلي:

$HP_0G_0$ الشاهد: حيث تم رش النباتات بالماء فقط.

$HP_1G_0$ المعاملة بالماء الأوكسجيني (10 ميلي مول).

$HP_2G_0$ المعاملة بالماء الأوكسجيني (20 ميلي مول).

$H_0G_1$ المعاملة بحمض الجبريلليك (100 ppm).

$HP_0G_2$ المعاملة بحمض الجبريلليك (200 ppm).

$HP_1G_1$ المعاملة بالماء الأوكسجيني (10 ميلي مول) وحمض الجبريلليك (100 ppm).

$HP_2G_1$ المعاملة بالماء الأوكسجيني (20 ميلي مول) وحمض الجبريلليك (100 ppm).

$HP_1G_2$ المعاملة بالماء الأوكسجيني (10 ميلي مول) وحمض الجبريلليك (200 ppm).

$HP_2G_2$ المعاملة بالماء الأوكسجيني (20 ميلي مول) وحمض الجبريلليك (200 ppm).

دُرست الصفات التالية:

1- **الصفات الشكلية:** تم تعليم 6 نباتات بشكل عشوائي من كل قطعة تجريبية لتحديد ارتفاع النبات Plant Height (سم)، قيس ارتفاع النبات بدءاً من مستوى سطح التربة وحتى قمة النمو وذلك مع دخول النبات مرحلة الإزهار (بعد شهرين من الزراعة).

2- **الصفات الفيزيولوجية:**

- **دليل المساحة الورقية Leaf Area Index:** تم حساب دليل المساحة الورقية بعد معرفة مساحة المسطح الورقي الكلي والمساحة التي يشغلها النبات على التربة وفقاً لمعادلة (Williams, 1946):

LAI = المساحة الورقية للنبات (سم$^2$)/المساحة التي يشغلها النبات من الأرض (سم$^2$).

- **المعدل الصافي لعملية التمثيل الضوئي Net Photosynthesis Rate (غ/م$^2$/يوم)** : وهي عبارة عن كمية المادة الجافة المطلقة التي يتم تمثيلها في وحدة المساحة من المسطح الورقي خلال فترة زمنية محددة، ويعبر عنها ب (غ/م$^2$/يوم). ويُحسب من المعادلة التالية (Williams, 1946):

$$NPR = \frac{(Log\ e\ L2 - Log\ e\ L1)(W2 - W1)}{(T2 - T1)(L2 - L1)}$$

NPR: صافي انتاج التمثيل الضوئي، غ/م2/يوم

L2، L1: مساحة الأوراق ل 6 نباتات في بداية ونهاية فترة القياس على الترتيب.

W2، W1: وزن النبات الجاف ل6 نباتات التي أخذت مساحتها الورقية (L1 ) في بداية فترة القياس ول6 نباتات أخرى التي أخذت مساحتها الورقية (L2 ) في نهاية فترة القياس.

T2، T1: عدد الأيام بين المرحلتين ( بين مرحلة الإزهار ومرحلة تشكل القرون ).

- معدل نمو المحصول Crop Growth Rate (غ/م$^2$/يوم):

ويعبر عن كمية المادة الجافة المتراكمة في وحدة المساحة المزروعة خلال فترة زمنية محددة وفقاً للباحث (Watson, 1956):

$$CGR = \frac{(W2 - W1)}{\rho\ (T2 - T1)}$$

W2، W1: وزن النبات الجاف ل6 نباتات في بداية فترة القياس و6 نباتات أخرى في نهاية فترة القياس على الترتيب.

ρ: مساحة الأرض المزروعة للنباتات التي أخذت قراءات مساحتها الورقية L1 ، L2 وأوزانها الجافة W1، W2.

T2، T1: عدد الأيام بين المرحلتين ( بين مرحلة الإزهار ومرحلة تشكل القرون ).

**3- الصفات الإنتاجية:**

- عدد القرون على الفرع (قرن/فرع)، إنتاجية النبات من القرون (قرن/نبات)، عدد البذور في القرون (بذرة/قرن)، عدد البذور المنتجة من كل نبات (بذرة/نبات)، الإنتاجية من القرون الخضراء (غ/نبات)، إنتاجية النبات من البذور الجافة (غ/نبات).

تم إجراء تحليل التباين للبيانات باستخدام البرنامج R statistical software للحصول على جدول مصادر التباينANOVA واستخدم اختبارTukey لمقارنة المتوسطات عند مستوى احتمالية $P<0.05$.

## النتائج والمناقشة:

**1-تأثير المعاملة بالماء الأوكسجيني وحمض الجبريلليك في ارتفاع النبات (سم)، ودليل المساحة الورقية :**

تظهر النتائج الموضحة في الجدول(2) زيادة معنوية ($0.05>p$) في ارتفاع نباتات الفول التي تمت معاملتها بالماء الأوكسجيني وازداد هذا الارتفاع مع زيادة تركيز الماء الأوكسجيني حيث بلغ ارتفاع النبات (67.4 سم ، 71.2 سم) عند المعاملتين ( $Hp_1$ ، $Hp_2$ ) على التوالي وذلك بالمقارنة مع الشاهد (47.8 سم). كما أدت المعاملة بحمض الجبريلليك الى زيادة معنوية ($p< 0.05$ ) في ارتفاع النبات مقارنةً بالشاهد، وكان للمعاملة $G_1$ تأثير أكبر في زيادة ارتفاع النبات (74.2 سم) مقارنةً بالمعاملة $G_2$ (68.8 سم) . في حين لوحظ عند المعاملة بالماء الأوكسجيني وحمض الجبريلليك معاً زيادة ارتفاع النبات عند التركيزين (10 ، 20) ميلي مول من الماء الأوكسجيني مع حمض الجبريلليك عند التركيز 100 ppm مقارنةً مع باقي المعاملات

والشاهد حيث بلغت (82.2 ، 80.2 )سم على التوالي. يلاحظ من بيانات الجدول (2) وجود فروق معنوية p (<0.05) بين المعاملات المدروسة من حيث دليل المساحة الورقية للنبات حيث ازدادت قيمة دليل المساحة الورقية لنباتات الفول بشكل معنوي ( p < 0.05 ) عند رشَها بالماء الأوكسجيني مع زيادة التركيز، حيث بلغت القيمة (6.62 – 7.29 ) مقارنةً بالشاهد (1.59). كما حسنت المعاملة بحمض الجبريلليك من قيمة هذه الصفة ولكن بشكل أقل من المعاملة السابقة حيث بلغت (4.2 – 4.26 ) عند المعاملتين G1, G2 على التوالي. في حين لوحظ أنه أعلى قيمة لدليل المساحة الورقية عند المعاملة بالماء الأوكسجيني بتركيز 10 ، 20 ميلي مول وحمض الجبريلليك بتركيز100 ppm حيث بلغت القيمة ( 13.73 – 12.93) عند المعاملتين G2, G1 على التوالي.. يمكن أن تعزى هذه الزيادة في ارتفاع النبات إلى أن الماء الأوكسجيني يعمل كناقل إشارة لعمليات النمو والتطور في النباتات كالنمو الطولي واستطالة الخلايا وزيادة انقسامها (Chein *et al.*, 2004 ). أما عند معاملات حمض الجبريلليك يمكن تفسير زيادة ارتفاع النبات إلى قابلية حمض الجبريلليك على استطالة السيقان عن طريق تأثيره في استطالة الخلايا وزيادة انقسامها ومن ثم زيادة ارتفاع النبات، وتتَفق هذه النتائج مع ما توصَل إليه كل من

(Emongor, 2007 ) و(Mukhtar and Singh, 2006 ) على محصول اللوبياء. كما توافقت هذه النتيجة مع ما توصل إليه (قماري ونفنوف، 2017 ) على محصول الفول حيث أدى استخدام حمض الجبريلليك إلى زيادة متوسط طول الساق الرئيسية والمساحة الورقية.

أما عند معاملات حمض الجبريلليك تفسَر الزيادة في المساحة الورقية إلى زيادة عدد الأوراق أو زيادة حجم الأوراق نتيجة لدور حمض الجبريلليك في زيادة انقسام الخلايا وزيادة أطوالها. وتتفق هذه النتائج ما وجده كل من (Rahman *et al.*, 2004)،

(Sarkar *et al.*, 2002 )، وكذلك تتفق مع ما وجده (Emongor, 2007) على محصول اللوبياء حيث أدى استخدام حمض الجبريلليك إلى زيادة المساحة الورقية وعدد الأوراق.

**الجدول 2. تأثير الرش بالماء الأوكسجيني وحمض الجبريلليك في ارتفاع النبات ودليل المساحة الورقية في نباتات الفول ( *Vicia faba* L.) صنف الفول البلدي.**

| المعاملة | التركيز | ارتفاع النبات (سم) | دليل المساحة الورقية |
|---|---|---|---|
| الشاهد | ماء اوكسجيني 0 ميلي مول<br>حمض الجبريلليك0 ppm | $1.79 \pm 47.8^{d}$ | $0.36 \pm 1.59^{d}$ |
| $HP_1G_0$ | ماء اوكسجيني 10 ميلي مول<br>حمض الجبريلليك0ppm | $4.95 \pm 67.4^{bc}$ | $1.83 \pm 6.62^{bc}$ |
| $HP_2G_0$ | ماء اوكسجيني 20 ميلي مول<br>حمض الجبريلليك0ppm | $1.95 \pm 71.2^{b}$ | $0.36 \pm 7.29^{b}$ |
| $HP_0G_1$ | ماء اوكسجيني 0 ميلي مول<br>حمض الجبريلليك 100ppm | $2.47 \pm 74.2^{ab}$ | $0.54 \pm 4.2^{c}$ |
| $HP_0G_2$ | ماء اوكسجيني 0 ميلي مول<br>حمض الجبريلليك 200 ppm | $3.47 \pm 68.8^{bc}$ | $0.73 \pm 4.26^{c}$ |
| HP1G1 | ماء اوكسجيني 10 ميلي مول<br>حمض الجبريلليك 100ppm | 4.66 ± 80.2a | 2.11 ± 13.73a |

| | | | |
|---|---|---|---|
| HP1G2 | ماء اوكسجيني 10 ميلي مول<br>حمض الجبريلليك 200 ppm | 1.14 ± 63.4c | 0.61 ± 4.73c |
| HP2G1 | ماء اوكسجيني 20 ميلي مول<br>حمض الجبريلليك 100ppm | 3.07± 82.2a | 1.92 ± 12.93a |
| HP2G2 | ماء اوكسجيني 20 ميلي مول<br>حمض الجبريلليك 200 ppm | 2.91± 72b | 0.54 ± 6.97b |

حيث :($HP_0G_0$) تمثل نباتات الشاهد، (HP) النباتات المعاملة بالماء الأوكسجيني، (G) النباتات المعاملة بحمض الجبريلليك، و(HPG) النباتات المعاملة بالماء الأوكسجيني وحمض الجبريلليك معاً، تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطأ المعياري (means ± SE)، n=3، وأحرف مختلفة لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل معيار عند كل معاملة ($P<0.05$, ANOVA-Tukey test).

**2- تأثير المعاملة بالماء الأوكسجيني وحمض الجبريلليك في معدل التمثيل الضوئي الصافي (غ/سم$^2$/يوم)، معدل نمو المحصول (غ/م$^2$/يوم) :**

تشير معطيات الجدول (3) إلى وجود فروق معنوية ( p<0.05 ) بين المعاملات المدروسة من حيث المعدل الصافي لعملية التمثيل الضوئي، فعند المعاملة بالماء الأوكسجيني لوحظ ازدياد في القيمة عند التركيز 10 ميلي مول حيث بلغت( 0.237 غ /سم$^2$/يوم )، بينما سجلت أعلى قيمة عند المعاملة بحمض الجبريلليك بتركيز 100 ppm وكانت ( 0.282 غ /سم$^2$/يوم)، وعند المعاملة بالماء الأوكسجيني وحمض الجبريلليك معاً كانت أعلى قيمة بين المعاملات الأربعة عند المعاملة بالماء الأوكسجيني بتركيز 20 ميلي مول وحمض الجبريلليك بتركيز 200 ppm حيث بلغت ( 0.229 غ /سم$^2$/يوم).

أظهرت نتائج (الجدول 3) زيادة معنوية (p<0.05 ) في معدل نمو المحصول للمعاملات التي تم معاملتها بالماء الأوكسجيني حيث بلغت أعلى قيمة عند المعاملة $HP_1$ (3.204) غ / م$^2$ /يوم مقارنة مع الشاهد (0.625 غ / م$^2$ /يوم )، كما أدت المعاملة بحمض الجبريلليك إلى زيادة معنوية في القيمة وكان هذا واضحاً عند المعاملة G1 (2.327 غ / م$^2$ /يوم ) مقارنة" بالمعاملة G2 (1.142 غ / م$^2$ /يوم ). حسَنت المعاملة بالماء الأوكسجيني وحمض الجبريلليك معاً من صفة معدل نمو المحصول مقارنةً مع الشاهد، بينما كان لجميع معاملات الماء الأوكسجيني وحمض الجبريلليك معاً نفس الأثر بالنسبة لصفة معدل نمو المحصول مقارنةً فيما بينها ( لم يكن بينها أيَة فروق معنوية).

أثبتت العديد من الدراسات أن المعاملة بتركيز مناسب من الماء الأوكسجيني $H_2O_2$ رشاً على المجموع الخضري للنبات يُحسن من نمو النبات، وذلك عبر تأثيرة في العديد من العمليات الفيزيولوجية كعملية التمثيل الضوئي، وهذا ما يفسَر الزيادة الحاصلة في معدل التمثيل الضوئي الصافي ومعدل نمو المحصول عند المعاملة بالماء الأوكسجيني. أما بالنسبة لحمض الجبريلليك فإنه يساهم في عملية تركيب الكلوروفيل مما ينعكس إيجابياً على معدل التمثيل الضوئي وتراكم أكبر للمواد الغذائية التي تدخل في تركيب مكونات الخلية وبالتالي زيادة معدل النمو الخضري للنبات (علي وحمزة، 2014). كما يتوافق ذلك مع ما ذكره (الشحات، 2000) حيث أكد أن المعاملة بالهرمونات أدت إلى تحسين الوزن الجاف، وكلما زاد الوزن الجاف للنبات نتج زيادة بمعدل التمثيل الضوئي.

**الجدول 3. تأثير الرش بالماء الأوكسجيني وحمض الجبريلليك على معدل نمو المحصول، معدل التمثيل الضوئي في نباتات الفول Vicia faba L. صنف الفول البلدي .**

| المعاملة | التركيز | معدل نمو المحصول (غ/م2/يوم) | معدل التمثيل الضوئي (غ/سم2/يوم) |
|---|---|---|---|
| الشاهد | ماء اوكسجيني 0 ميلي مول<br>حمض الجبريلليك 0 ppm | 0.038 ± 0.625e | 0.01 ± 0.059e |
| HP1G0 | ماء اوكسجيني 10 ميلي مول<br>حمض الجبريلليك 0 ppm | 0.111 ± 3.204a | 0.017 ± 0.237b |
| HP2G0 | ماء اوكسجيني 20 ميلي مول<br>حمض الجبريلليك 0 ppm | 0.032 ± 0.95d | 0.013 ± 0.162c |
| HP0G1 | ماء اوكسجيني 0 ميلي مول<br>حمض الجبريلليك 100 ppm | 0.034 ± 2.327b | 0.014 ± 0.282a |
| HP0G2 | ماء اوكسجيني 0 ميلي مول<br>حمض الجبريلليك 200 ppm | 0.071 ± 1.142c | 0.002 ± 0.076e |
| HP1G1 | ماء اوكسجيني 10 ميلي مول<br>حمض الجبريلليك 100ppm | 0.128 ± 1.316c | 0.014 ± 0.084e |
| HP1G2 | ماء اوكسجيني 10 ميلي مول<br>حمض الجبريلليك 200 ppm | 0.232 ± 1.023cd | 0.004 ± 0.159c |
| HP2G1 | ماء اوكسجيني 20 ميلي مول<br>حمض الجبريلليك 100ppm | 0.141 ± 1.251c | 0.001 ± 0.118d |
| HP2G2 | ماء اوكسجيني 20 ميلي مول<br>حمض الجبريلليك 200 ppm | 0.226 ± 1.045cd | 0.17 0.229b |

حيث :($HP_0G_0$) تمثل نباتات الشاهد، (HP) النباتات المعاملة بالماء الأوكسجيني، (G) النباتات المعاملة بحمض الجبريلليك، و(HPG) النباتات المعاملة بالماء الأوكسجيني وحمض الجبريلليك معاً، تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطأ المعياري (means ± SE)، n=3, وأحرف مختلفة لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل معيار عند كل معاملة ($P<0.05$, ANOVA-Tukey test).

**3- تأثير المعاملة بالماء الأوكسجيني وحمض الجبريلليك في عدد القرون /الفرع، عدد القرون /النبات، عدد البذور/القرن،عددالبذور/النبات،وزن البذور الخضراء بالغرام/النبات، وزن البذور الجافة هوائيا" بالغرام/النبات:**

تُشير معطيات الجدول (4) لوجود فروق معنوية ($P<0.05$) بين المعاملات المدروسة من حيث صفة عدد القرون/ الفرع. فعند المعاملة بالماء الأوكسجيني لوحظ أن أعلى قيمة عند المعاملة HP1 بلغت ( 3.66 قرن/الفرع )، بالمقارنة مع الشاهد ( 2.66 قرن/ الفرع ). بينما حسّنت المعاملة بحمض الجبريلليك من قيمة الصفة وزادت القيمة بزيادة تركيز حمض الجبريلليك وكانت أعلى قيمة عند المعاملة G2 حيث بلغت ( 4.66 قرن/ الفرع ). أما عند المعاملة بالماء الأوكسجيني وحمض الجبريلليك معاً لم يكن هناك فروقاً معنوية بين المعاملات الاربعة

$HP_1G_1$,$HP_1G_2$,$HP_2G_1$,$HP_2G_2$فيما بينها ومع المعاملة $G_2$. كما تشير معطيات الجدول لوجود فروق معنوية بين المعاملات المدروسة في صفة عدد القرون/النبات، فعند المعاملة بالماء الأوكسجيني لوحظ ارتفاع في القيمة في كلتا المعاملتين HP1 وHP2 حيث بلغت ( 15.33 قرن/ النبات ) في كلتا المعاملتين مقارنةً بمعاملة الشاهد( 11.66 قرن/النبات).زادت معاملات الرش بحمض الجبريلليك G1 وG2 من عدد القرون/النبات معنوياً $P<0.05$ حيث بلغت عند المعاملتين G1 و G2 (22، 23,66 قرن /النبات ) على التوالي، أما عند المعاملة بالماء الأوكسجيني وحمض الجبريلليك معنوياً لوحظ تحسن في قيمة عدد القرون/النبات في كل المعاملات وبلغت أعلى قيمة عند المعاملة بالماء الأوكسجيني وحمض الجبريلليك معا" عند المعاملة HP1G2 حيث بلغت (31 قرن/ النبات ). من خلال النتائج السابقة لوحظ أن كل معاملة لحمض الجبريلليك أدَت إلى تحسين من قيمة عدد القرون/النبات ويعود ذلك الى الزيادة في عدد الأزهار المتكونة على النباتات والتي أدَت إلى زيادة عدد القرون /النبات، تتفق هذه النتيجة مع صالح وزملاؤه (2013) الذين أشاروا إلى زيادة عدد القرون/النبات نتيجة استخدام حمض الجبريلليك. لم تظهر النتائج أي فروق معنوية في صفة عدد البذور/القرن عند المقارنة بين معاملات الماء الأوكسجيني فيما بينها ومع الشاهد. بينما أدت المعاملة بحمض الجبريلليك إلى زيادة معنوية في كلا التركيزين مقارنةً مع المعاملة السابقة والشاهد حيث كانت القيمة في كلا المعاملتين (2,66 بذرة/ القرن) مقارنة مع الشاهد (2,33 بذرة /القرن). في حين كانت أعلى قيمة عند المعاملة بحمض الجبريلليك والماء الأوكسيجيني معاً عند المعاملة HP2G2 حيث بلغت القيمة (3 بذرة/ القرن) .بينما لوحظ وجود فروق معنوية في صفة عدد البذور/النبات حيث أدت المعاملة بالماء الأوكسيجيني الى ارتفاع في هذه الصفة مقارنة بعينة الشاهد، حيث بلغت ( 36 بذرة/ النبات) عند كلتا المعاملتين. كما أدت المعاملة بحمض الجبريلليك إلى ارتفاع في قيمة الصفة مقارنة مع الشاهد وبفروق ظاهرية بين معاملتي حمض الجبريلليك. بينما كانت أعلى قيمة بين جميع المعاملات المدروسة عند المعاملة بالماء الأوكسجيني وحمض الجبريلليك معاً HP2G2 حيث بلغت ( 85 بذرة/النبات) وتليها المعاملة HP1G1 حيث بلغت ( 71.66 بذرة /النبات). تشير المعطيات إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات المدروسة عند صفة وزن البذور الخضراء بالغرام / النبات. فعند المعاملة بالماء الأوكسجيني تفوقت المعاملة $HP_2$ على المعاملة $HP_1$ بشكل معنوي حيث كانت قيمة الصفة ( 176.03غ / النبات)، ( 78.26 غ / النبات) على التوالي. في حين عند المعاملة بحمض الجبريلليك تفوقت المعاملة $G_1$ على المعاملة $G_2$ والتي كانت أفضل المعاملات المدروسة، حيث بلغت قيمة الصفة ( 194.47غ / النبات ) عند المعاملة $G_1$. أما عند المعاملة بالماء الأوكسجيني وحمض الجبريلليك تفوقت المعاملة $HP_1G_2$ على المعاملات الاربعة حيث بلغت ( 102.77غ/ النبات) تليها المعاملة $HP_1G_1$ (62,3غ/ النبات)، $HP_2G_1$ (53.77 غ/ النبات) و$HP_2G_2$ (56.68 غ/ النبات). كما تشير المعطيات إلى وجود فروق معنوية بين المعاملات المدروسة عند صفة وزن البذور الجافة هوائيا بالغرام/ نبات حيث أدت المعاملة بالماء الأوكسجيني عند التركيز 20 ميلي مول ($HP_2$) إلى ارتفاع كبير في هذه الصفة وبتفوق معنوي على جميع المعاملات المدروسة (72.9 غ/ النبات). في حين عند المعاملة بحمض الجبريلليك لوحظ انخفاض في قيمة هذه الصفة مع ازدياد تركيز حمض الجبريلليك حيث بلغت عند المعاملة $G_1$ (56.06غ/النبات) أما عند المعاملة $G_2$ (23.57 غ/ النبات). بينما حسنت المعاملة بالماء الأوكسجيني وحمض الجبريلليك معاً من هذه الصفة عند المعاملة $HP_2G_2$ (47.12 غ/ النبات) تليها المعاملة $HP_1G_2$

(38.19 غ/ النبات). نظراً للدور الملحوظ للمعاملة رشاً بالماء الأوكسجيني في رفع كفاءة عملية التمثيل الضوئي وبالتالي تراكم المادة الجافة النبات، ممَا انعكس إيجابياً على معدل نمو المحصول ومساحة المسطح الورقي الكلي للنبات والذي يمكن أن يُفسِر الزيادة الملحوظة في مكونات الغلة من عدد القرون/النبات، عدد القرون /الفرع، عدد البذور /النبات، عدد البذور/القرن، ونسبة التصافي % وبالتالي زيادة الغلّة. وفي هذا السياق نوّه الباحث Černý *et al.*, (2018) إلى أن الماء الأوكسجيني $H_2O_2$ يُساهم في زيادة أعداد حبوب اللقاح المتشكلة فضلاً عن دوره في نمو أنبوبة اللقاح مما يُساهم بزيادة نسبة الإلقاح والإخصاب، وبالتالي زيادة عدد الحبوب الناتجة. ويعزى الدور الإيجابي لحمض الجبريلليك في مؤشرات الإزهار إلى دوره في زيادة محتوى الجبريلينات الداخلي وبلوغها المستوى المناسب لتحفيز الأزهار وزيادة عددها، كما يساهم أيضا في زيادة نواتج التمثيل الضوئي لاسيما المواد الكربوهيدراتية مما يقلّل من إجهاض المبايض الناشئ عن نقص المواد الغذائية نتيجة للمنافسة وبالتالي زيادة نسبة العقد (صالح وزملاؤه ،2013 ). وتتشابه هذه النتيجة مع ما توصل إليه الأعوج (2014) على محصول القمح الصلب، و Bora and Sarma, 2006 ) على محصول البازلاء اللذان أشارا إلى زيادة عدد القرون والبذور نتيجة استخدام حمض الجبريلليك، (Emongor,2007 ) كما أشار Rahman وزملاؤه (2004) إلى زيادة عدد القرون/ النبات وعدد البذور/ القرن لدى محصول فول الصويا.

**الجدول 4. تأثير الرش بالماء الأوكسجيني وحمض الجبريلليك على عدد االقرون /الفرع، عدد القرون/ النبات، عدد البذور/النبات، وزن البذور الخضراء بالغرام /النبات، وزن البذور الجافة هوائيا" بالغرام /النبات في نباتات الفول (.Vicia faba L) صنف الفول البلدي.**

| المعاملة | عدد القرون/فرع الفرع)/(قرن | عدد القرون/نبات النبات)/(قرن | عدد البذور/ نبات النبات)/(بذرة | وزن البذور الخضراء بالغرام /نبات النبات)/(غ | وزن البذور الجافة هوائيا بالغرام /نبات النبات)/(غ |
|---|---|---|---|---|---|
| الشاهد | 0.21 ± 2.66c | 1.17± 11.66e | 0.73 ± 26e | 1.65 ± 41.44g | 0.347 ± 13.17g |
| HP1G0 | 0.21±3.66b | 0.76 ± 15.33c | 4.06 ± 36d | 2.74 ± 78.26d | 2.71 ± 28.03d |
| HP2G0 | 0.21± 2.33c | 0.557± 15.33c | 4.65±36.33 d | 18.92 ± 176.03ab | 2.84 ± 72.9a |
| HP0G1 | 0.21 ±3.66b | 0.365 ± 22b | 4.76±58.66c | 11.48 ±194.47a | 4.91± 56.06b |
| HP0G2 | 0.21 ±4.66a | 1.17 ±23.66b | 1.93 ± 54c | 10.43 ± 148.59b | 4.12 ± 23.57de |
| HP1G1 | 0.421 ±4.66a | 1.05 ±26.66ab | 4.95±71.66 b | 2.99 ± 62.3e | 1.6 ± 21.86e |
| HP1G2 | 0.21 ±4.33a | 2.55 ± 31ab | 4.11 ± 62bc | 11.35 ± 102.77c | 4.51 ± 38.19c |
| HP2G1 | 0.21 ±4.33a | 0.76 ± 28.33a | 1.52±56.66c | 2.34 ± 53.77f | 0.939 ± 17.57f |
| HP2G2 | 0.21 ±4.66a | 1.64 ±28.33ab | 4.93 ± 85a | 6.39 ± 56.68f | 3.73 ± 47.12bc |

حيث :($HP_0G_0$) تمثل نباتات الشاهد، (HP) النباتات المعاملة بالماء الأوكسجيني، (G) النباتات المعاملة بحمض الجبريلليك، و(HPG) النباتات المعاملة بالماء الأوكسجيني وحمض الجبريلليك معاً، تُشير جميع المعطيات إلى متوسطات مضافاً لها الخطأ المعياري (means ± SE), n=3، وأحرف مختلفة لإظهار الفروق المعنوية بين المتوسطات لكل معيار عند كل معاملة (*P*<0.05, ANOVA-Tukey test).

**الاستنتاجات :**

1- زادت المعاملة بالماء الأوكسجيني رشاً على المجموع الخضري لنبات الفول عند التركيز 10 ميلي مول، من ارتفاع النبات ومعدل التمثيل الضوئي ومعدل نمو المحصول، مما انعكس إيجابياً على الغلة ومكوناتها (عدد القرون/الفرع، عدد القرون/النبات، عدد البذور/النبات ).

2- حسنت المعاملة بحمض الجبريلليك عند التركيز 200ppm من عدد البذور/النبات .

3- حسنت المعاملة بحمض الجبريلليك بتركيز 100 ppm من وزن البذور الخضراء بالغرام /النبات ووزن البذور الجافة بالغرام /النبات.

4-ساهمت المعاملة بالماء الأوكسجيني وحمض الجبريلليك معاً بتراكيز (20 ميلي مول،200 ppm ) في تحسين العديد من الصفات منها عدد القرون/الفرع ووزن البذور الجافة هوائيا بالغرام /النبات).

5- ساهمت المعاملة بالماء الأوكسجيني وحمض الجبريلليك معاً بتراكيز (10 ميلي مول، 200 ppm ) في تحسين وزن البذور الخضراء بالغرام /النبات، عدد القرون/النبات.

**التوصيات :**

1- ينصح باستخدام معاملات الرش بالماء الأوكسجيني وحمض الجبريلليك معاً $HP_2G_2$ كمحفزات لغرض تحسين مؤشرات الغلة (عدد القرون/الفرع، وزن البذور الجافة هوائيا بالغرام /نبات ).

2- كما ينصح باستخدام $HP_1G_2$ للحصول على نباتات ذات عدد أكبر من القرون على النبات.

## المراجع

**المراجع العربية :**

-البحرة، مروان ومنال داغستاني (2003). التركيب الكيميائي للفول وقشر الفول. مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية. 19(1): 43-63.

-الشحات، نصر الدين أبو زيد (2000). الهرمونات النباتيه والتطبيقات الزراعية، الدار العربية للنشر والتوزيع، 681 صفحة.

-صالح، خالد مصطفى وهوازن عبد الله عباس وحسين جبار حواس (2013). منشطات نمو للنباتات (صديقة البيئة ).مجلة جامعة النهرين. 16(4): 19-35 .

-قماري، أميرة وآمال نفنوف (2017). تأثير منظم النمو حامض الجبريلليك **$GA_3$** على نبات الفول. ***Vicia faba L*** تحث الظروف الجافة. رسالة ماجستير. كلية علوم الطبيعة والحياة، جامعة الوادي، الجزائر. 101 صفحة.

-وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (2017). المجموعة الإحصائية الزراعية، قسم الإحصاء، مديرية الإحصاء والتخطيط، دمشق، سورية.

**المراجع الأجنبية :**

- ABDEL-MAWGOUD, A.M.R.; A.M. EL-BASSIOUNY; A. GHONAME; and S.D. ABOU-HUSSEIN (2011), *Foliar Application of Amino Acids and Micronutrients Enhance Performance of Green Bean Crop Under Newly Reclaimed Land Conditions*. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(6), 51–55.

- BORA, R.K; and C.M. SARMA (2006), *Effect of Gibberllic Acid and Cycocel on Growth, Yield and Protein Content of Pea. Asian Journal of Plant Sciences*.5,324-330.

- CHEIN, Y.; R. HUANG; Y. XIAO; P. LU; J.CHEN; and X. WANG. (2004), *Extracellular Calmodulin - Induced Stomatal Closure Is Mediated by Heterotrimeric G Protein and H2O2*. Plant Physiology,136(4), 4096-4103.

- ČERNÝ, M.; H. HABÀNOVÀ; M. BERKA; M. LUKLOVA; and B. BRZOBOHATÝ (2018). *Hydrogen Peroxide: Its Role in Plant Biology and Crosstalk with Signaling Networks. International Journal of Molecular Sciences*. 19(9): 2812.

- EMONGOR, V (2007). *Gibberellic Acid (GA3) Influence on Vegetative Growth, Nodulation and Yield of Cowpe*a (*Vigna unguiculata* L.). *Walp Journal of Agronomy*. 6(4): 509-517.

- FAOSTAT, 2016. http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC.

- GONDIM, F.A.; R.S. MIRANDA; E. GOMES-FILHO; and J.T. PRISCO (2013). *Enhanced Salt Tolerance in Maize Plants Induced by $H_2O_2$ Leaf Spraying Is Associated with Improved Gas Exchange Rather Than with Non-Enzymatic Antioxidant System. Theoretical and Experimental Plant Physiology*. 25(4): 251–260.

- GUZEL, S.; and R. TERZI (2013). *Exogenous Hydrogen Peroxide Increases Dry Matter Production, Mineral Content and Level of Osmotic Solutes in Young Maize Leaves and Alleviates Deleterious Effects of Copper Stress. Botanical Studies.* 54(1): 2–10.

- LIU, Z.J.; Y.K. GUO; and J.G. BAI (2010). *Exogenous Hydrogen Peroxide Changes Antioxidant Enzyme Activity and Protects Ultrastructure in Leaves of Two Cucumber Ecotypes under Osmotic Stress. Journal of Plant Growth Regulation*. 29(2): 171–183.

- MARUTA, T.; M. NOSHI; A. TANOUCHI; M. TAMOI; Y. YABUTA; K. YOSHIMURA; T. ISHIKAWA; and S. SHIGEOKA (2012). *$H_2O_2$-Triggered Retrograde Signaling from Chloroplasts to Nucleus Plays Specific Role in Response to Stress. Journal of Biological Chemistry*. 287(15): 11717–11729.

- MIYAMOTO, K.; J. UEDA; and S. KAMISAKA (1993). *Gibberellin-Enhanced Sugar Accumulation in Growing Subhooks of Etiolated (Pisum sativum* L.*) Seedlings. Effects of Gibberellic Acid, Indoleacetic Acid and Cycloheximide on Invertase Activity, Sugar Accumulation and Growth. Physiologia Plantarum*. 88(2): 301-306.

- MUKHTAR , F. B.; and B. B. SINGH (2006). *Influence of Photoperiod and Gibberellic Acid (GA3) on the Growth and the Flowering of Cowpea* (*Vigna unguiculata* L.). *Journal of Food Agriculture and Environment.* 4(2): 201-203.

- NOCTOR, G.; A. MHAMDI; and C.H. FOYER (2014).*The Roles of Reactive Oxygen Metabolism in Drought: Not So Cut and Dried. Plant Physiology.* 164 (4): 1636–1648.

- RAHMAN, MD. S.; N. ABU-TAHAR; and M. ABDUL KARIM (2004). *Influence of GA3 and MH and Their Time of Spray on Dry Matter Accumulation and Growth attributes of Soybean. Pakistan Journal of Biological Sciences.* 7 (11): 1851-1857.

- SARKAR, P. K.; MD. S. HAQUE; and M. ABDUL KARIM (2002). *Effects of GA3 and IAA and Their Frequency of Application on Morphology, Yield Contributing Characters and Yield of Soybean. Pakistan Journal of Agronomy*. 1(4): 119-122.

- UCHIDA, A.; A.T. JAGENDORF; T. HIBINO; T. TAKABE; and T. TAKABE (2002). *Effects of Hydrogen Peroxide and Nitric Oxide on both Salt and Heat Stress Tolerance in Rice. Plant Science.* 163(3): 515–523.

- ULUKAN, H.; M. GULER; and S. KESKIN (2003). *A Path Coefficient Analysis Some Yield and Yield Components in Faba Bean (Vicia*

*faba* L.*) Genotypes. Pakistan Journal of Biological Agris.* Fao.Org - Sciences. 6 (23): 1951–1955.

- WILLIAMS, R.F.(1946). *The Physiology of Plant Growth with Special Reference to the Concept of Net Assimilation Rate. Annals of Botany.* 10 (37): 41–72.

- WATSON, D.J. (1956). *Symposium on Growth of Leaves.* University of Nottingham.Pp. 178–191.

- XU, F.J.; C.W. JIN; W.J. LIU; Y.S. ZHANG; and X.Y. LIN (2011). *Pretreatment with $H_2O_2$ Alleviates Aluminum-Induced Oxidative Stress in Wheat Seedlings. Journal of Integrative Plant Biology*. 53(1): 44–53.