

دور الرش الورقي بالحديد المخلي والمحلول المغذي Prosol والبرولين في تحسين بعض صفات النمو لشتلات الرمان صنف سليمي

نور محمد علي فدعم^{1*}, رسمي محمد حمد²

¹ باحث، قسم البستنة وهندسة الحدائق، كلية الزراعة، جامعة الأنبار، الأنبار، العراق.

² أستاذ، قسم البستنة وهندسة الحدائق، كلية الزراعة، جامعة الأنبار، الأنبار، العراق.

المستخلص

أجريت هذه الدراسة لمعرفة تأثير رش تراكيز مختلفة من الحديد المخلي 0، 30، 60 ملغم لتر⁻¹ و Prosol 0، 50، 100 ملغم لتر⁻¹ والحامض الاميني برولين 0، 100، 200 ملغم لتر⁻¹ في الصفات الخضرية والجذرية والكيميائية لشتلات الرمان صنف سليمي. وأشارت النتائج ان الرش بالحديد المخلي F2 بتركيز 60 ملغم لتر⁻¹ أثر معنوياً في طول الافرع 74.148 سم والوزن الجاف للمجموع الخضري 54.513 غم نبات⁻¹ وقطر الجذر 7.618 ملم وعدد الجذور 6.185 جذر شتلة⁻¹ والنتروجين والفسفور والبورون في الأوراق بقيم بلغت 2.079 % و 0.358 % و 77.594 جزء بالمليون على التوالي. اما بخصوص Prosol فقد أظهرت المعاملة S2 بتركيز 100 ملغم لتر⁻¹ زيادة ملحوظة في صفة طول الافرع والوزن الجاف للمجموع الخضري وقطر الجذر وعدد الجذور بقيم بلغت 71.185 سم و 54.135 غم نبات⁻¹ و 7.003 ملم، 6.074 جذر شتلة⁻¹ على التوالي. اما بالنسبة للبرولين فقد اكدت النتائج تفوق المعاملة P2 بتركيز 200 ملغم لتر⁻¹ في زيادة طول الافرع 68.148 سم والوزن الجاف للمجموع الخضري 53.609 وقطر الجذر 6.791 ملم وعدد الجذور 6.296 جذر شتلة⁻¹، بالإضافة الى النتروجين والفسفور والبورون في الأوراق. اما التداخل الثنائي بين الحديد المخلي والمحلول المغذي البروسول (F×S) والتداخل بين الحديد المخلي والحامض الاميني البرولين (F×P) وأيضا التداخل بين المحلول المغذي البروسول والحامض الاميني البرولين (S×P) تفوق معنوياً في اغلب الصفات المدروسة، وبالنسبة للتداخل الثلاثي بين عوامل الدراسة (F×S×P) فقد كان للمعاملة F2S2P2 تأثيراً معنوياً في طول الافرع (86.666 سم)، قطر الجذر (8.666 ملم)، عدد الجذور 8.000 جذر شتلة⁻¹، النتروجين والفسفور والبورون في الأوراق 2.250 %، 0.403 %، 84.266 جزء بالمليون على التوالي.

الكلمات المفتاحية: الرمان، التغذية الورقية، الحديد المخلي، البروسول، البرولين.

Role of Foliar Spray with Chelated Iron, Nutritional Solution Prosol and Proline on Some Vegetative Growth Characteristics of Salimi Pomegranate Transplants

Noor M. A. Fadama^{1*}, Rasmeh M. Hamad²

¹ Res., Department of Horticulture and and Landscape Gardening, College of Agriculture, University of Anbar, Anbar, Iraq.

² Prof., Department of Horticulture and and Landscape Gardening, College of Agriculture, University of Anbar, Anbar, Iraq.

Abstract

This study was conducted to determine the effect of spraying different concentrations of chelated iron 0, 30, 60 mg L⁻¹, Prosol 0, 50, 100 mg L⁻¹ and amino acid proline 0, 100 and 200 mg L⁻¹ in the vegetative, root and chemical characteristics of pomegranate seedlings cv. Salimi. Results indicated that spraying with chelated iron F₂ at a concentration of 60 mg L⁻¹ had a significant effect on the branches length 74.148 cm, shoot dry weight of 54.513 g plant⁻¹, root diameter 7.618 mm, roots number 6.185, leaves content of nitrogen, phosphorous and boron reached (2.079 %، 0.358 %، 77.594 mg.kg⁻¹dry weight) respectively. As for the nutrient solution Prosol, treatment S₂ with concentration 100 mg L⁻¹ showed a markable increase in the branches length, shoot dry weight, root diameter and roots number with values of 71.185 cm, 54.135 g plant⁻¹, 7.003 mm, and 6.074 root seedling⁻¹ respectively. As for proline the results confirmed the superiority of the treatment P₂ with concentration 200 mg L⁻¹ in increasing the branches length 68.148 cm, shoot dry weight 53.609 g plant⁻¹, root diameter 6.791 mm, roots number 6.296, in

*Corresponding author.

Email: Noo20g5009@uoanbar.edu.iq

https://dx.doi.org/10.36531/ijds.2022.176695

Received 30 July 2022; Received in revised form 2 September 2022; Accepted 14 September 2022

addition to nitrogen and phosphorous and boron in the leaves, while the binary interaction between chelated iron and the nutrient solution prosol (F×S) and the interaction between chelated iron and the amino acid proline (F×P), as well as the interaction between the nutrient solution prosol and the amino acid proline (S×P) were significantly superior in most of the traits. studied, and for the triple interaction between the study factors (F×S×P) the treatment F₂S₂P₂ had a significant effect on the length of branches 86.666 cm, root diameter 8.666 mm, roots number 8000 root seedling⁻¹ nitrogen, phosphorous and boron in leaves 2.250%, 0.403%, 84.266mg.mk⁻¹ dry weight respectively.

Key words: Pomegranate, foliar nutrition, chelated iron, prosol, proline.

المقدمة

الكلوروفيل ويدخل في بناء السايوتوكرومات (Karthika و Bhatla، 2018). يعتبر الرش الورقي بالمحاليل المغذية وبالأخص البروسول (20%) ذو أهمية كبيرة في تحسين الصفات الخضرية والجذرية والكيميائية للنبات بسبب محتواه من العناصر الغذائية الرئيسية NPK بالإضافة الى مجموعة من العناصر الصغرى الضرورية التي يحتاجها النبات، اذ تلعب دورا اساسيا في تحسين نمو الشتلات من خلال ضمان وصول العناصر الغذائية الرئيسية عن طريق امتصاصها من قبل الأوراق كما تساهم بشكل فعال في تكوين البروتينات وزيادة معدلات تكوين الكلوروفيل بالإضافة الى دور العناصر الكبرى والصغرى في زيادة معدلات انقسام واستطالة الخلايا وزيادة المساحة السطحية للورقة (Al-Shareefi و Kathpalia، 2019 و Bhatla، 2018). يعتبر البرولين من الاحماض الامينية الحرة والذي يتركز وجوده في جذور وسيقان واوراق النباتات وله وظائف فسلجية مهمة من خلال دوره كمنظم تناضحي للمحافظة على النباتات من التلف والمساهمة في بناء البروتينات كما يلعب دورا مهما في الحفاظ على الطاقة والخصائص الغروية لبروتوبلازم الخلية (Singh و اخرون، 2014).

بناء على ما تم ذكره فقد هدفت الدراسة الى معرفة دور الرش الورقي بكل من الحديد المخليبي والمحلول المغذي البروسول والحامض الاميني بصورة منفردة او متداخلة في تحسين صفات النمو الخضري وتركيز بعض العناصر الغذائية في الأوراق لشتلات الرمان صنف سليمي.

يعتبر الرمان *Punica granatum L.* والذي يعود نسبه الى العائلة الرمانية (Punicaceae) أحد اشجار الفاكهة النفضية المهمة اقتصاديا في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية، ويرجع أصله الى اسيا الوسطى، وهو من أقدم أنواع الفاكهة التي تؤكل ثمارها والتي ورد ذكرها في العديد من الكتابات الفرعونية والسكريدية في الهند كما زعت اشجارها في مزارع بابل المعلقة (Chandra و اخرون، 2010 و Da Silva و اخرون، 2013). كما يعتبر الرمان من الأشجار دائمة الخضرة الى نفضية جزئيا في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية ومتساقط الأوراق في المناطق الباردة، على الاغلب يقع الموطن الأصلي لهذه الشجرة في الجنوب الغربي لآسيا وبالتحديد في إيران واليمن والعراق والجزء الجنوبي من شبه الجزيرة العربية ودول حوض البحر الأبيض المتوسط بعد ذلك انتقلت زراعتها الى دول اوربية مختلفة مثل اسبانيا وإيطاليا وفرنسا ومن ثم الى الولايات المتحدة (Mir و اخرون، 2010 و Kumar و Saroj، 2019). تحتاج جميع النباتات إلى المغذيات الصغرى بكميات قليلة مقارنة بالمغذيات الرئيسية، وان نقص عنصر واحد او أكثر من هذه المغذيات يؤثر بصورة سلبية على الصفات الخضرية والجذرية لها (Mondal و Bose، 2019). يعتبر عنصر الحديد من العناصر الضرورية للنبات من خلال دوره الأساسي في نظام الانزيمات التي تشارك في عملية التنفس كما له دور في الحفاظ على المادة الخضراء وتمثيل الاحماض الامينية ويساعد أيضا في بناء

المواد وطرائق العمل

بالتركيز 0 و 50 و 100 ملغم لتر⁻¹ ورمز لها بالرمز S₀ و S₂ و S₃, فضلاً عن الحامض الأميني البرولين 0 و 100 و 200 ملغم لتر⁻¹ ورمز لها بالرمز P₀ و P₁ و P₂ عن طريق رش الشتلات حتى البلل الكامل في المواعيد التالية 2021/4/9، 2021/5/9، 2021/6/9، 2021/9/9 وفي الصباح الباكر مع إضافة مادة ناشرة 1 مل لتر⁻¹ عند كل رشة.

نفذت الدراسة على شتلات الرمان صنف سليمي بعمر سنة والمزروعة في أكياس بلاستيكية سعة 5 كغم ذي تربة مبينة تقاصيلها في الجدول 1. تضمنت الدراسة الرش بمستويات مختلفة من الحديد المخليبي (EDDHA 12%) وكانت 0 و 30 و 60 ملغم لتر⁻¹ ورمز لها بالرمز F₀ و F₁ و F₂ والمحلول المغذي البروسول المبينة مكوناتهما في الجدول 2

جدول 1. بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة الزراعة

القيمة	الصفة
6.7	درجة تفاعل التربة (pH)
1.08	التوصيل الكهربائي (EC(Ds.m ⁻¹))
89.1	النتروجين الكلي (ملغم كغم ⁻¹)
21.63	الفسفور الجاهز (ملغم كغم ⁻¹)
71.1	البوتاسيوم الجاهز (ملغم كغم ⁻¹)
11.93	الحديد الجاهز (ملغم كغم ⁻¹)
0.56	البورون الجاهز (ملغم كغم ⁻¹)
16.2	Mn ⁺⁺ الأيونات الموجبة
6.5	Zn ⁺⁺ الجاهزة
	مفصولات التربة (ملغم كغم ⁻¹)
673	الرمل Sand
95	الغرين Silt
232	الطين Clay
	رملية مزيجية صنف التربة

جدول 2. التركيب الكيميائي المحلول المغذي البروسول

المكون	التركيز
Total Nitrogen(N)	20%
Ammoniacal Nitrogen	3.9%
Nitrate Nitrogen	5.8%
Urea Nitrogen	10.3%
Total Phosphate(P ₂ O ₅)	20%
Total Potassium(K ₂ O)	20%
Boron(B)	200 جزء بالمليون
Chelated Copper	500 جزء بالمليون
Chelated Iron	1000 جزء بالمليون
Chelated Manganese	500 جزء بالمليون
Chelated Zinc	500 جزء بالمليون
Molybdenum	5 جزء بالمليون

للتخلص من بقايا الطين العالقة فيها ثم تم احتساب عدد الجذور الرئيسية في نهاية التجربة. نسبة النتروجين الكلي في الأوراق (%): تم تقدير النتروجين الكلي حسب الطريقة الموصوفة في AOAC (2005) باستعمال جهاز Kieldal وذلك بوزن 0.2 غم من العينة ونقلت الى أنبوبة الهضم ثم اضيف 1 غم من العامل المساعد CuSO₄ و 5 مل حامض الكبريتيك المركز (HCl) 98%)، بعد ذلك سخن المزيج لغرض هضم العينة واستدل على إتمام عملية الهضم من خلال تحول المزيج الى محلول رائق ثم بعد ذلك تركت لتبرد، ثم أضيف 25 مل من الماء المقطر و 10 مل من هيدروكسيد الصوديوم، وتم تقطير الناتج واستلم غاز الأمونيا في 25 مل من حامض البوريك (2%) ثم سححت مع حامض الهيدروكلوريك (0.01 عياري) وقدرت نسبة النتروجين الكلي من خلال المعادلة الآتية:

$$\text{النيتروجين} \% = \text{حجم حامض HCL} \times \text{العيارية} (0.01) \times 100 \times 0.014$$

الصفات المدروسة

الزيادة في طول الفرع (سم): تم قياس معدل الزيادة في أطوال فرعين ومن اتجاهين مختلفين (يمين ويسار) بعد تحديد الأفرع باستخدام شريط القياس المتري وحاصل الفرق بينهما يمثل معدل الزيادة في طول الأفرع. الوزن الجاف للمجموع الخضري (غم نبات⁻¹): تم احتساب الوزن الجاف للمجموع الخضري حسب الطريقة المتبعة من قبل (Puvanitha و Mahendran، 2017)، إذ تم إزالة المجموع الخضري عن المجموع الجذري، ونظف بالماء المقطر عدة مرات، ووضعت بعد الجفاف التام في أكياس مثقبة ومن ثم وضعت في فرن كهربائي على 65° م لحين ثبات الوزن. قطر الجذر (مم): تم حساب قطر الجذر باستخدام القدمة (Vernier) عن طريق قياس المنطقة الأكثر سمكا في الجذر.

عدد الجذور: تم حساب عدد الجذور بعد استخلاص الشتلات من التربة، إذ نظفت الجذور جيداً بماء الحنفية

النتائج والمناقشة

الزيادة في طول الفرع (سم)

يلاحظ من النتائج في الجدول 3 إلى وجود فروق معنوية في الزيادة في طول الفرع نتيجة الرش بالحديد المخلي لا سيما المعاملة F_2 التي تفوقت معنويا على المعاملتين الأخريين بإعطائها أعلى قيمة لهذه الصفة بلغت 74.14 سم تلتها المعاملة F_1 بقيمة بلغت 67.55 سم والتي تفوقت معنويا على معاملة المقارنة F_0 التي سجلت 53.37 سم. اظهر الرش بالمحلول المغذي البروسول تأثيرا معنويا في طول الأفرع فقد تفوقت المعاملة S_2 على المعاملتين الأخريين بمنحها أعلى قيمة بلغت 71.18 سم بالمقابل معاملة المقارنة F_0 سجلت اقل قيمة بلغت 58.37 سم. ومن جهة أخرى ادى الرش بالحامض الأميني البرولين إلى زيادة معنوية في طول الفرع إذ أعطت المعاملتان P_1 و P_2 اللتان اختلفتا معنويا فيما بينهما إذ حققتا قيمة بلغت 68.14 و 65.07 سم بالتتابع وبفروق معنوية على المعاملة P_0 التي سجلت أقل قيمة بلغت 61.85 سم. أثر التداخل بين الحديد المخلي والمحلول المغذي البروسول معنويا إذ حققت المعاملة F_2S_2 أعلى قيمة بلغت 79.33 سم بينما سجلت المعاملة F_0S_0 اقل قيمة بلغت 49.77 سم. وكان للتداخل بين الحديد المخلي والحامض الأميني البرولين زيادة معنوية في طول الفرع إذ سجلت المعاملة F_2P_2 أعلى قيمة بلغت 79.55 سم في حين سجلت معاملة المقارنة F_0P_0 أقل قيمة بلغت 52.00 سم. أظهر التداخل بين المحلول المغذي البروسول والحامض الأميني البرولين أثره المعنوي في طول الفرع لا سيما المعاملة S_2P_2 التي سجلت أعلى قيمة بلغت 75.22 سم في حين اعطت معاملة المقارنة S_0P_0 أقل قيمة بلغت 56.22 سم. أما بخصوص التداخل الثلاثي فقد أثرت المعاملة $F_2S_2P_2$ معنويا في هذه الصفة إذ حققت أعلى قيمة بلغت 86.66 سم بالمقابل أعطت معاملة المقارنة $F_0S_0P_0$ أدنى قيمة بلغت 49.00 سم.

نسبة الفسفور الكلي في الأوراق (%): قدر الفسفور الكلي وفق الطريقة المتبعة من قبل Olsen و Sommers (1982)، عن طريق اخذ 2 مل من المحلول الرائق في الفقرة السابقة واضيف له 0.1 غم من حامض الاسكوريك و 4 مل من محلول مولبيدات الامونيوم تم تحضير بإذابة 10 غم من مولبيدات الامونيوم في 150 مل من حامض الكبريتيك المركز وتم اكمال الحجم الى لتر بالماء المقطر)، بعد ذلك وضع الخليط على المسخن الحراري لمدة دقيقة واحدة لحين تغير لون المحلول الى اللون الأزرق بعد ذلك ترك ليبرد و اكمل الحجم الى 100 مل بإضافة الماء المقطر، ثم قرأت الامتصاصية باستخدام جهاز المطياف (Spectrophotometer) وعلى طول موجي 620 نانوميتر، بعد ذلك تم حساب الفسفور الكلي وفق المعادلة الآتية:

الفسفور % = تركيز الفسفور النهائي $100 \times 100 \times 100 \times 50 \times$

محتوى الأوراق من البورون (ملغم كغم⁻¹): قدر هذا العنصر في مستخلص الأوراق الجافة باستعمال جهاز الامتصاص الذري (Atomic Absorption Spectrophotometer) تبعا للطريقة الموصوفة من قبل AOAC (2005).

التصميم التجريبي والتحليل الاحصائي

نفذت تجربة عاملية بثلاثة عوامل وثلاثة مكررات باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وبواقع ثلاث مكررات وكل مكرر يمثل شتلة واحدة لكل وحدة تجريبية أي بمجموع 81 شتلة لكل القطاعات وحلت البيانات باستعمال البرنامج الاحصائي Genstat حلت البيانات بحسب جدول تحليل التباين وتمت المقارنة بين المتوسطات باستخدام اختبار اقل فرق معنوي (LSD) وعلى مستوى معنوية 5%.

جدول 3. تأثير رش الحديد المخلي والمحلول المغذي Pro-sol والحامض الاميني البرولين وتداخلاتهم في معدل الزيادة في طول الفرع (سم)

F×S	P (ملغم لتر ⁻¹)			S (ملغم لتر ⁻¹)	F (ملغم لتر ⁻¹)	
	P ₂	P ₁	P ₀			
49.777	51.000	49.333	49.000	S ₀	F ₀	
52.555	53.333	52.666	51.666	S ₁		
57.777	60.333	57.666	55.333	S ₂		
54.222	56.000	54.333	52.333	S ₀	F ₁	
72.000	75.333	71.000	69.666	S ₁		
76.444	78.666	78.666	72.000	S ₂		
71.111	76.333	69.666	67.333	S ₀	F ₂	
72.000	75.666	70.666	69.666	S ₁		
79.333	86.666	81.666	69.666	S ₂		
متوسط F						
53.370	54.888	53.222	52.000	F ₀	F×P	
67.555	70.000	68.000	64.666	F ₁		
74.148	79.555	74.000	68.888	F ₂		
متوسط S						
58.370	61.111	57.777	56.222	S ₀	S×P	
65.518	68.111	64.777	63.666	S ₁		
71.185	75.222	72.666	65.666	S ₂		
	68.148	65.074	61.851	متوسط P		
LSD 5%						
F×S×P	S×P	F×P	F×S	P	S	F
3.061	1.767	1.767	1.767	1.020	1.020	1.020

والتي تفوقت معنوياً على معاملة المقارنة S₀ التي سجلت اقل قيمة بلغت 51.78 غم.

أكدت النتائج ان للرش شتلات الرمان بالحامض الاميني البرولين اظهر تأثيراً معنوياً في الوزن الجاف للمجموع الخضري وتوقفت المعاملة P₂ معنوياً عن المعاملتين P₁ و P₀ بإعطائها أكبر قيمة بلغت 53.60 غم بينما سجلت معاملة المقارنة اقل قيمة بلغت 51.95 غم.

فيما يتعلق بتداخل الحديد المخلي والمحلول المغذي البروسول فقد بين تأثيراً معنوياً في المعاملة F₂S₂ التي سجلت اعلى قيمة بلغت 54.82 غم في حين سجلت المعاملة F₀S₀ اقل قيمة بلغت 49.33 غم.

الوزن الجاف للمجموع الخضري (غم)

يتضح من النتائج المثبتة في الجدول 4 حصول تأثير معنوي في الوزن الجاف للمجموع الخضري، إذ سجلت المعاملة F₂ أكبر وزن جاف للمجموع الخضري بلغ 54.51 غم نبات⁻¹ وتفوقت معنوياً على المعاملتين الأخرتين بينما سجلت معاملة المقارنة F₀ أقل وزن جاف للمجموع الخضري بلغ 51.24 غم.

من جهة أخرى فقد بينت معاملات رش الشتلات بالمحلول المغذي البروسول تأثيراً بلغ مستوى المعنوية وخاصة المعاملة S₂ التي سجلت تفوقاً معنوياً في هذه الصفة بقيمة بلغت 54.13 غم تلتها المعاملة S₁ التي بلغت 52.75 غم

أما بخصوص التداخل الثنائي بين المحلول المغذي البروسول والحامض الأميني البرولين فلم يظهر أي فروق معنوية في هذه الصفة. أما التداخل الثلاثي المشترك بين عوامل الدراسة فلم يظهر أي فروق معنوية في هذه الصفة.

كما وحقق تداخل بين الحديد المخليبي والحامض الأميني البرولين تفوقا معنويا لا سيما المعاملة F_2P_2 والتي سجلت أعلى قيمة بلغت 54.97 غم وبلغ أدنى معدل للوزن الجاف للمجموع الخضري 49.86 غم وذلك عند معاملة المقارنة F_0P_0 .

جدول 4. تأثير رش الحديد المخليبي والمحلول المغذي Pro-sol والحامض الأميني البرولين وتداخلاتهم في الوزن الجاف للمجموع الخضري (غم)

F×S	P (ملغم لتر ⁻¹)			S (ملغم لتر ⁻¹)	F (ملغم لتر ⁻¹)	
	P ₂	P ₁	P ₀			
49.336	50.337	49.633	48.039	S ₀	F ₀	
50.889	51.548	51.011	50.109	S ₁		
53.517	55.064	54.051	51.436	S ₂		
52.075	52.671	52.004	51.548	S ₀	F ₁	
52.608	53.352	52.561	51.913	S ₁		
54.061	54.578	54.253	53.352	S ₂		
53.953	54.588	54.253	53.017	S ₀	F ₂	
54.757	55.176	55.155	53.939	S ₁		
54.828	55.167	55.064	54.253	S ₂		
متوسط F						
51.247	52.316	51.565	49.861	F ₀	F×P	
52.915	53.534	52.939	52.271	F ₁		
54.513	54.977	54.824	53.737	F ₂		
متوسط S						
51.788	52.532	51.963	50.868	S ₀	S×P	
52.751	53.358	52.909	51.987	S ₁		
54.135	54.936	54.456	53.014	S ₂		
	53.609	53.109	51.956	متوسط P		
LSD 5%						
F×S×P	S×P	F×P	F×S	P	S	F
N.S	N.S	0.500	0.500	0.289	0.289	0.289

F_0 و F_1 اللتان سجلتا قيم بلغت 6.66 و 5.62 ملم على التوالي. أما الرش بالمحلول المغذي البروسول فقد أثر معنويا في قطر جذر شتلات الرمان ولا سيما عند المعاملة S_2 التي سجلت أعلى قيمة لقطر الجذر بلغت 7.00 ملم والتي تفوقت

قطر الجذر (ملم)

يتبين في الجدول 5 أن الرش بالحديد المخليبي قد إثر معنويا في صفة قطر الجذر إذ سجلت المعاملة F_2 أعلى قيمة بلغت 7.61 ملم متفوقة معنويا على المعاملتين الأخريتين

أظهرت وجود فروق معنوية إذ بلغت 7.87 ملم مقارنة بمعاملة المقارنة F_0P_0 التي أعطت أقل قيمة لقطر الجذر بلغت 5.54 ملم.

فيما يتعلق بالتداخل الثنائي بين المحلول المغذي البروسول والحامض الأميني البرولين فقد حقق تأثيراً بلغ مستوى المعنوية عند المعاملة S_2P_2 التي سجلت أعلى قيمة بلغت 7.24 ملم بينما معاملة المقارنة S_0P_0 سجلت أقل قيمة لقطر الجذر بلغت 6.17 ملم.

أما التداخل الثلاثي المشترك فقد أثر معنوياً في هذه الصفة إذ تميزت المعاملة $F_2S_2P_2$ بإعطائها أعلى قيمة التي اختلفت عن باقي المعاملات بلغت 8.66 ملم في حين أن معاملة المقارنة $F_0S_0P_0$ سجلت أقل معدل لقطر الجذر بلغ 5.30 ملم.

معنوياً على المعاملتين الأخرتين تلتها المعاملة S_1 التي تفوقت معنوياً على معاملة المقارنة S_0 التي أعطت أقل قيمة بلغت 6.28 ملم.

أكدت معاملات رش شتلات الرمان بالحامض الأميني البرولين ان هنالك تأثيراً معنوياً في صفة قطر الجذر لا سيما المعاملة P_2 والتي تفوقت معنوياً على المعاملتين P_1 و P_0 وحققت أعلى قيمة بلغت 6.79 ملم بينما معاملة المقارنة أعطت أقل قيمة بلغت 6.49 ملم.

من جهة أخرى فقد تسبب التداخل بين الحديد المخليبي والمحلول المغذي البروسول في حصول فروق معنوية لا سيما المعاملة F_2S_2 التي بلغت 8.12 ملم فيما أظهرت المعاملة F_0S_0 أقل قطر جذر بلغت 5.35 ملم.

كذلك بالنسبة للتداخل بين الحديد المخليبي والحامض الأميني البرولين تشير النتائج في الجدول إلى ان المعاملة F_2P_2

جدول 5. تأثير رش الحديد المخليبي والمحلول المغذي Pro-sol والحامض الاميني البرولين وتداخلاتهم في قطر الجذر (ملم)

F×S	P (ملغم لتر ⁻¹)			S (ملغم لتر ⁻¹)	F (ملغم لتر ⁻¹)	
	P ₂	P ₁	P ₀			
5.355	5.400	5.366	5.300	S ₀	F ₀	
5.600	5.700	5.600	5.500	S ₁		
5.906	6.000	5.900	5.820	S ₂		
6.291	6.473	6.300	6.100	S ₀	F ₁	
6.721	6.853	6.733	6.576	S ₁		
6.982	7.066	6.963	6.916	S ₂		
7.222	7.333	7.200	7.133	S ₀	F ₂	
7.511	7.633	7.500	7.400	S ₁		
8.122	8.666	7.966	7.733	S ₂		
متوسط F						
5.620	5.700	5.622	5.540	F ₀	F×P	
6.664	6.797	6.665	6.531	F ₁		
7.618	7.877	7.555	7.422	F ₂		
متوسط S						
6.289	6.402	6.288	6.177	S ₀	S×P	
6.610	6.728	6.611	6.492	S ₁		
7.003	7.244	6.943	6.823	S ₂		
	6.791	6.614	6.497	متوسط P		
LSD 5%						
F×S×P	S×P	F×P	F×S	P	S	F
0.154	0.088	0.088	0.088	0.051	0.051	0.051

عدد الجذور

يتضح من النتائج في الجدول 6 ان المعاملات عدد الجذور، اذ قد ازدادت عند الرش بالحامض الأميني البرولين وخاصة المعاملة P_2 التي حققت أعلى عدد جذور بلغ 6.29 جذر شتلة⁻¹ بينما معاملة المقارنة P_0 بلغت أقل عدد 5.22 جذر شتلة⁻¹.

أظهر التداخل بين الحديد المخلي والمحلول المغذي البروسول تأثيره المعنوي في زيادة عدد الجذور ولا سيما المعاملة F_2S_2 التي بلغت 6.88 جذر شتلة⁻¹ بينما اعطت معاملة المقارنة F_0S_0 أقل عدد للجذور بلغ 4.77 جذر شتلة⁻¹.

بينت النتائج الجدول 6 بأن الحديد المخلي أدى إلى زيادة معنوية في عدد الجذور مع زيادة تراكيز الرش وسجلت المعاملة F_2 أعلى قيمة بعدد الجذور بلغت 6.18 جذر شتلة⁻¹ في حين بلغت أقل قيمة عند معاملة المقارنة F_0 بلغت 5.44 جذر شتلة⁻¹.

يلاحظ أن التأثير المعنوي لرش المحلول المغذي البروسول كان واضحاً من خلال تفوق المعاملة S_2 التي بلغت 6.074 جذر شتلة⁻¹ بالمقابل معاملة المقارنة سجلت أقل قيمة بلغت 5.444 جذر شتلة⁻¹.

جدول 6. تأثير رش الورقي بالحديد المخلي والمحلول المغذي Pro-sol والحامض الاميني البرولين وتداخلاتهم في عدد الجذور

F×S	P (ملغم لتر ⁻¹)			S (ملغم لتر ⁻¹)	F (ملغم لتر ⁻¹)	
	P_2	P_1	P_0			
4.777	5.333	5.000	4.000	S_0	F_0	
6.000	6.666	6.000	5.333	S_1		
5.555	5.666	5.000	6.000	S_2		
5.444	6.333	5.666	4.333	S_0	F_1	
5.444	5.666	5.000	5.666	S_1		
5.777	6.333	5.333	5.666	S_2		
6.111	6.666	6.000	5.666	S_0	F_2	
5.555	6.000	5.666	5.000	S_1		
6.888	8.000	7.333	5.333	S_2		
متوسط F						
5.444	5.888	5.333	5.111	F_0	F×P	
5.555	6.111	5.333	5.222	F_1		
6.185	6.888	6.333	5.333	F_2		
متوسط S						
5.444	6.111	5.555	4.666	S_0	S×P	
5.666	6.111	5.555	5.333	S_1		
6.074	6.666	5.888	5.666	S_2		
	6.296	5.666	5.222	متوسط P		
LSD 5%						
F×S×P	S×P	F×P	F×S	P	S	F
0.788	N.S	0.455	0.455	0.262	0.262	0.262

تلتها المعاملة S_1 والتي تفوقت معنوياً على معاملة المقارنة S_0 التي سجلت أقل قيمة بلغت 1.91%. ويتبين من نتائج الجدول 7 أن معاملة الرش بالحامض الأميني البرولين P_2 أدت إلى زيادة معنوية في هذه الصفة وأعطت أعلى معدل بلغ 2.10% والتي بدورها تفوقت على جميع المعاملات تلتها المعاملة P_1 والتي بلغت 2.04% في حين أن معاملة المقارنة سجلت أقل قيمة بلغت 1.94%. أما التداخل الثنائي بين الحديد المخلي والمحلل المغذي البروسول فقد أظهر تأثيره المعنوي في هذه الصفة ولا سيما المعاملة F_2S_2 التي سجلت أعلى قيمة بلغت 2.16% وبالمقابل فإن معاملة المقارنة F_0S_0 سجلت أقل قيمة بلغت 1.74%.

بالنسبة للتداخل المشترك الثنائي بين الحديد المخلي والحامض الأميني البرولين فلم تظهر أي فروق معنوية في هذه الصفة.

أما بخصوص التداخل الثنائي بين المحلول المغذي البروسول والحامض الأميني البرولين فقد أظهر تأثيره المعنوي في هذه الصفة لا سيما المعاملة S_2P_2 التي سجلت أعلى نسبة بلغت 2.22% في حين أن معاملة المقارنة S_0P_0 أعطت أقل نسبة بلغت 1.78%. وفيما يتعلق بمعاملات التداخل الثلاثي فان الفروقات قد بلغت مستوى المعنوية وخاصة المعاملة $F_2S_2P_2$ إذ حققت أعلى نسبة بلغت 2.25% في حين أن معاملة المقارنة $F_0S_0P_0$ سجلت أقل نسبة بلغت 1.56%.

أما بالنسبة للتداخل بين الحديد المخلي والحامض الأميني البرولين فقد أثر معنوياً في هذه الصفة ولا سيما المعاملة F_2P_2 التي سجلت أكثر عدد للجنور بلغ 6.88 جذر شتلة¹ في حين أن معاملة المقارنة F_0P_0 أعطت أقل قيمة بلغت 5.11 جذر شتلة¹.

أما فيما يتعلق بالتداخل بين المحلول المغذي البروسول والحامض الأميني البرولين فلم تظهر أي فروق معنوية في هذه الصفة.

أما بالنسبة للتداخل الثلاثي بين عوامل الدراسة فقد تفوقت المعاملة $F_2S_2P_2$ معنوياً في عدد الجنور إذ أنها ظهرت بأعلى قيمة والتي بلغت 8.00 جذر شتلة¹ مقارنة بمعاملة المقارنة التي سجلت أقل قيمة بلغت 4.00 جذر شتلة¹.

نسبة النتروجين الكلي في الأوراق %

أوضحت النتائج المبينة في الجدول 7 أن هناك فروق معنوية في محتوى الأوراق من النتروجين نتيجة الرش بالحديد المخلي حيث بلغت أعلى معدل عند المعاملة F_2 والتي بلغت 2.07% تلتها المعاملة F_1 والتي بلغت 2.02% واللذان اختلفتا معنوياً فيما بينهما وتفوقتا على معاملة المقارنة F_0 والتي سجلت 1.98%.

أما بالنسبة للرش بالمحلل المغذي البروسول فقد تفوقت المعاملة S_2 معنوياً على باقي المعاملات إذ بلغت 2.11%

جدول 7. تأثير رش الورقي بالحديد المخلي والمحلول المغذي Pro-sol والحامض الاميني البرولين وتداخلاتهم في نسبة النتروجين الكلي في الأوراق (%)

F×S	P (ملغم لتر ⁻¹)			S (ملغم لتر ⁻¹)	F (ملغم لتر ⁻¹)	
	P ₂	P ₁	P ₀			
1.744	1.883	1.778	1.569	S ₀	F ₀	
2.079	2.113	2.092	2.031	S ₁		
2.145	2.218	2.125	2.092	S ₂		
2.013	1.934	2.204	1.900	S ₀	F ₁	
2.028	2.092	2.073	1.920	S ₁		
2.027	2.218	1.925	1.940	S ₂		
1.988	2.113	1.981	1.870	S ₀	F ₂	
2.082	2.092	2.092	2.061	S ₁		
2.167	2.250	2.166	2.086	S ₂		
متوسط F						
1.989	2.071	1.999	1.897	F ₀	F×P	
2.023	2.081	2.067	1.920	F ₁		
2.079	2.152	2.080	2.006	F ₂		
متوسط S						
1.915	1.977	1.988	1.780	S ₀	S×P	
2.063	2.099	2.086	2.004	S ₁		
2.113	2.229	2.072	2.039	S ₂		
	2.102	2.048	1.941	متوسط P		
LSD 5%						
F×S×P	S×P	F×P	F×S	P	S	F
0.135	0.078	N.S	0.078	0.045	0.045	0.045

بقيمة بلغت 0.36% والتي اختلفت معنوياً عن المعاملة P₁ والتي بدورها أظهرت تفوقاً معنوياً على معاملة P₀ التي سجلت أقل قيمة بلغت 0.32%. أما التداخل الثنائي بين الحديد المخلي والمحلول المغذي البروسول فلم يظهر أي فروق معنوية في هذه الصفة. كما بينت النتائج في الجدول 8 أن محتوى الفسفور في الأوراق لم يتأثر معنوياً بمعاملة التداخل بين الحديد المخلي والحامض الأميني البرولين في الصفة المدروسة. أما عن التداخل الثنائي المشترك بين المحلول المغذي البروسول والحامض الأميني البرولين فقد أثر معنوياً لا سيما المعاملة S₂P₂ التي سجلت أعلى نسبة بلغت 0.38% في حين أن معاملة المقارنة S₀P₀ أعطت أقل نسبة للفسفور في الأوراق بلغت 0.28%.

نسبة الفسفور الكلي في الأوراق %

يلاحظ من نتائج الجدول 8 حصول تفوق معنوي في نسبة الفسفور في الأوراق مع زيادة تراكيز الرش بالحديد المخلي حيث أظهرت المعاملة F₂ تفوقاً معنوياً في محتوى الفسفور في الأوراق إذ بلغ تركيزه 0.35% تلتها المعاملة F₁ التي بلغت 0.33% واللذان تفوقتا معنوياً على معاملة المقارنة F₀ التي سجلت أقل قيمة بلغت 0.32%. أما عن تأثير الرش بالمحلول المغذي البروسول فقد سجلت المعاملة S₂ تفوق معنوي في هذه الصفة بتركيز للفسفور بلغ 0.37% التي تفوقت على المعاملتين الأخرتين تلتها المعاملة S₁ التي بلغ تركيز الفسفور فيها 0.33% التي تفوقت معنوياً على معاملة المقارنة S₀ التي بلغت 0.31%. كما يظهر من نتائج الجدول نفسه أن الرش بالحامض الأميني البرولين أدى إلى زيادة معنوية في هذه الصفة لمعاملة P₂

أما عن التداخل الثلاثي المشترك بين الحديد المخليبي والمحلول المغذي البروسول والحامض الأميني البرولين فقد حققت المعاملة $F_2S_2P_2$ أعلى نسبة بلغت 0.40% من جهة أخرى فإن معاملة المقارنة $F_0S_0P_0$ سجلت أقل نسبة بلغت 0.26%.

جدول 8. تأثير رش الورقي بالحديد المخليبي والمحلول المغذي Pro-sol والحامض الأميني البرولين وتداخلاتهم في نسبة الفسفور الكلي في الأوراق (%)

F×S	P (ملغم لتر ⁻¹)			S (ملغم لتر ⁻¹)	F (ملغم لتر ⁻¹)	
	P ₂	P ₁	P ₀			
0.301	0.336	0.301	0.267	S ₀	F ₀	
0.317	0.356	0.316	0.279	S ₁		
0.355	0.370	0.323	0.373	S ₂		
0.310	0.344	0.305	0.280	S ₀	F ₁	
0.341	0.362	0.314	0.345	S ₁		
0.367	0.376	0.373	0.352	S ₂		
0.336	0.368	0.335	0.306	S ₀	F ₂	
0.345	0.386	0.340	0.308	S ₁		
0.392	0.403	0.397	0.376	S ₂		
متوسط F						
0.325	0.354	0.313	0.306	F ₀	F×P	
0.339	0.361	0.331	0.326	F ₁		
0.358	0.386	0.357	0.330	F ₂		
متوسط S						
0.316	0.349	0.314	0.284	S ₀	S×P	
0.334	0.368	0.324	0.311	S ₁		
0.371	0.383	0.364	0.367	S ₂		
متوسط P						
LSD 5%						
F×S×P	S×P	F×P	F×S	P	S	F
0.037	0.021	N.S	N.S	0.012	0.012	0.012

أقل قيمة لمحتوى البورون في الأوراق بلغت 68.10. ملغم كغم⁻¹ مادة جافة.

يتضح أن الرش بالحامض الأميني البرولين أثر معنوياً في هذه الصفة ولا سيما المعاملة P₂ التي أعطت أعلى قيمة للبورون بلغت 76.93 ملغم كغم⁻¹ مادة جافة التي بدورها تفوقت على جميع المعاملات تلتها المعاملة P₁ التي بلغت 74.67 ملغم كغم⁻¹ مادة جافة في حين أن معاملة المقارنة P₀ سجلت أقل قيمة بلغت 70.462 ملغم كغم⁻¹ مادة جافة. أما بخصوص التداخل الثنائي بين الحديد المخليبي والمحلول المغذي البروسول فقد أثر معنوياً في هذه الصفة إذ سجلت المعاملة F_2S_2 أعلى نسبة بلغت 81.69 ملغم كغم⁻¹ مادة جافة ومن جهة أخرى فإن معاملة المقارنة F_0S_0 سجلت أقل قيمة بلغت 62.14 ملغم كغم⁻¹ مادة جافة

محتوى الأوراق من البورون (ملغم كغم⁻¹ مادة جافة)

أكدت نتائج الجدول 9 إلى حصول زيادة معنوية عند رش الحديد المخليبي على شتلات الرمان مع زيادة تراكيز الرش إذ تفوقت المعاملة F₂ معنوياً بإعطائها أعلى قيمة لمحتوى البورون في الأوراق بلغت 77.59 ملغم كغم⁻¹ مادة جافة تلتها المعاملة F₁ التي سجلت قيمة بلغت 72.70 ملغم كغم⁻¹ مادة جافة والتي لم تختلف معنوياً عن F₀ التي أعطت قيمة بلغت 71.77 ملغم كغم⁻¹ مادة جافة.

بينت النتائج وجود تأثير معنوي للمحلول المغذي البروسول في محتوى الأوراق من البورون إذ أظهرت المعاملة S₂ أعلى قيمة للصفة بلغت 79.96 ملغم كغم⁻¹ مادة جافة متفوقة على المعاملتين الأخرتين تلتها المعاملة S₁ والتي بدورها تفوقت معنوياً على معاملة المقارنة S₀ التي سجلت

أما فيما يخص التداخل الثلاثي المشترك بين عوامل الدراسة فيظهر تأثيراً معنوياً في هذه الصفة ولا سيما المعاملة $F_2S_2P_2$ التي سجلت أعلى قيمة 84.26 ملغم كغم⁻¹ مادة جافة بينما معاملة المقارنة $F_0S_0P_0$ سجلت أقل قيمة لمحتوى الأوراق من البورون بلغت 51.77 ملغم كغم⁻¹ مادة جافة.

تشير نتائج الجدول نفسه إلى عدم وجود تأثير معنوي لمعاملات التداخل بين الحديد المخليبي والحامض الأميني البرولين في هذه الصفة. ويلاحظ ان للتداخل الثنائي بين المحلول المغذي البروسول والحامض الأميني البرولين تأثير معنوي بين المعاملات اذ حققت معاملة التداخل S_2P_2 أعلى قيمة بلغت 81.83 ملغم كغم⁻¹ مادة جافة في حين أن معاملة المقارنة S_0P_0 أعطت أقل قيمة بلغت 62.15 ملغم كغم⁻¹ مادة جافة.

جدول 9. تأثير رش الورقي بالحديد المخليبي والمحلول المغذي Pro-sol والحامض الاميني البرولين وتداخلاتهم في محتوى الأوراق من البورون (ملغم كغم⁻¹ مادة جافة)

F×S	P (ملغم لتر ⁻¹)			S (ملغم لتر ⁻¹)	F (ملغم لتر ⁻¹)	
	P ₂	P ₁	P ₀			
62.140	68.293	66.353	51.773	S ₀	F ₀	
76.214	77.386	74.173	77.083	S ₁		
76.961	79.053	76.476	75.354	S ₂		
70.011	71.109	67.925	71.000	S ₀	F ₁	
66.846	72.020	66.200	62.320	S ₁		
81.256	82.176	83.600	77.993	S ₂		
72.170	77.477	75.354	63.680	S ₀	F ₂	
78.922	80.660	79.690	76.416	S ₁		
81.690	84.266	82.266	78.538	S ₂		
متوسط F						
71.772	74.911	72.334	68.070	F ₀	F×P	
72.705	75.102	72.575	70.437	F ₁		
77.594	80.801	79.103	72.878	F ₂		
متوسط S						
68.107	72.293	69.877	62.151	S ₀	S×P	
73.994	76.688	73.354	71.939	S ₁		
79.969	81.832	80.781	77.295	S ₂		
	76.938	74.671	70.462	متوسط P		
LSD 5%						
F×S×P	S×P	F×P	F×S	P	S	F
5.392	3.113	N.S	3.113	1.797	1.797	1.797

الخضري والجذري للشتلات والذي ينتج عنها زيادة متطلباتها من العناصر الغذائية ومنها البورون لتحقيق التوازن الغذائي داخل النبات ومن ثم زيادة امتصاصها (Al- و Khudair، 2014).

يعود دور الحامض الاميني البرولين في زيادة صفات النمو الخضري وجذري والمحتوى الكيميائي من خلال قدرته على تنشيط الفعاليات الحيوية وخاصة عمليتي الانقسام والاستطالة للخلايا النباتية وزيادة نشاط الانزيمات (Hildebrandt وآخرون، 2015) وأيضا للبرولين دور في عملية تنظيم الضغط الأسموزي داخل الخلية النباتية بين الفجوة والسايوتوبلازم اذا ان البرولين يزداد في السايوتوبلازم و تتراكم الايونات الضارة في الفجوة وهذا يدفع البرولين الى التراكم في السايوتوبلازم لخلق حالة توازن للمحافظة على انتفاخ الخلايا وبالتالي يخفض المجهود المائي للخلية ويزيد من قدرتها على سحب الماء والمغذيات من التربة وبالتالي زيادة المجموع الخضري والجذري للنبات (Al-Nasiri، 2021) كما ان البرولين يعتبر مصدر للنتروجين العضوي الذي يمكن ان ينفذ بسرعة داخل النبات، اذ يلعب دورا مهما في تكوين البروتينات والفيتامينات والميتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء ويحفظ عملية التمثيل الضوئي وبناء الكربوهيدرات كما ان له دور مهم في زيادة فعالية الانزيمات المحللة للمركبات العضوية وبالتالي تحرر مكوناتها من العناصر مما يزيد جاهزيتها بالإضافة الى زيادة معدلات النمو من خلال تشجيع عمليات الانقسام وتوسع الخلايا (Mello، 2015).

الاستنتاجات

أثر الرش الورقي بالحديد المخلبي بشكل معنوي في جميع الصفات المدروسة ولا سيما الرش بالمعاملة F_2 (60 ملغم غم⁻¹) التي أعطت أفضل النتائج لصفات النمو الخضري والجذري بالإضافة الى محتوى الأوراق من العناصر المعدنية. ازدادت صفات النمو لشتلات الرمان بزيادة

ان الرش الورقي بالحديد المخلبي سبب زيادة في صفتي النمو الخضري والجذري والمحتوى الكيميائي لشتلات الرمان المتمثلة بطول الافرع وقطر الجذر ونسبة النتروجين والفسفور ومحتوى الأوراق من البورون، فهو يشارك في تفاعلات الأكسدة والاختزال وفي عمليتي البناء الضوئي والتنفس ويدخل في تخليق البلاستيدات الخضراء مما يساعد في زيادة نواتج عملية التمثيل الضوئي ومن ثم زيادة معدل النمو النباتي (Broadley وآخرون، 2012)، ويعزى سبب الزيادة في النتروجين عند الرش بالحديد المخلبي الى دور الحديد المهم في عملية تصنيع الغذاء من خلال دخوله في تركيب السايوتوكرومات المختلفة ودوره في عملية انقسام الخلايا وهذا يؤدي الى زيادة امتصاص النتروجين وزيادة تمثيله داخل النبات وبالتالي زيادة النسبة المئوية للنتروجين (Haggag وآخرون، 2016).

يعود سبب الزيادة الحاصلة في صفات النمو الخضري والجذري والمحتوى الكيميائي عند الرش بالمحلول المغذي البروسول لما يحتويه من عناصر غذائية كبرى وصغرى التي لها دور اساسي في العمليات الفسلجية داخل النبات وبالأخص النتروجين الذي يساعد النبات على إنتاج الأوكسينات مما يشجع عملية انقسام واستطالة الخلايا، بالإضافة الى ان القمم النامية للسيقان تحتوي على مستويات عالية من الاوكسينات التي تساعد على استطالة الخلايا مؤدية الى زيادة طول الفرع (Baldi وآخرون، 2013). ان سبب زيادة الفسفور في الأوراق يعزى الى الدور الايجابي لمكونات المحلول المغذي البروسول المستخدم في تحسين صفات النمو الخضري من خلال مساهمتها في عملية البناء الضوئي ودخولها في تركيب المركبات الغنية بالطاقة التي تؤدي بدورها الى زيادة انتاج المغذيات الضرورية لنمو النبات كما تدخل في تركيب الاحماض النووية وبعض الأنزيمات (Malhotra وآخرون، 2018). ان سبب الزيادة في تركيز البورون في الأوراق ناتج عن امتصاص هذا العنصر من قبل الأوراق مؤديا الى زيادة صفات النمو

زيادة معنوية في جميع صفات النمو الخضري والجذري ومحتوى العناصر المعدنية في الأوراق والأفرع. أثر التداخل بين عوامل الدراسة تأثيراً معنوياً في معظم صفات النمو الخضري والجذري ومحتوى العناصر المعدنية في الأوراق والأفرع

References

- Al-Nasiri, O. A. O. (2021). Response of Ain al-Bazoun plant to levels of water stress and spraying with proline and its effect on growth, flowering, and active substances. Ms,c, Thesis. College of Agriculture, University of Tikrit.
- Al-Shareefi, M. J. & Kadhim, Z. K. (2019). Effect of spraying nutrient solution (Prosol) and algae extract on growth and yield of cauliflower (*Brassica oleracea* var. Botrytis) under drip irrigation system. *Euphrates Journal of Agriculture Science*, 11(2): 39- 45.
- AOAC. (2005). Official methods of analysis 18th edition. Association of Official Analysis Chemists. Inc., Gaithersburg, Maryland USA.
- Baldi, E., Toselli, M., Eissentat, D. M. and Marangoni. B. (2013). Organic fertilization leads to increased peach root production and lifespan. *Tree physiology*, 30: 1373-1382.
- Broadley, M., Brown, P., Cakmak, I., Rengel, Z., & Zhao, F. (2012). Function of nutrients: micronutrients. In Marschner's mineral nutrition of higher plants (191-248). Academic Press.
- Chandra, R., Babu, K. D., Jadhav, V. T., Jaime, A., & Silva, T. D. (2010). Origin, history and domestication of pomegranate. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*, 2, 1-6.
- مستويات الرش بالمحلول المغذي البروسول Pro-Sol لا سيما المعاملة S₂ التي أعطت زيادة معنوية في كافة صفات النمو الخضري والجذري فضلاً عن زيادة محتوى الأوراق من العناصر المعدنية. حدوث زيادة معنوية عند الرش بالحامض الأميني البرولين لا سيما المعاملة P₂ التي سجلت
- Da Silva, J. A. T., Rana, T. S., Narzary, D., Verma, N., Meshram, D. T. & Ranade, S. A. (2013). Pomegranate biology and biotechnology: A review. *Scientia Horticulturae*, 160, 85-107.
- Haggag, L. F., Fawzi, M. I. F., Shahin, M. F. M. & El-Hady, E. S. (2016). Effect of yeast, humic acid, fulvic acid, citric acid, potassium citrate and some chelated micro-elements on yield, fruit quality and leaf minerals content of "Canino" apricot trees. *International Journal of ChemTech Research*, 9, 7-15.
- Hildebrandt, T. M., Nesi, A. N., Araujo, W. L., & Braun, H. P. (2015). Amino acid catabolism in plants. *Molecular plant*, 8(11), 1563-1579.
- Kathalia, R., & Bhatla, S. C. (2018). Plant mineral nutrition. *Plant Physiology, Development and Metabolism*, 37-81.
- Khudair, S. M., & Al-Moussawi A. N. (2014). Effect of spraying with different concentrations of boron and iron on the growth of seedlings of olive (*Olea europaea* L.) khashawi cultivar. *Karbala University Scientific Journal*, 12 (2),30-37.
- Malhotra, H., Sharm, S., & Pandey, R. (2018). Phosphorus nutrition: plant growth in response to deficiency and excess. *Plant nutrients and abiotic stress tolerance*, 171-190.

- Mello, J. P. F. D. (2015). Amino Acids in Higher Plants. Formerly of SAC, University of Edinburgh King's Buildings Campus, Edinburgh.
- Mir, M. M., Soft, A. A., Umar, I., Sheikh, M. A., Rehman, M. U., & Rather. G. H. (2010). Agronomic and fruit characteristics of pomegranate cultivars under temperate region. *SAARC Journal of Agriculture*, 8(1), 112-117.
- Mondal, S., & Bose, B. (2019). Impact of micronutrient seed priming on germination, growth, development, nutritional status and yield aspects of plants. *Journal of Plant Nutrition*, 42(19), 2577-2599.
- Olsen, S. R. & Sommers, L. E. (1982). Phosphorus. In: Page, A.L., Ed., *Methods of Soil Analysis Part 2 Chemical and Microbiological Properties*, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, 403-430.
- Puvanitha, S., & Mahendran, S. (2017). Effect of salinity on plant height, shoot and root dry weight of selected rice cultivars. *Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences*, 4(4), 126-131.
- Saroj, P. L., & Kumar, R. (2019). Recent advances in pomegranate production in India – a review. *Annals of Horticulture*, 12 (1), 1-10.
- Singh, M., Kumar, J., Singh V. P., & Prasad, S. M. (2014). Proline and salinity tolerance in plants. *Biochemical Pharmacology*, 3(6).