مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
المجلد 41 العدد 1 (2025): 16 – 30

Damascus University Journal of Agricultural Sciences
Vo 41 No.1 (2025): 1-16

استجابة بادرات أصل النارنج Citrus aurantium للمعاملة بالباكلوبيوترازول (PBZ) تحت ظروف الإجهاد الملحي

أنس كيوان [1*] رولا بايرلي [2] علي الخطيب [3]

[1*] طالب ماجستير، جامعة دمشق، كلية الهندسة الزراعية قسم علوم البستنة، مهندس زراعي في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية مركز السويداء، البريد الالكتروني:
anas.kiwan@damascusuniversity.edu.sy
[2] أستاذ مساعد، جامعة دمشق، كلية الهندسة الزراعية قسم علوم البستنة، البريد الالكتروني:
rolabayerly@hotmail.com
[3] باحث، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية مركز اللاذقية، البريد الالكتروني:
d.elkhateebali@gmail.com

الملخص:

نُفّذ البحث في محطة بحوث سيانو التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية، خلال عامي 2020–2021 و2021–2022. هدف هذا البحث إلى دراسة تأثير استخدام منظم النمو الباكلوبيوترازول (**PBZ**) وفق 5 تراكيز هي (0، 250، 500، 1000، 2000 جزء في المليون) في نمو بادرات أصل النارنج، تحت خمس مستويات من الملوحة (0، 8، 16، 24، 32 ميلليسيمنز/سم). وذلك لتخفيف الأضرار الناجمة عن تملح التربة، ومدى إمكانية الري بماء يحتوي على نسبة محددة من الأملاح.

أظهرت النتائج أن الزيادة التدريجية في مستوى الملوحة أدّت إلى انخفاض تدريجي في جميع المؤشرات المدروسة (المورفولوجية والفيزيولوجية). كما أدّت المعاملة بالباكلوبيوترازول إلى تحسين معظم مؤشرات الدراسة بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة تحت جميع مستويات الملوحة المدروسة. سجل التفاعل بين معاملات الباكلوبيوترازول والملوحة تفوّق معاملات **2000 ppm** من **PBZ** في طول الجذر (34.75 سم)، وفي الوزنين الرطب والجاف للمجموع الخضري (49.26، 21.74غ على التوالي)، مقارنة مع باقي المعاملات والشاهد غير المعامل (25.87، 11.54غ على التوالي). والوزنين الرطب والجاف للمجموع الجذري (32.92، 14.21غ على التوالي)، مقارنة مع باقي المعاملات والشاهد غير المعامل (22.26، 9.2 غ على التوالي)، كما سجلت تفوقاً في محتوى الماء النسبي (65.69%) مقارنة بالشاهد (46.71%)، وكذلك في تركيز من البرولين (0.55 مغ/غ) مقارنة بالشاهد (0.25 مغ/غ)، وفي تركيز السكريات الذائبة الكلية (0.57 مغ/غ)، وفي محتوى الأوراق من الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم (2.9، 0.19، 0.6% على التوالي) مقارنة بالشاهد غير المعامل (2، 0.16 0.3% على التوالي). في حين تفوق الشاهد غير المعامل بالباكلوبيوترازول وغير المجهد ملحياً على جميع معاملات الملوحة والباكلوبيوترازول في مؤشر طول النبات (31.31 سم).

الكلمات المفتاحية: أصل، بادرات، النارنج، الملوحة، الباكلوبيوترازول.

تاريخ الايداع:2023/7/3
تاريخ القبول: 2023/8/10

حقوق النشر: جامعة دمشق – سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص
CC BY-NC-SA 04

responsed of citrus aurantium seedlings to treatment with paclobutrazole (PBZ) under saline stress conditions

Anas Kiwan [1*] Roula Bayerli [2] Ali Elkhateeb [3]

*1 Master student, Damascus University, Faculty of Agricultural Engineering Department of Horticultural Sciences, agricultural engineer at the General Authority for Scientific Agricultural Research, Sweida Center, E-mail: anas.kiwan@damascusuniversity.edu.sy
2 Associate Professor, Damascus University, Faculty of Agriculture Engineering Department of Horticulture Science, E-mail: rolabayerly@hotmail.com
3 Researcher, General Commission for Scientific Agricultural Research Lattakia Center, E-mail: d.elkhateebali@gmail.com

Abstract:

The research was conducted in Ciano Research Station /Agricultural Scientific Research Center in Lattakia, during the years 2020-2021 and 2021-2022. to study the effect of treatment with paclobutrazole (PBZ) in five concentrations (0, 250, 500, 1000, 2000 ppm) on the growth of *citrus* aurantium seedling, under five levels of salinity (0, 8, 16, 24, 32 mSiemens/cm). For mitigate the damage caused by soil salinization, and the possibility of irrigation with water containing a specific percentage of salts. The results showed that the gradual increase in salt levels resulted in a gradual decrease in all studied parameters. Treatment with paclobutrazole improved studied parameters compared to all other treatments. The interaction between salt and paclobutrazole concerning the interaction treatment, using of PBZ (2000ppm) significantly increased roots length (34. 75 cm). Fresh and dry weight of vegetative total (49.26, 21.74 g respectively), comparing with the other treatments and with control (25.87, 11.54g respectively). fresh and dry weight of root total (32.92, 14.21 g respectively) comparing with the other treatments and with control (22.26, 9.2 g respectively). Moreover, the water relative content (65.69%) increased compared to the other treatments and with control (46.71%), proline concentration (0.55 mg/g) compared to the control (0.25 mg/g), in total soluble sugars concentration (0.57 mg/g), and in the nitrogen, phosphorus and potassium content of leaves (2.9, 0.19, 0.6% on respectively) compared to the non-coefficient control (2, 0.16 0.3% respectively). On the other side, control plant resulted in highest plant height (31.31 cm).

Received: 3/7/2023
Accepted: 10/8/2023

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

Key Words: Rootstock, Seedlings, Citrus Aurantium, Salinity, Paclobutrazole.

1- المقدمة (Introduction):

تتميز شجرة الحمضيات بين الأشجار المثمرة في العالم لما لها من فوائد اقتصادية وغذائية وجمالية حيث تحتل المركز الثاني بعد الموز (**Food And Agriculture Organizations of the United Nations FAO, 2021**). ونظراً للمكانة الاقتصادية والغذائية والجمالية التي تتمتع بها شجرة الحمضيات فهي في نمو وتطور مستمر حيث بلغ الإنتاج العالمي من الحمضيات **161.8** مليون طن، مزروعة بمساحة **10.2** مليون هكتار (**FAO, 2021**). وتحتل سورية المركز الثالث بإنتاج الحمضيات عربياً والسابع متوسطياً والعشرين عالمياً حيث تمتاز بثمار ذات نكهة ولون مميزين وبكميات كبيرة وأصناف متعددة ومواعيد نضج مختلفة إذ تجاوزت المساحة المزروعة 42 ألف هكتار وبإنتاج يزيد عن مليون طن سنوياً (وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2021). يؤثر الأصل في غراس الحمضيات المطعمة بشكل مباشر في انتشار وانتاجية الأشجار (**Simons, 1983, 79**)، ويعد أصل النارنج (**Citrus aurantium L.**) السائد والمنتشر محلياً، وهو الأصل الرئيسي والمعتمد في مراكز إنتاج الغراس الخاصة والعامة في سورية. وهو نصف مقصر متوسط النمو، والأشجار عليه متوسطة الحجم (**Hutchinson, 1977, 523**).

تعد الملوحة واحدة من أهم الاجهادات البيئية الرئيسية، التي تحد من نمو النبات وإنتاجيته في العديد من المناطق الزراعية في العالم (**Zhu, 2001, 66; Vashev *et al.*, 2010, 1; Sah *et al.*, 2016, 571**). فهي تؤثر في العديد من العمليات الحيوية، بما في ذلك التمثيل الضوئي، وتخليق البروتين، وأنشطة الإنزيمات، واستقلاب الشحوم والدهون (**Li *et al.*, 2012, 298**). حيث تتسبب الملوحة العالية في الإجهاد الاسموزي وحدوث التسمم الأيوني، والإجهاد التأكسدي مع أنواع الأكسجين النشط (**ROS**) مؤدية لتشكيل بيروكسيد الدهون والبروتينات الغشائية، المؤدية بدورها إلى تدمير هياكل الأغشية الخلوية وموت الخلايا في النهاية (**Qureshi *et al.*, 2013, 215; Julkowska *et al.*, 2015, 586**). وتعد الحمضيات من المحاصيل الحساسة لزيادة الملوحة في التربة أو ماء الري على السواء، وتختلف الحساسية بين الأصول والأصناف.

ويمكن بالمقابل للنباتات التقليل من أضرار الملوحة من خلال ضبط تركيز الأيونات في الجذور ونقلها إلى أوراق النبات، وكذلك تراكم الحاميات الأسموزية (الكربوهيدرات والبرولين والغليسين بيتين) (**Ruiz-Carrasco *et al.*, 2011, 1333; Wang *et al.*, 2019, 530**).

يعد الباكلوبيوترازول $C_{15}H_{20}ClN_3O$ أحد أفراد عائلة التريازول ومن أهم منظمات النمو النباتية، وهو مثبط للنمو النباتي؛ يعمل على منع استطالة الخلايا، ويتداخل مع اصطناع الجبرلين (**Ball, 1987, 1**). وتكمن خصائص تنظيم النمو للباكلوبيوترازول عن طريق تغيير مستويات الهرمونات النباتية مثل الجبريلين وحمض الأبسيسيك والسيتوكينين (**Fletcher *et al.*, 1990, 1**).

2- الدراسة المرجعية (Literature Review) :

يعد النارنج من الأصول متوسطة التحمل للملوحة، حيث تؤدي معاملته بالملوحة إلى انخفاض في ارتفاع النبات وعدد الأوراق بزيادة ملوحة التربة (**Anjum *et al.*, 2000, 1**).

ذكر **Rehman *et al.* (2011)** أن استعمال ماء ري ذو ناقلية كهربائية مختلفة (1، 2، 4، 6 ديسيسمنز/م) أدى الى انخفاض في ارتفاع شتلات النارنج والليمون المخرفش وقطر الساق والمساحة الورقية ومحتوى الأوراق من الفوسفور والبوتاسيوم، فضلاً عن زيادة محتوى الأوراق من الكلور والصوديوم بزيادة **EC** ماء الري **(51)**، كما بين **Patel *et al.*** (2011) أن ري بعض أصول الحمضيات (النارنج، اللالنكي كليوباترا، الترويرسترينج) بتراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم (0، 50، 100، 200 مليمول) سبب انخفاضاً في ارتفاع النبات وعدد الأوراق وزيادة محتواها من الكلور والصوديوم بزيادة تركيز الملح ولاسيما عند المعاملة بـ200 مليمول.**(189)**

أشار **Khoshbakht *et al.*** (2014) الى إن زيادة كلوريد الصوديوم (0، 25، 50، 75 مليمول) في ماء الري أدت الى انخفاض محتوى الأوراق من الكلوروفيل وزيادة محتواها من البرولين لتسعة أصول من الحمضيات**(29)** ، كما لاحظ **Navarro *et al.***

(2014) انخفاض الوزن الجاف للمجموعين الخضري والجذري، وزيادة محتوى الأوراق من الكلور والصوديوم والفوسفور عند معاملة أصلي اللالنكي كليوباترا والماكروفيلا بـ 50 مليمول كلوريد الصوديوم بالنسبة لمعاملة الشاهد **(76)**. ووجد **Seday *et al.*** (2014) انخفاضاً في مقدار الزيادة في ارتفاع النبات والوزن الرطب والجاف لجذور بعض أصول الحمضيات (النارنج، اللالنكي كليوباترا، الليمون المخرفش، البرتقال ثلاثي الأوراق، الكاريزوسترينج والليمون فولكاماريانا) عند ريها بتراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم (0، 45، 90، 135 مليمول) إذ زاد الانخفاض بزيادة تركيز الملح المستعمل.**(512)**

أظهرت نتائج **Sousa *et al.* (2018)** انخفاض محتوى الماء النسبي في الأوراق عند التعرض للإجهاد الجفافي في دراستهم على بعض أصول وأصناف الحمضيات، وتطور استجابتها للتحمل عند استخدام الباكلوبيوترازول **(77)** ، **Ruiz *et al.* (1997)** وجدوا تأثير معنوي للملوحة على تركيز العناصر في الأوراق**(Ca, K, Na, Cl, Mg, P, Fe, Mn and Zn)** لمعظم أصول الحمضيات المدروسة **(141)**.

وُجد أن تأثير التراكيز المنخفضة من الباكلوبيوترازول قد خفض طول شتلات الحمضيات صنف التانجيلو **(Minneola)** بمقدار 55%، وطول السلاميات بمقدار 25% عند رشها بتركيز 500 و1000 جزء بالمليون؛ علاوة على ذلك، تم تقليل حجم الثمار وخشونة القشرة في صنفي **Tangor** و**Topaz** بنسبة 16–33% و37–42% على التوالي عند الرش بتركيز 750–1250 جزء في المليون أو عن طريق تطبيقه على التربة بمقدار 5.6 جم / شجرة **(Monselise, 1986, 535; Chang *et al.*, 2019, 1)**.

وكجزء من دراسة أكبر لتحسين لون قشرة فواكه الحمضيات (***Citrus spp.***)، أجريت دراسة أولية بواسطة **Le Roux *et al.* (2010)** لتحديد تركيز مثبطات التخليق الحيوي المختلفة للجبرلين المطلوبة لاستنباط استجابة بيولوجية في أشجار الحمضيات، ذكر الباحثين أن المعاملة بالباكلوبيوترازول 25% بالإضافة لبروكسيديون الكالسيوم **(800 ppm)** واليونيكونازول **(1000 ppm)** رشاً، أدى إلى الحد من الزيادة في ارتفاع الغراس مقارنة بالشاهد، أما المعاملة بالباكلوبيوترازول 25% لوحده أدى لتقصير المسافات العقدية بمقدار 28% مقارنة مع معاملة الشاهد **(1)**. وبهدف معرفة تأثير كل من الباكلوبيوترازول **(PBZ)** والبوتريسكين **(Put)** على النمو والمعالم الفيزيائية والكيميائية ومخزون جذور الحمضيات الحساسة للملح، قام **Sharma *et al.* (2011)** بمعاملة التربة المزروعة بغراس الحمضيات (صنف **Karna khatta**)، بالباكلوبيوترازول بثلاثة تراكيز 0، 250، 500 مغ/ل وذلك قبل المعاملة بملح كلوريد الصوديوم بتركيز **3 dS/m** والرش الرذاذي بالبوتريسكين بتركيز 0 و50 مغ/ل بتوقيت أسبوع. وبيّنت نتائجهم الدور الإيجابي للمعاملة الباكلوبيوترازول والبوتريسكين، في تحسين تحمل **Karna khatta** للملوحة في مختلف معايير النمو **(301)**.

وذكر كلّ من **Atkinson *et al.* (1987)** و**Atkinson *et al.* (1983)** أن المعاملة بالباكلوبيوترازول قللت من معدل النتح، وزادت من امتصاص كلٍّ من النتروجين والفوسفور في أصل التفاح **m24 (424)**، **(21)**.

ونظراً للأهمية التي تتمتع فيها الحمضيات، وانخفاض مصادر الري النقيّة والأضرار التي تخلفها الملوحة؛ تأتي أهمية وهدف هذا البحث في دراسة استجابة أصل النارنج (**Citrus aurantium L.**) للمعاملة بالباكلوبيوترازول **(PBZ)** تحت ظروف الإجهاد الملحي.

3- مواد البحث وطرائقه: Materials and Methods

3-1: المادة النباتية:

استُخدم في هذه الدراسة أصل النارنج **(Citrus aurantium)**، يعد الأصل السائد والمنتشر في سورية، وهو الأصل الرئيسي والمعتمد في مراكز إنتاج الغراس الخاصة والعامة في القطر. وهو نصف مقصر متوسط النمو، والأشجار عليه متوسطة الحجم **(Hutchinson, 1977, 523)**، ومقاوم لمرض التصمغ الفطري لذلك يمكن استخدامه في الترب الثقيلة السيئة الصرف **(Syvertsen *et al.*, 1983, 3)**، ودرجة تحمله للكلس جيدة، جذوره متعمقة ومنتشرة في التربة، وتتحمل الأشجار المطعمة عليه

الجفاف والملوحة وارتفاع درجة الحموضة **PH**، كما أنه متوسط التحمل للبرودة **(Wutscher, 1977, 526)**، ويتوافق مع معظم الأصناف باستثناء بعض الأصناف ذات توافق جزئي معه كالساتزوما والحامض واليافاوي والشاموتي، وجودة ثمار الأصناف المطعمة عليه جيدة ومحتواها مرتفع من نسبة الحموضة القابلة للمعايرة **(%)** ونسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية **(%)** (**Castle, 1987, 361)**.

الشجرة قوية النمو قليلة الاتساع وذات أشواك كثيرة، والورقة رمحية ذات نهاية حادة أو مدببة وتحوي على جناح كبير، والعنق طويل وإذا فركت باليد انبعثت منها رائحة عطرية قوية مميزة لها. الثمرة كروية والقشرة سميكة وبرتقالية اللون، داكنة وهي كذلك ضعيفة الالتصاق باللب.

النسبة المئوية للحموضة في العصير مرتفعة مع وجود بعض المرارة لاحتوائه على مركبات الفلافونويد **(Malik *et al.*, 2014)**. كما تتميز ثمار النارنج بكون مركزها أجوف وباحتوائها على عدد من البذور يتراوح ما بين 35 – 40 بذرة في الثمرة الواحدة.

يقاوم النارنج وبدرجة جيدة انخفاض درجة الحرارة وزيادة الماء ومرض التصمغ الذي يسببه الفطر **Phyto Phthora** (دواي، 1982،1).

3-2: مكان تنفيذ البحث:

نُفذت التجربة الحقلية في محطة بحوث سيانو التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية خلال عامي 2021-2022، التي تقع ضمن الإحداثيات **(N: 35.37, E: 35.994)**، وعلى ارتفاع 125م عن سطح البحر، وذات معدل هطول مطري سنوي 769 ملم. وذلك ضمن بيت بلاستيكي مساحة 75 م^2.

3-3: الزراعة:

تم أخذ البذور من الثمار السليمة عند اكتمال النضج الفيسيولوجي للثمار تاريخ 2021/2/14 ومعاملتها بمبيد فطري، وزراعتها في أحواض تحتوي على خلطة زراعية مكونة من تربة حمراء ورمل ومادة عضوية بنسبة (1:1:1)، حيث أظهرت نتائج التحاليل الكيميائي للتربة أن الخلطة الزراعية المستخدمة ذات ناقلية كهربائية **(ds/m** 0.556**)**. ولوحظ بدء ظهور الفلقات فوق سطح التربة تاريخ 2021/3/22، حيث تم انتخاب 750 بادرة ذات مواصفات نمو جيدة ونقلها إلى أكياس بولي إيثلين سوداء سعة 2 لتر وذلك بعد ظهور خمس أوراق حقيقية على النبات تاريخ 2021/7/3، وتقديم العناية اللازمة لها إلى حين بدء تطبيق المعاملات.

3-4: المعاملات المدروسة:

تم تطبيق معاملات الإجهاد الملحي (0، 8، 16، 24، 32 ميلي سيمنز/سم) على بادرات الأصل المدروس بعمر سنة (وذلك بمعدل 250 مل للنبات الواحد مرتين بالأسبوع رياً، ولمدة شهرين من بدء تطبيق المعاملات).

تم الرش الورقي بالباكلوبيوترازول (0، 250، 500، 1000، 2000 جزء بالمليون) مع بدء تطبيق معاملات الإجهاد الملحي مرة اسبوعياً.

وبذلك كانت المعاملات المدروسة على النحو التالي:

1- معاملة الشاهد
2- المعاملة بـ **NaCL** (تركيز **8, 16, 24, 32 mS/cm)**
3- المعاملة بالباكلوبيوترازول (تركيز **250, 500, 1000, 2000 ppm)**
4- المعاملة بـ **NaCL (8 mS/cm)** + المعاملة بـ **PBZ (250, 500, 1000, 2000 ppm)**
5- المعاملة بـ **NaCL (16 mS/cm)** + المعاملة بـ **PBZ (250, 500, 1000, 2000 ppm)**
6- المعاملة بـ **NaCL (24 mS/cm)** + المعاملة بـ **PBZ (250, 500, 1000, 2000 ppm)**
7- المعاملة بـ **NaCL (32 mS/cm)** + المعاملة بـ **PBZ (250, 500, 1000, 2000 ppm)**

شمل هذا البحث على 25 معاملة، كل معاملة كررت 3 مرات، واحتوى كل مكرر على **10** نباتات.

3-5: المواد الكيميائية المستخدمة في التجربة:

I. ملح كلوريد الصوديوم:

استخدم في تحضير المحاليل الملحية، ملح كلوريد الصوديوم النقي (نسبة النقاوة 99.8%).

تحضير تراكيز المحاليل الملحية:

تحضير محلول ملحي تركيز **8 mS/cm**:

8 ميللي سيمنز/سم = 8 × 640 جزء في المليون = 5120 جزء في المليون = 5120 مغ/ل= 5.12 غ/ل، وبذلك تم وزن 5.12غ من ملح كلوريد الصوديوم النقي بميزان حساس، وحلها في لتر من الماء المقطر (حيث: **1 mS/cm = 1 dS/m = 640 ppm**)؛ وبنفس السياق تم حساب وتحضير باقي التراكيز الملحية المستخدمة في الدراسة.

II. الباكلوبيوترازول:

استخدم المستحضر التجاري كولتار سوبر 25% (إنتاج شركة شورى للكيماويات/مصر) في تحضير محاليل منظم النمو (الباكلوبيوترازول) وهو منظم نمو نباتي يوجد في صورة معلق مركز، يحتوي على المادة الفعالة (الباكلوبيوترازول **$C_{15}H_{20}ClN_3O$**) بنسبة 250غ/ل، (وبجانب تأثيره كمنظم نمو نباتي فإنه عند رشه على المجموع الخضري يكون له فاعلية المبيدات الفطرية ضد البياض الدقيقي والجرب في التفاح والخوخ).

تحضير تراكيز PBZ:

تركيز الباكلوبيوترازول في المستحضر التجاري=250 غ/ل= 250000 مغ/ل= 250000 ppm

تركيز 250 ppm: من القانون: ت$_1$ × ح$_1$ = ت$_2$ × ح$_2$ نعوض: 250000 × ح$_1$ = 250 × 1000 ومنه ح$_1$= 1 مل، وبالتالي تم أخذ 1 مل من المستحضر التجاري وإكمال الحجم بالماء المقطر إلى 1 لتر.

وبنفس السياق تم حساب وتحضير باقي تراكيز **PBZ** المستخدمة في الدراسة.

3-6: المؤشرات المدروسة:

أولاً: المؤشرات المورفولوجية

ارتفاع النبات (سم):

حُدد طول النبات في بداية ونهاية التجربة باستخدام شريط قياس من العنق الجذري حتى أعلى نقطة في المجموع الخضري وأُخذ الفرق بين الطولين السابقين.

طول الجذر (سم):

قيس طول جذر النباتات باستخدام شريط قياس، في بداية التجربة وفي نهايتها وأُخذ الفرق بين الطولين السابقين.

الوزن الرطب والوزن الجاف للمجموع الخضري (غ):

حُسب الوزن الرطب والجاف على أساس متوسط وزن النبات الواحد لكل معاملة، وحُسب الوزن الجاف بعد التجفيف لمدة **48** ساعة في الفرن على الدرجة **70** مْ (**Youssef *et al.*, 2017, 2**).

الوزن الرطب والجاف للمجموع الجذري (غ):

حُسب الوزن الرطب والجاف على أساس متوسط وزن جذر النبات الواحد لكل معاملة، وحُسب الوزن الجاف بعد التجفيف لمدة **48** ساعة في الفرن على الدرجة **70** مْ (**Youssef *et al.*, 2017, 2**).

ثانياً: المؤشرات الفيزيولوجية

محتوى الماء النسبي (WC%):

بعد أخذ الوزن الرطب للأوراق وضعت مع ورق نشاف مبلل داخل عبوات بلاستيكية محكمة الإغلاق على درجة حرارة الغرفة وبعد 48 ساعة أُخِذ وزن الأوراق مرة أخرى وبعدها وضعت في المجففة على درجة حرارة 105 مْ لمدة 48 ساعة، ثم أخذنا الوزن الجاف للأوراق وحسب محتوى الماء النسبي للأورق وفق المعادلة (1) التي ذكرها **Santos *et al.* (2013):**

$$WC=[(FW-DW)/(SFW-DW)] \times 100$$

حيث **FW:** الوزن الرطب للأوراق، **DW:** الوزن الجاف للأوراق، **SFW:** الوزن الرطب المشبع للأوراق **(620).**

تركيز البرولين (مغ /غ وزن رطب):

تم اعتماد طريقة **Bates *et al.*** (1973) لتقدير البرولين الحر.

تركيز السكريات الذائبة الكلية:

تم تقدير السكريات الذائبة الكلية حسب طريقة **Dobiose *et al.* (1956).**

تركيز الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم:

حسب الطريقة اللونية باستخدام كاشف نيسلر **(Peech *et al.*, 1947)** لقياس محتوى الآزوت، وحسب طريقة كاشف بارتون **(Reuter *et al.*, 1997)** لقياس محتوى الفوسفور، وباستخدام جهاز التحليل الطيفي باللهب **(Tendon, 2005)** لقياس محتوى البوتاسيوم.

3-7: تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

صُممت التجربة وفق تصميم القطع المنشقة، حيث وُزعت المعاملات الملحية على القطع الرئيسة، ومعاملات الرش بالباكلوبيوترازول على القطع الثانوية، وشملت التجربة على 25 معاملة، كررت كل معاملة 3 مرات، واحتوى كل مكرر على 10 نباتات. حُللت البيانات باستخدام تحليل التباين ثنائي الاتجاه، واستُخدم اختبار أقل فرق معنوي للمقارنة بين المتوسطات على مستوى ثقة 95% باستخدام برنامج الـ **GenStat** النسخة 12.

4- النتائج والمناقشة: Results and Discussion

أولاً: المؤشرات المورفولوجية:

ارتفاع النبات (سم):

توضح النتائج في الجدول (1) تأثير المعاملة بالـ **PBZ** في ارتفاع النبات تحت ظروف الإجهاد الملحي، حيث أدت الزيادة التدريجية في تراكيز الملح إلى انخفاض في ارتفاع الساق؛ كما أدت المعاملة بالـ **PBZ** (بغض النظر عن التركيز المستخدم) إلى انخفاض في ارتفاع الساق بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أدت المعاملة بالـ **PBZ** بتركيز **2000 ppm** إلى انخفاض في ارتفاع الساق معنوياً بالمقارنة مع باقي المعاملات المدروسة وبالمقارنة مع الشاهد غير المعامل الذي أعطى أعلى زيادة في ارتفاع النبات **(31.31 cm)**، ومن جهة أخرى لوحظت أقل قيمة في ارتفاع النبات في النباتات المعاملة بتركيز الملح **32 mS/cm** مع الـ **PBZ** بتركيز **2000 ppm (10.33 cm).**

الجدول (1): تأثير المعاملة بال PBZ في ارتفاع النبات (سم) تحت ظروف الإجهاد الملحي

Mean	2000	1000	500	250	0	PBZ (ppm) / Salt (mS/cm)
25.21^{A}	20.78^{f}	23.38^{d}	25.28^{b}	25.32^{b}	31.31^{a}	0
20.08^{B}	18.76^{h}	18.89^{gh}	18.92^{gh}	19.54^{g}	24.30^{c}	8
17.38^{C}	13.78^{l}	16.11^{j}	17.67^{i}	17.78^{i}	21.55^{e}	16
14.27^{D}	12.16^{m}	12.38^{m}	13.36^{l}	14.98^{k}	18.47^{h}	24
12.62^{E}	10.33^{n}	11.94^{m}	12.00^{m}	12.17^{m}	16.66^{j}	32
	15.16^{E}	16.54^{D}	17.45^{C}	17.96^{B}	22.46^{A}	Mean
PBZ: 0.2934		Salt: 0.2934		Total treatment: 0.6561		$LSD_{0.05}$

تشير الأحرف الكبيرة إلى وجود فروق معنوية بين متوسط المعاملات (الملحية، الباكلوبيوترازول) ويشير اختلاف الأحرف الصغيرة إلى وجود فروق معنوية بالنسبة للتفاعل عند مستوى ثقة 95%

طول الجذر (سم):

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات معنوية في صفة طول الجذر بين مستويات الملوحة، ومستويات الباكلوبيوترازول، والتفاعل المتبادل بينهما. حيث انخفض متوسط طول الجذر في النبات طرداً مع ازدياد تراكيز الملح.

فيما أدت المعاملة بالباكلوبيوترازول (بغض النظر عن التركيز المستخدم) إلى زيادة في طول الجذر بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة.

ولوحظ أن المعاملة بالباكلوبيوترازول بتركيز **2000 ppm** أدت إلى زيادة في طول الجذر معنوياً بالمقارنة مع باقي المعاملات المدروسة وبالمقارنة مع معاملة الملح **32 mS/cm** التي أعطت أقل طول للجذر **(12.8 cm)**، وبالمقابل وجد أعلى طول للجذر **(46.25 cm)** في النباتات غير المجهدة ملحياً والمعاملة بالباكلوبيوترازول بتركيز **2000 ppm**. حيث يوضح الجدول (4) تأثير المعاملة بال **PBZ** في طول الجذر (سم) تحت ظروف الإجهاد الملحي.

الجدول (2): تأثير المعاملة بال PBZ في طول الجذر (سم) تحت ظروف الإجهاد الملحي

Mean	2000	1000	500	250	0	PBZ (ppm) / Salt (mS/cm)
39.50^{A}	46.25^{a}	40.75^{b}	40.00^{b}	36.25^{c}	34.25^{de}	0
33.25^{B}	36.00^{c}	34.75^{cd}	33.00^{ef}	31.75^{fg}	30.75^{gh}	8
30.02^{C}	33.00^{ef}	30.75^{gh}	29.75^{hi}	28.38^{ij}	28.25^{ijk}	16
26.91^{D}	30.25^{gh}	30.25^{gh}	27.50^{jk}	26.75^{k}	19.80^{m}	24
19.04^{E}	28.25^{ijk}	24.75^{l}	15.00^{n}	14.42^{n}	12.80^{o}	32
	34.75^{A}	32.25^{B}	29.05^{C}	27.51^{D}	25.17^{E}	Mean
PBZ: 0.673		Salt: 0.673		Total treatment: 1.505		$LSD_{0.05}$

تشير الأحرف الكبيرة إلى وجود فروق معنوية بين متوسط المعاملات (الملحية، الباكلوبيوترازول) ويشير اختلاف الأحرف الصغيرة إلى وجود فروق معنوية بالنسبة للتفاعل عند مستوى ثقة 95%

الوزن الرطب والوزن الجاف للمجموع الخضري (غ):

أدت الزيادة التدريجية في تراكيز الملح إلى انخفاض في الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري. كما أدت المعاملة بالـ **PBZ** (بغض النظر عن التركيز المستخدم) إلى زيادة في الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أدت المعاملة بالـ **PBZ** بتركيز **2000 ppm** إلى زيادة في الوزن الرطب للمجموع الخضري معنوياً بالمقارنة مع باقي المعاملات المدروسة وبالمقارنة مع المعاملات **32 mS/cm** و**250 ppm × 32 mS/cm** و**500 ppm × 32 mS/cm** التي أعطت أقل وزن رطب للمجموع الخضري (11.35غ، 11.35غ، 12.9غ على التوالي بفارق غير معنوي بينها)، كما أدت المعاملة بالـ **PBZ** بتركيز **2000 ppm** إلى زيادة في الوزن الجاف للمجموع الخضري معنوياً بالمقارنة مع باقي المعاملات المدروسة وبالمقارنة مع معاملة الملح **32 mS/cm** التي أعطت أقل وزن جاف للمجموع الخضري (2.12غ) ومن جهة أخرى لوحظت أعلى زيادة في الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري في النباتات غير المجهدة ملحياً والمعاملة بالـ **PBZ** بتركيز **2000 ppm** (91.6غ للوزن الرطب، 37.25غ للوزن الجاف). حيث يوضح الجدول (3) تأثير المعاملة بالـ **PBZ** في الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري تحت ظروف الإجهاد الملحي.

الجدول (3): تأثير المعاملة بال PBZ في الوزن الرطب والوزن الجاف للمجموع الخضري (غ) تحت ظروف الإجهاد الملحي

Mean	2000	1000	500	250	0	PBZ (ppm) / Salt (mS/cm)	
74.64^{A}	91.60^{a}	86.45^{b}	73.50^{c}	71.95^{c}	49.70^{e}	0	الوزن الرطب
44.31^{B}	59.00^{d}	50.20^{e}	43.00^{g}	42.45^{g}	26.90^{i}	8	
30.84^{C}	46.05^{f}	35.70^{h}	24.85^{jkl}	23.80^{kl}	23.80^{kl}	16	
22.03^{D}	26.35^{ij}	25.35^{ijk}	21.20^{m}	19.65^{m}	17.60^{n}	24	
15.30^{E}	23.30^{l}	17.60^{n}	12.90^{o}	11.35^{o}	11.35^{o}	32	
	49.26^{A}	43.06^{B}	35.09^{C}	33.84^{D}	25.87^{E}	Mean	
PBZ: 0.824		Salt: 0.824		Total treatment: 1.843		$LSD_{0.05}$	
32.01^{A}	37.25^{a}	35.46^{ab}	34.79^{b}	34.65^{b}	17.89^{e}	0	الوزن الجاف
19.70^{B}	25.27^{c}	22.96^{d}	17.21^{ef}	17.05^{ef}	16.00^{efg}	8	
15.55^{C}	17.88^{e}	16.94^{ef}	15.00^{gh}	14.50^{gh}	13.45^{hi}	16	
12.25^{D}	15.91^{fg}	15.82^{fg}	11.90^{i}	9.35^{j}	8.25^{jk}	24	
7.65^{E}	12.40^{i}	8.80^{jk}	7.68^{jk}	7.25^{k}	2.12^{l}	32	
	21.74^{A}	19.99^{B}	17.32^{C}	16.56^{C}	11.54^{D}	Mean	
PBZ: 0.850		Salt: 0.850		Total treatment: 1.900		$LSD_{0.05}$	

تشير الأحرف الكبيرة إلى وجود فروق معنوية بين متوسط المعاملات (الملحية، الباكلوبيوترازول) ويشير اختلاف الأحرف الصغيرة إلى وجود فروق معنوية بالنسبة للتفاعل عند مستوى ثقة 95%

الوزن الرطب والوزن الجاف للمجموع الجذري (غ):

أدت المعاملة بالملح (بغض النظر عن التركيز المستخدم) إلى انخفاض في الوزن الرطب والجاف للمجموع الجذري. كما أدت الزيادة التدريجية في تراكيز الـ **PBZ** إلى زيادة في الوزن الرطب والجاف للمجموع الجذري بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أدت المعاملة بالـ **PBZ** بتركيز **2000 ppm** إلى زيادة في الوزن الرطب للمجموع الجذري معنوياً بالمقارنة مع باقي المعاملات المدروسة وبالمقارنة مع المعاملات **32 mS/cm** و**250 ppm ×32 mS/cm** و**500 ppm ×32 mS/cm** التي أعطت أقل وزن رطب للمجموع الجذري بفرق غير معنوي بينها (10.9، 11.9، 12.45غ على التوالي)، كما أدت المعاملة بالـ **PBZ** بتركيز **2000 ppm** إلى زيادة في الوزن الجاف للمجموع الجذري معنوياً بالمقارنة مع باقي المعاملات المدروسة وبالمقارنة مع المعاملتين **32 mS/cm** و**250 ppm ×32 mS/cm** واللتان أعطتا أقل وزن جاف للمجموع الجذري (4.62 و4.65غ بفروق غير معنوية بينهما)، ومن جهة أخرى لوحظت أعلى زيادة في الوزن الرطب والجاف في النباتات الغير مجهدة ملحياً والمعاملة بالـ **PBZ** بتركيز **2000 ppm**(45.55غ للوزن الرطب، 23.8غ للوزن الجاف). كما هو موضح في الجدول (4) والذي يظهر تأثير المعاملة بالـ **PBZ** في الوزن الرطب والجاف للمجموع الجذري تحت ظروف الإجهاد الملحي.

الجدول (4): تأثير المعاملة بال PBZ في الوزن الرطب والوزن الجاف للمجموع الجذري (غ) تحت ظروف الإجهاد الملحي

Mean	2000	1000	500	250	0	PBZ (ppm) / Salt (mS/cm)	
41.93^{A}	45.55^{a}	45.00^{ab}	43.50^{b}	39.35^{c}	36.25^{e}	0	الوزن الرطب
33.27^{B}	38.30^{cd}	37.25^{de}	33.61^{f}	29.25^{g}	27.95^{gh}	8	
26.19^{C}	33.65^{f}	27.95^{gh}	24.35^{i}	23.30^{ij}	21.70^{jk}	16	
20.17^{D}	26.40^{h}	24.70^{i}	18.15^{l}	17.10^{l}	14.50^{m}	24	
14.50^{E}	20.70^{k}	16.55^{l}	12.45^{n}	11.90^{n}	10.90^{n}	32	
	32.92^{A}	30.29^{B}	26.41^{C}	24.18^{D}	22.26^{E}	Mean	
PBZ: 0.743		Salt: 0.743		Total treatment: 1.661		$LSD_{0.05}$	
18.20^{A}	23.80^{a}	20.70^{b}	17.51^{c}	15.55^{d}	13.45^{ef}	0	الوزن الجاف
13.22^{B}	14.33^{de}	14.03^{def}	12.88^{efg}	12.45^{fgh}	12.40^{fgh}	8	
10.84^{C}	12.90^{efg}	12.40^{fgh}	9.85^{ijk}	9.75^{ijk}	9.30^{jkl}	16	
8.85^{D}	11.28^{ghi}	10.75^{hij}	8.21^{klm}	7.75^{lmn}	6.24^{no}	24	
6.29^{E}	8.75^{klm}	7.25^{mn}	6.20^{no}	4.65^{o}	4.62^{o}	32	
	14.21^{A}	13.03^{B}	10.93^{C}	10.03^{D}	9.20^{E}	Mean	
PBZ: 0.823		Salt: 0.823		Total treatment: 1.840		$LSD_{0.05}$	

تشير الأحرف الكبيرة إلى وجود فروق معنوية بين متوسط المعاملات (الملحية، الباكلوبيوترازول) ويشير اختلاف الأحرف الصغيرة إلى وجود فروق معنوية بالنسبة للتفاعل عند مستوى ثقة 95%

إن تعرض النبات للإجهاد الملحي يقلل من كثافة الثغور ويسبب إغلاق المسام على سطح الورقة **(Orsini *et al.*, 2011, 818; Shabala *et al.*, 2013, 906; Shabala *et al.*, 2012, 26)**، فيؤدي هذا الاضطراب إلى خلل في التبادل الغازي وتقليل التمثيل الضوئي **(Taylor *et al.*, 2012, 387)**، وقد بيّنت نتائج هذه الدراسة إلى أنّ المعاملة بالملوحة أدت إلى انخفاض في ارتفاع النبات، والذي قد يعزى إلى أن زيادة تركيز الأملاح في التربة يؤدي إلى زيادة جهدها الأسموزي، وبالتالي قلة توفر الماء الحر للنبات، وقد يقلل أيضاً من جهد الانتباج للخلايا وبذلك تقل استطالة الخلايا **(David *et al.*, 2000, 1)**، ونلاحظ أيضاً أن منظم النمو **PBZ** أدى إلى انخفاض في ارتفاع النبات مقارنة مع الشاهد غير المعامل، حيث يمكن تفسير هذا السلوك من خلال حقيقة أن إحدى الوظائف الرئيسية لحمض الجبريليك هي استطالة عنق الجذر والساق **(Bose *et al.*, 2013, 150)**، ويتأثر تخليق هذا الهرمون بالمثبطات (مثل الباكلوبيوترازول)، مع ما يترتب على ذلك من انخفاض في ارتفاع النبات **(Cavatte, 2012, 356; Chang *et al.*, 2019, 813)** واتفقت هذه النتائج مع ما توصل إليه **(Fletcher *et al.*, 1990, 207)**.

وكذلك فقد بيّنت النتائج انخفاض الوزن الرطب للمجموع الخضري بزيادة التراكيز الملحية، والذي قد يعود إلى انخفاض معدلات النمو ومنها عدد الفروع والأوراق (الحياني وآخرون، 2017، 707)، وربما يكون للشد الملحي ونقص المحتوى المائي داخل النبات و الذي يتبعه نقص في الأحماض النووية ومحتوى الكلوروفيل ثم زيادة حامض الابسيسك وتثبيط نشاط الجبرلينات اثره في هذا الامر **(Sherif *et al.*, 2014, 3785**؛ إدريس، 2004، 1) كما إن انخفاض قيمة الجهد المائي تؤدي إلى ضعف امتصاص الماء من قبل الجذور **(Taize *et al.*, 2006)**، وذات الأمر بالنسبة لتأثير الملوحة في الوزن الرطب للمجموع الجذري وطول الجذر حيث أدت المعاملة الملوحة إلى انخفاض في كلا المؤشرين، فقد يعود سبب الانخفاض إلى أن الظروف الملحية للتربة تؤثر أولاً على الجذور، إذ تؤدي إلى حدوث تغيرات في نموها، مما يؤثر في امتصاص الماء والايونات وكذلك إنتاج الهرمونات النباتية وخاصة الأوكسينات التي لها الدور الأبرز في تكوين ونمو الجذر، لذا فان النبات بأكمله سوف يتأثر عند تعريض الجذور إلى هذه الظروف، وتؤثر الملوحة في الكتلة الحيوية للجذور، وكذلك في انتشار الجذور وتعمقها ، وقد تعود تأثيرات الملوحة السلبية في نمو الجذور لعدة أسباب منها الحد من نمو الخلايا لانخفاض قيمة الجهد المائي في وسط النمو وفقد الماء المعاكس فضلاً عن التأثيرات السامة الناجمة عن تراكم ايونات الصوديوم والكلوريد مما يؤدي إلى موت خلايا الجذر **(Hoopkins *et al.*, 2008, 1)**.

كما أدت المعاملة بالملوحة إلى انخفاض في الوزن الجاف للمجموعين الخضري والجذري، فقد يعود ذلك الانخفاض في الوزن الجاف للمجموع الخضري إلى قلة كفاءة عملية التركيب الضوئي نتيجة تجمع الأملاح في محلول التربة والتي تسبب قلة في جاهزية الماء ومن ثم حصول اختلال في التوازن الأيوني والغذائي، إذ إن عملية التركيب الضوئي تتثبط نتيجة تراكم أيونات الصوديوم في الأوراق مما يؤدي إلى انخفاض الجهد المائي وانخفاض محتوى الخلايا النسبي من الماء (**David *et al.*, 2000, 1)**. ومن الممكن أن يعزى سبب الانخفاض في الوزن الجاف للمجموع الجذري لتردي صفات النمو الخضري بارتفاع المستويات الملحية مما قلل من قدرة الجذور على امتصاص الماء بسبب التأثير الأسموزي والأيوني، وهذا بالنتيجة يؤثر سلباً في عملية البناء الضوئي ويقلل من انتقال المنتجات الأيضية إلى الجذور (أبوزيد، 1990، 1).

أدت المعاملة بالباكلوبيوترازول زيادة في الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري، والوزن الرطب والجاف للمجموع الجذري، وطول الجذر؛ حيث أنه من المعلوم أن المعاملة بالباكلوبيوترازول تؤدي إلى تحسين كثافة الثغور **(Waqas *et al.*, 2017, 315)** والتي قد تكون بسبب زيادة تركيز حمض الأبسيسيك **(Fletcher *et al.*, 2000, 55)** وهذا يعزز التبادل الغازي والقدرة على التمثيل الضوئي. وقد تعزى هذه الزيادة إلى دور الباكلوبيوترازول في رفع سوية السايتوكينينات، وتعد قمم الجذور هي الموقع الأساسي لتخليق السايتوكينين فيؤدي ذلك إلى زيادة الوزن الرطب والجاف للمجموع الجذري، وطول الجذر (**Ko *et al.*, 2014, 7150; Sopher *et al.*, 1999, 279)**، كما يعمل الباكلوبيوترازول على خفض مستوى أكسدة الليبيدات تحت ظروف الإجهاد الملحي، وهذا يتوافق مع الدراسات المثبتة في أن مركبات التريازول تحسن تحمل النبات للجهاد الملحي عن طريق خفض مستوى الإجهاد التأكسدي **(ROS)** وزيادة تراكم الحاميات الأسموزية **(Waqas *et al.*, 2017, 315)** واتفق هذا مع **Pan *et al.* (2013)** على الأرز **(1)**، **Tuna (2014)** على البطاطا**(71)**، **Jungklang *et al.* (2015)** على التوليب **(1)**؛ في ظروف إجهادات لاحيوية مختلفة. كما تظهر النباتات نشاط لأنزيم السوبر أكسيد ديسميوتاز **(SOD)** في ظروف الإجهاد الملحي، ويعزز الباكلوبيوترازول نشاط **(SOD)** الذي بدوره يعمل على إزالة سموم الجذور الحرة (o_2^-)، وينتج عنه بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) ويعمل الأخير إما على إتلاف الغشاء الخلوي أو كجزيء مؤشر للنبات للتكيف مع ظروف الإجهادات اللاحيوية **(Foyer *et al.*, 2000, 359)** ويتم إزالة السموم المفرطة من H_2O_2 بواسطة أنزيم الكاتالاز **(CAT)** **(Mittler, 2002, 405)**، ويرتبط نشاط **CAT** بالنمط الجيني للنوع، وتركيز الملوحة ومدة التعرض للإجهاد الملحي، ويأتي دور الباكلوبيوترازول في عمله على تحسين نشاط أنزيم الكاتالاز، وكذلك نشاط أنزيم البيروكسيداز **(POD)** الذي له دور وقائي ضد الإجهاد التأكسدي (**Manivannan *et al.*, 2008, 315; Jaleel *et al.*, 2007, 205; Tuna, 2014, 71)**. مما سبق نجد أن السبب في تحسن هذه المؤشرات للنباتات المعاملة بالباكلوبيوترازول تحت ظروف الإجهاد الملحي قد يعود لأحد الأسباب التالية: تحسين محتوى الكلوروفيل والكاروتينات، أو زيادة كثافة الثغور للأوراق، أو تراكم أفضل للحاميات الأسموزية، أو زيادة نشاط مضادات الأكسدة.

وقد توافقت هذه النتائج مع نتائج **Sousa *et al.* (2018)** على الحمضيات **(75)**، **Gucci *et al.* (1997)** على الزيتون **(13)**، وسقني والعايب (2017) على الكرفس **(71)**، **Sopher *et al.* (1999)** على الذرة **(279)**.

ثانياً: المؤشرات الفيزيولوجية:

محتوى الماء النسبي (WC%):

توضح النتائج في الجدول (5) تأثير المعاملة بالـ **PBZ** في محتوى الماء النسبي تحت ظروف الإجهاد الملحي، حيث أدت الزيادة التدريجية في تراكيز الملح إلى انخفاض في محتوى الماء النسبي؛ كما أدت المعاملة بالـ **PBZ** (بغض النظر عن التركيز المستخدم) إلى زيادة في محتوى الماء النسبي بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أدت المعاملة بالـ **PBZ** بتركيز **2000 ppm** إلى زيادة في محتوى الماء النسبي معنوياً بالمقارنة مع باقي المعاملات المدروسة وبالمقارنة مع معاملة الملح **32 mS/cm** التي أعطت أقل محتوى للماء النسبي (15.79%)، ومن جهة أخرى لوحظ أعلى محتوى للماء النسبي في النباتات الغير مجهدة ملحياً والمعاملة بالـ **PBZ** بتركيز **2000 ppm** (74.07%).

الجدول (5): تأثير المعاملة بال PBZ في محتوى الماء النسبي (WC%) تحت ظروف الإجهاد الملحي

Mean	2000	1000	500	250	0	PBZ (ppm) / Salt (mS/cm)
71.84^{A}	74.07^{a}	72.88^{ab}	71.79^{bc}	71.43^{bc}	69.05^{de}	0
66.17^{B}	70.45^{cd}	69.23^{de}	65.38^{f}	63.27^{g}	62.50^{gh}	8
59.81^{C}	68.61^{e}	62.50^{gh}	56.67^{i}	56.00^{i}	55.26^{ij}	16
50.10^{D}	61.29^{h}	61.02^{h}	50.00^{k}	47.23^{l}	30.95^{m}	24
30.48^{E}	54.05^{j}	32.35^{m}	26.67^{n}	23.53^{o}	15.79^{p}	32
	65.69^{A}	59.60^{B}	54.10^{C}	52.29^{D}	46.71^{E}	Mean
PBZ: 0.802		Salt: 0.802		Total treatment: 1.793		$LSD_{0.05}$

تشير الأحرف الكبيرة إلى وجود فروق معنوية بين متوسط المعاملات (الملحية، الباكلوبيوترازول) ويشير اختلاف الأحرف الصغيرة إلى وجود فروق معنوية بالنسبة للتفاعل عند مستوى ثقة 95%

تركيز البرولين (مغ /غ وزن رطب):

توضح النتائج في الجدول (7) تأثير المعاملة بالـ **PBZ** في تركيز البرولين تحت ظروف الإجهاد الملحي، حيث أدت الزيادة التدريجية في تراكيز الملح إلى زيادة في تركيز البرولين؛ كما أدت المعاملة بالـ **PBZ** (بغض النظر عن التركيز المستخدم) إلى زيادة في تركيز البرولين بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أدت المعاملة بالـ **PBZ** بتركيز **2000 ppm** إلى زيادة في تركيز البرولين معنوياً بالمقارنة مع باقي المعاملات المدروسة وبالمقارنة مع الشاهد غير المعامل والنباتات الغير مجهدة ملحياً والمعاملة بالباكلوبيوترازول بتركيز **250, 500 ppm** اللواتي أعطوا أقل تركيز للبرولين بفروق غير معنوية بينها (0.05 مغ/غ للشاهد غير المعامل، 0.06 مغ/غ لمعاملة الـ **250 ppm**، 0.06 مغ/غ لمعاملة الـ **500 ppm**)، ومن جهة أخرى لوحظت أعلى قيمة في تركيز البرولين في النباتات المعاملة بتركيز الملح **32 mS/cm** مع الـ **PBZ** بتركيز **2000 ppm** (0.98 مغ/غ).

الجدول (7): تأثير المعاملة بال PBZ في تركيز البرولين (مغ/غ وزن رطب) تحت ظروف الإجهاد الملحي

Mean	2000	1000	500	250	0	PBZ (ppm) / Salt (mS/cm)
0.11^{E}	0.21^{q}	0.19^{r}	0.06^{t}	0.06^{t}	0.05^{t}	0
0.28^{D}	0.34^{l}	0.32^{m}	0.29^{o}	0.24^{p}	0.18^{s}	8
0.44^{C}	0.55^{g}	0.51^{h}	0.48^{j}	0.45^{k}	0.20^{qr}	16
0.54^{B}	0.75^{d}	0.56^{f}	0.55^{g}	0.52^{h}	0.31^{n}	24
0.74^{A}	0.98^{a}	0.82^{b}	0.78^{c}	0.60^{e}	0.50^{i}	32
	0.57^{A}	0.48^{B}	0.43^{C}	0.37^{D}	0.25^{E}	Mean
PBZ: 0.004111		Salt: 0.004111		Total treatment: 0.009192		$LSD_{0.05}$

تشير الأحرف الكبيرة إلى وجود فروق معنوية بين متوسط المعاملات (الملحية، الباكلوبيوترازول) ويشير اختلاف الأحرف الصغيرة إلى وجود فروق معنوية بالنسبة للتفاعل عند مستوى ثقة 95%

تركيز السكريات الذائبة الكلية (مغ/غ وزن رطب):

توضح النتائج في الجدول (8) تأثير المعاملة بالـ **PBZ** في تركيز السكريات الذائبة الكلية تحت ظروف الإجهاد الملحي، حيث أدت الزيادة التدريجية في تراكيز الملح إلى زيادة في تركيز السكريات الذائبة الكلية؛ كما أدت المعاملة بالـ **PBZ** (بغض النظر عن التركيز المستخدم) إلى زيادة في تركيز السكريات الذائبة الكلية بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أدت المعاملة بالـ **PBZ** بتركيز **2000 ppm** إلى زيادة في تركيز السكريات الذائبة الكلية معنوياً بالمقارنة مع باقي المعاملات المدروسة وبالمقارنة مع الشاهد غير المعامل والنباتات الغير مجهدة ملحياً والمعاملة بالباكلوبيوترازول بتركيز **250 ppm** اللتان أعطتا أقل تركيز للسكريات الذائبة الكلية بفروق غير معنوية بينها (0.36 مغ/غ لكلا المعاملتين)، ومن جهة أخرى لوحظت أعلى

قيمة في تركيز السكريات الذائبة الكلية في النباتات المعاملة بتركيز الملح **32 mS/cm** مع الـ **PBZ** بتركيز **2000 ppm** (0.94 مغ/غ).

الجدول (7): تأثير المعاملة بال PBZ في تركيز البرولين (مغ/غ وزن رطب) تحت ظروف الإجهاد الملحي

Mean	2000	1000	500	250	0	PBZ (ppm) / Salt (mS/cm)
0.37^{E}	0.39^{kl}	0.38^{lm}	0.37^{mn}	0.36^{n}	0.36^{n}	0
0.41^{D}	0.43^{i}	0.43^{i}	0.41^{j}	0.40^{jk}	0.37^{mn}	8
0.44^{C}	0.49^{g}	0.46^{h}	0.44^{i}	0.43^{i}	0.39^{kl}	16
0.52^{B}	0.62^{d}	0.57^{e}	0.52^{f}	0.48^{g}	0.41^{j}	24
0.70^{A}	0.94^{a}	0.87^{b}	0.69^{c}	0.58^{e}	0.44^{i}	32
	0.57^{A}	0.54^{B}	0.49^{C}	0.45^{D}	0.39^{E}	Mean
PBZ: 0.008		Salt: 0.008		Total treatment: 0.018		$LSD_{0.05}$

تشير الأحرف الكبيرة إلى وجود فروق معنوية بين متوسط المعاملات (الملحية، الباكلوبيوترازول) ويشير اختلاف الأحرف الصغيرة إلى وجود فروق معنوية بالنسبة للتفاعل عند مستوى ثقة 95%

تركيز الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم (%):

توضح النتائج في الجدول (9) تأثير المعاملة بالـ **PBZ** في تركيز الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم (%) تحت ظروف الإجهاد الملحي. أدت الزيادة التدريجية في تراكيز الملح إلى خفض تركيز كلّ من الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم في الأوراق، وبالمقابل أدت المعاملة بال **PBZ** (بغض النظر عن التركيز المستخدم) إلى زيادة تركيز العناصر السابقة بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة.

أدت المعاملة بالـ **PBZ** بتركيز **2000 ppm** إلى زيادة في تركيز العناصر سابقة الذكر في الأوراق معنوياً بالمقارنة مع باقي المعاملات المدروسة وبالمقارنة مع معاملة الملح **32 mS/cm** التي أعطت أقل تركيز (1.25% للآزوت، 0.12% للفوسفور، 0.05% للبوتاسيوم)، ومن جهة أخرى لوحظ أعلى تركيز للآزوت في النباتات غير المجهدة ملحياً والمعاملة بالـ **PBZ** بالتركيزين **1000, 2000 ppm** بفروق غير معنوية بينهما (4.1، 4.13% على التوالي). أما بالنسبة للفوسفور والبوتاسيوم فلوحظ أعلى تركيز في النباتات الغير المجهدة ملحياً والمعاملة بالـ **PBZ** بتركيز **2000 ppm** (0.24% للفوسفور، 0.92% للبوتاسيوم).

الجدول (9): تأثير المعاملة بال PBZ في تركيز الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم (%) تحت ظروف الإجهاد الملحي

Mean	2000	1000	500	250	0	PBZ (ppm) / Salt (mS/cm)	
3.67^{A}	4.13^{a}	4.10^{a}	3.67^{b}	3.56^{b}	2.87^{d}	0	N
2.87^{B}	3.44^{bc}	3.24^{c}	2.72^{d}	2.71^{d}	2.26^{ef}	8	
2.25^{C}	2.82^{d}	2.44^{e}	2.15^{fg}	1.95^{gh}	1.88^{h}	16	
1.98^{D}	2.25^{ef}	2.19^{efg}	1.86^{h}	1.85^{h}	1.74^{hi}	24	
1.64^{E}	1.86^{h}	1.78^{hi}	1.73^{hi}	1.58^{i}	1.25^{j}	32	
	2.90^{A}	2.75^{B}	2.43^{C}	2.33^{C}	2.00^{D}	Mean	
PBZ: 0.117		Salt: 0.117		Total treatment: 0.263		$LSD_{0.05}$	
0.22^{A}	0.24^{a}	0.22^{b}	0.22^{bc}	0.21^{c}	0.19^{ef}	0	P
0.19^{B}	0.20^{d}	0.20^{de}	0.19^{fg}	0.18^{fgh}	0.18^{ghi}	8	
0.18^{C}	0.19^{ef}	0.18^{fghi}	0.17^{hijk}	0.17^{ijk}	0.17^{ijk}	16	
0.17^{D}	0.18^{ghij}	0.18^{hij}	0.17^{klm}	0.16^{lmn}	0.15^{n}	24	
0.15^{E}	0.17^{jkl}	0.16^{mn}	0.15^{n}	0.14^{o}	0.12^{p}	32	
	0.19^{A}	0.19^{B}	0.18^{C}	0.17^{D}	0.16^{E}	Mean	
PBZ: 0.004		Salt: 0.004		Total treatment: 0.010		$LSD_{0.05}$	
0.83^{A}	0.92^{a}	0.89^{b}	0.85^{c}	0.85^{c}	0.63^{f}	0	K
0.59^{B}	0.80^{d}	0.65^{e}	0.59^{g}	0.53^{h}	0.39^{j}	8	
0.40^{C}	0.59^{g}	0.43^{i}	0.37^{l}	0.32^{m}	0.31^{n}	16	
0.27^{D}	0.39^{jk}	0.39^{k}	0.27^{p}	0.25^{q}	0.08^{s}	24	
0.13^{E}	0.29^{o}	0.18^{r}	0.07^{t}	0.06^{u}	0.05^{v}	32	
	0.60^{A}	0.51^{B}	0.43^{C}	0.40^{D}	0.29^{E}	Mean	
PBZ: 0.003		Salt: 0.003		Total treatment: 0.007		$LSD_{0.05}$	

تشير الأحرف الكبيرة إلى وجود فروق معنوية بين متوسط المعاملات (الملحية، الباكلوبيوترازول) ويشير اختلاف الأحرف الصغيرة إلى وجود فروق معنوية بالنسبة للتفاعل عند مستوى ثقة 95%

أدت الزيادة في التراكيز الملحية إلى انخفاض في محتوى الماء النسبي، والذي قد يعزى إلى انخفاض قيمة الجهد المائي بين محلول التربة وخلايا المجموع الجذري، مما يقلل من معدل تدفق الماء وامتصاصه من قبل الجذور، وبالتالي تصبح كمية الماء الممتصة قليلة (البشارة وآخرون، 2014، 165؛ العودة وآخرون، 2006، 15؛ الصفدي وآخرون، 2005، 1)، وقد توافقت هذه النتائج مع نتائج **Sousa *et al.* (2018)** على الحمضيات **(75)**، **Gucci *et al.* (1997)** على الزيتون **(13)**، وسقني والعايب (2017) على الكرفس **(71)**، **Sopher *et al.* (1999)** على الذرة **(279)**؛ بالمقابل أدت المعاملة بالباكلوبيوترازول إلى زيادة في محتوى الماء النسبي (بغض النظر عن الأصل والتركيز المستخدم) وهذا يتفق مع نتائج **Jungklang *et al.* (2012)**الذين أفادوا أن **PBZ** لديه القدرة على الحفاظ على محتوى ماء الأوراق **(361)**، وقد يعود السبب في ذلك إلى دور **PBZ** في زيادة سماكة الأوراق، مما يحسن من متطلبات الماء فيها **(Jungklang *et al.*, 2017, 1505)**.

يعد البرولين والسكريات الذائبة الكلية حاميات أسموزية مهمة في ظروف الاجهاد الملحي (**Ruffino *et al.*, 2009, 2013; Ruiz-Carrasco *et al.*, 2011, 1333**) تساعد على تحسين حالة التمثيل الغذائي، العصارة الخلوية وانتقال السكر عبر الأغشية الخلوية، وربما يرجع ارتفاع تركيز السكريات الذائبة الكلية بازدياد التراكيز الملحية إلى تثبيط نشاط الإنزيمات المحللة للكربوهيدرات، مؤدياً إلى تراكم السكريات الكلية الذائبة وزيادة الضغط الأسموزي للعصير الخلوي للخلايا والأنسجة مما يؤدي إلى معادلة الضغط الأسموزي مع الضغط الأسموزي الخارجي الناتج عن الإجهاد الملحي (فاضل وآخرون، 2014، 1)، وذكر **Waqas *et al.* (2017)** أن المعاملة المشتركة بالملح والباكلوبيوترازول يزيد محتوى البرولين والسكريات الذائبة الكلية **(315)**.

وربما يعود سبب الزيادة في تركيز البرولين تحت ظروف الإجهاد الملحي إلى ضعف عملية بناء البروتين أو زيادة تحلله، وبالتالي يزداد تراكمه في أنسجة النبات، أو قد يعزى ذلك إلى تأثير الملوحة في زيادة تراكم الأحماض الأمينية الحرة، ومن أكثر الأحماض الأمينية تراكماً تحت ظروف الإجهاد الملحي هو البرولين **(Wynjones *et al.*, 1978, 17)**.

ووفقاً لـ **Alcazar *et al.* (2011)**، فقد يعزى زيادة تراكم البرولين إلى حمض الأبسيسيك الذي يشكل إشارة كيميائية من الجذور، يتم نقلها إلى المجموع الخضري مما يؤدي إلى تراكم البرولين في الأوراق **(243)**؛ ويستخدم كمركب وقائي ضد المركبات الجزيئية الكبيرة ويحمي الإنزيمات من التلف الناتج عن الإجهاد، كما وينتقل جزئياً إلى الجذور فيحسن من نموها**(Tuasamu, 2009, 1)** .

كما أدت المعاملة بالباكلوبيوترازول أيضاً إلى زيادة في تركيز البرولين، والذي قد يعود إلى أن الباكلوبيوترازول يتداخل مع الإنزيمات المشاركة في مسار الأيزوبرينويد مما يؤدي إلى تثبيط تخليق الجبرلين، وزيادة **ABA** والسيتوكينين، وانخفاض إنتاج الإيثيلين **(Farooq *et al.*, 2021, 169)**

توافقت هذه النتائج مع ما ذكره **Waqas *et al.* (2017) (315)**، **Sharma *et al.* (2011)** في الحمضيات **(301)**، و **Kishorekumar *et al.* (2007)** في البطاطا **(207)**.

أدت المعاملة بالتراكيز الملحية المختلفة إلى انخفاض تركيز كل من الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم في الأوراق، والذي قد يعزى إلى التأثير التنافسي مع الصوديوم على مواقع الامتصاص في الجذور، أو قد يرجع السبب إلى فقدان القابلية الاختيارية في امتصاص العناصر، وكذلك قد يعود الانخفاض إلى التأثير الأسموزي للأملاح في التربة التي قد تعيق انتقال العناصر الغذائية، أو إلى أن الملوحة تقلل من نمو الجذور المسؤولة عن امتصاص العناصر (مرسي آخرون، 1968) وهذا يتفق مع ما ذكره **Julain (2004) (1)**، و **Ruiz *et al.* (1997) (141)**.

كما أدت المعاملة بالباكلوبيوترازول إلى زيادة تركيز الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم في أوراق النباتات وقد يعود السبب في ذلك إلى وجود ارتباط وثيق بين امتصاص الأيونات وتشرب الماء من قبل الجذر **(Bowling, 1976, 159)**، أو قد يكون الـ **PBZ** قد أثر على آليات الامتصاص داخل الجذور، وتوافق هذا الرأي مع **Atkinson *et al.* (1987) (421)**، ومع **Atkinson (1983) (21)**؛ ولكن تعارضت مع ما توصل إليه **Martin *et al.* (1987) (915)**.

وعلى الرغم من أن الدراسة الحالية والدراسات السابقة تحتوي على بعض المعلومات المتناقضة، فمن الواضح أن **PBZ** يمكن أن يؤثر على امتصاص و/أو تراكم العناصر الغذائية في الأوراق. ويحتمل أن انخفاض التوصيل الهيدروليكي للجذر وتغيير مستوى امتصاص المغذيات من الآثار الجانبية للمعاملة بالباكلوبيوترازول، ويتناسب حجم كلاهما مع درجة كبح النمو الخضري والتغيرات في نمو وشكل الجذور **(Rieger *et al.*, 1990, 95)**.

5- الاستنتاجات:

1. أدت المعاملة بتراكيز مختلفة من كلور الصوديوم إلى انخفاض في قيم المؤشرات المورفولوجية والفيزيولوجية، وزيادة في تركيز السكريات الذائبة الكلية والبرولين الحر في الأوراق.
2. أدت الزيادة التدريجية في تراكيز الباكلوبيوترازول، إلى زيادة في بعض المؤشرات المورفولوجية والفيزيولوجية، عدا مؤشر ارتفاع النبات.
3. أعطت المعاملة بالباكلوبيوترازول بتركيز **2000 ppm** تحت ظروف الإجهاد الملحي أعلى زيادة في قيم جميع المؤشرات المدروسة، مع ملاحظة التأثير الإيجابي لجميع تراكيز الباكلوبيوترازول المستخدمة مقارنة بالمعاملات الملحية.

6- التوصيات:

تطبيق الرش الورقي بالباكلوبيوترازول تركيز **2000 ppm** لما لها من دور مباشر في زيادة تحمل النباتات لظروف الإجهاد الملحي، ومن الممكن تطبيق الرش الورقي بالباكلوبيوترازول تركيز **1000 ppm**، لدورها في تخفيف الأثر الضار للملوحة، وتخفيف الخسائر الاقتصادية.

التمويل : هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

7- قائمة المراجع (References):

1-المراجع العربية:

1. أبوزيد، الشحات نصر. (1990). الهرمونات النباتية والتطبيقات الزراعية. مكتبة مدبولي –القاهرة.
2. إدريس، محمد حامد. (2004). فسيولوجيا النبات. مركز سوزان مبارك الاستكشافي العلمي.
3. البشارة، س.؛ حداد، س. ولاوند، و. (2014). دراسة مدى تحمل بعض أصناف البطاطا Solanum tuberosum المزروعة محلياً للإجهاد الملحي. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد (29)، العدد (3)، ص:165-180.
4. الحياني، علي محمد عبد؛ السارة، عماد عدنان مهدي وهذال، نسرين محمد. (2017). تأثير الرش بحامض الساليسيلك في تحمل بعض أصول الحمضيات لملوحة التربة. مجلة العلوم الزراعية العراقية، مج. 48، ع. 3، ص ص. 707-719.
5. الصفدي، ب. وعرابي، م. (2005). تحسين تحمل البطاطا للملوحة باستخدام تقانات الزراعة النسيجية والتشعيع مع الانتخاب في الزجاج. قسم البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية، الجمهورية العربية السورية.
6. العودة، أ.؛ صالح، ر. وعلي، ر. (2006). تقييم استجابة بعض أصناف الشعير المحلية لتحمل الإجهاد الحلولي في مرحلة النمو الأولي. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد (22)، العدد (1)، ص:15-33.
7. دواي، فيصل. (1982). أشجار الفاكهة مستديمة الخضرة. مديرية الكتب والمطبوعات، جامعة تشرين.
8. فاضل، علي سعدون؛ محمد، رغد سلمان؛ يسر، شيماء عبد الوهاب وطه، ضرغام عصام. (2014). تأثير ملوحة كلوريد الصوديوم على انبات البذور ونمو وايض كالس نبات السيسبان. المؤتمر العلمي الوطني النسوي الثاني للعلوم الزراعية والبيطرية، وزارة العلوم والتكنولوجيا، بغداد. 6.
9. Alcazar, R.; Bitrián, M.; Bartels, D.; Koncz, C.; Altabella, T. and Tiburcio, AF. (2011). Polyamine metabolic canalization in response to drought stress in Arabidopsis and the resurrection plant Craterostigma plantagineum. Plant Signal Behav 6: 243-250.
10. Anjum, M. A., Abid, M. and Naveed, F. (2000). Effect of Soil Salinity on the Performance of Some Citrus Rootstocks at Seedling Stage. Pakistan Journal of Biological Sciences.3(12):1998-2000.
11. Atkinson, D. and Chauhun, J.S. (1987). The effect of paclobutrazol on the water use of fruit plants at two temperatures. J. Hort. Sci. 62:421-426.
12. Atkinson, D. and Crisp, C.M. (1983). The effect of some plant growth regulators and herbicides on root system morphology and activity. Acta Hort. 136:21–28.
13. Ball, Vic. (1987). Viewpoint. Grower Talks 51(3):12, July 1987.
14. Bates, L. S., Waldren, R. A. and Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and soil, 39, 205-207.
15. Bose, S.; Yadav, R.K.; Mishra, S.; Sangwan, R.S.; Singh, A.K.; Mishra, B.; Srivastava, A.K. and Sangwan N.S. (2013). Effect of gibberellic acid and calliterpenone on plant growth attributes, trichomes, essential oil biosynthesis and pathway gene expression in differential manner in Mentha arvensis L. Plant Physiol. Biochem. 66, 150-158.
16. Bowling, D.J.F. (1976). Uptake of ions by plant roots. Chapman and Hall, London. p. 159.
17. Castle, W. S. (1987). Citrus rootstocks. P.361-399. In: Rom R. and Carlson R. (eds.). Rootstocks for fruit crops. J. Wiley and Sons, Inc., NewYork, NY.
18. Cavatte, R. ; Salomão, L.C.C. ; Siqueira, D.L. ; Peternelli, L.A. and Cavatte P.C. (2012). Redução do porte e produção das bananeiras 'Prata-Anã' e 'FHIA-01'tratadas com paclobutrazol. Rev. Bras. Frutic. 34(2), 356-365. Doi : http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452012000200007
19. Chang, S., Wu, Z., Zeng, Q., Zhang, J., Sun, W., Qiao, L. and Shu, H. (2019). The effects for delaying banana seedling growth through spraying growing retardants on stem apex. Am. J. Plant Sci. 10(05), 813. Doi: 10.4236/ajps.2019.105059
20. David, M. O. and Nilsen E. T. (2000). The physiology of plant under stress. Soil and Biotic Factors. Wiley and Sons. USA.

21. Dobiose, M.K.; Grilles, K.A.; Hamiltor, J.K.; Rebers, D.A. and Smith, F. (1956). Calorimetric method for determination of sugars and substances. Anal. Chem., 28: 350 – 356.
22. FAO. Food And Agriculture Organizations of the United Nations [Internet]. (2023). Available from: http://www.fao.org/faostat/en/#data.
23. Farooq, T. and Hameed, A. (2021). Advances in Triazole Chemistry. Chapter 7 - Triazole-Based Plant Growth-Regulating Agents. Elsevier. Tahir Farooq. P: 169-185. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817113-4.00008-1.
24. Fletcher, R. A. And Hofstra, G. (1990). Improvement of uniconazoleinduced protection in wheat seedlings. Journal of Plant Growth Regulation, 9, 207–212.
25. Foyer, C. H. and Noctor, G. (2000). Tansley review no. 112. New Phytologist, 146, 359–388.
26. Gucci, R., Lombardini, L., & Tattini, M. (1997). Analysis of leaf water relations in leaves of two olive (Olea europaea) cultivars differing in tolerance to salinity. Tree physiology, 17(1), 13-21.
27. Hoopkins, W. G. and Muner N. P. (2008). Introduction to plant physiology. 4th edition. Wiley and Sons. USA.
28. Hutchinson, D. J. (1977). Influence of rootstock on the performance of 'Valencia'sweet orange. In International Citrus Congress (Vol. 2, pp. 523-525).
29. Jaleel, C. A.; Gopi, R.; Manivannan, P. and Panneerselvam, R. (2007). Responses of antioxidant defense system of Catharanthus roseus (L.) G. Don. to paclobutrazol treatment under salinity. Acta Physiologiae Plantarum, 29, 205–209.
30. Julain, W. (2004). Text Citrus Subtropical Fruits Nutrition And Fertilization. Horticulture Tax As Cooperative Extension.
31. Julkowska, M.M. and Testerink, C. (2015). Tuning plant signaling and growth to survive salt. Trends Plant Sci. 20, 586-594.
32. Jungklang, J. and Saengnil, K. (2012). Effect of paclobutrazol on Patumma cv. Chiang Mai Pink under water stress. Songklanakarin J. Sci.Technol. 34, 361–366.
33. Jungklang, J.; Saengnil, K. and Uthaibutra, J. (2015). Effects of water-deficit stress and paclobutrazol on growth, relative water content, electrolyte leakage, proline content and some antioxidant changes in Curcuma alismatifolia Gagnep. cv. Chiang Mai Pink. Saudi Journal of Biological Sciences, https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.09.017
34. Jungklang, J.; Saengnil, K. and Uthaibutra, J. (2017). Effects of water-deficit stress and paclobutrazol on growth, relative water content, electrolyte leakage, proline content and some antioxidant changes in Curcuma alismatifolia Gagnep. cv. Chiang Mai Pink. Saudi Journal of Biological Sciences, 24(7), 1505-1512.
35. Khoshbakht, Davood, Ali Akbar Ramin and Bahram Baninasab. (2014). Citrus Rootstock Response to Salinity: Physio-biochemical paramaters changes. Research journal of Environmental Sciences. 8(1):29-38.
36. Kishorekumar, A.; Jaleel, C. A.; Manivannan, P.; Sankar, B.; Sridharan, R. and Panneerselvam, R. (2007). Comparative effects of different triazole compounds on growth, photosynthetic pigments and carbohydrate metabolism of Solenostemon rotundifolius. Colloids and surfaces. B, Biointerfaces, 60, 207–212.
37. Ko, D.; Kang, J.; Kiba, T.; Park, J.; Kojima, M.; Do, J. and Song, W.-Y. (2014). Arabidopsis ABCG14 is essential for the root-to-shoot translocation of cytokinin. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111, 7150–7155.
38. Le Roux, S. And Barry, G. H. (2010). Vegetative Growth Responses of Citrus Nursery Trees to Various Growth Retardants. Horttechnology. 20(1).
39. Li, C., Wang, P., Wei, Z.W., Liang, D., Liu, C.H., Yin, L.H., Jia, D.F., Fu, M.Y. and Ma, F.W. (2012). The mitigation effects of exogenous melatonin on salinity-induced stress in Malus hupehensis. J. Pineal Res. 53, 298-306.
40. Malik, A., Erginkaya, Z., Ahmad, S., & Erten, H. (Eds.). (2014). Food processing: strategies for quality assessment. Springer.
41. Manivannan, P.; Jaleel, C. A.; Kishorekumar, A.; Sankar, B.; Somasundaram, R. and Panneerselvam, R. (2008). Protection of Vigna unguiculata (L.) Walp. plants from salt stress by paclobutrazol. Colloids and surfaces. B, Biointerfaces, 61, 315–318.

42. Martin, G. C.; Yoshikawa, F. and LaRue. J.H. (1987). Effect of soil applications of paclobutrazol on vegetative growth, pruning time, flowering, yield, and quality of 'Flavorcrest' peach. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112:915-921.
43. Mittler, R. (2002). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends in Plant Science, 7, 405–410.
44. Monselise, S. P. (1986). growth retardation of shoot and peel growth in citrus by paclobutrazol. Acta Horticulturae. 179:529–536.
45. Navarro, Josea M., Olayaperez–Tornero, Asuncion Morte. (2014). Allevliation of salt stress in Citrus seedlings inoculated with arbuscularmycorrhizal fungi depends on the rootstock salt tolerance. Journal of plant physiology,171:76-85.
46. Orsini, F.; Accorsi, M.; Gianquinto, G.; Dinelli, G.; Antognoni, F.; Carrasco, K. B. R. and Bosi, S. (2011). Beyond the ionic and osmotic response to salinity in Chenopodium quinoa: Functional elements of successful halophytism. Functional Plant Biology, 38, 818–831.
47. Pan, S.; Rasul, F.; Li, W.; Tian, H.; Mo, Z.; Duan, M. and Tang, X. (2013). Roles of plant growth regulators on yield, grain qualities and antioxidant enzyme activities in super hybrid rice (Oryza sativa L.). Rice, 6:9. doi: 10.1186/1939-8433-6-9
48. Patel, S.K., Dubey, A.K., Srivastav, M., Singhl, A.K., Dahuja, A. and Pandey, R.N. (2011). Effect of Nacl in the irrigation water on growth, antioxidant enzyme activities, and nutrient uptake in five citrus rootstocks. The journal of Horticultural Science & Biotechnology. 86(2) :189-195.
49. Peech, M.; Alexander, L. T.; Dean, L. A.; and Reed, J. F. (1947). Methods of soil analysis for soil fertility investigations.757(4): 25, Publisher: U.S. Dept. of Agriculture, Washington, D.C.
50. Qureshi, M.I., Abdin, M.Z., Ahmad, J. and Iqbal, M. (2013). Effect of long-term salinity on cellular antioxidants, compatible solute and fatty acid profile of Sweet Annie (Artemisia annua L.). Phytochemistry 95, 215-223.
51. Rehman, A., Ashraf, M. and Naveed, F. (2011). Growth Performance of JattiKhatti and GadaDehi Citrus Rootstocks growth with saline water irrigation. Int.J. Agric.Appl.Sci. Vol.3(2):51-59.
52. Reuter, D. J. and J. B. Robinson. (1997). Plant analysis: an interpretation manual (2nd edition). CSIRO publ., Australia.
53. Rieger, M. and Scalabrelli, G. (1990). Paclobutrazol, Root Growth, Hydraulic Conductivity, and Nutrient Uptake of Nemaguard'Peach. HortScience, 25(1), 95-98.
54. Ruffino, A. M. C.; Rosa, M.; Hilal, M.; Gonzalez, J. A. and Prado, F. E. (2009). The role of cotyledon metabolism in the establishment of quinoa (Chenopodium quinoa) seedlings growing under salinity. Plant and Soil, 326, 213–224.
55. Ruiz, D.; Martínez, V. and Cerdá, A. (1997). Citrus Response To Salinity: Growth And Nutrient Uptake. Tree Physiology, 17:141–150.
56. Ruiz-Carrasco, K., Antognoni, F., Coulibaly, A. K., Lizardi, S., Covarrubias, A., Martinez, E. A., . . . Zurita-Silva, A. (2011). Variation in salinity tolerance of four lowland genotypes of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) as assessed by growth, physiological traits, and sodium transporter gene expression. Plant Physiology and Biochemistry, 49, 1333–1341.
57. Sah, S.K., Reddy, K.R. and Li, J. (2016). Abscisic acid and abiotic stress tolerance in crop plants. Front. Plant Sci. 7, 571.
58. Santos, S. A.P., Santos, C., Silva, S., Pinto, G., Laura, M., Torres, L.M. and Nogueira, A. J. A. (2013). The effect of sooty mold on fluorescence and gas exchange properties of olive tree. Turk. J. Biol. 37:620-628
59. Seday, U., Gulsen, O., Azun and Toprak, G. (2014). Response of Citrus Rootstock to different Salinity Levels for Morphological and antioxidative enzyme activites. The journal of Animal &Plant Sciences. 24(2) 512-520.
60. Shabala, L.; Mackay, A.; Tian, Y.; Jacobsen, S. E.; Zhou, D. and Shabala, S.(2012) . Oxidative stress protection and stomatal patterning as components of salinity tolerance mechanism in quinoa (Chenopodium quinoa). Physiologia Plantarum, 146, 26–38.
61. Shabala, S.; Hariadi, Y. and Jacobsen, S. E. (2013). Genotypic difference in salinity tolerance in quinoa is determined by differential control of xylem Na (+) loading and stomatal density. Journal of Plant Physiology, 170, 906-914.

62. Sharma, D. K.; Dubey, A.; Srivastav, M.; Singh, A.; Sairam, R.; Pandey, R. and Kaur, C. (2011). Effect of putrescine and paclobutrazol on growth, physiochemical parameters, and nutrient acquisition of salt-sensitive citrus rootstock Karna khatta (Citrus karna Raf.) under NaCl stress. Journal of Plant Growth Regulation, 30, 301–311.
63. Sherif, H. M. and Asaad, S. A. (2014). Effect of some plant growth retardants on vegetative growth, spurs and fruiting of 'Le-Conte' pear trees. British Journal of Applied Science & Technology.4(26): 3785.
64. Simons, R.K. (1983). Compatibility and stock-scion interactions as related to dwarfing. In: Rootstocks for fruit crops. (Eds.): R.C. Rom and R.F. Carlson. Jhon Wiley and Sons, New York. pp. 79-105.
65. Sopher, C. R.; Krol, M.; Huner, N. P.; Moore, A. E. and Fletcher, R. A. (1999). Chloroplastic changes associated with paclobutrazol-induced stress protection in maize seedlings. Canadian Journal of Botany, 77, 279–290.
66. Sousa, E. M. R.; Almeida, L. S.; de Oliveira Sousa, A. R.; de Carvalho Silva, M.; da Silva Ledo, C. A.; de Almeida, A. A. F. and da Silva Gesteira, A. (2018). Drought tolerance of a microcitrangemonia when treated with paclobutrazol and exposed to different water conditions. Scientia Horticulturae, 238, 75-82.
67. Syvertsen, J.P., Zablotowiez, R.M. and Smith, M.L. (1983). Soil temperature and flooding effects on two species of citrus. Plant growth and hydraulic conductivity. Plant and Soil. 72: 3-12.
68. Taize, L. and Zeiger, E. (2006). Plant physiology 4th edition sinauer Assuciates.inc.USA.
69. Taylor, S.; Franks, P.; Hulme, S.; Spriggs, E.; Christin, P.; Edwards, E. and Osborne, C. (2012). Photosynthetic pathway and ecological adaptation explain stomatal trait diversity amongst grasses. New Phytologist, 193, 387–396.
70. Tendon, H. L. S. (2005). Methods of analysis of soils, plants, waters and fertilizers. Fertilization development and consultation organization. 203 PP. New Delhi: India. Fertiliser Development and Consultation Organisation.
71. Tuasamu, Y. (2009). Toleransi hotong (Setaria italica l. Beauv) pada berbagai cekaman kekeringan: pendekatan anatomi dan fisiologi. [Tesis]. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. [Indonesian]
72. Tuna, A. L. (2014). Influence of foliarly applied different triazole compounds on growth, nutrition, and antioxidant enzyme activities in tomato (Solanum lycopersicum L.) under salt stress. Australian Journal of Crop Science, 8, 71.
73. Vashev, B., Gaiser, T., Ghawana, T., Vries, A.D. and Stahr, K. (2010). Biosafor Project Deliverable 9: Cropping potentials for saline areas in India, Pakistan and Bangladesh. University of Hohenheim, Hohenheim.
74. Wang, L.; Shan, T.; Xie, B.; Ling, C.; Shao, S.; Jin, P. And Zheng, Y. (2019). Glycine betaine reduces chilling injury in peach fruit by enhancing phenolic and sugar metabolisms. Food Chem. 272, 530-538.
75. Waqas, M.; Yaning, C.; Iqbal, H.; Shareef, M.; Rehman, H. and Yang, Y. (2017). Paclobutrazol improves salt tolerance in quinoa: Beyond the stomatal and biochemical interventions. Journal of Agronomy and Crop Science, 203(4), 315–322.
76. Wutscher, H. K. (1977). The influence of rootstocks on yield and quality of red grapefruit in Texas. In Proceedings of the International Society of Citriculture (Vol. 2, pp. 526-529).
77. Wynjones, R. G. and Strosy, R. (1978). Salt stress and comparative physiology in the Gramineaell. Glycine betaine and proline accumulation into salt and water–stress. Barley activates. Ans. J. Plant Phys. 5:17-29.
78. Youssef, S. M. S.; Abuelazm, N.; Elhady, S. A.; and El-shinawy, M. (2017). Foliar application with salicylic acid and calcium chloride enhanced growth and productivity of lettuce (Lactuca sativa). Egyptian Journal of Horticulture .44(1): 1-16. Egypt.
79. Zhu, J.K. (2001). Plant salt tolerance. Trends Plant Sci. 6, 66-71.