



تأثير إضافة الاحماض الامينية وحامض الساليسليك في الاستجابات الكيموحيوية والثباتية الوراثية لفسائل

نخيل التمر *Phoenix dactylifera L.* النسيجية تحت الاجهاد الملحي

رشا حاتم شنشول عقيل عبود سهيم* محمد عبد الامير حسن النجار

قسم البستنة وهندسة الحدائق-كلية الزراعة-جامعة البصرة-البصرة-العراق

*الباحث المراسل: aqeel.suhaim@uobasrah.edu.iq

الخلاصة

اجريت الدراسة الحالية في قسم البستنة وهندسة الحدائق- كلية الزراعة - جامعة البصرة، خلال موسم النمو 2025-2026، بهدف دراسة تأثير الرش بالاحماض الامينية وحامض الساليسليك في تخفيف اثار الاجهاد الملحي على فسائل نخيل التمر. تم دراسة تأثير تراكيز من مزيج من الاحماض الامينية باستخدام مستحضر تجاري (Max amino) وحامض الساليسليك بالتراكيز (0 و 100 و 200) ملغم لتر⁻¹ في الصفات الكيموحيوية والثباتية الوراثية لفسائل نخيل التمر النامية تحت تأثير الري بالمياه المالح بتركيز 10 ديسيسمنز.م¹. اظهرت نتائج الدراسة ان الرش بالتركيز 200 ملغم لتر⁻¹ بالاحماض الامينية وكذلك بحامض الساليسليك ادت الى تحسين الصفات الكيموحيوية لفسائل نخيل التمر صنف البرحي حيث ادت الى اعطاء اعلى معدل لصبغة الكلوروفيل الكلي وبلغت 5.318 ملغم غم⁻¹ وذلك اعطت اعلى محتوى للأوراق من البروتينات الذائبة الكلية وبلغت 5.446 ملغم غم⁻¹ كما لوحظ ان المعاملة ذاتها قد خفضت من مستويات حامض البرولين الى اقل مستوى وبلغ 3.766 مايكروغرام غم⁻¹، ومعدل مؤشر اكسدة الدهون في الاوراق ليبلغ اقل مستوى 2.043 مايكروغرام غم⁻¹ والذي انعكس على تحسين صفة مؤشر ثباتيه الاغشية في الاوراق ليبلغ افضل معدل 71% بالمقارنة مع المعاملات المختلفة. كما بينت نتائج الثباتية الوراثية بتقنية الترحيل الكهربائي للبروتينات بتقنية SDS-PAGE تكون 43 حزمة بروتينية و انعزال المعاملات الى مجموعتين رئيسية بالاعتماد على مؤشر التشابه الوراثي بين المعاملات حيث انعزلت المعاملة 100 ملغم لتر⁻¹ سالييليك و 200 ملغم لتر⁻¹ احماض امينية بمجموعة مفردة ومؤشر ثباتية 0.8% في حين انعزلت بقية المعاملات بمجموعة اخرى.

الكلمات المفتاحية : الاجهاد الملحي، نخيل التمر، احماض امينية، حامض الساليسليك، SDS PAGE.

Introduction

المقدمة

يعد نخيل التمر *Phoenix dactylifera* L. من الأشجار المعمرة ذات الأهمية الاقتصادية في العديد من المناطق الجافة وشبه الجافة في شمال إفريقيا والشرق الأوسط وتعد في العراق من أشجار الفاكهة المهمة فضلا عن القيمة التجارية والغذائية لنخيل التمر فإن لها قدرة جيدة على تحمل الظروف المناخية سيما الملوحة مقارنة بأشجار الفاكهة الأخرى (Diallo, 2005). يؤدي إجهاد الملوحة Salinity stress إلى سلسلة من التغيرات المظهرية والفسلجية والكيموحيوية والوراثية التي تؤثر سلباً على مختلف العمليات المرتبطة بنمو النبات وإنتاجيته (Etesami and Noori, 2019). كما ينتج عن إجهاد الملوحة أيضاً إجهادات ثانوية مثل إجهاد الجفاف والإجهاد التأكسدي Oxidative stress والاضطرابات الغذائية والمهرمونية للنباتات و هذه الآثار السلبية تقلل بشكل كبير من نمو وإنتاج النبات (Parihare *et al.*, 2015). يعد الإجهاد البيئي احد اهم أسباب انخفاض النمو المحتملة في النباتات وخاصة في الفترات الأولى من النمو حيث تتعرض نخلة التمر اثناء فترة نموها كغيرها من النباتات الأخرى الى العديد من العوامل البيئية المختلفة مثل الحرارة والجفاف والملوحة وغيرها من العوامل التي تسبب الإجهاد (Suhim *et al.*, 2023). تعتبر الاحماض الامينية هي اللبنات الأساسية للبروتينات وتعد واحدة من اليات الدفاع عندما تتعرض النباتات للإجهاد حيث تبدأ في إنتاج بروتينات معينة تعرف ببروتينات الصدمة هذه البروتينات تعمل على حماية البروتينات الأخرى في الخلية من التلف او التفكك مما يحافظ على وظائفها الحيوية (Hassan *et al.*, 2020) أدى استخدامها لتخفيف الإجهاد في النبات اذ تساعد في تحسين الخصائص الكيموحيوية مثل الكلوروفيل الكلي والكربوهيدرات وتركيز البرولين والبروتينات الذاتية الكلية كما تعد احد الطرق المتاحة في تخفيف الإجهاد اللاحيوي على النبات (Ihsan *et al.*, 2019). تعد الهرمونات النباتية مثل حمض الأبسيسيك والإيثيلين وحمض الساليسيليك (SA) مكونات هامة في مسارات الإشارات المختلفة المشاركة في الدفاع عن النبات ضد الإجهادات الحيوية وغير الحيوية. إن التطبيق الخارجي لحمض الساليسيليك يتحكم في مختلف العمليات الفسيولوجية والكيميائية الحيوية والجزيئية في النباتات بما في ذلك أنشطة الإنزيمات المضادة للأوكسدة علاوة على ذلك ينظم حمض الساليسيليك مكونات مسار الإشارات الخاص به بالإضافة إلى مشاركته مع المسارات الأخرى التي تتوسط مقاومة النبات (War *et al.*, 2011). يعمل حمض الساليسيليك (SA) كهرمون نباتي حيوي لتعزيز المناعة والتحمل ضد الإجهادات البيئية (الجفاف والملوحة والحرارة) والحيوية (الأمراض والحشرات) ويعمل كجزء إشارة

لتنشيط الدفاعات الطبيعية وينظم غلق الثغور ويقلل الضرر التأكسدي عن طريق تعزيز مضادات الأكسدة مما يحسن نمو الجذور والأوراق والإنتاجية (Bari and Jones, 2009).

لتقليل اضرار الاجهاد الملحي وتحسين صفات النمو لفسائل نخيل التمر النسيجي صنف البرحي اتجهت الدراسة الى دراسة استخدام الاحماض الامينية باستخدام مستحضرات تجارية متوفرة ورخيصة الثمن وحامض الساليسليك كواحدة من الطرق الفعالة لتعزيز تحمل النبات ضد الاجهاد الناتج عن المعاملة الملحية من خلال تقدير الصفات الكيموحيوية والوراثية النامية تحت تاثير الاجهاد الملحي.

Materials and Methods

المواد وطرائق العمل

اجريت هذه الدراسة في مختبرات قسم البستنة وهندسة الحدائق - كلية الزراعة - جامعة البصرة، لموسم النمو 2025-2026. بهدف دراسة تاثير الرش بالاحماض الامينية وحامض الساليسليك بثلاث تراكيز (0 و 100 و 200 ملغم لتر⁻¹) لكل منهما في تخفيف الاثار الضارة لاجهاد الملوحة على فسائل نخيل التمر صنف البرحي المنتج نسيجيا وبعمر 3 سنوات. استخدم المستحضر التجاري Max amino (احماض امينية 50% وبروتين خام 97% والرطوبة 3% وذوبانيته في الماء بنسبة 100% والمظهر مسحوق اصفر خفيف). تم تعريض فسائل نخيل التمر لاجهاد الملوحة عن طريق السقي بمياه مالحة بتركيز 10 ديسيمنز م⁻¹.

الصفات المدروسة

الكلوروفيل الكلي

قدرت صبغة الكلوروفيل الكلي اعتماداً على طريقة (Arnon, 1949) وذلك بطحن 200 ملغم من الاوراق في 8 مل من الاسيتون (80%) باستخدام هاون خزفي وفصل الراشح باستخدام جهاز الطرد المركزي (3000 دورة/دقيقة)، نوع Eppendorf موديل (5804 R) الماني المنشأ. وقيست الاطوال الموجية 663 و 645 نانوميتر باستخدام جهاز مطياف ضوئي موديل UV-1100D صناعة شركة EMCLAB GmbH الماني المنشأ وقدرت قيم الصبغات النباتية اعتماداً على المعادلات التالية حسب (Asare-boamah *et al.*, 1986) وعبر عنها بوحدة (ملغم غم⁻¹).

$$\text{الكلوروفيل الكلي} = 8.02(OD 663) + 20.2(OD 645) = X \text{ حجم العينة} \times X \text{ وزن العينة}$$

حيث: OD = الامتصاصية عند كل طول موجي.

الكربوهيدرات الكلية

اتبعت الطريقة الموصوفة في (Watanabe *et al.*, 2000) في تقدير الكربوهيدرات الكلية، وذلك بمزج 0.5 غم من الاوراق الطرية مع 80% ايثانول في هاون خزفي، ثم فصل الراشح باستخدام جهاز الطرد المركزي على سرعة 5000 دورة دقيقة⁻¹ لمدة 10 دقائق. واضيف اليه 3 مل من كاشف الانثرون Enthron Reagent وسخن انابيب الاختبار في الحمام المائي على درجة حرارة 100 °م لمدة 10 دقائق ثم بردت الانابيب وذلك بوضعها في الثلج، ثم قيست الامتصاصية على طول موجي 620 نانوميتر باستخدام جهاز المطياف الضوئي.

البروتينات الذائبة الكلية

استخلصت البروتينات الذائبة الكلية من انسجة الاوراق اعتمادا على الطريقة المذكورة في (Bavei *et al.*, 2011) اذ تم هرس 0.3 غم من الاوراق ومزج مع 3 مل من المحلول الدارئ Tris-HCl (تركيز 0.1 مولار والرقم الهيدروجيني 7.5) المحتوي على مادة PMSF (Phenylmetmanesulfonyl Fluoride)، واجريت لها عملية الطرد المركزي بسرعة 13000 دورة/دقيقة ولمدة 10 دقائق. استخدم الراشح في تقدير البروتينات الذائبة الكلية حسب طريقة (Bradford, 1976) ثم قيست الامتصاصية على طول موجي 595 نانوميتر.

البرولين

قدر محتوى البرولين في انسجة العينات الورقية اعتماداً على طريقة (Bates *et al.*, 1973) وذلك بمزج 0.5 غم من الانسجة الورقية في 10 مل من المحلول المائي لحامض (3%) Sulphosalicylic، وفصل الراشح واضيف اليها 2 مل من حامض الخليك الثلجي Glacial acetic acid و 2 مل من محلول ننهيدرين الحامضي Acid Ninhyderine ثم نقل المزيج الى واضيف اليه 4 مل من التولوين Toluene وقدر فيها محتوى البرولين وذلك بقراءة الامتصاصية على طول موجي 520 نانوميتر باستخدام جهاز المطياف الضوئي، وعبر عنها بوحدة (مايكرومول غم⁻¹ وزن طري).

مؤشر اكسدة الدهون محتوى (MDA)

تم تقدير محتوى الانسجة من مادة MDA وفقا لطريقة (Heath and Packer, 1968) وذلك بمزج 0.5 غم من الانسجة مع 5 مل من مادة Trichloroacetic acid TCA (0.1%) (وزن/حجم)، ثم طرد المزيج مركزيا بسرعة 10000 دورة/دقيقة ولمدة 5 دقائق، ثم اضيف 1 مل من الراشح الى 4 مل من محلول مادة Thiobarbitric acid TBA (0.5%)

(وزن/حجم) ثم اجريت عملية طرد مركزي مرة اخرى بسرعة 10000 دورة/دقيقة ولمدة 15 دقيقة، بعد ذلك تم قياس الامتصاصية في الراشح على طول موجي 532 و 600 نانوميتر وعبر عن النتائج بوحدة مايكرومول غم⁻¹ وزن طري.

وتم حساب محتوى MDA حسب المعادلة الآتية:

$$\text{محتوى الانسجة MDA} = \frac{[OD 600 - OD 532]1000}{155}$$

اذ 155 = معامل الانطفاء Extinction Coefficient للمادة MDA.

مؤشر ثبات الاغشية (MSI)

تم حساب مؤشر ثبات الاغشية Membrane Stability Index بالاعتماد على طريقة (Lutts and Bouharmont, 1996) في الاوراق وذلك بمزج 0.25 غم من الاوراق مع 10 مل من الماء المقطر منزوع الأيونات داخل أنابيب محكمة الإغلاق ثم تركت لمدة 24 ساعة على رجاج دوار، بعد ذلك تم قياس التوصيل الكهربائي حيث اعتبرت (القراءة الاولى)، ثم وضع المزيج في فرن على درجة حرارة 90 °م لمدة ساعتين، ثم بردت العينات على درجة حرارة 25 °م، واخذ قراءة ثانية للتوصيل الكهربائي واعتبرت القراءة الثانية، وتم حساب مؤشر ثبات الاغشية من خلال المعادلة الآتية :

$$\text{مؤشر ثبات الاغشية (\%)} = 100 \times \left(\frac{\text{القراءة الاولى}}{\text{القراءة الثانية}} \right) - 1$$

الترجيل الكهربائي للبروتينات الكلية الذائبة باستخدام تقنية SDS-PAGE

تم استخلاص البروتينات الكلية الذائبة واخذ 40 مايكروليتر من الراشح لغرض الترحيل بتقنية SDS-PAGE واعتمادا على طريقة (Laemmle 1970). بعد تقدير عدد الحزم المتكونة من عملية الترحيل الكهربائي للبروتينات الذائبة الكلية وتقدير اوزانها الجزيئي باستخدام برنامج Photocapt MW V. 10.01، تم تسجيل الرقم 1 عند وجود الحزمة وصفر عند عدم وجودها، وحدد عدد الحزم المشتركة والمتباينة بين معاملات المختلفة ومعاملة المقارنة. تم حساب مؤشر التشابه الوراثي

Genetic Similarity Index (GSI) حسب المعادلة التالية

$$\text{مؤشر التشابه الوراثي} = \frac{أ * 2}{ب + ج}$$

حيث: أ = عدد الحزم المتشابهة بين المعاملتين و ب+ج = مجموع الحزم في المعاملة الاولى والثانية.

انشئت مصفوفة ثنائية Binary Matrix اعتماداً على قيم التشابه الوراثي، واستخدمت في رسم مخطط التحليل التجميعي Dendrogram، وذلك باستخدام طريقة (UPGAM) Unweighted pair-group Method with Arithmetic Average، باستخدام الموقع الالكتروني genomes.urv.cat/UPGMA، وأستخدم برنامج Fig Tree v. 1.4.3 في تحرير المخطط التجميعي للبيانات لرسم شجرة التقارب الوراثي.

التحليل الاحصائي

تم تصميم التجربة باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكامل Randomized Complete Block Design كتجربة عاملية Factorial Experiments بعاملين العامل الاول: المعاملة بالاحماض الامينية و العامل الثاني المعاملة بحامض الساليسليك حللت النتائج باستخدام تحليل التباين بين الصفات المدروسة بواسطة البرنامج الإحصائي SPSS كما حللت المتوسطات واختبرت المعنوية بحسب اختبار اقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى احتمال 0.05 (بشير، 2003).

Results and Discussion

النتائج والمناقشة

تأثير الرش بالاحماض الامينية وحامض الساليسليك في محتوى الاوراق من الكلوروفيل الكلي

اظهرت النتائج في جدول (1) ان رش اوراق فسانل نخيل التمر صنف البرحي المنتج من زراعة الانسجة النباتية بمستويات مختلفة من الاحماض الامينية وحامض الساليسليك ادت الى تحسن في محتوى الاوراق من صبغات البناء الضوئي وانعكس ذلك في زيادة في محتوى الاوراق من صبغة الكلوروفيل الكلي عند المعاملة بالتركيز 200 ملغم لتر⁻¹ من الاحماض الامينية اذ بلغت 4.963 ملغم غم⁻¹ ويفارق معنوي عن المعاملات بالتركيز الاخرى كما يلاحظ تفوق التركيز 200 ملغم لتر⁻¹ من حامض الساليسليك في اعطاء اعلى محتوى من الكلوروفيل الكلي حيث بلغ 4.524 ملغم غم⁻¹ ويفارق معنوي عن التركيزات الاخرى. اما بالنسبة لتأثير التداخل بين الاحماض الامينية وحامض الساليسليك فوجد ان المعاملة بتركيز 200 ملغم لتر⁻¹ من كل منهما اعطت اعلى محتوى من الكلوروفيل الكلي بلغت 5.318 ملغم غم⁻¹ تلتها في التأثير المعاملة 100 ملغم لتر⁻¹ من الاحماض مع 200 ملغم لتر⁻¹ من الساليسليك اذ اعطت محتوى الكلوروفيل بلغ 5.121 ملغم غم⁻¹ والتي اختلفت معنويًا عن بقية التداخلات الاخرى ومعاملة المقارنة.

جدول(1): تأثير الرش بالاحماض الامينية وحامض الساليسليك في محتوى اوراق فسانل نخيل التمر صنف البرحي المعرضة لاجهاد الملوحة من الكلوروفيل الكلي (ملغم غم⁻¹).

معدل حامض الساليسليك	تركيز الاحماض الامينية (ملغم لتر ⁻¹)			تركيز حامض الساليسليك ملغم لتر ⁻¹
	200	100	0	
3.654	3.929	3.430	3.603	0
3.942	4.325	3.868	3.634	100
4.963	5.318	5.121	4.448	200
	4.524	4.140	3.895	معدل الاحماض الامينية
	0.044=التداخل	0.018=للساليسليك	0.018=للاحماض	LSD p _≥ 0.05

تأثير الرش بالاحماض الامينية وحامض الساليسليك في محتوى الاوراق من البروتينات الذائبة الكلية

بينت النتائج في جدول (2) تأثير الرش بالاحماض الامينية وحامض الساليسليك في محتوى الاوراق من البروتينات الذائبة الكلية اذ وجد ان المعاملة بالتركيز 200 ملغم لتر⁻¹ من الاحماض الامينية ادت الى زيادة معنوية في محتوى الاوراق بلغت 5.139 ملغم غم⁻¹ وبفارق معنوي عن المعاملات الاخرى كما يلاحظ تفوق التركيز 200 ملغم لتر⁻¹ من حامض الساليسليك في اعطاء اعلى محتوى من البروتينات حيث بلغ 4.776 ملغم غم⁻¹ وبفارق معنوي عن التراكيز الاخرى. كما يلاحظ وجود فروق معنوية في معاملات التداخل بين الاحماض الامينية وحامض الساليسليك فوجد ان المعاملة بالتركيز 200 ملغم لتر⁻¹ من كل منهما اعطت اعلى محتوى بلغ 5.446 ملغم غم⁻¹ وبفارق معنوي عن بقية التداخلات الاخرى ومعاملة المقارنة.

جدول(2) تأثير الرش بالاحماض الامينية وحامض الساليسليك في محتوى اوراق فسانل نخيل التمر صنف البرحي المعرضة لاجهاد الملوحة من البروتينات الذائبة الكلية (ملغم غم⁻¹).

معدل حامض الساليسليك	تركيز الاحماض الامينية (ملغم لتر ⁻¹)			تركيز حامض الساليسليك ملغم لتر ⁻¹
	200	100	0	
3.842	4.029	3.861	3.637	0
4.476	4.852	4.363	4.213	100

5.139	5.446	5.115	4.857	200
	4.776	4.446	4.235	معدل الاحماض الامينية
0.148= للتداخل		0.121= للساليستيك	0.121= للاحماض	LSD $p \geq 0.05$

تأثير الرش بالاحماض الامينية وحامض الساليستيك في محتوى الاوراق من حامض البرولين

اوضحت النتائج في جدول (3) تأثير الرش بالاحماض الامينية وحامض الساليستيك في محتوى الاوراق من حامض البرولين اذ لوحظ ارتفاع مستوى الحامض الاميني عند معاملة المقارنة حيث بلغت 6.245 مايكروغرام غم⁻¹ وبفارق معنوي عن المعاملات الاخرى في حين ادت المعاملة بالتركيز 200 ملغم لتر⁻¹ من كل من الاحماض الامينية والساليستيك الى خفض محتوى الاوراق من البرولين الى ادنى مستوى له حيث بلغ (3.906 و 4.584) مايكروغرام غم⁻¹ على الترتيب. كما لوحظ ان معاملة التداخل بين الاحماض الامينية وحامض الساليستيك عند التركيز 200 ملغم لتر⁻¹ من كليهما اعطت اقل محتوى بلغ 3.766 مايكروغرام غم⁻¹ وبفارق معنوي عن بقية التداخلات الاخرى ومعاملة المقارنة.

جدول(3) تأثير الرش بالاحماض الامينية وحامض الساليستيك في محتوى اوراق فسانل نخيل التمر صنف البرحي المعرضة

لاجهاد الملوحة حامض البرولين (مايكروغرام غم⁻¹)

معدل حامض الساليستيك	تركيز الاحماض الامينية (ملغم لتر ⁻¹)			تركيز حامض الساليستيك ملغم لتر ⁻¹
	200	100	0	
5.969	5.808	5.853	6.245	0
4.350	4.180	4.293	4.578	100
3.906	3.766	3.808	4.143	200
	4.584	4.652	4.989	معدل الاحماض الامينية
0.149= للتداخل		0.121= للساليستيك	0.121= للاحماض	LSD $p \geq 0.05$

تأثير الرش بالاحماض الامينية وحامض الساليستيك في مؤشر اكسدة الدهون (تركيز مركب MDA)

بينت نتائج التحليل الاحصائي في جدول (4) تأثير الرش بالاحماض الامينية وحامض الساليستيك في مؤشر اكسدة الدهون في اوراق نخيل التمر صنف البرحي النسيجي اذ اظهرت النتائج ارتفاع مستوى المؤشر عند معاملة المقارنة حيث بلغت 4.179

مايكروغرام غم⁻¹ وبفارق معنوي عن المعاملة بالتراكيز المختلفة من الاحماض الامينية وحامض الساليسليك في حين ادت المعاملة بالتركيز 200 ملغم لتر⁻¹ من كل من الاحماض الامينية والساليسليك الى خفض معدل مؤشر اكسدة الدهون الى ادنى مستوى له حيث بلغ (2.363 و2.518) مايكروغرام غم⁻¹ على الترتيب وبفارق معنوي عن المعاملات الاخرى. في حين وجد ان معاملة التداخل بين الاحماض الامينية وحامض الساليسليك عند التركيز 200 ملغم لتر⁻¹ من كليهما اعطت اقل معدل بلغ 2.043 مايكروغرام غم⁻¹ وبفارق معنوي عن بقية التداخلات الاخرى ومعاملة المقارنة.

جدول (4) تأثير الرش بالاحماض الامينية وحامض الساليسليك في مؤشر اكسدة الدهون (تركيز مركب MDA) (مايكروغرام

غم⁻¹) في اوراق فسائل نخيل التمر صنف البرحي المعرضة لاجهاد الملوحة.

معدل حامض الساليسليك	تركيز الاحماض الامينية (ملغم لتر ⁻¹)			تركيز حامض الساليسليك ملغم لتر ⁻¹
	200	100	0	
3.455	2.842	3.343	4.179	0
3.058	2.668	2.840	3.666	100
2.363	2.043	2.182	2.864	200
	2.518	2.788	3.570	معدل الاحماض الامينية
	0.06= للتداخل	0.05= للساليسليك	0.05= للاحماض	LSD p≥ 0.05

تأثير الرش بالاحماض الامينية وحامض الساليسليك في مؤشر ثباتية الاغشية MSI

بينت النتائج في جدول (5) تأثير الرش بالاحماض الامينية وحامض الساليسليك في مؤشر ثباتية الاغشية في اوراق نخيل التمر صنف البرحي النسيجي اذ اظهرت النتائج تفوق المعاملة بالتركيز 200 و 100 ملغم لتر⁻¹ من الاحماض الامينية في اعطاء اعلى معدل لمؤشر ثباتية الاغشية اذ بلغ 69.66% و 68.22% بفارق معنوي عن معاملة المقارنة كما وجد ان المعاملة بالتركيز 200 و 100 ملغم لتر⁻¹ من حامض الساليسليك اعطت اعلى معدل للمؤشر بلغت 68.44% و 68.00% وبفارق معنوي عن معاملة المقارنة. في حين وجد ان معاملة التداخل بين الاحماض الامينية وحامض الساليسليك عند التركيز 200 و 100 ملغم لتر⁻¹ من كليهما اعطت اعلى معدل بلغ 71.00% و 69.66% وبفارق معنوي عن بقية التداخلات الاخرى ومعاملة المقارنة.

جدول(5) تأثير الرش بالاحماض الامينية وحامض الساليسليك في مؤشر ثباتية الاغشية (%) في اوراق فسانل نخيل التمر

صنف البرحي المعرضة لاجهاد الملوحة

معدل حامض الساليسليك	تركيز الاحماض الامينية (ملغم لتر ⁻¹)			تركيز حامض الساليسليك ملغم لتر ⁻¹
	200	100	0	
64.00	64.66	64.00	63.33	0
68.22	69.66	69.00	66.00	100
69.66	71.00	71.00	67.00	200
	68.44	68.00	65.44	معدل الاحماض الامينية
	لتداخل = 2.42	للساليسليك = 1.99	للاحماض = 1.99	LSD $p \geq 0.05$

تؤثر الملوحة في استجابة النبات لعمليات البناء الضوئي حيث تؤثر في كمية صبغات الكلوروفيل في الأوراق نتيجة خفض عمليات الامتصاص للعناصر المغذية مما يؤدي إلى انخفاض التمثيل الضوئي المقاس على أساس وحدة الكلوروفيل (Munns and Tester, 2008; Sperling *et al.*, 2014). أظهرت بعض الدراسات إن محتوى الأوراق من صبغات الكلوروفيل تنخفض تحت تأثير الملوحة (Sperling *et al.*, 2014; Rahneshan and Moghadam, 2018) وإن النبات المعرضة للإجهاد الملحي تكون محتوى الأوراق من الصبغات النباتية منخفضا مما ينعكس على مؤشرات النمو والمكونات الحيوية المهمة التي تساعد في تطور النبات (Flowers, 2004). ووضح (Torabi *et al.*, 2013) أن النباتات النامية تحت ظروف الإجهاد الملحي يتعرض لتغيرات في مستوى الكربوهيدرات والبروتينات فضلاً عن الصبغات النباتية المسؤولة عن عمليات البناء الضوئي. يعتبر الحامض الاميني البرولين من المركبات الواقية من الأزموزية العالية (Kishor *et al.*, 2015) حيث يؤدي البرولين دور حيوي في عملية التمثيل الغذائي كذلك يقوم بإزالة الجذور الحرة التي تنتج عند تعرض النبات الى الإجهادات الحيوية والغير حيوية ، كما يعد من مضادات الأكسدة ، وتزداد نسبة هذا الحامض عند تعرض النبات الى إجهاد ليصل الى 80% مقارنة بالظروف الطبيعية التي يشكل البرولين اقل من 5% من محتوى النبات من الاحماض الامينية(Kumar and Vardhini, 2015).يعد مركب المالوندايهايد (MDA) هو مركباً ساماً ينتج عن عملية اكسدة الدهون سيما الدهون غير المشبعة، (Suhim *et al.*, 2017) وان الزيادة في تركيز هذا المركب تحت الاجهاد سواء كان حيويًا او لا حيوي ينسجم مع نتائج يعد احد اسباب تدهور حالة النبات كونه من المركبات ذات السمية الخلوية على النبات(Brengi *et al.*, 2022). ان الزيادة في تركيز مركب MDA يرافق انخفاض في مؤشر ثباتيه الاغشية وقد يعزى

سبب هذا الضرر الى الاثار السامه لمركب MDA و تتفق هذه النتائج مع نتائج دراسات اشارت الى انخفاض مؤشر قيمة ثباتيه الاغشية في اوراق نخيل التمر تحت الاجهاد(الجابري،2017). وتلعب الأحماض الأمينية ادوارا حيوية متعددة في النبات فهي فضلا عن كونها وحدات البناء الاساسية للبروتينات، فبعض الاحماض الامينية هي المركبات البادئة للهرمونات النباتية ومواد النمو الأخرى، وتدخل في تركيب الاحماض النووية، كما تعمل على تحسين كفاءة عملية التمثيل الغذائي وتعزيز نمو النبات وزيادة الانتاج وزيادة تحمل النبات للإجهادات كما انها تعمل على تسهيل امتصاص المغذيات ونقلها واستخدامها(Goossens *et al.*, 2016). وبينت (Darwesh, 2013) أن المعاملة الخارجية لفسائل نخيل التمر صنف (Bartomouda) بمنظمات النمو النباتية SA بتركيز 400ppm و IAA بتركيز 30ppm النامية تحت الاجهاد الملحي NaCl 14000ppm أدت إلى تحسن صفات النمو الخضري والوزن الجاف للأوراق فضلا عن تقليل فعالية الأنزيمات المضادة للأكسدة (CAT و POD) وتقليل تراكم Na^+ و Cl^- . تتفق هذه النتائج مع القدرة المعروفة لحمض الساليسيليك (SA) على تعزيز المرونة من خلال تنظيم الاتزان الداخلي الخلوي، بما في ذلك العمليات المضادة للأكسدة، والتنظيم الأسموزي، واستقرار الأغشية، والحفاظ على سلامة البنية للخلايا (Carillo *et al.*, 2011; Doğan, 2012).

تأثير الرش بالاحماض الامينية وحامض الساليسيليك على فسائل نخيل التمر صنف البرحي النسيجي النامي تحت تأثير الملوحة في صفات الثباتية الوراثية(الترحيل الكهربائي للبروتينات الكلية الذائبة باستخدام تقنية SDS-PAGE)

توضح النتائج في جدول (6) قيم التشابه والاختلاف بين المعاملات الدراسة حسب مؤشر التشابه الوراثي للبروتينات الكلية الذائبة باستخدام تقنية SDS-PAGE لصنف نخيل التمر البرحي المنتج من زراعة الانسجة النباتية والنامي تحت تأثير الاجهاد الملحي حيث يلاحظ وجود اختلافات بين المعاملات في درجة التشابه بالاعتماد على الاوزان الجزيئية للحزم المتكونة والمتشابهة بين المعاملات وكما موضحة في الشكل (1)، حيث كونت المعاملات حزما بروتينية عددها 43 حزمة تراوحت اوزانها الجزيئية (375.00- 7.381) كيلو دالتون مع تسجيل اربعة حزم في المعاملات C (200ملغم 1^{-} ساليسليك) و F (100 ملغم لتر 1^{-} ساليسليك + 100 ملغم لتر 1^{-} احماض امينية) وخمسة حزم في المعاملات A (المقارنة) و B (100 ملغم لتر 1^{-} ساليسليك) و D (100 ملغم لتر 1^{-} احماض امينية) و G (100 ملغم لتر 1^{-} ساليسليك + 200 ملغم لتر 1^{-} احماض امينية) و(200 ملغم لتر 1^{-} ساليسليك + 200 ملغم لتر 1^{-} احماض امينية) في حين يلاحظ ان المعاملة E (200 ملغم لتر 1^{-} احماض امينية) قد سجلت ستة حزم بروتينية . و اشارة الى مؤشر التشابه الوراثي المبين في الجدول(6) فان قيمة المؤشر

تراوحت بين 0.8-0.18 % . مما يدل على وجود بعض التغيرات بسبب الملوحة ومعاملات التخفيف عند استخدام الاحماض الامينية وحامض الساليسليك حيث لوحظ تكون حزم ات اوزان جزئية منخفضة عند المعاملة بالاحماض الامينية وحامض الساليسليك. كما يلاحظ من المخطط التحليل التجميعي Dendogram باستخدام برنامج UPGAM في الشكل (2) وجود انعزالا بين المعاملات بسبب تكون بعض الحزم الجديدة واختفاء بعضها حيث انعزلت المعاملات الى مجموعتين رئيسية وبثلاث مجموعات داخلية Clusters بالاعتماد على مؤشر التشابه الوراثي المبين في الجدول(6) حيث انعزلت المعاملات جميعها بمجموعة والمعاملة G (100 ملغم لتر⁻¹ ساليسليك + 200 ملغم لتر⁻¹ احماض امينية) بمجموعة منفردة رئيسية .وهذا يعزز الدور الفعال للاحماض الامينية بالتركيز 200 ملغم لتر⁻¹ مع حامض الساليسليك بالتركيز 100 ملغم لتر⁻¹ في تخفيف اثار الاجهاد الملحي على فسائل نخيل التمر صنف البرحي المنتج نسيجيا. حيث يعد الترحيل الكهربائي للبروتينات باستخدام طريقة SDS PAGE من الطرق الحيوية المهمة التي توضح نمط توزيع الحزم البروتينية تحت ظروف الاجهاد المختلفة مقارنة بأخرى غير معرضة للإجهاد (Kapardar *et al.*, 2010). اثار (El Rabey *et al.*, 2015) ان عملية فحص الاضرار الناجمة عن الاجهادات البيئية وخاصة الملوحة بتقنية الترحيل الكهربائي للحزم البروتينية يعطي دلالة يده لمدى تحمل النبات وخاصة النخيل عن طريق انتاج بروتينات جديدة تعالج الضرر في المحتوى البروتيني للنبات المتضرر. واكد (El Rabey and Abulnaja, 2016) ان نخيل التمر المعرض لاجهاد الملوحة لوحظ انه كون حزما بروتينية جديدة وقد اختلفت اوزانها بالاعتماد على تركيز المجهد وبين ان البروتينات ذات الاوزان الواطئة تتكون بنمط اعلى كونها تعتبر بروتينات علاجية لأضرار الاجهاد(النجار،2017). اوضح الجابري(2017) ان الاجهاد البيئي المتمثل بالتلوث بالمعادن الثقيلة اثرت في الصفات الوراثية لأشجار النخيل، اذ اشارت نتائج الترحيل الكهربائي للبروتينات بطريقة SDS-PAGE الى ظهور حزمة جديدة ووزن الجزئي بلغ 18 كيلو دالتون واختفاء الحزمة 33 كيلو دالتون بالاعتماد على مؤشر التشابه الوراثي Genetic Similarity Index. وبين (Shareef and Al-Khayri, 2021) ان نمط توزيع البروتينات يتغير بحسب طبيعة نوع الاجهاد المعرض له النخيل حيث تظهر حزم بروتينية جديدة وتختفي اخرى بالاعتماد على مستوى ونوع المجهد وعمر النبات. اوضح (Resan *et al.*, 2026) ان الاجهادات البيئية الشديدة والمجمعة مسؤولة عن حدوث أعلى التغيرات في توزيع الانماط البروتينية بتقنية الترحيل الكهربائي. وتقود الى الاستنتاج أن الإجهادات اللاأحيائية تغير بشكل ملحوظ البنية البروتينية لأوراق

نخيل التمر، وتؤكد أيضاً على أن التوصيف الكهربائي للبروتين يُعد أداة كيميائية حيوية موثوقة لتقييم نظرة عامة عن الإجهاد في صنف النخيل البرحي النسيجي ذو القيمة الاقتصادية العالية من نخيل التمر.

جدول(6): قيم التشابه بين المعاملات حسب مؤشر التشابه الوراثي Genetic Similarity Index (GSI) للبروتينات

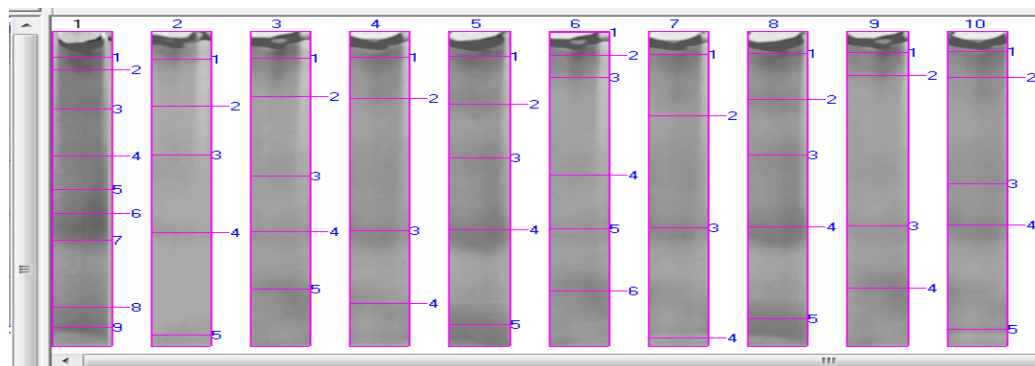
الكلية الذاتية باستخدام تقنية SDS-PAGE

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	0	0.6	0.4	0.6	0.18	0.6	0.6	0.4	0.6
B	0.6	0	0.6	0.6	0.5	0.2	0.6	0.6	0.4
C	0.4	0.6	0	0.3	0.6	0.2	0.6	0.5	0.4
D	0.6	0.6	0.3	0	0.5	0.4	0.8	0.6	0.4
E	0.18	0.5	0.6	0.5	0	0.4	0.7	0.6	0.5
F	0.6	0.2	0.2	0.4	0.4	0	0.6	0.5	0.6
G	0.6	0.6	0.6	0.8	0.7	0.6	0	0.6	0.6
H	0.4	0.6	0.5	0.6	0.6	0.5	0.6	0	0.6
I	0.6	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0

A (المقارنة)، B (100 ملغم لتر⁻¹ ساليسيلك)، C (200 ملغم لتر⁻¹ ساليسيلك)، D (100 ملغم لتر⁻¹ امحاض امينية)، E (200 ملغم لتر⁻¹ امحاض

امينية)، F (100 ملغم لتر⁻¹ ساليسيلك + 100 ملغم لتر⁻¹ امحاض امينية)، G (100 ملغم لتر⁻¹ ساليسيلك + 200 ملغم لتر⁻¹ امحاض امينية

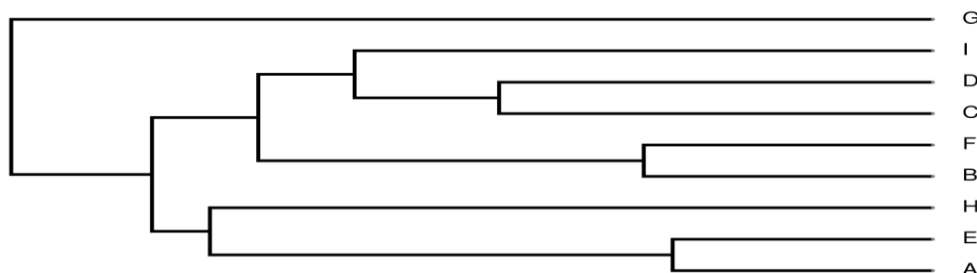
H: (200 ملغم لتر⁻¹ ساليسيلك + 100 ملغم لتر⁻¹ امحاض امينية)، I: (200 ملغم لتر⁻¹ ساليسيلك + 200 ملغم لتر⁻¹ امحاض امينية).



		M.W.									
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
1		225.000	212.333	218.656	225.000	230.769	375.000	242.308	248.077	253.846	259.615
2		150.000	102.639	113.011	110.763	104.529	236.538	96.934	109.669	141.566	138.780
3		100.000	75.653	59.765	28.133	73.537	138.780	29.198	75.653	29.933	54.127
4		75.000	27.450	27.788	15.718	28.483	60.479	7.381	29.564	17.825	30.307
5		50.000	8.095	17.718		10.782	28.838		12.312		9.524
6		35.000					17.499				
7		25.000									
8		15.000									
9		10.000									

شكل(1): الحزم البروتينية لنتائج الترحيل الكهربائي والاوزان الجزيئية المستخرجة باستخدام برنامج Photocapt MW V.

10.01



شكل(2): المخطط التحليل التجميعي باستخدام طريقة Unweighted pair-group Method with

(UPGAM) Arithmetic Average

A (المقارنة)، B، (100 ملغم لتر⁻¹ ساليسيلك)، C (200ملغم لتر⁻¹ ساليسيلك)، D، (100 ملغم لتر⁻¹ احماض امينية)، E، (200 ملغم لتر⁻¹ احماض امينية المقارنة)، F (100 ملغم لتر⁻¹ ساليسيلك + 100 ملغم لتر⁻¹ احماض امينية)، G، (100 ملغم لتر⁻¹ ساليسيلك + 200 ملغم لتر⁻¹ احماض امينية)، H، (200 ملغم لتر⁻¹ ساليسيلك + 100 ملغم لتر⁻¹ احماض امينية)، I، (200 ملغم لتر⁻¹ ساليسيلك + 200 ملغم لتر⁻¹ احماض امينية).

Conclusions

الاستنتاجات

خلصت الدراسة الحالية إلى أن الرش الورقي بالأحماض الأمينية وحامض الساليسيليك، سيما عند التركيز 200 ملغم لتر⁻¹، أدى إلى تحسين المحتوى الكلوروفيل الكلي والبروتينات الذائبة الكلية، وزيادة ثباتية الأغشية الخلوية، مع خفض محتوى البرولين ومؤشر أكسدة الدهون في فسائل نخيل التمر صنف البرحي النسيجي النامية تحت الإجهاد الملحي. كما أظهرت نتائج SDS-PAGE حدوث تغيرات في الأنماط البروتينية المرتبطة باستجابة النبات للملوحة، مما يؤكد كفاءة الأحماض الأمينية وحامض الساليسيليك في تعزيز تحمل الإجهاد الملحي وتحسين الأداء الفسيولوجي لفسائل النخيل.

References

المصادر

- بشير، سعد زغلول(2003). دليلك إلى البرنامج الإحصائي SPSS. الإصدار العاشر. المعهد العربي للتدريب والبحوث الإحصائية. 159-170 ص.
- الجابري، خير الله موسى عواد (2017). التغيرات الموسمي للتلوث بالمعادن الثقيلة وتأثير معاملة الكاديوم والرصاص في بعض الصفات الكيميوحيوية والتشريحية والوراثية لنخيل التمر (*Phoenix dactylifera* L .) صنف البرحي. أطروحة دكتوراه -كلية العلوم -جامعة البصرة - العراق - 206 ص.
- النجار، محمد عبد الامير حسن (2017). علاقة الاجهاد البيئي بالنمط البروتيني في نخيل التمر (*Phoenix dactylifera* L.) صنف الحلاوي والساير المجلة العلمية لجامعة الملك فيصل العلوم الاساسية والتطبيقية ، 18(2):1-8.
- Arnon D.I.(1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenoxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol. 24:1-15.
- Asare-Boamah N. K., Hofstra G., Fletcher R. A. and Dumbroff E. B. (1986). Triadimefon protects bean plants from water stress through its effects on abscisic acid. Plant Cell Physiol. 27:383-390.
- Bari, R., & Jones, J. D. G. (2009). Role of plant hormones in plant defence responses. Plant Molecular Biology, 69(4): 473-488. <https://doi.org/10.1007/s11103-008-9435-0>
- Bates L. S., Waldren R. P. and Teare I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. J. Plant and Soil. 39:205-207.
- Bavei V., Shiran B., Khodambashi M. and Ranjbar A. (2011). Protein electrophoretic profiles and physiochemical indicators of salinity tolerance in sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Afr. J. Biotechnol. 10(14):2683-2697.

- Bradford M. M. (1976).** A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal Biochem.* 38:248-252.
- Brengi, S.H., Khedr, A.A.E.M. and Abouelsaad, I.A. (2022).** Effect of melatonin or cobalt on growth, yield and physiological responses of cucumber (*Cucumis sativus* L.) plants under salt stress. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 21(1), pp. 51–60. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2021.06.012>
- Carillo, P., Grazia, M., Pontecorvo, G., Fuggi, A., & Woodrow, P. (2011).** Salinity Stress and Salt Tolerance. In *Abiotic Stress in Plants-Mechanisms and Adaptations*. InTech. <https://doi.org/10.5772/22331>
- Darwesh, R.S.S. (2013).** Improving growth of date palm plantlets grown under salt stress with yeast and amino acids applications. *Annals of Agricultural Sciences*, 58(2): 247–256. <https://doi.org/10.1016/j.aosas.2013.07.014>
- Diallo, H. (2005).** The role of date palm in combat desertification. In: *The Date Palm: From Traditional Resource to Green Wealth. and Strategy Researches* (pp. 13-19.). UAE Center of Studies Abu Dhabi, UAE.
- Doğan, M. (2012).** Investigation of the effect of salt stress on the antioxidant enzyme activities on the young and old leaves of *Salsola* (Stenoptera) and tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *African Journal of Plant Science*, 6(2). <https://doi.org/10.5897/ajps11.116>
- El Rabey, H. A., Al-Malki, A. L., Abulnaja, K. O., & Rohde, W. (2015).** Proteome analysis for understanding abiotic stress (salinity and drought) tolerance in date palm (*Phoenix dactylifera* L.). *International Journal of Genomics*, 2015, 407165. <https://doi.org/10.1155/2015/407165>
- El Rabey, H. A., Al-Malki, A. L., & Abulnaja, K. O. (2016).** Proteome analysis of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) under severe drought and salt stress. *International Journal of Genomics*, 2016, 7840759. <https://doi.org/10.1155/2016/7840759>
- Etesami, H., Noori, F. (2019).** Soil Salinity as a Challenge for Sustainable Agriculture and Bacterial-Mediated Alleviation of Salinity Stress in Crop Plants. In: Kumar, M., Etesami, H., Kumar, V. (eds) *Saline Soil-based Agriculture by Halotolerant Microorganisms*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8335-9_1
- Flowers, T.J. (2004).** Improving crop salt tolerance', *Journal of Experimental Botany*, 55(396), pp. 307–319. <https://doi.org/10.1093/jxb/erh003>.

- Goossens, J., Fernández-Calvo, P., Schweizer, F., & Goossens, A. (2016).** Jasmonates: signal transduction components and their roles in environmental stress responses. *Plant molecular biology*, 91(6): 673–689. <https://doi.org/10.1007/s11103-016-0480-9>
- Hassan, M. U., Chattha, M. U., Khan, I., Chattha, M. B., Barbanti, L., Aamer, M., ... Aslam, M. T. (2021).** Heat stress in cultivated plants: nature, impact, mechanisms, and mitigation strategies—a review. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*, 155(2): 211–234. <https://doi.org/10.1080/11263504.2020.1727987>
- Heath R. L. and Packer L. (1968).** Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Arch Biochem. Biophys.* 125:189–198.
- Ihsan, M. Z., Daur, I., Alghabari, F., Alzamanan, S., Rizwan, S., Ahmad, M., ... Shafqat, W. (2019).** Heat stress and plant development: role of sulphur metabolites and management strategies. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 69(4): 332–342. <https://doi.org/10.1080/09064710.2019.1569715>
- Kapardar, R. K., Ranjan, R., Grover, A., Puri, M., & Sharma, R. (2010).** Identification and characterization of genes conferring salt tolerance to *Escherichia coli* from pond water metagenome. *Bioresource Technology*, 101(11): 3917–3924. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.01.017>
- Kumar, I., Rao, S. and Vardhini, B. (2015).** Role of Phytohormones during Salt Stress Tolerance in Plants. *Current Trends in Biotechnology and Pharmacy*, 9(4): 334–343.
- Lutts, S., Kinet, J.M. and Bouharmont, J. (1996).** NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance', *Annals of Botany*, 78(3): 389–398. <https://doi.org/10.1006/anbo.1996.0134>
- Munns, R. and Tester, M. (2008).** Mechanisms of Salinity Tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59(1): 651–681. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>
- Parihar, P., Singh, S., Singh, R., Singh, V. P., & Prasad, S. M. (2015).** Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. *Environmental Science and Pollution Research International*, 22(6): 4056–4075. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3739-1>
- Polavarapu, B. K. K. (2015).** Role of proline in cell wall synthesis and plant development and its implications in plant ontogeny. *Frontiers in Plant Science*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00544>

- Rahneshan, Z., Nasibi, F. and Moghadam, A.A. (2018).** Effects of salinity stress on some growth, physiological, biochemical parameters and nutrients in two pistachio (*Pistacia vera* L.) rootstocks. Journal of Plant Interactions, 13(1): 73–82. <https://doi.org/10.1080/17429145.2018.1424355>
- Resan, A. Z., Gabash, H. M., Lafta, A. Y., & Al-Tamimi, H. M. A. (2026).** Proteomic responses of tissue-cultured date palm (*Phoenix dactylifera* L. cv. Barhi) to salinity, drought, and heavy metal stress. Pakistan Journal of Agricultural Research, 39(1):179-186. <https://doi.org/10.17582/journal.pjar/2026/39.1.179.186>
- Shareef, H. J., & Al-Khayri, J. M. (2021).** Salt and drought stress exhibits oxidative stress and modulated protein patterns in roots and leaves of date palm (*Phoenix dactylifera* L.). Acta Agriculturae Slovenica, 117(1): 1-10. <https://doi.org/10.14720/aas.2021.117.1.1829>
- Sperling, O., Lazarovitch, N., Schwartz, A., & Shapira, O. (2014).** Effects of high salinity irrigation on growth, gas-exchange, and photoprotection in date palms (*Phoenix dactylifera* L., cv. Medjool). Environmental and Experimental Botany, 99: 100–109. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2013.10.014>
- Suhim, A. A., Awad, K. M., Jaffer, O. N., & Abass, M. H. (2023).** Impact of salicylic and jasmonic acid in mitigating salinity stress on date palm *Phoenix dactylifera* L. Barhi CV. Basrah Journal of Agricultural Sciences, 36(1): 120–130. <https://doi.org/10.37077/25200860.2023.36.1.10>
- Suhim, A.A., Abbas, K.F. and Al-Jabary, K.M.A. (2017).** Oxidative responses and genetic stability of date palm *Phoenix dactylifera* L. Barhi cv. under salinity stress. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare, 7(8): 70–80.
- Torabi, M., Ridzwan, A.H., Aliakbar, M. and Miri, Y. (2013)** Physiological and biochemical responses of plants in saline environment. In: Crop Biology and Agriculture in Harsh Environments. Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, Germany, pp. 47-80. ISBN 9783659376917
- War, A. R., Paulraj, M. G., War, M. Y., & Ignacimuthu, S. (2011).** Role of salicylic acid in induction of plant defense system in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Plant Signaling & Behavior, 6(11): 1787–1792. <https://doi.org/10.4161/psb.6.11.1768>
- Watanabe S., Kojima K., Ide Y. and Sasaki S. (2000).** Effect of saline and osmotic stress on proline and sugar accumulation in *Populus euphratica* in vitro. Plant Cell Tissue Organ Cult. 63:199-206.

Effects of Amino Acids and Salicylic Acid on Biochemical Responses and Genetic Stability of Tissue-Cultured Date Palm Offshoots Under Salt Stress

Rasha H. Shanshol Aqeel A. Suhim* Mohammed A. H. Alnajjar

Department of Horticulture and Landscape, College of Agriculture, University of Basrah, Basrah, Iraq.

*Corresponding author: aqeel.suhaim@uobasrah.edu.iq

Abstract

The present study was conducted at the Department of Horticulture and Landscape, College of Agriculture, University of Basrah, on three-year-old tissue culture-derived date palm offshoots (*Phoenix dactylifera* L., cv. Barhee). It aimed to evaluate the effects of amino acid and salicylic acid foliar application on alleviating salinity stress during the 2025–2026 growing season. Plants were irrigated with saline water at 10 dS m⁻¹ (100 mM), and treated with amino acid mixture (0, 100, 200 mg L⁻¹) and salicylic acid (0, 100, 200 mg L⁻¹). Results showed that the combined application of 200 mg L⁻¹ amino acids and 200 mg L⁻¹ salicylic acid significantly improved biochemical traits. This treatment produced the highest total chlorophyll content (5.318 mg g⁻¹) and soluble protein content (5.446 mg g⁻¹), while reducing proline to 3.766 mg g⁻¹ and lipid peroxidation to 2.043 mg g⁻¹, and enhancing membrane stability index to 71%. SDS-PAGE analysis revealed 43 protein bands, indicating changes in protein expression under salinity and treatments. Cluster analysis grouped treatments into two main clusters; notably, the combination of 100 mg L⁻¹ salicylic acid and 200 mg L⁻¹ amino acids formed a distinct group with a genetic stability index of 0.8%. Overall, salinity induced noticeable biochemical and genetic alterations, whereas amino acids and salicylic acid effectively mitigated stress effects and improved plant performance and genetic stability.

Keywords: Salinity stress, Date palm, Amino acids, Salicylic acid, SDS-PAGE.