مجلة جامعة الملك سعود، م ٨، العلوم الزراعية (٢)، ص ص ١٨٩-٢٠٨، الرياض (١٤١٦هـ/ ١٩٩٦م).

تأثير الملوحة على محتوى الأوراق من الكلوروفيل والبرولين في بعض أصول وطعوم الحمضيات

مصطفى عاطف الحمادي، محمد علي باشه، و علي عبدالله الجابري

قسم الإنتاج النباتي، كلية الزراعة، جامعة الملك سعود

الرياض، المملكة العربية السعودية

(ورد البحث في ١٤١٥/٨/٣هـ؛ وقُبل للنشر في ١٤١٦/٦/٢٢هـ)

ملخص البحث. أجري هذا البحث في غرف النمو التابعة لقسم الإنتاج النباتي بكلية الزراعة على أربعة أصول من الحمضيات هي: النارنج، اليوسفي كليوباترا، الكاريزو سترانج، الفولكا ميريانا، بالإضافة إلى طعمين من البرتقال هما صنفي: الفالنشيا والهاملن لدراسة تأثير أربعة تركيزات من الملوحة (صفر، ٢٥، ٥٠، ١٠٠ ملليمول/ اللتر من كلوريد الصوديوم) على محتوى أوراق هذه الأصول والطعوم من الكلوروفيل والحمض الأميني البرولين.

وقد أوضحت نتائج هذا البحث أن محتوى الأوراق من الكلوروفيل (ا، ب، والكلي) قد انخفض نتيجة لتعرضها للإجهاد الملحي، وكان محتوى الأوراق من الكلوروفيل أقل في المعاملات الملحية المرتفعة مقارنة بالمعاملات الملحية المنخفضة أو المعاملة الضابطة. كما كانت هناك فروق مؤكدة إحصائيًا بين الأصول الأربعة في تأثيرهما على محتوى الأوراق من الكلوروفيل، وكان أصلاً اليوسفي كليوباترا والكاريزو سترانج أعلى في محتواهما من الكلوروفيل عن أصلي النارنج والفولكا ميريانا. كما احتوت أوراق الشتلات غير المطعمة على محتوى أقل معنويًا عن الشتلات المطعمة، في حين لم تكن هناك فروق معنوية بين الطعمين (البرتقال الهاملن والفالنشيا) في معظم المواعيد.

كما وجد أن محتوى الأوراق من البرولين قد ازداد بزيادة تعرض الشتلات للإجهاد الملحي، وكانت هناك فروق مؤكدة إحصائيًا بين الأصول المستخدمة في محتواها من البرولين، وكان أصلاً اليوسفي كليوباترا والكاريزو سترانج أعلى في محتواهما من البرولين عن أصلي النارنج والفولكا ميريانا. كما احتوت الشتلات غير المطعمة على تركيزات أعلى من البرولين مقارنة بالشتلات المطعمة، وكانت هناك فروق مؤكدة إحصائيًا بين الطعمين ابتداءً من الموعد الخامس وحتى نهاية التجربة حيث احتوت أوراق طعم البرتقال الفالنشيا على تركيزات أقل من البرولين عن أوراق طعم البرتقال الهاملن.

وتـوضح نتائج هذه الدراسة أن شتلات الحمضيات تستجيب للإجهاد الملحي عن طريق زيادة محتوى أوراقها من البرولين لكي تتأقلم مع الإجهاد الذي تتعرض له.

مقدمـــة

ازداد الاهتمام بزراعة أشجار الحمضيات بالمملكة العربية السعودية ودول الخليج العربي الأخرى خلال السنوات الأخيرة، إلا أنه من الملاحظ أن محصول الأشجار منخفض بالمقارنة بمحصول الأشجار في المناطق الأخرى من العالم [١، ص ص ٧٧-٨٢]. ويرجع النقص في المحصول إلى تعرض الأشجار للإجهادات البيئية المختلفة وخاصة الإجهاد الحراري [٢] وكذلك الإجهاد الملحي.

ومن المعروف أن مشكلات الملوحة تزداد مع مرور الوقت بالإضافة إلى قلة توافر موارد مياه الري الجيدة. وترجع معظم الإجهادات الملحية التي تتعرض لها أشجار الحمضيات إلى وجـود أمـلاح الصـوديوم وخـاصـة كلوريد الصـوديوم [٣، ص٦٠٧]. وتختلف أصول الحمضيات عن بعضها في مواصفاتها الفسيولوجية المتعلقة بالعلاقات المائية وفي قدرتها على امتصاص العناصر المعدنية وانتقالها [٤، ٥]. كما أن للأصول المستخدمة في التطعيم تأثيراً كبيراً على العديد من مواصفات الطعم مثل قوة النمو ومقاومة البرودة [٦]، ومحتوى الأوراق من العنـاصر المعـدنية ومقاومة العطش والملوحة [٧، ٨] وكذلك على المحصول وصفات الثمار [٩، ١٠].

وللإجهادات الملحية التي تتعرض لها الأشجار تأثيرات مختلفة على مكوناتها الكيميائية من أهمهـا تأثيرها على محتوى الأوراق من الكلوروفيل، حيث يؤدي الإجهاد الملحي إلى نقص واضح في محتوى الأوراق من الكلوروفيل، وبالتالي يؤثر على كفاءة عملية التمثيل الضـوئي. وقـد وجـد Carter and Myers [١١] أن محتـوى أوراق الجـريب فروت من الكلوروفيل قد قل نتيجـة لتأثير المعاملة بالأملاح، كما توصل Kenwar and Bhambota [١٢] إلى النتـائج نفسها على أشجار البرتقال. بالإضافة إلى ذلك وجد بعض الباحثين الآخرين أن للأصول تأثيرات واضحة على محتوى الأوراق من الكلوروفيل [١٣-١٥].

كما وجد أن الأشجار تستجيب للإجهادات البيئية المختلفة عن طريق زيادة محتواها من بعض المركبات الكيميائية الخاصة مثل زيادة تركيز محتواها من الحمض الأميني البرولين،

وربما يعزى ذلك إلى دور البرولين في تنظيم الضغط الأسموزي للخلايا أثناء الإجهاد الملحي [٣، ١٦، ١٧].

ويعد أصل النارنج من أهم الأصول الشائعة الاستخدام في تطعيم أشجار الحمضيات في المملكة والدول العربية الأخرى، وهو من الأصول التي تتحمل الملوحة بدرجة متوسطة، وهذا الأمر يستدعي الاهتمام بدراسة بعض أصول الحمضيات الجديدة والتي تستخدم في بعض دول العالم لمعرفة تأثير الملوحة عليها لاختيار أفضل هذه الأصول والتي تتحمل الإجهاد الملحي لاستخدامها في تطعيم الحمضيات عليها بالمملكة في المستقبل.

وهذا البحث عبارة عن جزء من دراسة أجريت بكلية الزراعة ـ جامعة الملك سعود [١٨] لبحث تأثير التركيزات المختلفة من ملح كلوريد الصوديوم في ماء الري على النمو الخضري والجذري ومحتوى الأوراق والجذور من العناصر المعدنية، ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل والبرولين. وقد تم استخدام أربعة أصول من الحمضيات هي: النارنج، اليوسفي كليوباترا، الكاريزو سترانج والفولكا ميريانا وطعمان من البرتقال هما: الفالنشيا والهاملن.

وهذا البحث يختص بدراسة تأثير الملوحة على محتوى أوراق الأصول والطعوم السابقة من الكلوروفيل والبرولين، وتحديد أنسب الأصول والطعوم التي يمكنها مقاومة تأثيرات الأملاح الموجودة في ماء الري.

المواد وطرق البحث

أجري هذا البحث بكلية الزراعة ـ جامعة الملك سعود خلال موسمي ١٩٩٠/ ١٩٩١م و١٩٩١/١٩٩٢م لدراسة تأثير مستويات مختلفة من الملوحة في ماء الري على محتوى أوراق بعض أصول وطعوم الحمضيات من الكلوروفيل والبرولين.

وقد استخدم في هذا البحث الأصول التالية:

١ ـ أصل النارنج *6Sour Orange (Citrus aurantium*

٢ ـ أصل اليوسفي كليوباترا Cleopatra Mandarin *(Citrus reticulata)*

٣ ـ أصل الكاريزو سترانج Carrizo Citrange

وهو عبارة عن هجين بين البرتقال × والبرتقال الثلاثي الأوراق
(Citrus sinensis x Poncirus trifoliata)

أصل الفولكا ميريانا Volkamer Lemon *(Citrus volkameriana)*

وطعمان من البرتقال هما:

١ ـ البرتقال صنف فالنشيا *Citrus sinensis* var. Valencia

٢ ـ البرتقال صنف هاملن *Citrus sinensis* var. Hamlin

وقد تم الحصول على الشتلات المطلوبة لهذا البحث من مركز أبحاث وتنمية البستنة بمنطقة نجران التابع لوزارة الزراعة والمياه بالتعاون مع منظمة الأغذية والزراعة (FAO).

وقد تم زراعة بذور الأصول خلال شهر أغسطس عام ١٩٩٠م، وطعمت هذه الأصول خلال شهر سبتمبر عام ١٩٩١م. وقد قسمت الشتلات الخاصة بكل أصل من الأصول الأربعة إلى ثلاث مجموعات على النحو التالي:

ا) عشرون شتلة تم تركها بدون تطعيم.

ب) عشرون شتلة تم تطعيمها بعيون من طعم البرتقال صنف الفالنشيا.

جـ) عشرون شتلة تم تطعيمهات بعيون من طعم البرتقال صنف الهاملن.

وبذلك يكون عدد الشتلات التي استخدمت في هذا البحث ٢٤٠ شتلة (٤ أصول × ٦٠ شتلة من كل أصل).

وتم نقل هذه الشتلات إلى كلية الزراعة بالرياض في شهر ديسمبر من عام ١٩٩١م، حيث وضعت الشتلات في غرف النمو لتوفير الظروف البيئية الملائمة لنموها، حيث كانت درجات الحرارة ١٧°م ليلاً و٢٨°م نهارًا والإضاءة ٣٠٠٠ شمعة/ قدم لمدة ١٦ ساعة إضاءة يوميًا و٨ ساعات ظلام.

وقد تم نقل الشتلات من التربة العادية وزراعتها في البيرلايت الزراعي Perlite وهو مادة غير عضوية لا تتفاعل كيميائيًا وتساعد على الاحتفاظ بالماء، وذلك في أصص بلاستيكية قطرها ٢٠سم، وذلك في أوائل شهر يناير عام ١٩٩٢م. وتم ري الشتلات بالماء المقطر بما يعادل ٣٠٠مل كل يوم لمدة أسبوع ثم كل يومين خلال الأسبوع الثاني ثم كل ثلاثة

أيام بعد ذلك وحتى نهاية التجربة . وبعد شهر من نقل الشتلات للبيرلايت تم بدء ريها بمحلول هوجـلانـد من العنـاصر الكبرى والعناصر الصغرى . وبعد مضي ثلاثة شهور ونصف من بدءالري بمحلول هوجلاند أعطت الشتلات نموًّا جيدًا ، ولتوحيد شكل النمو ولتسهيل أخذ البيانات تم تقليم جميع الشتلات المطعمة وغير المطعمة بحيث تم اختيار أحد الفروع وتقليمه على خمسة عيون وبعد ذلك تم اختيار إحدى العيون النامية لتكوين الفرع الرئيسي للشتلة مع التخلص من أي نموات أخرى بعد نموها مباشرة (شكل رقم ١) .

شكل رقم ١ . يوضـح طريقـة زراعـة وتقليم الشتلات المستخدمة في التجربة (أعلى : شتلات أصل الكاريزو سترانج ، أسفل : شتلات طعم الفالنشيا المطعمة على أصل الكاريزو سترانج) وذلك قبل بداية المعاملات الملحية .

وقد استغرق الوقت من إجراء التقليم وحتى بدء المعاملات المحلية ٢٩ يومًا، حيث بدأت المعاملات الملحية في ١٠/٥/١٩٩٢م. وقد استخدمت المعاملات الملحية التالية:

ا) **المعاملة الأولى**: المعاملة الضابطة (الكنترول) (صفر) استخدم فيها الري بالماء المقطر المضاف إليه نصف هوجلاند من العناصر الكبرى وهوجلاند كامل من العناصر الصغرى.

ب) **المعاملة الثانية**: استخدم ملح كلوريد الصوديوم بتركيز ٢٥ ملليمول/ لتر في الماء المقطر المحتوي على محلول هوجلاند كما في (ا).

جـ) **المعاملة الثالثة**: استخدم ملح كلوريد الصوديوم بتركيز ٥٠ ملليمول/ لتر في الماء المقطر المحتوي على محلول هوجلاند كما في (ا).

د) **المعاملة الرابعة**: استخدم ملح كلوريد الصوديوم بتركيز ١٠٠ملليمول/ لتر في الماء المقطر المحتوي على محلول هوجلاند كما في (ا).

وقد روعي التدريج في إضافة المحاليل الملحية للشتلات، حيث بديء بتركيز ٢٥ملليمول لجميع المعاملات، وبعد ذلك تم رفعه للتركيز ٥٠ملليمول لكل من ٥٠ و١٠٠ ملليمول، وبعد أسبوع آخر رفع إلى ٧٥ملليمول، وبعد ذلك بأسبوع رفع إلى ١٠٠ملليمول للشتلات الخاصة بالمعاملة ١٠٠ ملليمول. والهدف من هذا التدرج هو تجنب حدوث صدمة أسموزية للشتلات.

وقد صممت التجربة على أساس تجربة عاملية ذات ثلاثة عوامل في تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، ومثلت كل معاملة بخمس شتلات [١٩، ص ص١٠١-١١٣]. وقد تم الانتهاء من التجربة بعد ٥ شهور (١٥٣ يومًا) من بداية المعاملات الملحية وبعد أن تأثرت أكثر من ٥٠٪ من الشتلات المعاملة بالملوحة.

وقد تم تقدير الكلوروفيل في الأوراق (ورقتين ناضجتين من كل شتلة) بعد مرور خمسة أسابيع من بداية المعاملات الملحية وعلى فترات كل أسبوعين حتى نهاية التجربة حيث تم أخذ جميع أوراق الشتلات.

وتم استخلاص الكلوروفيل من الأوراق بوساطة مذيب N,N Dimethyl formamide لمدة ٤٨ساعة على درجة حرارة ٥°م في الظلام - وبعد ذلك تم قراءة المستخلص على جهاز Spectrophotometer Ultrospec 4050 عند طول موجة ٦٦٤ نانومتر للكلوروفيل (ا) وعند

طول موجة ٦٤٥ نانومتر للكلوروفيل (ب)، وبعد ذلك تم حساب الكلوروفيل باستخدام المعادلات الخاصة بكل منهما [٢٠].

أما البرولين فقد تم تقديره في الأوراق (ورقتين من كل شتلة) المأخوذة بعد خمسة أسابيع من بدء المعاملات الملحية وعلى فترات كل أسبوعين حتى نهاية التجربة، حيث تم تجفيف الأوراق في الفرن على درجة حرارة ٦٠°م ثم طحنت العينات وتم تقدير البرولين عن طريق الاستخلاص من العينات الجافة باستخدام حمض سلفوسلسليك خلال عدة خطوات، ثم تم فصل البرولين وقراءة تركيز اللون على جهاز Spectrophotometer Ultros-pec 4050 على طول موجة ٥٣٠ نانومتر مع المقارنة بمحلول قياسي لحساب تركيز البرولين حسب الطريقة التي ذكرها Singh *et al.* [٢١].

النتائج والمناقشة

أولاً: تأثير الملوحة على محتوى الأوراق من الكلوروفيل

١ ـ كلوروفيل (ا) Cloropyhll (a)

أوضحت النتائج المتحصل عليها في هذا البحث (جدول رقم ١) والمتعلقة بتأثير التركيزات المختلفة من كلوريد الصوديوم في ماء الري على محتوى الأوراق من كلوروفيل (ا) خلال المواعيد المختلفة (بغض النظر عن الأصول أو الطعوم) أنه لم يكن لمعاملات الملوحة المستخدمة تأثير مؤكد إحصائيًا في الموعد الأول، وبعد ذلك ازداد تركيز الكلوروفيل في الأوراق خلال المواعيد الثاني والثالث والرابع إلا أن معدل هذه الزيادة كان أقل في المعاملات الملحية المرتفعة (٥٠ و١٠٠ ملليمول/ لتر) مقارنة مع المعاملة التي رويت بتركيز ٢٥ ملليمول أو المعاملة الضابطة (الكنترول).

ولم تكن هناك فروق مؤكدة إحصائيًا بين المعاملة الضابطة والمعاملة بتركيز ٢٥ ملليمول في المواعيد الأربعة الأولى. وبداية من الموعد الخامس وحتى نهاية التجربة أظهرت النتائج وجود اختلافات بين المعاملتين الأخيرتين، حيث قلت كمية كلوروفيل (ا) في المعاملة ٢٥ ملليمول مقارنة مع المعاملة الضابطة، وكانت الفروق بين المعاملتين (٥٠ و١٠٠ ملليمول) معنوية بداية من الميعاد الثالث وحتى نهاية التجربة، ما عدا الموعد الخامس، حيث لم يكن هناك فروق معنوية بين المعاملتين ٢٥ و٥٠ ملليمول. وبداية من

جدول رقم ١. تأثير التركيزات المختلفة من كلوريد الصوديوم في ماء الري على محتوى الأوراق من كلوروفيل (ا) (مجم/ ١٠٠جم وزن طازج) لبعض أصول وطعوم الحمضيات .

المعاملات	مواعيد أخذ العينات (بالأسبوع بعد بداية معاملات الملوحة)							المتوسط
	٥	٧	٩	١١	١٣	١٥	١٧	١٩	
				(ا) معاملات الملوحة					
المعاملة الضابطة	١٢٥,١٥ا	١١٨١,٥٣ا	١٢١٤,٣٦ا	١٢٣٤,٢١ا	١٢٢٦,٩٠ا	١٢٢٨,٤٤ا	١٢٣٧,٤٨ا	١٢٥٠,٩٦ا	٢١٢,٣٨
٢٥ ملليمول	١٣٠,٠٧ا	١١٧٧,٤٦ا	١٢١٠,١٣ا	١٢٣٠,٢٣ا	١٩٦,٨٢ب	١٩٤,١٧ب	١٩٢,٦٩ب	٢٠٨,٧٩ب	١٩٢,٥٥
٥٠ ملليمول	١٢٨,٤١ا	١١٦٤,٤٠ا	١٩٣,١٩ب	٢٠٠,٧٦ب	١٤٨,٠٩ب	١٧٢,٥٣ج	١٧٣,٤١ج	١٧٦,٥٣ج	١٦٩,٦٧
١٠٠ ملليمول	١٢٣,٤٠ا	١٥٠,٧٦ب	١٦٧,٩٤ج	١٦٦,٩٣ج	١٤٣,٠٤ج	١٢٣,٤٩د	١٢٥,٠٩د	١٢٥,٥٣د	١٤٠,٧٧
				(ب) الأصـــول					
النارنـــج	١٤٠,٤٢ب	١١٧٨,٢٧ا	١٨٧,١١ب	١٩١,٤٥ج	١٧١,٧٨ج	١٦٣,٣٠ب	١٥٨,٠٠ب	١٦٢,٠٥ب	١٦٩,٠٥
اليوسفي كليوباترا	١٤٢,٠٢ا	١١٧٢,٩٥ا	١٢٠٥,٧٣ا	١٢٢٧,٢١ا	١٢٢١,٧٥ا	١٢٠٥,٤٠ا	٢٠٥,١٢ب ج	١٢٢٨,٧٠ا	٢٠١,١١
الكاريزو سترانج	١١٦,٨٠ب	١٧٣,٨٩اب	١٢٠٦,٦٤ا	٢١٥,٥٢اب	١٩٧,٨٢ب	١٢٠٨,٣٥ا	١٢١١,٦٩ا	١٢١٨,٨٤ا	١٩٣,٦٩
الفولكاميريانا	١٠٧,٧٩ب	١٤٩,٠٠ب	١٨٦,٦٠ب	٢٠١,٤١ب ج	١٦٥,٢٩ج	١٥٣,٩٢ب	١٧١,١٤ب	١٦٧,٧٨ب	١٦٢,٨٧
				(جـ) الطعـــوم					
هاملـــن	١٢١,٩٤ب	١١٧٧,٩٣ا	١٢٠٦,٨٥ا	١٢٢٣,١٥ا	١١٩٤,٧٥ا	١١٩٣,٩٧ا	١١٩٨,١٨ا	١٢٠٤,٨٩ا	١٩٠,٢١
فالنشيـــا	١١٣٨,٤٣ا	١١٧٦,٢٣ا	١٢١٤,٩٢ا	١٢١٦,٥٨ا	١٢٠١,٢٩ا	١١٩٢,٤١ا	١١٩٩,٠٩ا	١٢٠١,١٧ا	١٩٢,٥٢
غير مطعم	١١٩,٩٠ب	١٥١,٤٥ب	١٦٧,٠٧ب	١٨٦,٧٦ب	١٧٢,٣٥ب	١٦٢,٩١ب	١٦٠,٩٠ب	١٧٩,٥٧ب	١٦٢,٦١

* المتوسطات التي تحمل الأحرف نفسها في الأعمدة الرأسية لا تكون مختلفة معنويًا (٥٪).

الموعد السادس وحتى نهاية التجربة كانت هناك فروق معنوية بين جميع المعاملات، حيث كان أعلى محتوى من الكلوروفيل (ا) في المعاملة الضابطة يليه معاملة ٢٥ ملليمول ثم ٥٠ ملليمول وأخيرًا المعاملة ١٠٠ ملليمول. وكان المتوسط العام لمحتوى الأوراق من كلوروفيل (ا) لجميع المواعيد لهذه المعاملات ٢١٢,٣٨، ١٩٢,٥٥، ١٦٩,٦٧، ١٤٠,٧٧ مجم/ ١٠٠ جم على التوالي.

وتوضح النتائج أيضًا وجود اختلافات بين الأصول الأربعة (بغض النظر عن المعاملات الملحية أو الطعوم) في محتوى الأوراق من كلوروفيل (ا) حيث وجد أن كلًا من أصلي اليوسفي كليوباترا والكاريزو سترانج بصفة عامة قد سجلا أعلى معدلات من كلوروفيل (ا). وكان أصل اليوسفي كليوباترا أعلى في محتوى أوراقه من كلوروفيل (ا) خلال المواعيد المختلفة يليه أصل الكاريزو سترانج في المرتبة الثانية، أما أصل الفولكا ميريانا فقد كان بصفة عامة مشابهًا لأصل النارنج، والاثنين أقل من الأصلين السابقين (جدول رقم ١).

كما توضح النتائج الخاصة بتأثير الطعم (بغض النظر عن المعاملات الملحية أو الأصول) على محتوى الأوراق من كلوروفيل (ا) في المواعيد المختلفة أن هناك فروقًا مؤكدة إحصائيًا بين الشتلات المطعمة والشتلات غير المطعمة، حيث كانت الشتلات المطعمة أعلى في محتوى أوراقها من كلوروفيل (ا) عن الشتلات غير المطعمة في جميع المواعيد. كما تشير النتائج أيضًا إلى عدم وجود فروق معنوية بين الطعمين المستخدمين وهما: البرتقال الفالنشيا والهاملن فيما عدا الموعد الأول (جدول رقم ١).

وكان التفاعل بين المعاملات × الأصول مؤكدًا إحصائيًا أبتداء من الموعد الثالث وحتى نهاية التجربة. وبالنظر للتفاعل بين المعاملات × الطعوم وجد أنه مؤكد إحصائيًا في جميع المواعيد ماعدا الموعدين الأول والثاني. أما التفاعل بين المعاملات × الأصول × الطعوم فقد كان مؤكدًا إحصائيًا في المواعيد الأول والثالث والرابع والخامس فقط.

٢ ـ كلوروفيل (ب) Chlorophyll (b)

تشير النتائج الموجودة في الجدول رقم (٢) والخاصة بتأثير المعاملات الملحية على محتوى الأوراق من كلوروفيل (ب) إلى أن المعاملات الملحية لم يكن لها تأثير مؤكد إحصائيًا

على هذا المحتوى في الموعد الأول. ثم بدأ التأثير يظهر ابتداء من الموعد الثاني حيث أعطت أعلى محاليل الري في الملوحة (١٠٠ ملليمول) أقل محتوى من كلوروفيل (ب)، وكانت الفروق مؤكدة إحصائيًا بمقارنتها بالمعاملة الضابطة. أما في الموعدين الثالث والرابع فوجد أنه لا توجد هناك فروق مؤكدة إحصائيًا بين المعاملة الضابطة ومعاملة ٢٥ ملليمول، والتي كانت بدورها أعلى معنويًا عن المعاملة بتركيز ٥٠ ملليمول، وهذه أعلى معنويًا عن المعاملة بتركيز ١٠٠ ملليمول كلوريد صوديوم. وبعد ١٣ أسبوعًا من بدء المعاملات الملحية وحتى نهاية التجربة (بعد ١٩ أسبوعًا من بدء المعاملات الملحية) كانت هناك فروق معنوية بين جميع المعاملات في معظم المواعيد ماعدا معاملة ٢٥ و٥٠ ملليمول (جدول رقم ٢). ويبين المتوسط العام لجميع المواعيد أن هناك تناقصًا واضحًا في محتوى الأوراق من كلوروفيل (ب) بزيادة تركيز الأملاح في ماء الري، كما يتضح أيضًا أن محتوى أوراق الحمضيات من كلوروفيل (ب) أقل بصورة واضحة عن محتوى الأوراق من كلوروفيل (ا). وقد كان المتوسط العام لكلوروفيل (ب) هو: ٢٦,٦٥، ٨٦,٥٨، ٤٠,٥٣، ٠٥,٤٣مجم/ ١٠٠جم في المعاملة الضابطة ومعاملات ٢٥، ٥٠، ١٠٠ملليمول كلوريد صوديوم على التوالي.

كما تشير النتائج أيضًا أن للأصول (بغض النظر عن المعاملات الملحية أو الطعوم) تأثيرًا واضحًا على محتوى الأوراق من كلوروفيل (ب) في المواعيد المختلفة. حيث وجدت فروق مؤكدة إحصائيًا بين جميع الأصول في معظم المواعيد (جدول رقم ٢). كما يستنتج مما سبق أن أوراق أصل اليوسفي كليوباترا احتوت على أعلى محتوى من كلوروفيل (ب)، ثم يأتي بعده أصل الكاريزو سترانج يليه أصل النارنج وأقلها أصل الفولكا ميريانا.

وقد أوضحت النتائج أيضًا أن للطعوم (بغض النظر عن المعاملات الملحية أو الأصول) تأثيرًا مؤكدًا إحصائيًا على محتوى الأوراق من كلوروفيل (ب) حيث تبين أن الشتلات غير المطعمة احتوت على كمية أقل من كلوروفيل (ب) عن تلك المطعمة في أغلب المواعيد. أما الطعمان (البرتقال الفالنشيا والبرتقال الهاملن) فلا يوجد بينهما فروق معنوية في أغلب المواعيد (جدول رقم ٢).

وكان التفاعل بين المعاملات × الأصول معنويًا في الموعد الرابع والثامن فقط، بينما لم

جدول رقم ٢ . تأثير التركيزات المختلفة من كلوريد الصوديوم في ماء الري على محتوى الأوراق من كلوروفيل (ب) (مجم/ ١٠٠جم وزن طازج) لبعض أصول وطعوم الحمضيات .

المعاملات	مواعيد أخذ العينات (بالأسبوع بعد بداية معاملات الملوحة)								
	٥	٧	٩	١١	١٣	١٥	١٧	١٩	المتوسط
				(أ) معاملات الملوحة					
المعاملة الضابطة	١٣٠,٨٦	١٤٩,٠٢	١٦١,٨٨	١٧٥,٨٩	١٧١,٧٥	١٧٢,٥٩	١٧٧,٦٦	١٨١,٩٣	٦٥,٢٦
٢٥ ملليمول	١٣٢,٨٧	١٤٦,٤٠اب	١٦٠,٢٥	١٧٤,٦٨	٦٣,٠٣ب	٦١,٦٤ب	٦٣,٤٢ب	٦٨,٦٠ب	٥٨,٨٦
٥٠ ملليمول	١٣١,٥٢	١٤٢,٤٧اب	٥٤,٦٨ب	٦٤,٩٣ب	٥٩,٤٩ب	٥٦,٣١ب	٥٨,٧٧ب	٥٩,٠٤ج	٥٣,٤٠
١٠٠ ملليمول	١٣٢,٦١	٣٨,٢٩ب	٤٦,٣٦ج	٥٥,٤٥ج	٤٦,٤٩ج	٤١,٤٠ج	٤١,٩٥ج	٤١,٨١د	٤٣,٠٥
				(ب) الأصـــول					
النارنـــج	٣٥,٤٣ب	١٤٧,٩٨	١٥٤,٢٥	٦٣,٨٨ب	٥٥,٨٥ب ج	٥٤,٩١ب	٥٤,٦٠ب	٥٤,٩١ج	٥٢,٧٣
اليوسفي كليوباترا	١٣٥,٣٦	١٤٥,٨٠اب	١٥٨,١٥	١٧٤,٣٢	١٧٤,٢٠	١٦٧,٣٧	١٦٨,٤٨	١٧٩,٣٨	٦٢,٨٨
الكاريزو سترانج	٢٨,٥١ب	١٤٥,٨٣اب	١٥٨,٢٣	٦٧,٩٠ب	٦٠,٣٣ب	١٦٤,٨١	١٦٦,٩٦	٦٧,٦٨ب	٥٧,٥٣
الفولكا ميريانا	٢٨,٥٦ب	٣٦,٥٣ب	١٥٢,٩٣	٦٥,٩١ب	٥١,٥٠ج	٤٧,٩٥ج	٥٧,١٠ب	٥٣,٧٤ج	٤٩,٢٨
				(جـ) الطعـــوم					
هاملـــن	٣٠,٧٤ب	١٤٦,٧٩	١٥٨,٧٠	١٧٤,١٥	١٦٣,٩٦	١٦٩,٦٤	١٦٦,٥٤	١٦٨,٩٧	٥٩,٣٢
فالنشيـــا	١٣٥,٨١	١٤٧,٣١	١٦٣,٣٦	١٧٢,٤٦	١٦٧,٢٦	١٦٤,٧٤	١٦٩,٥١	١٦٩,١٧	٦١,١٩
غير مطعم	٢٩,٣٥ب	٣٨,٠٣ب	٤٥,٠٣ب	٥٧,١٦ب	٥٠,٣٤ب	٤٦,٩٥ب	٤٨,٤٢ب	٥٤,٦٤ب	٤٦,٢٧

* المتوسطات التي تحمل الأحرف نفسها في الأعمدة الرأسية لا تكون مختلفة معنويًا (٥٪).

يكن هناك تأثير معنوي للتفاعل بين المعاملات × الطعوم في جميع المواعيد. أما التفاعل بين المعاملات × الأصول × الطعوم فكان مؤكدًا إحصائيًّا في الموعدين الثالث والرابع فقط.

٣ ـ الكلوروفيل الكلي (ا + ب) Total Chlorophyll (a + b)

توضح النتائج الخاصة بتأثير التركيزات المختلفة من كلوريد الصوديوم في ماء الري على محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي أنه لم تكن هناك فروق مؤكدة إحصائيًّا بين المعاملات المستخدمة في الموعد الأول، بينما بداية من الموعد الثاني فقد احتوت الأوراق الخاصة بالمعاملة الضابطة والمعاملتين الأخريتين (٢٥ و٥٠ملليمول). وبداية من الموعد الثالث وحتى نهاية التجربة كانت الاختلافات بين أغلب المعاملات مؤكدة إحصائيًّا (جدول رقم ٣). وبحساب المتوسط العام لجميع المواعيد نجد أن محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي في المعاملات المختلفة كالآتي: ٢٧٦,٣٨، ٢٥١,٤٧، ٢٢٧,٥١، ١٨٣,٧١مجم/ ١٠٠جم وذلك في المعاملة الضابطة والمعاملات ٢٥، ٥٠، ١٠٠ملليمول على التوالي.

أما بالنسبة لتأثير الأصول (بغض النظر عن المعاملات الملحية أو الطعوم) على محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي فتشير النتائج المتحصل عليها أن هناك فروقًا مؤكدة إحصائيًّا بين الأصول المختلفة في جميع المواعيد (جدول رقم ٣). وقد وجد أن أوراق أصل اليوسفي كليوباترا كانت أعلاها في محتواها من الكلوروفيل الكلي في جميع المواعيد، إلا أن الاختلافات بين هذا الأصل وأصل الكاريزو سترانج لم تكن مؤكدة إحصائيًّا، بينما كان كلٌّ من الأصلين المذكورين أعلى في محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي وبدرجة معنوية عن كلٍّ من أصلي النارنج والفولكا ميريانا وذلك في معظم المواعيد. في حين لم تكن هناك فروق معنوية بين أصلي النارنج والفولكا ميريانا في أغلب المواعيد (جدول رقم ٣).

كما أوضحت النتائج أن للطعوم (بغض النظر عن المعاملات الملحية أو الأصول) تأثيرًا واضحًا على محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي حيث احتوت أوراق الشتلات غير المطعمة على محتوى أقل بفروق مؤكدة احصائيًّا عن الشتلات المطعمة في جميع المواعيد ماعدا الموعد الأول. حيث لم تكن هناك فروق معنوية بين طعم الهاملن والشتلات غير المطعمة.

جدول رقم ٣. تأثير التركيزات المختلفة من كلوريد الصوديوم في ماء الري على محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي (مجم/ ١٠٠جم وزن طازج) لبعض أصول وطعوم الحمضيات .

المعاملات	مواعيد أخذ العينات (بالأسبوع بعد بداية معاملات الملوحة)							المتوسط
	٥	٧	٩	١١	١٣	١٥	١٧	١٩	
	(أ) معاملات الملوحة							
المعاملة الضابطة	١١٥٥,٩٧	١٢٣٠,٥٠	١٢٧٦,١٨	١٣١٠,٠٣	١٢٨٩,٥٨	١٣٠٠,٩٦	١٣١٥,٠٦	١٣٣٢,٧٧	٢٧٦,٣٨
٢٥ ملليمول	١١٦٢,٩٠	٢٢٣,٨١ ١٢٧٠,٣٢اب		١٣٠٤,٨٤	٢٦٠,٧٩ب	٢٥٥,٧٤ب	٢٥٦,٠٥ب	٢٧٧,٣٣ب	٢٥١,٤٧
٥٠ ملليمول	١١٥٩,٩٠	٢٠٦,٨٢ ٢٤٧,٨٢ب		٢٦٥,٦٢ب	٢٤٣,٥١ب	٢٢٨,٧٨ج	٢٣٢,١٢ج	٢٣٥,٥٢ج	٢٢٧,٥١
١٠٠ ملليمول	١١٥٥,٩٨	١٨٩,٠٠ب ٢١٣,٧٥ج		٢٢٢,٣٢ج	١٨٩,٤٩ج	١٦٤,٨٥د	١٦٧,٠٠د	١٦٧,٣٠د	١٨٣,٧١
	(ب) الأصـــول								
النارنـج	١١٧٥,٨١	١٢٢٦,١٩	٢٤١,٣١ب	٢٥٥,٢٧ج	٢٢٧,٥٨ج	٢١٨,١٦ب	٢١٢,٥٥ب	٢١٦,٤٧ب	٢٢١,٦٧
اليوسفي كليوباترا	١١٧٧,٣٤	٢١٨,٧٠ب ١٢٦٣,٧٧		١٣٠١,٤٥	١٢٩٥,٨٨	١٢٧٢,٧٠	٢٧٣,٥٣ب	١٣٠٨,٠٠	٢٦٣,٩٢
الكاريزو سترانج	١٤٥,٢٨ب	٢١٩,٦٧اب ١٢٦٤,٨٠		٢٨٣,٣٤اب	٢٥٨,٥٩ب	١٢٧٣,١٠	١٢٧٨,٥٨	١٢٨٦,٤٦	٢٥١,٢٣
الفولكا ميريانا	١٣٦,٣٢ب	١٨٥,٥٠ب ٢٣٩,٤٧		٢٦٧,٢٥ب ج	٢١٦,٧٤ج	٢٠١,٨٢ب	٢٢٨,١٩ب	٢٢١,٤٧ب	٢١٢,١٠
	(جـ) الطعـــوم								
هاملـن	١٥٢,٦٤ب	١٢٤٤,٦٧	١٢٦٥,٤٩	١٢٩٧,٢٣	١٢٥٨,٦٥	١٢٥٨,٦٠	١٢٦٤,٦٦	١٢٧٣,٧٩	٢٥١,٩٧
فالنشيـا	١١٧٤,٢٠	١٢٢٣,٤٩	١٢٧٨,٢١	١٢٨٨,٩١	١٢٦٨,٤٨	١٢٥٧,٠٩	١٢٦٨,٥٤	١٢٧٠,٢١	٢٥٣,٦٤
غير مطعم	١٤٩,٢٢ب	١٨٩,٤٤ب ٢١٢,٣١ب		٢٤٣,٨٧ب	٢٢٢,٦٤ب	٢٠٩,٨١ب	٢٠٩,٢٧ب	٢٣٤,١٦ب	٢٠٨,٨٤

* المتوسطات التي تحمل الأحرف نفسها في الأعمدة الرأسية لا تكون مختلفة معنويًا (٥٪).

أما بالنسبة للطعمين المستخدمين (الهاملن والفالنشيا) فلم تكن بينهما فروق مؤكدة إحصائيًا في جميع المواعيد ماعدا الموعد الأول فقط (جدول رقم ٣).

وكان التفاعل بين المعاملات × الأصول مؤكدة إحصائيًا في جميع المواعيد باستثناء المواعيد الأول والثاني والخامس. أما التفاعل بين المعاملات × الطعوم فلم تكن مؤكدة إحصائيًا في أغلب المواعيد، بينما كان التفاعل بين المعاملات × الأصول × الطعوم مؤكدًا إحصائيًا في ثلاثة مواعيد فقط هي المواعيد الأول والثاني والرابع.

وتتفق النتائج المتحصل عليها في هذا البحث والخاصة بتأثير معاملات الملوحة على محتوى الأوراق من الكلوروفيل (ا و ب والكلي) مع نتائج البحوث السابقة، حيث وجد كل من Carter and Myers [١١] وKenwar and Bhambota [١٢] أن محتوى أوراق الحمضيات المتأثرة بالأملاح من الكلوروفيل قد قل بزيادة الإجهاد الملحي.

وبالنسبة لتأثير الأصول على محتوى الأوراق من الكلوروفيل فإن النتائج المتحصل عليها في هذا البحث تتفق مع ما توصل إليه العديد من الباحثين مثل Walker *et al.* [١٣]، Attalla [١٤]. و Nieves *et al.* [١٥] من أن للأصل المستخدم في تطعيم الحمضيات تأثيرًا واضحًا على محتوى أوراق الطعوم من الكلوروفيل.

بالإضافة إلى ذلك فقد وجد الجابري [١٨] أن هناك علاقة ارتباط قوية بين معدل النقص في الكلوروفيل في الأوراق ومحتوى الأوراق من عنصري الكلور والصوديوم، وكذلك بالأضرار التي حدثت للأوراق من اصفرار واحتراق، وكانت هذه الأعراض أقل ما يمكن عند استخدام أصل اليوسفي كليوباترا، وهذا يفسر أن هذا الأصل كان أكثر الأصول في محتواه من الكلوروفيل نظرًا لأنه كان أقل الأصول تراكمًا لعنصر الكلور في أوراقه أو أوراق الطعوم المطعمة عليه.

ثانيًا: تأثير الملوحة على محتوى الأوراق من البرولين

أوضحت النتائج المتحصل عليها في هذا البحث أن المعاملات الملحية (بغض النظر عن الأصول أو الطعوم) لم يكن لها تأثير مؤكد إحصائيًا على محتوى الأوراق من البرولين في الموعد الأول. إلا أنه بداية من الموعد الثاني فإن المعاملتين بتركيز ٥٠ و١٠٠ ملليمول من كلوريد الصوديوم قد أدتا إلى احتواء الأوراق على تركيزات أعلى معنويًا من البرولين عن المعاملة الضابطة أو المعاملة بتركيز ٢٥ ملليمول (جدول رقم ٤). وقد اختلفت النتائج في

المواعيد التالية إلا أنه كان هناك اتجاه واضح وهو أن محتوى الأوراق من البرولين في المعاملة بتركيز ١٠٠ ملليمـول كان أعـلى معنويًا عن المعاملة الضابطة. وبحساب المتوسط العام لجميع المواعيد نجد أن محتوى الأوراق من البرولين كان: ١٠,٠٢، ١٠,٨٣، ١١,٨٩، ١٢,٧٤ مجم/ جم بالنسبة لكل من المعاملة الضابطة ومعاملات ٢٥، ٥٠، ١٠٠ ملليمول كلوريد صوديوم على التوالي (جدول رقم ٤).

وبالنسبة لتأثير الأصول (بغض النظر عن المعاملات الملحية أو الطعوم) على تراكم البرولين في الأوراق فتشير النتائج إلى أن هناك فروقًا مؤكدة أحصائيًا بين الأصول المستخدمة وبعضهـا في أغلب المـواعيد ماعدا الميعادين الأول والثاني (جدول رقم ٤). وكان أصل الكـاريزو سترانـج أقلهـا في محتـوى الأوراق من حمض البرولين في الميعاد الثالث مقارنة بالأصول الثلاثة الأخرى، والتي لم تختلف فيما بينها معنويًا. وبداية من الموعد الخامس وحتى نهاية التجربة وجد أن أصلي الكاريزو سترانج واليوسفي كليوباترا احتوت على تركيزات أعلى معنويًا من البرولين في الأوراق عن أصلي الفولكا ميريانا والنارنج (جدول رقم ٤).

أما بالنسبة لتأثير نوع الطعم (بغض النظر عن المعاملات الملحية أو الأصول) على محتوى الأوراق من البرولين فتوضح النتائج الموجودة في جدول رقم ٤ أنه لم توجد هناك فروق مؤكـدة إحصـائيًا بين الطعوم في الموعد الأول. ولكن بداية من الموعد الثاني وحتى نهاية التجربة وجد أن أوراق الشتلات غير المطعمة احتوت على كمية أعلى من حمض البرولين بصورة مؤكدة إحصائيًا عن الطعمين: الفالنشيا والهاملن. أما بالنسبة للطعمين فلم توجد بينهما فروق معنوية في المواعيد الأربعة الأولى، بينما ابتداء من الموعد الخامس إلى الموعد الأخير احتوت أوراق طعم البرتقال الفالنشيا على كمية من البرولين أقل إحصائيًا من مثيلتها في أوراق البرتقال الهاملن (جدول رقم ٤).

وكان التفاعل بين المعاملات × الأصول غير مؤكد إحصائيًا إلا في الموعد السادس فقط. كما لم يكن للتفاعل بين المعاملات × الطعوم تأثير معنوي في جميع المواعيد، كذلك لم يكن هناك تأثير معنوي للتفاعل بين المعاملات × الأصول × الطعوم في جميع المواعيد.

ونستنتـج مما سبق أن محتـوى الأوراق من الـبرولـين سواء في الأصـول أو الطعوم المستخـدمة قد ازداد مع زيادة الإجهاد الملحي، حيث احتوت أوراق الشتلات المعرضة

جدول رقم ٤ . تأثير التركيزات المختلفة من كلوريد الصوديوم في ماء الري على محتوى الأوراق من البرولين (مجم/ جم مادة جافة) لبعض أصول وطعوم الحمضيات .

المعاملات	مواعيد أخذ العينات (بالأسبوع بعد بداية معاملات الملوحة)							المتوسط
	٥	٧	٩	١١	١٣	١٥	١٧	١٩	
(أ) معاملات الملوحة								
المعاملة الضابطة	١٩,٥٧	٨,٤٣ب	١٠,٨١ب	١٠,٢٣ب	١٠,٣١اج	١٠,٧٦اج	١٠,١١اد	٩,٩١د	١٠,٠٢
٢٥ ملليمول	١٩,٦٧	٨,٨٥ب	١٢,٢٥اب	١١,٠٤اب	١١,١٤ابج	١١,٩٠اب	١١,٠٤اج	١٠,٧٧اج	١٠,٨٣
٥٠ ملليمول	١٩,٦٥	١١٤,٦٧	١١,٩٧اب	١٠,٧٣ب	١١,٩١اب	١٢,٠٢اب	١٢,٢٦اب	١١,٨٧اب	١١,٨٩
١٠٠ ملليمول	١٩,٩٤	١١٤,٤١	١١٢,٩٨	١١٢,١٩	١١٢,٥٧	١١٣,٧٢	١١٣,١٧	١١٢,٩١	١٢,٧٤
(ب) الأصـــول									
النارنـج	١١٠,١٣	١١١,٢٠	١١٢,٧٠	١١١,٠٩اب	١٠,٥٩ب	١١,٢٥اب	١٠,٩٢اب	١٠,٢٨اب	١١,٠٢
اليوسفي كليوباترا	١٩,٤٦	١١١,٢٧	١١٣,١٣	١١١,١٤ب	١١١,٨٩	١١٣,٠١	١١٢,٤٥	١١١,٩٢	١١,٧٨
الكاريزو سترانج	١٩,٦٩	١١١,٥٣	١٠,٢٩اب	١٠,٠٤ب	١١٢,٤٨	١١٢,٦٦	١١٢,٥٧	١١١,٧٩	١١,٣٨
الفولكا ميريانا	١٩,٥٦	١١٢,٣٧	١١٢,٥١	١١١,٩٣	١٠,٦٥ب	٩,٩١ج	١٠,٢٨اب	١٠,٣٩اب	١٠,٩٥
(جـ) الطعـــوم									
هاملـــن	١٩,٤٥	١٠,٨٩اب	١٠,٢٨اب	٨,٩٥ب	١٠,٧٣ب	١٠,١٨ب	١٠,١٨اب	٩,٧٧ب	١٠,٠٤
فالنشيـــا	١٩,٦٤	١٠,٥٤ب	٩,٨١ب	٧,٨٧ب	٨,٨٢ج	٩,٣٦ج	٩,٢٨ج	٩,٠٤ج	٩,٣٠
غير مطعم	١١٠,٠٣	١١٣,٣٥	١١٠,٩١	١١٦,٣٨	١١٥,٥٨	١١٥,٣٣	١١٥,٣١	١١٥,١٦	١٤,٠٠

* المتوسطات التي تحمل الأحرف نفسها في الأعمدة الرأسية لا تكون مختلفة معنويًا (٥٪) .

للمعاملات الملحية المرتفعة على تركيزات أعلى عن الشتلات المعرضة للمعاملات الملحية المنخفضة أو المعاملة الضابطة (الكنترول). وتتفق هذه النتائج مع ما وجده العديد من الباحثين [٣، ١٦]. كما دلت النتائج أيضًا على أن الأصول قد اختلفت في تأثيرها على محتوى الأوراق من البرولين، وكان أعلاها في محتواه هما أصلي اليوسفي كليوباترا والكاريزو سترانج، بينما كان أقلهما أصلي النارنج والفولكا ميريانا، وهذا يدعم ما وجده Nieves *et al.* [١٥]، Yelenosky [١٧] من أن الأصل المستخدم في التطعيم له دور مهم في محتوى الطعوم من البرولين، وبالتالي على مقدار مقاومتها للإجهاد الملحي الذي تتعرض له الأشجار. كما دلت النتائج أيضًا على أن الطعوم كان لها دور مهم في تحديد محتوى الأوراق من البرولين، حيث احتوت أوراق الشتلات المطعمة على كمية أقل من البرولين عن أوراق الشتلات غير المطعمة.

ويتضح من النتائج الخاصة بهذا البحث أن أشجار الحمضيات تستجيب للإجهاد الملحي عن طريق زيادة محتوى أوراقها من الحمض الأميني برولين لكي تتأقلم مع الإجهاد الذي تتعرض له. وربما يعزى ذلك إلى دور البرولين في تنظيم الضغط الأسموزي للخلايا التي تتعرض للإجهاد الملحي [١٥، ١٧].

المراجـــع

[١] خليفة، طاهر. «أشجار الحمضيات في المملكة العربية السعودية.» *إدارة الأبحاث الزراعية*، وزارة الزراعة والمياه بالمملكة العربية السعودية (١٩٨٧م)، ص ص٧٢-٨٥.

[٢] باشه، محمد علي أحمد؛ الحمادي، مصطفى عاطف؛ والجابري، علي عبدالله. «تأثير الري على النمو الخضري والثمري لأشجار البرتقال البلدي في منطقة الرياض بالمملكة العربية السعودية.» *مجلة الخليج العربي للعلوم*، ١٢ العدد٢، (١٩٩٤م)، ص ص٣٨٥-٤٠٤.

[٣] Levitt, J. *Response of Plants to Environmental Stresses.* Vol. II. *Water, Radiation, Salt and Other Stressese.* New York: Academic press, 1980.

[٤] Wutscher, H.K. "Citrus Rootstocks." *Hort. Rev. 1,* (1979), 237-269.

[٥] Syvertsden J.P. and Graham, J.H. "Hydraulic Conductivity of Roots, Mineral Nutrition and Leaf Gas Exchange of Citrus Rootstocks." *J. Amer. Soc. Hort. Sci,* 108 (1985), 865-869.

[٦] Peynado, A. and Young, R. "Relation of Salt Tolerance to Cold Hardiness of Redblush Grapefruit and Valencia Orange Trees on Various Rootstocks." *Proc. 1st. Intern. Citrus Symp.3,* (1969), 1793-1802.

[٧] Wutscher, H.K.; Peynado, A.; Cooper, W.C., and Hill, H. "Methods of Irrigation and Salt Tolerance of Citrus Rootstocks.". *Proc. Internal. Soc Citricult.* 1 (1973), 299-306.

[٨] Cooper, W.C. and Gorton, B.S. "Toxicity and Accumulation of Chloride Salts in Citrus on Various Rootstocks." *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 59 (1952), 143-146.

[٩] Cedra, A.; Caro, M.; Fernandz, F.G.; and Guillen, M.G. "Effect of Irrigation Water Quality on Verna Lemon Response and Soil Salinity." *Agrochemica,* 30 (1986), 207-217 (C.F. Hort. Abst. 1989: 5257).

[١٠] Bielorai, H.; Dasberg, S.; Erner, Y.; and Brum, M. "The Effect of Different Salt Concentrations on Sweet Orange (*Citrus sinensis*)." *Indian J. Agric. Sci.,* 40 (1970), 707-715.

[١١] Carter, D.L and Myers, V.G. "Light Reflectance and Chlorophyll and Carotene Contents of Grapefruit Leaves as Affected by Na_2SO_4, Na Cl and Ca Cl_2." *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.,* 82 (1963), 217-221.

[١٢] Kenwar, I.S. and Bhambota, J.A. "Effect of Different Water-table and Salinity Levels on the Chlorophyll Content and Chemical Composition of Leaves of Sweet Orange." *Indian J. Agric. Sci.,* 38 (1968), 238-243.

[١٣] Walker, R. R.; Torokfalvy, E. and Downton, W.J.S. "Photosynthetic Response of the Citrus Varieties Rangpur Lime and Etrog Citron to Salt Treatment." *Aust. J. Plant Physiol.*, 9 (1982), 783-790.

[١٤] Attalla, A.M. "Testing Some New Introduced Citrus Rootstocks for Salt Tolerance in Egypt." *Alex. J. Agric. Res.*, 32 (1987), 219-230.

[١٥] Nieves, M.; Cedra, A. and Botella, M. "Salt Tolerance of Two Lemon Scions Measured by Leaf Chloride and Sodium Accumulation." *J. Plant Nutrition.*, 14 (1991), 623-636.

[١٦] Stewart, G.R. and Lee, J.A. "The Role of Proline Accumulation in Halophytes." *Planta*, 12 (1974), 279-289.

[١٧] Yelenosky, G. "Accumulation of Free Proline in Citrus Leaves During Cold Hardening of Young Trees in Controlled Regimes" *Plant Physiol.*, 4 (1979), 425-427.

[١٨] الجابري، علي عبدالله . «استجابة بعض أصول وطعوم الحمضيات لمستويات مختلفة من الملوحة في ماء الري . » *رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة الملك سعود*، الرياض، المملكة العربية السعودية . (١٩٩٣م).

[١٩] Little, T.M. and Hills, F.J. Agricultural Experimentation Design and Analysis. New York: John Wiley and Sons, 1978.

[٢٠] Wettestein, D. "Chlorophyll, Letal Ander Submikros Vopische Formmech Der Plastiden." *Expth. Celres*, 12 (1957), 427-433.

[٢١] Singh, T.N., Paleg, L.G. and Aspinall, D. "Stress Metabolism I. Nitrogen Metabolism and Growth in the Barley Plant During Water Stress." *Aust. J. Biol. Sci.*, 26 (1973), 45-56.

Effect of Salnity on Leaf Chlorophyll and Proline Contents of Some Citrus Rootstocks and Scions

M.A. El-Hamady, M.A. Bacha, and A.A. El-Ghabry
Plant Production Department, College of Agriculture, King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia

(Received on 3/8/1415; accepted for publication on 22/6/1416 A.H.)

Abstract. This investigation was conducted in the growth chambers of Plant Production Department, College of Agriculture, King Saud University on four citrus rootstocks namely: Sour orange, Cleopatra mandarin, Carrizo citrange and Volkameriana lemon, either ungrafted or grafted with scions of Valencia and Hamlin oranges to study the effect of four salinity levels of NaC i.e. 0,25,50 and 100 mmol on leaf chlorophyll and the amino acid proline contents.

The results indicated that leaf chlorophyll (a + b) content was reduced due to salt stress, and leaf chlorophyll content was lower in the high salt treatments as compared to the lower salt treatments and the control. Furthermore, there were significant differences between the studied rootstocks with respect to leaf chlorophyll content. Cleopatra mandarin and Carrizo citrange rootstocks had higher chlorophyll cointent, while sour orange and Volkameriana rootstocks had the lowest chlorophyll content. Leaves of the ungrafted transplants had significantly lower total chlorophyll content than those of the grafted ones, whereas, there was no significant difference between the two scions (Hamlin and Valencia oranges).

Leaf proline content was increased with increasing salt stress. Significant differences were noticed between rootstocks in their proline content. Both Cleopatra mandarin and Carrizo citrange rootstocks had higher proline content than Volkameriana and sour orange rootstocks. Moreover, the ungrafted transplants contained higher proline content as compared to the grafted ones. Furthermore, proline contents of the leaves were significantly lower in Valencia oranga than those in Hamlin orange from the fifth date till the end of the experiment.

It was shown that the studied citrus species responded to salt stress by increasing their leaf proline content as a means of stress adjustment.