

تأثير عدد مرات الرش الورقي بسماد عالي البوتاسيوم في إنتاجية الكليمانتين *Citrus reticulate* ونوعية ثمارها

نسرین ضاحي محمد^{1*}



¹ قسم البساتين، كلية الهندسة الزراعية، جامعة اللاذقية، اللاذقية، سورية.

(للمراسلة: د. نسرین ضاحي محمد، البريد الإلكتروني: nsreenmohamad84@gmail.com الهاتف: 0988487892)

تاريخ الاستلام: 2026 / 04/12 تاريخ القبول: 2026 / 07/12

المُلخَص

أجريت هذه الدراسة على أشجار الكليمانتين بعمر 17 عاماً، مزروعة في بستان خاص بقرية الحارة التابعة لمحافظة اللاذقية خلال الموسم الزراعي 2024-2025. هدفت الدراسة إلى تقييم تأثير تكرار عمليات الرش الورقي بمركب عالي البوتاس (40% بوتاسيوم) في كمية الإنتاج والخصائص النوعية للثمار. تضمنت التجربة أربع مجموعات من الأشجار: أشجار بدون رش (الشاهد)، أشجار رشت لمرة واحدة بعد شهر من عقد الثمار في 10 أيار، أشجار رشت مرتين (10 أيار ورشة ثانية أثناء مرحلة النمو السريع للثمار في 10 حزيران)، أشجار رشت ثلاث مرات (10 أيار، 10 حزيران، ورشة ثالثة قبل بدء تلون الثمار بشهر في الأول من آب) وأشجار رشت أربع مرات (10 أيار، 10 حزيران، وفي الأول من آب ثم في 21 آب). أظهرت النتائج أن لزيادة عدد مرات الرش الورقي بالبوتاسيوم أثراً إيجابياً على الإنتاج وجودة الثمار. خاصة في معاملة الرش أربع مرات، إذ أعطت أفضل النتائج من حيث الصفات الفيزيائية للثمار (وزن الثمرة وحجمها % للعصير) 90.05 غ، 110.33 سم 3، 45.79% على التوالي متفوقة معنوياً على باقي المعاملات. كما بين التحليل الإحصائي للصفات الكيميائية للثمار (TSS والسكريات الكلية) تفوق معاملي الرش ثلاث وأربع مرات على باقي المعاملات دون وجود فروقاً معنوية بينهما. بالنسبة للحموضة، لوحظ انخفاض في محتوى الثمار من الحموضة مع زيادة عدد مرات الرش، إذ سجلت معاملة الشاهد أعلى نسبة حموضة 1.76%. أما من حيث الإنتاج فقد حققت معاملة الرش أربع مرات أعلى كمية إنتاج بلغت 175.7 كغ مقارنة بمعاملة الشاهد التي بلغت 150.8 كغ.

الكلمات المفتاحية: مركب عالي البوتاسيوم، الكليمانتين، الخصائص الإنتاجية.

المقدمة:

يعود اليوسفي إلى العائلة السذبية *Rutaceae* وهو من أشجار الفاكهة دائمة الخضرة، ويمكن اعتباره أقل أنواع الجنس *Citrus* ارتفاعاً وحجماً (Weinbaum, 1988) وهذا يعود إلى غزارة التفرعات التي ينتجها مما يعطيها الشكل المتهدل.

يعتبر صنف الكليمانتين من الأصناف العائدة لمجموعة اليوسفي وثمرته ذات قشرة ملتصقة باللب، الأفرع متهدلة رفيعة، عديمة الأشواك، القشرة متوسطة السماكة ناعمة، برتقالية محمرة، ثمارها متوسطة الحجم برتقالية اللون، اللب عصيري، قليلة البذور، مبكرة النضج، تتضح ثماره بعد الساتروما في تشرين الثاني (الخطيب وآخرون، 2016).

بلغت المساحة المزروعة بالحمضيات 92764 هكتار في عام 2024، وفاق الإنتاج 667586 طن منها 113186 طن لمجموعة اليوسفي من إجمالي إنتاج الحمضيات السورية (وزارة الزراعة، المجموعة الإحصائية الزراعية لعام 2024)

تعد التغذية الورقية من التقنيات التي زاد استخدامها في السنوات الأخيرة والتي تسهم في مد النباتات بحاجتها من العناصر الغذائية في المراحل الحرجة لها، حيث أشارت العديد من الدراسات إلى أن التغذية الورقية تزيد من كفاءة التمثيل الضوئي للأوراق ومن كمية المواد المصنعة فيها مما ينعكس إيجابياً على الإنتاجية والنوعية، وأكدت بعض الأبحاث أن 85% من حاجة النبات للعناصر الغذائية يمكن تأمينها عن طريق رش المجموع الخضري (Kanan, 1980).

كما أشارت الدراسات أن توفر البوتاسيوم بكميات مناسبة في التسميد الورقي يحسن امتصاص العناصر الغذائية الأخرى (Hussein *et al*, 2008)

تأتي أهمية البوتاسيوم من أنه يدخل في العديد من العمليات الحيوية في الخلايا النباتية، فهو يعمل على تنظيم الضغط الاسموزي للخلايا، ويزيد من قدرة النبات على الاحتفاظ بالماء، كما يسهم في عملية فتح وغلق الثغور النباتية (الصحاف، 1989)، تعد إضافته عن طريق الرش الورقي من أفضل الطرق نظراً للاستفادة العالية والمباشرة للنباتات منه (Eibner, 1986)

كما يعد عنصر البوتاسيوم من العناصر الهامة والمسؤولة عن نقل نواتج التركيب الضوئي واختزال السكريات وتحويلها إلى نشاء كما يشارك في بناء البروتين وينظم الضغط الاسموزي في خلايا النبات، ويؤثر في فتح وغلق الثغور وامتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون (Alva *et al*; 2006; Kumar and Kavino, 2006) علاوة على ذلك يعد هذا الكاتيون مهماً لزيادة المحصول وتحسين حجم الثمار ولونها ونكهتها في أشجار اليوسفي (Ashraf *et al*; 2010)

إن إضافة السماد البوتاسي حسن من سكرور الفاكهة، فركتوز ونسب السكريات الكلية في البرتقال. علاوة على ذلك إن التطبيق المشترك للبوتاسيوم مع المادة العضوية يزيد من إنتاج الثمار، المواد الصلبة الذائبة الكلية، معامل النضج. ويحسن من لون الثمار في برتقال نيهول نافل (Wen *et al*, 2021) كما أن زيادة معدل وتكرار الرش بالبوتاسيوم يسبب زيادة في وزن وحجم الثمار وبالتالي زيادة في الإنتاج (Wei *et al*, 2002).

تؤكد التجارب على البرتقال الحلو التأثير الإيجابي لزيادة تركيز البوتاسيوم وتكرار عمليات الرش على الإنتاج ويعود التحسن في المحصول غالباً إلى زيادة حجم الثمار (Vijay *et al*, 2016)

بين Gill وآخرون (2005) في دراستهم على أشجار الحمضيات صنف Kinnow mandarin أن الرش الورقي بالبوتاسيوم أدى إلى زيادة سماكة قشرة الثمرة ومحتواها من فيتامين C. كما أظهر Maksoud وآخرون 2003 أن الرش الورقي بالبوتاسيوم يزيد من نسبة العصير في الثمار وذلك في دراستهم على أشجار Balady mandarin

أظهرت نتائج دراسة قام بها Khedr و Ennab عام (2021) على أشجار يوسفي بلدي أن رش البوتاسيوم كان له تأثيراً إيجابياً على المحتوى الكلي للكربوهيدرات والكلوروفيل في الأوراق، مما انعكس على تحسين المحصول والخصائص الفيزيائية (طول،

قطر، حجم الثمرة) بالإضافة إلى نسبة العصير فيها وصلابتها وسماكة قشرتها بالإضافة إلى تحسين الصفات الكيميائية (المواد الصلبة الذائبة الكلية وفيتامين C) مقارنة بالشاهد.

لاحظ Hamza وآخرون (2015) أن الرش الورقي بالبوتاسيوم زاد من وزن الثمار وصلابتها، سماكة القشرة، محتوى العصير، مؤشر النضج والحموضة، والسكريات الذائبة الكلية في الكليمنتين.

إن استخدام كبريتات البوتاسيوم 6 مرات كان له أفضل النتائج في تحسين وزن الثمار، والكاروتينات الكلية، كما قلل بشكل كبير من الحموضة وزاد إجمالي المواد الصلبة الذائبة الكلية ومحتوى السكر الذائب ومعامل النضج (Han et al, 2024).

وجد Thu وآخرون (2024) أن الرش الورقي بكبريتات البوتاسيوم لأشجار الكليمانتين خلال مراحل تطور الثمرة أدى إلى زيادة وزن وحجم الثمار ومحتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية والسكريات الكلية كما خفضت نسبة الحموضة وزادت محتوى الأوراق من الكلوروفيل.

أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية البحث من أن التسميد البوتاسي يلعب دوراً هاماً في تحسين نوعية ثمار الحمضيات (الوزن، الحجم، محتواها من السكريات) وزيادة الإنتاجية كما يزيد مقاومة الصقيع عن طريق زيادة تركيز العصارة النباتية فعند توفر البوتاسيوم في الخلايا يزداد تراكم الأيونات والسكريات الذائبة داخل العصارة فيرتفع الضغط الأسموزي داخل الخلايا فتتخفض درجة تجمد العصارة النباتية وهذا يعطي النبات تحملاً أفضل للصقيع، فكان هدف البحث معرفة عدد مرات الرش الورقي الأفضل بالمركب العالي البوتاس ومواعيدها للحصول على أعلى إنتاجية للشجرة وأفضل نوعية لثمار الكليمانتين.

مواد البحث وطرقه:

1. **الموقع والمادة النباتية:** أجري البحث في مدينة اللاذقية، منطقة الحفة، قرية الحارة والتي تبعد 20 كم عن مدينة اللاذقية،

على ارتفاع 200م عن سطح البحر في بستان خاص خلال موسم نمو (2024-2025) على أشجار اليوسفي صنف الكليمانتين بعمر 17 سنة مزروعة بمسافات 5×5م مطعمة على أصل الزفير (النانج) *Citrus aurantium L.* والأشجار لا تعاني من مشكلات في الإنتاج والتنوعية وإنما استخدم الرش بالبوتاسيوم كجزء من برنامج خدمة البستان لتحسين حجم الثمار ووزنها وزيادة نسبة العصير وبالتالي زيادة الإنتاج ورفع محتوى العصير من السكريات وفيتامين C.

2. المركب المستخدم في التجربة:

استخدم في الدراسة مركب تجاري عالي البوتاس على شكل سائل ALPHA Vita (7-8-40+2Mg+Te) يعمل على زيادة حجم الثمار وتحسين الخواص النوعية للثمار من حيث اللون والتماسك وزيادة محتوى السكر وهذه التركيبة السمادية كاملة الذوبان في الماء، يحوي على نسبة عالية من البوتاسيوم (40%) وفوسفور 8% وأزوت 7% بالإضافة إلى المغنيزيوم والعناصر الصغرى المخلبية المنحلة في الماء، إنتاج شركة أغري ميت، استخدم بتركيز 3 مل/ل (وفق توصيات الشركة المنتجة) وبمعدل 10 لتر/شجرة

3. معاملات التجربة وتصميمها: كانت المعاملات على الشكل الآتي:

- المعاملة الأولى: شاهد: رش المجموع الخضري بالماء فقط.
- المعاملة الثانية: رش المجموع الخضري بالمركب العالي البوتاس لمرة واحدة فقط بعد العقد بشهر في 10 أيار بهدف دعم النمو المبكر للثمار وزيادة عدد الخلايا وحجم الثمرة النهائي.

- المعاملة الثالثة: رش المجموع الخضري بالمركب العالي البوتاس مرتين مرة بعد شهر من العقد في 10 أيار والرشة الثانية أثناء مرحلة النمو السريع للثمار في 10 حزيران بهدف زيادة انتقال السكريات والمواد الغذائية للثمار وزيادة وزن وحجم الثمرة).
- المعاملة الرابعة: رش المجموع الخضري بالمركب العالي البوتاس ثلاث مرات (10 أيار، 10 حزيران، والرشة الثالثة قبل بدء تلون الثمار بحوالي شهر في 1 آب بهدف تحسين تراكم السكريات وزيادة المواد الصلبة الذائبة وزيادة محتوى فيتامين C).
- المعاملة الخامسة: رش المجموع الخضري بالمركب العالي البوتاس أربع مرات (10 أيار، 10 حزيران، 1 آب، والرشة الرابعة في 21 آب بهدف تحسين صلابة الثمار والمحافظة على جودة الثمار حتى القطاف). وبما أن الرش بمركبات البوتاسيوم فقط لا يضمن تحقيق عائد اقتصادي مرتفع فقد تلقت جميع الأشجار كميات متساوية من الأسمدة الأرضية الآتية:

- في منتصف كانون الثاني سوبر فوسفات 46 % بمعدل 1 كغ/شجرة.
- مع بداية شهر آذار يوريا (46%) بمعدل 1 كغ/شجرة
- سماد سريع الامتصاص متوازن (20-20-20) على دفعتين الدفعة الأولى في بداية أيار والدفعة الثانية بعد 15 يوم من الدفعة الأولى وبمعدل 300 غ للشجرة

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

نفذ البحث وفقاً لتصميم العشوائية الكاملة، إذ تضمنت التجربة 5 معاملات وثلاثة مكررات للمعاملة الواحدة. بلغ عدد الأشجار الكلي 15 شجرة. وتم تحليل النتائج باستخدام برنامج الحاسوب (Genstat 12) لمقارنة المتوسطات عند أقل فرق معنوي LSD عند مستوى (0.05)، قورنت المتوسطات حسب اختبار دانكان.

المؤشرات المدروسة:

1. **المواصفات الفيزيائية للثمار:** أخذت عشرة ثمار عشوائياً من الجهات الأربعة للشجرة ولكل مكرر وذلك في 2025/12/1 لإجراء الاختبارات الفيزيائية الآتية:

- متوسط حجم الثمرة (سم³) من خلال حساب حجم الماء المزاح.
- متوسط وزن الثمرة (غ) أخذت 30 ثمرة من كل معاملة بمعدل 10 ثمار من كل شجرة وتم حساب متوسط وزن الثمرة
- متوسط طول الثمرة وقطرها (سم)
- متوسط سماكة قشرة الثمرة (سم) باستخدام جهاز البياكوليس.
- متوسط وزن العصير غ
- %العصير وزناً = وزن العصير / وزن الثمرة × 100
- صلابة لب الثمار باستخدام جهاز البينيترومتر بحيث تم أخذ قراءة 10 ثمار من كل معاملة، ومن مكانين متعاكسين من كل ثمرة
- كما تم حساب النسبة المئوية للمادة الجافة للثمار وللأوراق: بتقديرها بطريقة ثبات الوزن بالتجفيف بالمجفف على درجة حرارة 105 م° وحسب المعادلة الوزن الجاف/الوزن الرطب * 100

2. **المواصفات الكيميائية للعصير:** تم قياسها أيضاً في 2022/12/1، إذ قدرت نسبة الحموضة الكلية (TA%) ويتم ذلك على أساس الحمض السائد وهو حمض الستريك بمعايرته مع محلول قياسي من ماءات الصوديوم (0.01N) بوجود كاشف فينول فتالئين (سلمان، 2003).

- تقدير النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة الكلية TSS% بواسطة جهاز الرفراكتومتر الحقلي.
- تقدير نسبة فيتامين C (مغ/100 مل عصير) بطريقة المعايرة بوجود صبغة 2,6 دي كلوروفينول أندوفينول حتى ظهور اللون الزهري (حيدر، 1994).
- تقدير النسبة المئوية للسكريات الكلية: تم تقديرها بواسطة فري سيانيد البوتاسيوم (سلمان، 2003).

3. **مساحة سطح الورقة (سم²):** قيس متوسط مساحة سطح الورقة في بداية شهر أيلول على عينات عشوائية بمعدل 30 ورقة من كل شجرة لكل مكرر بطريقة القطع وذلك في أواخر شهر آب. وحسبت المساحة باستخدام القانون الآتي $S = M \cdot S_1 \cdot n / m \cdot N$ عن (سلمان، 2003) إذ أن S مساحة الورقة سم²، M كتلة الأوراق في المجموعة بالغرام N كمية أو عدد الأوراق في المجموعة. n كمية القطع (عدد القطع). m كتلة القطع. S_1 مساحة القطعة الواحدة ($S_1 = 0.785D^2$) حيث D قطر القطعة /سم².

4. **تقدير كلوروفيل a و b في الأوراق** باستخدام جهاز سبيكتروفوتومتر وفق المعادلتين الآتيتين:

$$\text{كلوروفيل } a = 1.07 \cdot OD - 0.091 \cdot OD \text{ عند } 663 \text{ عند } 644 \text{ مغ/غ}$$

$$\text{كلوروفيل } b = 107 \cdot OD - 0.28 \cdot OD \text{ عند } 644 \text{ عند } 663 \text{ مغ/غ}$$

حيث OD عند 663 تمثل الكثافة الضوئية في موجة ضوئية بطول 663 مليميكرون نقلاً عن (صهيوني وآخرون، 2003).

5. **تقدير الإنتاج:** تم تقدير الإنتاج بـ كغ/شجرة لمعاملات البحث في موعد قطف صنف الكليمانتين في 20 تشرين الثاني.

النتائج والمناقشة:

1. تأثير التسميد الورقي بسماد عالي البوتاس في متوسط صلابة لب الثمار، طول، قطر الثمرة وسماكة قشرتها /سم/:

من خلال معطيات الجدول (1) تبين أن الرش الورقي بالسماد العالي البوتاس يؤثر في طول وقطر الثمرة وقد سجلت المعاملة الخامسة (رش ورقي بسماد عالي البوتاس أربع مرات) أعلى قيمة لطول الثمرة 5.72 سم وقطرها 5.74 سم بينما القيمة الأدنى لطول الثمرة وقطرها كان في معاملة الشاهد (4.97، 5.07) سم على التوالي وعند تحليل النتائج إحصائياً بالنسبة لطول الثمرة وقطرها فقد تفوقت معاملي الرش الورقي بالسماد العالي البوتاس أربع وثلاث مرات على باقي المعاملات لكن دون وجود فروق معنوية فيما بينهما. تفسر النتائج على أن البوتاسيوم يعمل على رفع تركيز الخلايا؛ مما يشكل قوة سحب للماء وبالتالي استطاله الخلايا فيتشجع النمو الثمري وبالتالي زيادة طول وقطر الثمرة ويوجد علاقة وثيقة بين طول وقطر الثمرة وبين وزنها حيث كلما ازداد قطر الثمرة يزداد حجمها، وبالتالي يزداد وزنها عادة. لذلك فإن زيادة أبعاد الثمرة نتيجة التغذية الجيدة بالبوتاسيوم تؤدي غالباً إلى زيادة متوسط وزن الثمرة. وهذا يتوافق مع نتائج دراسة قام بها Khedr و Ennab (2021) على أشجار يوسف بلدي التي بينت أن رش البوتاسيوم كان له تأثيراً إيجابياً على الخصائص الفيزيائية للثمار (طول، قطر وحجم الثمرة). إن متوسط سماكة قشرة الثمار قد تحسن مع زيادة عدد مرات الرش الورقي بالسماد العالي البوتاس وقد أظهرت النتائج في الجدول (1) أن أعلى سماكة لقشرة الثمرة وجدت في المعاملة التي رشت أربع مرات (0.250) سم لكن دون وجود فروق معنوية بينها وبين معاملة الرش ثلاث مرات (0.253) سم بينما أدنى قيمة لسماكة القشرة وجدت في معاملة الشاهد (0.206) سم دون وجود فروق معنوية بينها وبين

معاملات الرش مرة ومرتين. فالرش بالبوتاسيوم أدى إلى زيادة طفيفة في سمك القشرة وقد يكون ذلك إيجابياً لأنه يحسن تحمل الثمار للنقل ويقلل من الأضرار الميكانيكية والتشقق. هذه النتائج تتفق مع نتائج Gill وآخرون (2005) في دراستهم على أشجار الحمضيات صنف المندرين الذين بينوا أن الرش الورقي بالبوتاسيوم أدى إلى زيادة سماكة قشرة الثمرة أما بالنسبة لصلابة الثمار فقد أثر زيادة عدد مرات الرش إيجابياً في متوسط صلابة الثمار، إذ أن أدنى صلابة للثمار وجدت في معاملة الشاهد (0.0930) كغ/سم²، بينما أعلى قيمة وجدت في معاملة الرش أربع مرات بالسماط العالي البوتاس 0.1470 كغ/سم² تلتها معاملة الرش ثلاث مرات 0.1417 كغ/سم² دون وجود فروق معنوية بينهما. قد يعزى ذلك إلى أن البوتاسيوم ينظم توازن الماء داخل الخلايا، ويحفز بناء الجدران الخلوية وينقل السكريات، مما ينتج ثماراً أكثر تماسكاً. وتعد زيادة الصلابة غالباً صفة إيجابية، بشرط أن تكون معتدلة لأنها تحسن تحمل الثمار أثناء القطاف والنقل كما تساعد على المحافظة على جودة الثمار لفترة أطول كما أن البوتاسيوم يؤثر على حركة الكالسيوم بشكل غير مباشر عبر تحسين النتج وبالتالي تحسين نقل الكالسيوم كما يحسن كفاءة امتصاص الماء وتنظيم الضغط الأسموزي في الجذور وهذا يساعد على تدفق الكالسيوم للأعلى وبالتالي زيادة صلابة الثمار وتحسين تماسكها وجودتها التخزينية، هذه النتائج تتوافق مع نتائج Hamza وآخرون (2015) التي بينت أن الرش الورقي بالبوتاسيوم زاد من وزن الثمار وصلابتها في الكليمنتين.

الجدول (1): تأثير الرش الورقي بسماط عالي البوتاس في متوسط طول، قطر، سماكة القشرة وصلابة لب ثمار الكليمانتين

المعاملات	متوسط طول الثمرة /سم/	متوسط قطر الثمرة /سم/	متوسط سماكة القشرة سم	متوسط صلابة لب الثمار كغ/سم ²
T1: الشاهد بدون رش	4.97c	5.07d	0.2067b	0.0930d
T2: الرش بسماط عالي البوتاسيوم مرة واحدة	5.20bc	5.25c	0.2067b	0.1043c
T3: الرش بسماط عالي البوتاسيوم مرتين	5.27b	5.38b	0.2233b	0.1367b
T4: الرش بسماط عالي البوتاسيوم ثلاث مرات	5.70a	5.69a	0.2533a	0.1417ab
T5: الرش بسماط عالي البوتاسيوم أربع مرات	5.72a	5.74a	0.2500a	0.1470a
LSD5%	0.2391	0.1218	0.01627	0.006034

ملاحظة: القيم ذات الحروف المتشابهة ضمن كل عمود غير مختلفة معنوياً تبعاً لاختبار دانكان عند مستوى 5 %

2. تأثير التسميد الورقي بسماط عالي البوتاس في متوسط وزن وحجم الثمرة ، ووزن العصير ، %العصير وزناً

وزن وحجم الثمرة:

تبين النتائج في الجدول (2) زيادة متوسط وزن وحجم الثمرة في معاملات الرش بالمقارنة مع معاملة الشاهد التي أعطت أقل متوسط لوزن وحجم الثمرة (71.43 غ، 76.67 سم³) على التوالي، وعند تحليل النتائج إحصائياً تفوقت معنوياً معاملة الرش بالسماط العالي البوتاس أربع مرات على باقي المعاملات بمتوسط وزن وحجم ثمرة (90.07 غ، 110.33 سم³) على التوالي. غالباً كلما زاد وزن الثمرة زادت كمية العصير التي تحتويها كما أن الثمار الأكبر حجماً تحتوي عادة على لب وعصير أكثر

أما بالنسبة للنسبة المئوية للعصير وزناً فبين الجدول (2) تفوق معاملة الرش أربع مرات معنوياً على باقي المعاملات؛ إذ بلغت % للعصير وزناً 45.79% والتي لم تختلف معنوياً عن معاملة الرش ثلاث مرات 45.11% بينما سجلت معاملتي الشاهد والرش بالسماط العالي البوتاس مرة واحدة أقل نسبة مئوية للعصير (42.18، 42.09) % دون وجود فروق معنوية بينهما. وقد تفسر هذه النتائج بأن البوتاسيوم له دوراً في بناء البروتينات ويتحكم في نفاذية الأغشية وبالتالي انتقال الماء والعناصر المغذية إلى داخل

الخلية، مما يؤدي إلى زيادة في وزن الثمرة وبالتالي تكون الزيادة في الإنتاج أكبر، كما أن البوتاسيوم يلعب دوراً محورياً في "الضغط الأسموزي" حيث يؤدي تراكمه في خلايا الثمرة إلى سحب المياه وزيادة ضغط الامتلاء، مما يحفز توسع الخلايا وبالتالي زيادة حجم ووزن الثمرة والنسبة المئوية للعصير. في الكليمنتين تعد صفة زيادة وزن وحجم العصير مرغوبة لأن المستهلك يفضل الثمار الغنية بالعصير وذات القوام الطري العصيري وهي صفة إيجابية إذا لم يصاحبها انخفاض واضح في المواد الصلبة الذائبة الكلية، فإذا زاد العصير مع بقاء أو ارتفاع محتوى السكر وفيتامين C وتحسن نسبة TSS، فإن ذلك يعد من أفضل مؤشرات التحسن الناتج عن البوتاسيوم. وهذا يتوافق مع نتائج (Wei et al, 2002) التي بينت أن زيادة معدل وتكرار الرش بالبوتاسيوم يسبب زيادة في وزن وحجم الثمار وبالتالي زيادة الإنتاج. ومع نتائج Maksoud وآخرون (2003) التي بينت أن الرش الورقي بالبوتاسيوم يزيد من النسبة المئوية للعصير في الثمار وذلك في دراستهم على أشجار Balady mandarin.

الجدول (2): تأثير الرش الورقي بسماد عالي البوتاس في متوسط وزن، حجم، وزن العصير % للعصير وزناً لثمار الكليمانتين

المعاملات	متوسط وزن الثمرة /غ/	متوسط حجم الثمرة /سم ³ /	وزن العصير /غ/	% للعصير وزناً
T1: الشاهد بدون رش	71.43e	76.67d	30.00e	42.09c
T2: الرش بسماد عالي البوتاسيوم مرة واحدة	78.63d	82.33cd	33.17d	42.18c
T3: الرش بسماد عالي البوتاسيوم مرتين	81.40c	91.67bc	36.10c	44.34 b
T4: الرش بسماد عالي البوتاسيوم ثلاث مرات	85.03b	100b	38.93b	45.11 a
T5: الرش بسماد عالي البوتاسيوم أربع مرات	90.07a	110.33a	40.62a	45.79a
LSD5%	1.175	10.11	1.7	2.076

ملاحظة: القيم ذات الحروف المتشابهة ضمن كل عمود غير مختلفة معنوياً تبعاً لاختبار دانكان عند مستوى 5 %

3. تأثير التسميد الورقي بسماد عالي البوتاس في محتوى عصير الثمار الناضجة من TSS، %TA و %TS وفيتامين

C مغ/100 غ وزن طازج:

بالنسبة للمواد الصلبة الذائبة الكلية والسكريات الكلية يتبين من النتائج في الجدول (3) وجود فروقات معنوية بين معاملات الرش في نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية ونسبة السكريات الكلية، إذ أعطت معاملي الرش بسماد عالي البوتاس أربع وثلاث مرات أعلى القيم دون وجود فروق معنوية بينهما. بينما حققت معاملة الشاهد أقل نسبة مئوية للمواد الصلبة الذائبة الكلية 13.10 % والسكريات الكلية 10.25 % دون وجود فروقاً معنوية بينها وبين معاملة الرش مرة واحدة. أما بالنسبة للحموضة الكلية فقد بينت النتائج انخفاض الحموضة القابلة للمعايرة عند الرش بسماد عالي البوتاس إذ أعطت معاملة الشاهد أعلى نسبة مئوية للحموضة الكلية 1.76 % متفوقة على باقي المعاملات.

إن الزيادة الحاصلة في النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة الكلية لعصير الثمار وانخفاض نسبة الحموضة الكلية يعمل على تحسين الصفات النوعية للثمار؛ إذ يعزى السبب لدور البوتاسيوم في تعزيز إنتاج أمثلات التركيب الضوئي ونقلها لأعضاء التخزين وتحسين تحويلها إلى نشاء وبروتين؛ وبالتالي زيادة TSS والسكريات الكلية وانخفاض نسبة الحموضة وهذا يتوافق مع نتائج Han وآخرون (2024) الذين وجدوا أن الرش 6مرات بالبوتاسيوم زاد من المواد الصلبة الذائبة الكلية والسكريات وقلل من الحموضة. ونتائج Thu وآخرون (2024) على الكليمانتين والذين وجدوا أيضاً أن الرش الورقي بكبريتات البوتاسيوم خلال مراحل تطور الثمرة أدى إلى زيادة TSS والسكريات الكلية وانخفاض نسبة الحموضة.

أما بالنسبة لمحتوى الثمار من فيتامين C: فقد ارتفع محتوى الثمار من فيتامين C عند تكرار الرش بالسماط العالي البوتاس وأعلى قيمة حققتها المعاملة التي رشت أربع مرات (54.28) مغ/100 غ طازج متفوقة معنوياً على باقي المعاملات. وقد يفسر ذلك على أن البوتاسيوم يزيد كلوروفيل الورقة ، مما يرفع كفاءة الأوراق في تصنيع المواد الغذائية وهو ما يمهّد لزيادة محتوى الثمار من فيتامين C فزيادة البوتاسيوم ترفع محتوى الثمار من فيتامين C لأنها تحفز العمليات الحيوية المسؤولة عن تكوينه ، بينما تتخفض الحموضة الكلية للعصير لأن البوتاسيوم يقلل تركيز الأحماض العضوية الرئيسية (خاصة حمض الستريك) أو يزيد من استهلاكها وتخفيفها داخل الثمرة ، فالرش بالبوتاسيوم زاد من حمض الأسكوربيك (فيتامين C) بنسبة كبيرة لكن مجموع الأحماض انخفض لأن الانخفاض في حمض الستريك أكبر بكثير من الزيادة في حمض الأسكوربيك لذلك لا يوجد تعارض بين ارتفاع فيتامين C وانخفاض حموضة العصير. هذه النتائج تتوافق مع نتائج Gill وآخرون (2005) في دراستهم على أشجار الحمضيات صنف المنديرين الذين بينوا أن الرش الورقي بالبوتاسيوم أدى إلى زيادة محتوى الثمار من فيتامين C.

الجدول (3): تأثير التسميد الورقي بسماط عالي البوتاسيوم في محتوى عصير الثمار الناضجة من TSS %، TA % و TS % وفيتامين C

مغ/100 غ وزن طازج

المعاملات	متوسط المواد الصلبة الذائبة الكلية %	متوسط السكريات الكلية %	متوسط الحموضة الكلية %	متوسط فيتامين C مغ/100 غ وزن رطب
T1: الشاهد بدون رش	13.10c	10.25c	1.76a	44.47e
T2: الرش بسماط عالي البوتاسيوم مرة واحدة	13.40c	10.37c	1.66b	46.48d
T3: الرش بسماط عالي البوتاسيوم مرتين	14.33b	11.43b	1.63bc	48.62c
T4: الرش بسماط عالي البوتاسيوم ثلاث مرات	15.32a	11.70ab	1.58c	51.28b
T5: الرش بسماط عالي البوتاسيوم أربع مرات	15.25a	12.17a	1.48d	54.28a
LSD5%	0.3420	0.4779	0.0732	1.721

ملاحظة: القيم ذات الحروف المتشابهة ضمن كل عمود غير مختلفة معنوياً تبعاً لاختبار دانكان عند مستوى 5 %

4. تأثير التسميد الورقي بسماط عالي البوتاس في متوسط مساحة الورقة /سم² ومحتوى الأوراق من كلوروفيل A و B والكلوروفيل الكلي مغ/غ:

بالنسبة لمساحة الورقة تبين النتائج في الجدول (4) تفوق معاملي الرش بالسماط العالي البوتاس أربع مرات وثلاث مرات معنوياً على باقي المعاملات دون وجود فروق معنوية فيما بينهما (17.12، 17.52) سم³، بينما سجلت معاملة الشاهد أدنى مساحة ورقية (13.54) سم³ وهذا يعود إلى أن البوتاسيوم يلعب دوراً جوهرياً في تحسين الحالة المائية للخلايا، تنظيم فتح وغلق الثغور، وزيادة كفاءة التمثيل الضوئي فهو يعمل على زيادة ضغط الامتلاء داخل خلايا الورقة مما يدفعها للتوسع والاستطالة وينتج عن ذلك زيادة في مساحة الورقة والوزن الجاف

بالنسبة لمحتوى الأوراق من كلوروفيل A تبين النتائج في الجدول (4) وجود فروق معنوية بين جميع المعاملات المدروسة وسجل أعلى محتوى في المعاملة الرابعة 8.087 مغ/غ تلتها المعاملة الثالثة 7.623 مغ/غ مع وجود فروق معنوية بينهما. بالنسبة لكلوروفيل b فقد بين التحليل الإحصائي تفوق معاملة الرش أربع مرات معنوياً على باقي المعاملات، بينما المعاملات المتبقية فلم يكن هناك فروقاً معنوية فيما بينها. بشكل عام محتوى الأوراق الأعلى من كلوروفيل A, B والكلوروفيل الكلي وجد في المعاملة الرابعة ذات الرشات الأربعة متفوقة معنوياً على جميع المعاملات المدروسة بينما أدنى نسبة حققتها معاملة الشاهد.

إن البوتاسيوم لا يدخل في تركيب جزيء الكلوروفيل وإنما يعمل على تنشيط عشرات الأنزيمات التي تشارك في تصنيع المركبات الأولية اللازمة لتكوين الكلوروفيل، ويحسن البناء الضوئي، ويزيد تصنيع البروتينات، ويقلل تحلل الكلوروفيل، لذلك يؤدي الرش الورقي بالبوتاسيوم إلى زيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل رغم عدم دخوله في تركيب الجزيء نفسه. هذه النتائج تتوافق مع نتائج Khedr وEnnab (2021) على أشجار يوسفى بلدي الذين وجدوا أن رش البوتاسيوم كان له تأثيراً إيجابياً على المحتوى الكلي للكربوهيدرات والكلوروفيل في الأوراق.

الجدول (4): تأثير التسميد الورقي بسماد عالي البوتاس في متوسط مساحة الورقة /سم² ومحتوى الأوراق من كلوروفيل A و B

والكلوروفيل الكلي مغ/غ

المعاملات	كلوروفيل A	كلوروفيل B	كلوروفيل كلي	مساحة الورقة سم ²
T1: الشاهد بدون رش	6.237d	3.457b	9.69d	13.54d
T2: الرش بسماد عالي البوتاسيوم مرة واحدة	6.393d	3.473b	9.87d	15.45c
T3: الرش بسماد عالي البوتاسيوم مرتين	7.003c	3.603ab	10.41c	16.24b
T4: الرش بسماد عالي البوتاسيوم ثلاث مرات	7.623b	3.670ab	11.29b	17.12a
T5: الرش بسماد عالي البوتاسيوم أربع مرات	8.087a	3.757a	11.84a	17.52a
LSD5%	0.3038	0.2161	0.4671	0.4982

ملاحظة: القيم ذات الحروف المتشابهة ضمن كل عمود غير مختلفة معنوياً تبعاً لاختبار دانكان عند مستوى 5 %

5. تأثير التسميد الورقي بسماد عالي البوتاس في الإنتاج و% للمادة الجافة للثمار والأوراق:

بينت معطيات الجدول (5) التأثير الإيجابي لزيادة عدد مرات الرش في زيادة النسبة المئوية للمادة الجافة للأوراق والثمار بالمقارنة مع معاملة الشاهد التي سجلت أدنى قيمة إذ بلغت (6.537، 11.54) % على التوالي بينما كانت أعلى نسبة عند الرش بالسماد العالي البوتاس أربع مرات (8.067، 11.90) % على التوالي. ربما يعزى السبب إلى دور البوتاسيوم في زيادة كلوروفيل الورقة والتي تسبب زيادة كفاءة عملية التركيب الضوئي مما يؤدي إلى زيادة النسبة المئوية للمادة الجافة للأوراق كما أن البوتاسيوم يسهم في زيادة حركة الكربوهيدرات من مواقع تكوينها إلى أماكن تخزينها في الثمار وهذا انعكس بدوره في زيادة المادة الجافة للثمار.

أما من حيث الإنتاج فقد أثر تكرار الرش الورقي بالبوتاسيوم في الإنتاج؛ إذ سجلت معاملة الرش بالبوتاسيوم أربع مرات أعلى قيمة للمحصول (175.7) كغ/شجرة متفوقة على باقي المعاملات، بينما أقل إنتاج حققته معاملة الشاهد 150.8 كغ/شجرة. هذه الزيادة في المحصول هي نتيجة طبيعية لتحسن الحالة الغذائية للأشجار وزيادة كفاءة التمثيل الضوئي مما أدى إلى زيادة عدد الثمار ووزنها، كما يعد البوتاسيوم منظماً للجهد الحولي داخل النبات؛ فيعمل على زيادة تركيز الخلايا الداخلية للنبات الأمر الذي سينعكس إيجابياً على زيادة قدرة النبات على الامتصاص عبر تنشيط مجموعه الجذري، مما يساهم في تراكم أعلى للعناصر داخل النبات والتي قد تكون السبب في تحسين وزن الثمرة والإنتاج وهذا يتوافق مع نتائج Wen وآخرون (2021) على برتقال نيهول نافل الذين أوضحوا أن التطبيق المشترك للبوتاسيوم مع المادة العضوية يزيد من إنتاج الثمار.

الجدول (5): تأثير التسميد الورقي بسماد عالي البوتاس في الإنتاج (كغ) و% للمادة الجافة للثمار والأوراق

المعاملات	% للمادة الجافة للثمار	% للمادة الجافة للأوراق	الإنتاج
T1: الشاهد بدون رش	11.54e	6.537 c	150.8e
T2: الرش بسماد عالي البوتاسيوم مرة واحدة	12.02d	6.860 c	155d
T3: الرش بسماد عالي البوتاسيوم مرتين	13.19c	7.303 b	163c
T4: الرش بسماد عالي البوتاسيوم ثلاث مرات	13.45b	7.487 b	170b
T5: الرش بسماد عالي البوتاسيوم أربع مرات	13.90a	8.067 a	175.7a
LSD5%	0.217	0.3400	4.949

ملاحظة: القيم ذات الحروف المتشابهة ضمن كل عمود غير مختلفة معنوياً تبعاً لاختبار دانكان عند مستوى 5 %

الاستنتاجات:

تؤكد دراستنا أن الرش الورقي بالسماد السائل العالي البوتاس ألفا فيتا (7-8-40+2Mgo+Te) بمعدل أربع مرات خلال مراحل نمو الثمرة أعطى أفضل النتائج من حيث وزن الثمرة وحلاوتها ونسبة فيتامين C بالإضافة إلى زيادة الكلوروفيل ومساحة الورقة والإنتاج تلتها معاملة الرش ثلاث مرات، بينما حققت معاملة الشاهد أدنى القيم.

المقترحات:

إضافة السماد العالي البوتاس ألفا فيتا والذي يحوي 40% بوتاسيوم لأشجار الكليمانتين بعمر 17 سنة بتركيز 3 مل/ل بمعدل 10 لترات للشجرة على أن يكرر الرش 4 مرات، إذ أنه على الرغم من تساوي تأثير المعاملتين الأخيرتين معنوياً في أغلب الصفات إلا أن معاملة الرش بالبوتاسيوم 4 مرات تفوقت بمعايير الإنتاجية على المعاملة الثالثة لذلك يوصى بها خاصة أن تكلفة الرش الواحدة للشجرة 6000 ليرة سورية فقط، على أن يتم الرش مرة في الأسبوع الثاني من أيار ورشة في الأسبوع الثاني من حزيران ورشتان في شهر آب مرة في أول آب ومرة أخرى في الأسبوع الثالث منه لتحسين الإنتاج ونوعية الثمار

المراجع:

الخطيب، علي؛ عبود، رفيق؛ مفلح، ماجدة؛ القيم، فاضل؛ ملحم، ندى؛ حسم، ماهر؛ حسن، فينوس ومحمد، فراس. (2016). أطلس أصول وأصناف الحمضيات المنتشرة في سوريا. الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية. مركز البحوث العلمية الزراعية باللاذقية. ص 49.

الصحاف، فاضل حسين (1989). تغذية النبات التطبيقي. بيت الحكمة. جامعة بغداد. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي 1089. حيدر، محمد (1994) اختبارات وتجارب في الكيمياء الحيوية، مديرية الكتب والمطبوعات، جامعة تشرين.

سلمان، يحيى (2003). فسيولوجيا الفاكهة (الجزء العملي). منشورات جامعة تشرين
صهيوني، فهد؛ سليمان، سوسن؛ سلمان، يحيى (2003). فسيولوجيا النبات (الجزء العملي). منشورات جامعة تشرين. ص 141.
وزارة الزراعة، مديرية الاقتصاد والتخطيط الزراعي، دائرة الإحصاء. (2024). المجموعة الإحصائية الزراعية، ص 124 دمشق، سورية.

Alva, A.K.; D. Mattos, Jr., S. Paramasivam, B. Patil, H. Dou and K. S. Sajwan (2006). Potassium management for optimizing citrus production and quality. International Journal of Fruit Science, 6(1):3 – 43.

Ashraf, M.Y., Gul, A., Ashraf, M., Hussain, F. and Ebert, G., (2010). Improvement in yield and quality of kinnow (Citrus deliciosa × Citrus nobilis) by potassium fertilization. J. Plant Nutr. 33 (11), 1625–1637.

- Eibner, R. 1986. Foliar Fertilization Importance and Prospect in Crop Production in Foliar Fertilization. Pro. 1st Int. Sym. On foliar fertilization. Berlin. March. Germany. (1) (22), 3-13.
- Ennab H. A. and Khedr A. M. A. (2021). influence of foliar sprays of different potassium fertilizers on yield and fruit quality of balady mandarin trees. menoufia j. plant prod., vol. 6 march: 137 –149.
- Gill, P.S.; S.N. Singh and A.S. Dhatt (2005) Effect of foliar application of K and N fertilizers on fruit quality of Kinnow mandarin. Indian Journal of Horticulture. 62(3):282-284.
- Hamza, A., A. Bamouh, M. El Guilli and R. Bouabid (2015). Response of Cadoux Clementine to foliar potassium fertilization: Effects on fruit production and quality. Acta Hort., 1065:1785 – 1794.
- Han, H., Chen, X.L., Liu, Y.Z., Zhou, T., Alam, S.M., Khan, M.A., (2024). Foliar spraying magnesium promotes soluble sugar accumulation by inducing the activities of sucrose biosynthesis and transport in citrus fruits. Scientia Horticulturae 324,112593.
- Hussein, m.m., m.m.Shaaban and a.k.m.el-saaly.2008 .Response of cowpea plant grown under salinity stress top,k-foliar application .American J.of plant physiology 3 (2) , 81-88 .
- Kumar and M. Kavino (2006). Role of potassium in fruit crops – a review. Agric. Rev., 27 (4): 284 – 291.
- Kanan, S. Mechanism of foliar uptake of plant nutrients. (1980). accomplishments and prospects. J. of Plant Nutrition. 2(6): 717 – 735.
- Maksoud, M.A.; M.M.S. Saleh; L.F.Haggag and B.N.Boutros (2003). Effects of iron and potassium fertilization on Balady mandarin trees grown in calcareous soil. Annals of Agricultural Science (Cairo). 48 (2):741-746.
- Thu A.M, Shariq Mahmood Alam, Muhammad Abbas Khan, Han Han, Dong-Hai Liu, Rohoma Tahir, Muhammad Ateeq, Yong-Zhong Liu. (2024). Foliar spraying of potassium sulfate during fruit development.comprehensively improves the quality of citrus fruits Scientia Horticulturae 338 113696.
- Vijay, R P S Dalal and Hemant Saini. (2016). Nutritional Status of Leaf and Fruit Yield of Sweet Orange Influenced by Foliar Application of Potassium. Department of Horticulture, CCS Haryana Agricultural University, Hisar-125 004(Haryana). 4(2): 66-69.
- Wei, L.J., C. Fang, L. Dongbi, W.Yun Fan , Y. Chang Bing, and W.Y. Hua.(2002). Effect of Application of Potassium Sulfate and Potassium Chloride on Growth of Citrus Tree, Yield and Quality of Fruits.Soil and fertilizers Beijing 4:34.
- Weinbaum S.A., (1988). Foliar nutrition of fruit crops. In: Plant Growth and Leaf Applied Chemicals. Neuman, P.E.(Ed.). CRC Press, Inc.Boca Raton, FL. USA., pp: 81-100.
- Wen, M., Zhang, J., Zheng, Y., Yi, S. (2021). Effects of combined potassium and organic fertilizer application on newhall navel orange nutrient uptake, yield, and quality.Agronomy 11 (10),

The effect of the number of foliar spray frequency application with high – potassium fertilizer on the productivity and fruit quality of Clemantine (*Citrus reticulata*)

Nsreen dahe mohamad^{1*}

¹ Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Engineering, Lattakia University , Lattakia, Syria.



(*Corresponding author: nsreen dahe mohamad, Email: nsreenmohamad84@gmail.com phone: 0988487892)

Received: 12/04 /2026

Accepted: 12/07 /2026

Abstract

This study was conducted on Clemantine trees at the age of 17 years, planted in a private orchard in Al-Harah village, affiliated with Lattakia, during the 2024-2025 agricultural season. The study aimed to evaluate the impact of repeated foliar spraying with a high- potash compound (40% potassium) on the production and fruit quality characteristics. The experiment included four groups of trees : trees without spray "control", trees sprayed once, one month after fruit set on May 10th, trees sprayed twice (10 May, a second spray during rapid fruit growth stage on June 10th), trees sprayed three times (10 May, 10 June, third spray, one month before the start of fruit coloring, on August 1st) and trees sprayed four times (10 May, 10 June, 1 August, 21 August). The results showed that increasing the frequency of foliar potassium spraying had a positive effect on production and fruit quality. Specifically, the four –spray treatment yielded the best results in terms of the physical characteristics of the fruits (fruit weight, volume and juice percentage) 90.05g, 110.33cm³ and 45.79% respectively, the other treatments. Statistical analysis of the chemical properties (TSS and total sugars) also revealed that the three-spray and four –spray treatments were superior to other treatments, without significant differences between them. Regarding to acidity, a decrease in fruit acidity content was observed as the number of sprays increased, the control treatment recorded the highest acidity 1.76%. In terms of yield, the four –spray treatment achieved the highest production quantity at 175.7 kg, compared to the control treatment which yielded 150.8 kg.

Keywords: high, potassium compound, "Clemantine", productive trails.