

دور نمط الرشّ المتّبع والضغط التشغيلي وتداخلتهما في مكافحة الحلم ذي البقعتين (*Tetranychus urticae* Koch.) على الباذنجان داخل البيوت البلاستيكية

سجاد ناظم ابراهيم وماجد حازم رشك الحيدري*

قسم المكائن والآلات الزراعية، كلية الزراعة، جامعة البصرة، البصرة، العراق.

*البريد الإلكتروني للباحث المراسل: majid.reshaq@uobasrah.edu.iq

الملخص

ابراهيم، سجاد ناظم وماجد حازم رشك الحيدري. 2023. دور نمط الرشّ المتّبع والضغط التشغيلي وتداخلتهما في مكافحة الحلم ذي البقعتين (*Tetranychus urticae* Koch.) على الباذنجان داخل البيوت البلاستيكية. مجلة وقاية النبات العربية، 41(2): 105-113.

<https://doi.org/10.22268/AJPP-41.2.105113>

يعدّ الحلم الأحمر ذو البقعتين (*Tetranychus urticae* Koch.) من أخطر الآفات التي تصيب الباذنجان (*Solanum melongena* L.). أجريت العديد من المحاولات للسيطرة على هذه الآفة وتجنب الخسائر الفادحة من خلال الاستخدام المكثف للمبيدات الزراعية. هدفت هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على دور نمط الرشّ المتّبع في مكافحة واختيار الضغط التشغيلي الملائم للحصول على أكبر كثافة للقطرات العالقة في مواضع وجود الكثافة العددية للآفة على أوراق النبات المزروع في البيوت المحمية. تضمّنت الدراسة اختبار ستة أنماط رشّ (من الأعلى، من الجانب، من الأسفل، من الأعلى والجانب معاً، من الأسفل والجانب معاً، والرشّ المدمج) وضغطين تشغيليين (2 و5 بار). طُبقت التجربة العملية بأسلوب القطع المنشقة في تصميم القطاعات العشوائية الكاملة. أظهرت النتائج الرئيسية للدراسة تأثيراً معنوياً واضحاً لكلٍ من نمط الرش والضغط التشغيلي في كفاءة مكافحة الحلم. فقد بيّنت النتائج معنوية كفاءة القتل باستخدام النمط من الأسفل، ويليه النمط المدمج عند الضغط 5 بار مقارنةً مع بقية الأنماط الأخرى. كما لوحظ من النتائج أيضاً أن اتباع النمط ذي الفوهتين من الأسفل أدى إلى زيادة كفاءة مكافحة وخصوصاً في المنطقة الموجودة في الثلث العلوي من النبات بنسبة بلغت 22.67% مقارنةً مع النمط التقليدي (فوهة واحدة). كما أظهرت النتائج أيضاً أن استخدام نمط الرشّ من الأسفل أدى إلى الاقتصاد في كمية المبيد بنسبة تفوق 46% عند مقارنتها مع النمط المدمج.

كلمات مفتاحية: مرشات، فوهات، مبيدات، خصائص عملية الرش، مكافحة الآفات، كفاءة القتل.

المقدمة

بشكل ظاهري، حيث تصفر الأوراق وتجف مما يؤدي إلى موت النبات (Yang et al., 2020). لذا يلجأ المزارعون في عملية مكافحة إلى الاستخدام غير المقنن للمبيدات باستعمال أحد وسائل الرش المتبعة بما يتلاءم مع طبيعة الحقل المزروع ومساحته وإمكانية المزارع على اقتناء أو استئجار تلك الآلات لإتمام عملية مكافحة.

إنّ من بين المشاكل التي تواجه أغلب العاملين في مجال رش المبيدات الزراعية تبرز مسألة قلة كمية القطرات العالقة على المجموع الخضري للنبات المعامل بالرش، وزيادة في كمية الضائعات بأشكال مختلفة وعلى شكل انجراف سواءً مع الرياح السائدة عند الرش أم سقوط القطرات، خصوصاً ذات الحجم الكبير منها، على سطح الأرض، فضلاً عن قصور آلات الرش المستخدمة في مكافحة في إيصال الكمية المطلوبة من المبيد إلى أماكن وجود الآفات، خصوصاً تلك التي تختبئ على السطح السفلي للأوراق كالحلم مثلاً. ويتفاقم خطر الحصول على مكافحة ذات كفاءة عالية مع ازدياد الكثافة الورقية للمحصول المزروع

يعدّ محصول الباذنجان من محاصيل الخضرة التابعة للعائلة الباذنجانية (*Solanum melongena* L.) وهي من العائلات النباتية المهمة من الناحية الاقتصادية حيث تزرع في مساحات واسعة من العالم سواءً في الحقول المفتوحة أو داخل البيوت المحمية. تقدّر المساحات المزروعة بهذا المحصول داخل العراق بحدود 25705 دونماً ويبلغ حاصل الانتاج الكلي حوالي 104402 طناً حسب بيانات وزارة التخطيط العراقية (CSO, 2019). تتفاوت مدن العراق في زراعتها لهذا المحصول تبعاً للظروف الجوية وخصائص التربة وبقية العوامل الأخرى المحيطة به. يتعرض هذا المحصول خلال مراحل نموه المختلفة إلى العديد من الآفات الزراعية مما يسبب أضراراً جسيمةً وخسائرًا كبيرةً في غلة الانتاج الكمي والنوعي، ويعدّ الحلم من بين تلك الآفات (Reddy & Miller, 2014؛ Srinivasan, 2009). يؤدي ظهور الحلم على النبات إلى إضعافه

(Chen *et al.*, 2020؛ Bessin & Townsend, 1997). لذا اهتم العديد من الباحثين والمتخصصين في هذا المجال بالتركيز على جوانب الضعف التي تزيد من مقدار الفقد وتقلل من كمية القطرات العالقة على النبات المُستهدف بالرش. ويأتي من بين تلك العوامل التي تزيد من مقدار الفقد تلك الحالات التي تكون فيها فتحات فوهات الرش المثبتة على المرشة غير موجهة بشكل صحيح باتجاه الهدف المقصود، وكذلك اختيار الضغط التشغيلي غير المناسب للرش مما يؤدي إلى زيادة كمية القطرات المنجرفة بعيداً عن هدف الرش (Alheidary *et al.*, 2014؛ Munjanja *et al.*, 2020). لذلك فإن تقليل التلوث الناتج عن استخدام المبيدات في الحقول الزراعية وزيادة كمية القطرات المترسبة على النبات يعدّ مسألة ذات أهمية قصوى في العديد من التطبيقات الزراعية خصوصاً مع استخدام آلات الرش (Wei *et al.*, 2020).

كما هو معروف، تُرش العديد من المبيدات الزراعية، وحسب الغاية من الرش، باستعمال المرشات الزراعية سواءً الكبيرة منها أو المتوسطة أو الصغيرة اعتماداً على عوامل عدّة، ومنها: حجم الحقل المزروع، طبيعة النبات المزروع، الكثافة الورقية للنبات، الغاية من الرش، وغيرها من العوامل. وعلى الرغم من عدم توفر المرشات الزراعية الحديثة في الحقول الزراعية العراقية، فقد لجأ العديد من المزارعين إلى استخدام المرشات الظهرية الهوائية والمرشات المحمولة على عجلات (تسمى محلياً بالهولدر) بكثرة في العديد من التطبيقات الزراعية داخل الحقول الزراعية وخصوصاً ذات المساحات الصغيرة ومتوسطة الحجم. وبغض النظر عن طبيعة النبات وكثافته ومرحلة النمو التي يتم فيها الرش، فإنّ العديد من تلك المرشات لم تلبّي وظيفتها بشكل جيد ومقبول بالحدّ الأدنى من المتطلبات في تقليل كمية المبيد المنجرفة وزيادة كمية المبيد العالقة على الهدف المطلوب من الرش، خصوصاً مع تقدم نمو النبات. ومع ذلك، فإن عمليات الرش الحقلية في المزارع أو الحقول المزروعة بالمحاصيل، سواءً المفتوحة منها أو التي تزرع داخل البيوت المحمية، يتم فيها رش المبيدات الزراعية بشكل لا يتلاءم في العديد من حالات الرش مع نوع الإصابة الظاهرة في الحقل المزروع، مما ينعكس سلباً على نتائج عملية المكافحة على الرغم من الزيادة في تكاليف المبيد المستهلك وأجور العمال والآلات المتبعة في الرش، الأمر الذي يسهم في زيادة نفقات الإنتاج وعدم الحصول على مؤشرات جيدة تزيد من إنتاج المحصول كمّاً ونوعاً. فضلاً عن حالة عدم اختيار الوضع المناسب للرش بما يتلاءم مع نوعية النبات وكثافته ومرحلة النمو، فإن العديد من العاملين في القطاع الزراعي يعتقدون بشكل خاطئ أن كميات الرش العالية والضغط الكبير ضرورية لضمان حماية جيدة للنبات (Sánchez-Hermosilla *et al.*, 2011). بينما تعدّ زيادة الضغط التشغيلي للمرشة إلى حدّ معين عاملاً مهماً في إنجاح عملية المكافحة؛ لكونها تؤدي إلى تقليل حجم القطرات الساقطة

على وريقات النبات بالشكل الذي يزيد من القطرات العالقة عليها، ومن ثمّ الاحتفاظ بها. لكن هذه الزيادة يجب أن تكون مقننة ضمن حدود معينة، فعلى الرغم من أن الضغط العالي يقلل من حجم القطرات، إلا أنه يزيد من إمكانية الانجراف، ويزيد من تآكل الفوهة، ويؤثر كذلك على زاوية الرش للفوهة والتغطية. حيث يؤثر حجم القطرات بشكل مباشر على تغطية الرش ووظيفة مبيدات الآفات بالملامسة، فالقطرات الدقيقة تتمتع بقدرة أكبر على اختراق مناطق المجموع النباتي (Ferguson *et al.*, 2016). لذا فإن عدم إحكام السيطرة على الآفة في عملية المكافحة من خلال اختيار نمط الرش الصحيح والضغط التشغيلي الملائم سيؤدي إلى زيادة في الانجراف والضائعات عند الرش وقلة في كمية المبيد العالقة على النبات مما سيؤدي إلى زيادة نسبة الفقد وزيادة التكلفة وتلوث العاملين بالمبيدات والبيئة. لذلك هدفت الدراسة الحالية إلى دراسة مقارنة لأنماط رشّ مختلفة في مكافحة الخلم الذي تصيب محصول الباذنجان داخل البيوت المحمية تحت ضغوط تشغيلية مختلفة.

مواد البحث وطرائقه

موقع التجربة

نفّذت تجربة حقلية خلال الموسم الخريفي 2021 في أحد البيوت البلاستيكية العائدة لمحطة الأبحاث والتجارب الزراعية في جامعة البصرة- قضاء كرامة على الواقعة على الإحداثيات 30°33'43.1"N 47°45'06.6"E والتي تبعد مسافة 10 كم عن مركز محافظة البصرة، لدراسة تأثير أنماط الرشّ وضغوط التشغيل المختلفة في استهداف آفة الخلم على نبات الباذنجان صنف باديا.

نفّذت عمليات تهيئة التربة داخل البيت البلاستيكي بتاريخ 2021/10/6، بدءاً بحراثة التربة وذلك بالمرور عدّة مرات ذهاباً وإياباً بالمحراث المطرحي القلاب ثلاثي الأبدان، عرضه الشغال 1.05 م، ثم أجريت عملية تعقيم لكامل للتربة باستخدام الأمشاط القرصية المزودة، وبعدها تعديل الأرض باستخدام آلة التسوية، وقُسم البيت البلاستيكي إلى ثلاثة خطوط بواسطة البتان القرصي، الذي تبلغ أبعاده 4×3.75 م، ليمثّل كلّ خطٍ قطاعاً لوحده؛ ثمّ قسم القطاع الواحد إلى ستّ معاملات لتضمّن كل معاملةً وحدتين تجريبيتين. تركت مسافة 1 م بين المعاملات وكذلك ما بين وحدة تجريبية وأخرى، ومسافة 1.5 م بين قطاع وآخر.

اختيرت شتلات محصول الباذنجان صنف باديا لزراعتها بتاريخ 2021/8/10 من أحد مشاتل شركة مجموعة الفارس المتحدة، حيث كانت مزروعة في أطباق بلاستيكية بمعدل حوالي 206 نبتة/الطبق. أجري التسميد الورقي للشتلات بعد ظهور الورقة الحقيقية الثالثة بسماذ مركب NPK بنسبة 20:20:20 وبمعدل رش 1 غ/ليتر ولثلاث مرات،

جدول 2. خصائص المرشحة الزراعية المستخدمة في عملية مكافحة الكيمائية حقلياً.

Table 2. Characteristics of the agricultural sprayer used chemical control process in the field.

Description	الوصف	Specification	الخاصية
Air-cooled four strokes	رباعي الأشواط مبرد بالهواء	Type of spray engine	نوع محرك المرشحة
Several uses of spraying,	عدة استخدامات للرش	Type of use	نوع الاستخدام
Diaphragm pump	المضخة ذات الحجاب الحاجز	Pump type	نوع المضخة
6-8 L/min	8-6 لتر/الدقيقة	Pump discharge	تصريف المضخة
15-25 kg/cm ²	25-15 كغ/سم ²	Spray pressure	ضغط الرش
9.5/2800 (N.m r/min)		Maximum torque	أقصى عزم
50 m	50 متر	Hose length	طول الخرطوم
HDPE	البولي اثيلين عالي الكثافة	Type of liquid tank	نوع خزان السائل
100 L	100 لتر	liquid tank capacity	سعة خزان السائل
3600 ml	3600 مل	Engine fuel tank capacity	سعة خزان وقود المحرك

النتائج والمناقشة

تأثير نمط الرش المتبّع

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي في جدول تحليل التباين (جدول 3) وجود تأثير عالي المعنوية لنمط الرش المتبّع في مكافحة في نسب كفاءة قتل الآفة عند ثبات الضغط التشغيلي وموعد أخذ العينات بعد الرش. فقد أوضحت نتائج الدراسة أن نمط الرش الذي يحقق الاستهداف الحقيقي للآفة قد مكن من زيادة كفاءة قتلها عند ثبات الضغط التشغيلي في عملية الرش. حيث بينت النتائج (جدول 3) أن نمط الرش بفوهتين من جهة الأسفل باتجاه المجموع الخضري له دور أكبر في كفاءة قتل وإبادة الآفة مقارنة مع بقية أنماط الرش الأخرى من خلال الاستهداف الصحيح والأمثل للآفة وأماكن وجودها على أوراق النبات المعامل بالرش، بما فيها الأجزاء الخضرية العلوية البعيدة عن فتحة الفوهة؛ فقد وصلت نسبة كفاءة قتل الآفة بهذا النمط إلى 100.0% و98.0% عند جزء النبات المعامل بالرش، ويليه نمط الرش المدمج بكفاءة بلغت 96.00% و93.33%، على التوالي. في حين أعطى نمط الرش بفوهة واحد فوق النبات (المقارنة) أقل نسبة قتل للآفة بعد أسبوعين من مكافحة بنسبة قتل بلغت 71.33%

جدة وفق الوضع المبين أعلاه. بعد مرور 1، 2، 3، 7 و14 يوماً من مكافحة، حُسبت الكثافة العددية لحوريات وبالغات الآفة عند ثلاثة مستويات من النبات (الثلاث العلوي للمجموع الخضري، وسط المجموع الخضري، وأسفل النبات) وحسب كثافة النبات الورقية. جُمعت النماذج الورقية من النباتات المعاملة بالمبيد بصورة عشوائية، ورُقمت حسب المعاملة ووضعت في أكياس بصورة مستقلة داخل صندوق خشبي، ونقلت على الفور إلى المختبر لغرض تحليلها وقياس نسبة القتل تحت المجهر التشريحي Estereomicroscopio Binocular 7X-45X Modelo SM-2B في قسم وقاية النبات بكلية الزراعة.



شكل 1. المرشحة الزراعية المقطورة المزودة بمحرك.
Figure 1. Motorized trailer agricultural sprayer.

مخطط إجراء التجربة

رُتبت المعاملات التي دُرست في التجربة داخل الوحدات التجريبية بأسلوب التجارب العاملية داخل القطع المنشقة باستعمال تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) وبثلاثة مكررات، حيث تضمنت القطع الرئيسية (Main plot) أنماط الرش فضلاً عن معاملة المقارنة، واشتملت القطع الثانوية (Sub-plot) على الضغوط التشغيلية، وبذلك أصبح عدد الوحدات التجريبية 36 وحدة تجريبية (3×2×6) تشمل أنماط الرش والضغوط التشغيلية والمكررات، على التوالي.

حُسبت كفاءة قتل الآفات (Henderson & Telton, 1955)، ثم حُللت البيانات إحصائياً باستخدام البرنامج GenStat (discovery edition 3) وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) بأسلوب التجارب المنشقة المنشقة (Split Split Plot Design). فورنت متوسطات المعاملات المدروسة باستعمال اختبار أقل فرق معنوي (LSD_{0.05}).

من المكافحة، مع ثبات جميع أنماط الرش المتبعة في مستويات النبات المختلفة، بزيادة بلغت 6.61% لمتوسط نسبة قتل الآفة. ويعزى السبب في زيادة قتل الآفة مع زيادة الضغط التشغيلي إلى صغر حجم القطرات المنبثقة من الفوهة مما أدى إلى إمكانية زيادة كثافة القطرات العالقة على الأجزاء النباتية المصابة بالآفة من خلال زيادة نسبة القطرات التي تغطي الهدف المقصود بالرش مع قدرة القطرات الصغيرة المتحركة تحت الضغط العالي على اختراق الكثافة الخضرية للنبات، وهذا يتفق مع دراسة سابقة (Alheidary, 2017) أفادت بأن زيادة الضغط التشغيلي تؤدي إلى توليد قطرات رش ذات أقطار صغيرة.

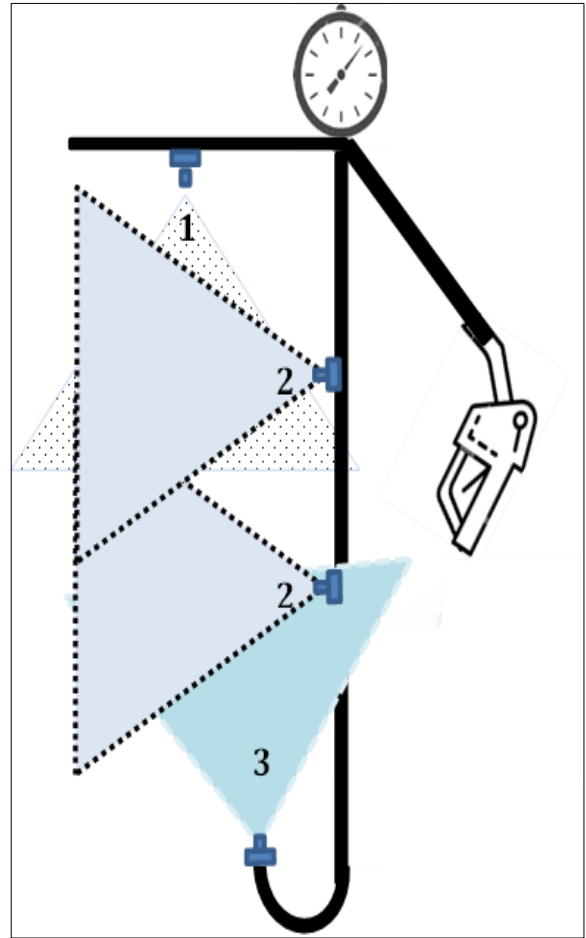
تأثير الزمن في كفاءة قتل الآفة

بيّنت نتائج التجربة (جدول 4) وجود تأثير عالي المعنوية لعدد الأيام بعد إجراء عملية المكافحة الكيميائية من خلال الزيادة الحاصلة في نسب مكافحة الآفة الموجودة على النبات خلال الأيام التي حُسبت فيها الكثافة العددية للآفة ولجميع أنماط الرش والضغوط التشغيلية المدروسة. سُجّلت أعلى نسبة لمتوسط قتل الآفة بعد أسبوعين من تاريخ المكافحة بنسبة قتل بلغت 100% عند استخدام نمط الرش بفوهتين من الأسفل والضغط التشغيلي 5 بار، يليه النمط والضغط التشغيلي ذاتهما بعد أسبوع من المكافحة بنسبة قتل بلغت 90.67%، بزيادة بلغت 67.00% و 57.67% عند المقارنة مع النمط والضغط التشغيلي ذاتهما بعد يوم واحد من المكافحة. في حين كانت أقل نسبة قتل للآفة بعد يوم واحد من المكافحة بنسبة قتل بلغت 13.00% لنمط الرش بفوهة واحدة والضغط التشغيلي 2 بار، حيث اتضح تأثير المكافحة على الحلم خلال زمن أخذ العينات بعد المعالجة متفقاً مع ما نُشر سابقاً (Pavela, 2015).

تأثير التداخل بين نمط الرش المتبع والضغط التشغيلي

كشفت نتائج الدراسة عن وجود فروقات معنوية لتأثير التداخل بين نمط الرش المستخدم والضغط التشغيلي عند إجراء عملية المكافحة. بيّنت النتائج (جدول 4) أن نمط الرش بفوهتين من الأسفل ونمط الرش المدمج عند كلا الضغطين قد أظهرتا تفوقاً معنوياً بالمقارنة مع تأثير التداخل بين أنماط الرش الأخرى وضغوط التشغيل المستخدمة على مدى زمن أخذ العينات. فقد وصلت نسبة كفاءة قتل الآفة عند الرش بفوهتين من الأسفل والضغط 5 بار إلى 98.44% بعد أسبوعين من المكافحة. وقد يُعزى ذلك إلى التوجيه الصحيح للفوهة والكثافة العالية للقطرات الناجمة عن زيادة الضغط التشغيلي ضمن الحدود المسموح بها مما أدى إلى استهداف المناطق التي تلجأ إليها الآفة للاختباء من الظروف الجوية غير الملائمة لها في كل مستويات المجموع الخضرى للنبات، الأمر الذي أعطى نتائج مثالية في قتل الآفة على كل أجزاء النبات.

و 80.33% عند الرش على ذات الجزء الخضرى من النبات بالضغطين التشغيليين 2 و 5 بار، على التوالي. كذلك بيّنت الدراسة أن استخدام نمط الرش بفوهتين من الأسفل أدى إلى تقليل الاستهلاك في كمية المبيد المستخدمة بالرش، حيث وقّر الرش بهذا النمط عند الضغط 5 و 2 بار 81.34 و 89.02 لتر/هكتار، على التوالي، عند مقارنته بنمط الرش المدمج. كذلك كشفت النتائج عن تفوق نمط الرش بشكل حرف L مقلوب بشكل معنوي على نمط الرش بفوهتين وبفوهة واحدة بشكل عمودي على المجموع الخضرى للنبات بزيادة في كفاءة قتل الآفة قدرها 6.17% و 10.45% على التوالي.



شكل 2. أنماط الرش المختلفة: (1) نمط الرش من الأعلى بالنسبة للنبات، (2) نمط الرش من الجانب بالنسبة للنبات، (3) نمط الرش من الأسفل.
Figure 2. Different spray patterns: (1) spray pattern from the top to the plant, (2) spray pattern from the side to the plant, (3) spray pattern from the bottom.

تأثير الضغط التشغيلي

أشارت الدراسة الحالية إلى وجود تأثير معنوي للضغط التشغيلي في نسب كفاءة قتل الآفة بعد 1، 2، 3 و 7 أيام من المكافحة. كما بيّنت النتائج (جدول 4) تفوق الضغط التشغيلي 5 بار على 2 بار معنوياً بعد أسبوعين

جدول 3. تأثير التداخل بين أنماط الرش وضغوط التشغيل على كفاءة قتل الآفة في مستويات مختلفة من النبات خلال الفترات الزمنية لأخذ العينات بعد الرش

Table 3. Effect of the interaction between spray patterns and operating pressures on the mortality efficiency at different parts of the plant during different sampling periods after spraying.

المتوسط Mean	زمن أخذ العينات Sampling time										عوامل التداخل الثلاثي Triple interaction factors	
	14 يوم 14 days		7 يوم 7 days		3 يوم 3 days		2 يوم 2 days		1 يوم 1 day		نمط الرش Spray type	الجزء النباتي Plant part
	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1		
59.36	86.67 de	86.33 de	77.67 ab	74.34 ab	65.67 bc	62.67 bc	49.67 bc	52.00 ab	19.00 ef	19.00 ef	M1	L1
67.93	87.33 d	89.33 de	85.67 a	79.00 ab	80.67 a	69.00 ab	59.67 ab	54.00 ab	45.67 a	19.00 ef	M2	
75.03	99.33 a	97.00 a	90.67 a	90.67 a	82.00 a	82.67 a	66.67 a	68.00 a	34.00 bc	46.67 a	M3	
64.00	88.67 d	85.33 e	72.00 bc	84.00 a	78.00 a	79.33 a	46.67 bc	51.00 b	31.00 cd	19.00 ef	M4	
70.33	95.67 a	93.67 c	87.33 a	88.33 a	83.00 a	75.00 ab	57.33 ab	67.00 a	43.00 a	48.67 a	M5	
54.06	73.67 h	70.00 i	72.67 bc	70.33 c	59.67 bc	58.33 cd	50.33 bc	43.33 bc	18.67 ef	14.67 ef	M6	
54.58	83.67 ef	81.67 g	66.00 dc	71.33 bc	43.33 de	58.33 cd	50.33 bc	49.67 bc	15.33 ef	29.67 cd	M1	L2
61.73	87.00 de	83.67 ef	81.33 ab	83.33 a	67.00 b	62.00 bc	53.33 ab	45.33 bc	38.00 b	16.33 ef	M2	
75.36	98.33 a	97.33 a	88.33 a	90.00 a	80.67 a	82.67 a	67.67 a	67.33 a	34.00 bc	50.67 a	M3	
59.30	88.33 d	83.33 ef	73.00 b	71.00 bc	67.00 b	65.33 c	48.67 bc	46.33 bc	21.67 e	28.33 cd	M4	
69.56	94.67 c	92.33 c	82.67 a	83.67 a	74.00 ab	83.00 a	61.00 a	55.67 ab	38.67 b	31.33 cd	M5	
52.03	75.33 h	73.33 h	67.00 dc	75.67 ab	50.00 d	57.67 cd	39.33 a	40.67 cd	16.33 ef	14.67 ef	M6	
58.76	86.33 e	81.33 fg	70.67 c	83.00 a	60.33 bc	76.00 a	48.67 bc	46.00 bc	36.00 b	13.33 ef	M1	L3
57.33	82.67 f	79.67 g	70.33 c	78.33 ab	49.33 de	65.00 bc	43.00 bc	47.33 bc	31.00 cd	16.67 ef	M2	
74.23	100.00 a	98.00 a	90.67 a	87.33 a	81.33 a	83.00 a	64.67 a	63.33 a	33.00 c	42.00 ab	M3	
59.07	88.67 d	86.67 e	58.33 d	73.67 ab	55.33 d	59.33 c	54.00 ab	47.67 bc	23.33 de	23.67 de	M4	
69.46	96.00 b	93.33 b	85.00 a	80.00 ab	81.67 a	84.33 a	59.00 ab	60.00 a	22.67 e	44.00 a	M5	
49.49	72.33 hi	70.33 i	57.00 d	74.67 ab	38.67 e	60.00 bc	34.67 de	25.67 f	18.67 ef	13.00 f	M6	
	87.88	86.59	79.94	77.56	71.25	68.37	55.70	51.51	30.94	27.25	المتوسط Mean	
	2.45		9.21		8.48		8.28		8.68		LSD _{0.05} (L*M*P)	

P1 = الضغط التشغيلي 2 بار، P2 = الضغط التشغيلي 5 بار، L1 = الثلث السفلي من النبات، L2 = الثلث الوسطي من النبات، L3 = الثلث العلوي من النبات. (M1) نمط الرش بفوهتين من الأعلى، (M2) نمط الرش بفوهتين من الجانب، (M3) نمط الرش بفوهتين من الأسفل، (M4) نمط الرش بأربع فوهات بشكل حرف L مقلوب (دمج M1 مع M2)، (M5) نمط الرش المدمج (دمج M1 و M2 و M3)، (M6) نمط الرش بفوهة واحدة (معاملة المقارنة). القيم التي يليها أحرف متماثلة في العمود نفسه لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 5%.

P1= The operating pressure 2 bar, P2= The operating pressure 5 bar, L1= The lower third of the plant, L2= The middle third of the plant, L3= The upper third of the plant, M1= Spray pattern with two nozzles from the top, M2= Spray pattern with two nozzles from the side, M3= Spray pattern with two nozzles from the bottom, M4= Spray pattern with four nozzles (combination of M1 with M2), M5= Combination spray pattern (M1, M2, and M3), M6= Spray pattern with one nozzle (control).

Values followed by the same letters in the same column are not significantly different at P=0.05.

أن كفاءة القتل بعد أسبوعين من المكافحة زادت بزيادة الضغط التشغيلي من 2 بار إلى 5 بار عند كل أجزاء النبات مع ثبات نمط الرش في المعاملة. كما أن كفاءة قتل الآفة بعد 14 يوم من المكافحة، ومع ثبات نمط الرش، بفوهتين من الأسفل قد بلغت 100.00 و 98.33 و 99.33% أسفل ووسط وأعلى النبات، على التوالي، عند الرش بالضغط 5 بار، ويليها نمط الرش المدمج عند الضغط والجزء ذاته بكفاءة قتل بلغت 96.00 و 94.67 و 95.96%، على التوالي. في حين أعطى نمط الرش بفوهة واحدة فوق النبات (المقارنة) نسبة قتل وصلت 72.33% و 75.33 و 73.67% على الثلث السفلي والأوسط والعلوي للنبات، على التوالي، عند الضغط التشغيلي 5 بار. وقد يُعزى سبب ذلك إلى أن تطبيق المكافحة بالرش مع الضغط التشغيلي 5 بار قد أدى إلى زيادة في كثافة القطرات المنبثقة من فتحة الفوهة مع انخفاض واضح في متوسط أحجام القطرات مما أدى إلى زيادة في نسبة التغطية وعدد القطرات العالقة على

بينما بلغت نسبة كفاءة القتل 70.00% بعد الفترة ذاتها من عملية المكافحة نتيجة الدمج بين نمط الرش بفوهة واحدة والضغط التشغيلي 2 بار. كذلك تبين أن تأثير نمط الرش بشكل حرف L مقلوب على كفاءة القتل عند الضغط التشغيلي 5 بار لم يختلف معنوياً عن تأثير نمط الرش بفوهتين من الأسفل عند الضغط التشغيلي 2 بار. ويعود ذلك إلى أن الدمج بين التوجيه الصحيح للفوهة وزيادة نسبة تغطية للأجزاء المعاملة بالرش من خلال زيادة الضغط التشغيلي أدى إلى زيادة كفاءة قتل الآفة على النبات.

تأثير تداخل الضغط التشغيلي مع جزء النبات

كشفت نتائج التجربة الحقلية عن وجود فروقات معنوية للتداخل بين الضغط التشغيلي المستخدم في المكافحة مع الجزء الخصري للنبات المعامل بالرش في كفاءة المكافحة بالقتل. كما أشارت النتائج (جدول 5)

أعلى كفاءة قتل لآفة الحلم ذي البقعتين من خلال الاستهداف الصحيح والأمثل لمناطق وجود الآفة على النبات، فضلاً عن فعالية القطرات الصغيرة المنبثقة من الفوهة تحت هذا الضغط في اختراق المجموع الخضري لكامل النبات. من جهة أخرى، فقد نجح نمط الرش من الأسفل في تقليل الهدر الحاصل عند الرش من حيث كمية المبيد المستهلكة والضائعات بعملية المكافحة مقارنةً مع نمط الرش المدمج بسبب فوهات والذي لم يختلف عنه معنوياً عند ثبات الضغط التشغيلي.

الجزء النباتي وخصوصاً على تلك القريبة من فتحة الفوهة وصولاً إلى أعلى جزء من المجموع الخضري للنبات، ويتفق هذا مع ما نشر سابقاً (Alheidary, 2018)، حيث تبين تناقص حجم القطرات المنتجة من الفوهة بزيادة الضغط التشغيلي مما أدى إلى زيادة عدد القطرات المترسبة بوحدة المساحة.

من خلال نتائج الدراسة الحالية وتحت ظروفها التجريبية يمكن استنتاج وجود تأثير واضح المعنوية لنمط الرش بفوهتين موجهتين من جهة الأسفل بالنسبة للنبات عند الضغط التشغيلي 5 بار والذي حقق

جدول 4. تأثير التداخل بين أنماط الرش وضغوط التشغيل على كفاءة قتل الآفة على مدى زمن أخذ العينات بعد الرش.

Table 4. Effect of the interaction between spray patterns and operating pressures on the pest mortality efficiency over different sampling periods after spraying.

14 days يوم 14		7 days أيام 7		3 days أيام 3		2 days يوم 2		1 day يوم 1		أنماط الرش Spray types
P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	
84.11 bc	78.89 d	71.44 bc	76.22 b	56.44 d	65.67 c	49.56 c	49.22 c	23.67 d	20.67 d	M1
86.33 bc	79.56 cd	79.11 ab	83.56 ab	65.67 c	65.33 c	55.33 ab	48.89 c	38.22 b	17.33 e	M2
98.44 a	92.44 ab	89.89 a	89.33 a	81.22 a	82.78 a	60.33 a	60.22 a	33.67 bc	46.44 a	M3
88.56 b	80.78 cd	76.78 cd	67.22 b	66.78 c	68.00 c	49.78 c	48.33 c	25.33 d	23.67 d	M4
92.22 a	86.78 bc	85.00 a	84.00 ab	79.56 a	74.11 b	59.11 a	60.89 a	34.78 bc	41.33 b	M5
75.44 de	70.00 f	65.56 d	73.56 bc	49.44 e	58.67 d	41.44 d	36.56 d	17.89 e	15.44 f	M6
87.44	81.14	80.74	76.20	68.52	65.42	52.88	50.38	29.64	30.92	المتوسط Mean
4.90		5.48		5.13		5.44		5.04		LSD _{0.05} (M*P)

P1 = الضغط التشغيلي 2 بار، P2 = الضغط التشغيلي 5 بار، (M1) نمط الرش بفوهتين من الاعلى، (M2) نمط الرش بفوهتين من الجانب، (M3) نمط الرش بفوهتين من الأسفل، (M4) نمط الرش بأربع فوهات بشكل حرف L مقلوب (دمج M1 مع M2)، (M5) نمط الرش المدمج (دمج M1 و M2 و M3)، (M6) نمط الرش بفوهة واحدة (معاملة المقارنة). القيم التي يليها أحرف متماثلة في العمود نفسه لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 5%.

P1= The operating pressure 2bar, P2= The operating pressure 5bar, M1= Spray pattern with two nozzles from the top, M2= Spray pattern with two nozzles from the side, M3= Spray pattern with two nozzles from the bottom, M4= Spray pattern with four nozzles (combination of M1 with M2), M5= Combination spray pattern (M1, M2, and M3), M6= Spray pattern with one nozzle (control)

Values followed by the same letters in the same column are not significantly different at P=0.05.

جدول 5. تأثير ضغوط التشغيل على كفاءة قتل الآفة في مستويات النبات المختلفة خلال زمن أخذ العينات بعد الرش.

Table 5. Effect of the operating pressures on the mortality efficiency at different plant levels during different sampling times after spraying.

14 days يوم 14		7 days أيام 7		3 days أيام 3		2 days يوم 2		1 day يوم 1		أجزاء النبات Plant parts
P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	
88.06 a	89.00 a	81.00 a	81.11 a	74.78 a	67.83 c	56.72 a	55.89 a	32.00 a	27.83 ab	L1
87.33 a	87.17 a	76.39 a	79.17 a	63.67 d	68.17 c	53.39 a	50.83 ab	27.33 ab	28.50 a	L2
87.17 a	84.56 ab	72.00 ab	81.17 a	61.11 e	71.28 b	50.67 ab	48.33 b	27.44 ab	26.11 b	L3
87.88	86.57	79.94	77.68	71.25	68.36	55.69	51.51	30.94	27.25	المتوسط Mean
3.46		6.73		2.55		3.77		3.59		LSD _{0.05} (L*P)

P1 = الضغط التشغيلي 2 بار، P2 = الضغط التشغيلي 5 بار، L1 = الثلث السفلي من النبات، L2 = الثلث الوسطي من النبات، L3 = الثلث العلوي من النبات. القيم التي يليها أحرف متماثلة في العمود نفسه لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 5%.

P1= The operating pressure 2bar, P2= The operating pressure 5bar, L1= The lower third of the plant, L2= The middle third of the plant, L3= The upper third of the plant.

Values followed by the same letters in the same column are not significantly different at P=0.05.

Abstract

Ibraheem, S.N. and M.H. Alheidary. 2023. The Role of Spray Pattern and Operating Pressure and their Interactions on the Control of *Tetranychus urticae* Koch. in Eggplant Plants Under Greenhouse Conditions. Arab Journal of Plant Protection, 41(2): 105-113. <https://doi.org/10.22268/AJPP-41.2.105113>

The mite *Tetranychus urticae* Koch is one of the most dangerous pests that attack the eggplant (*Solanum melongena* L.). Several attempts were carried out for controlling this pest to avoid crop losses through the extensive use of chemical products. The present study aimed to shed light on the effect of spraying pattern used coupled with selecting the appropriate operating pressure to obtain a suitable droplet size and density deposited on the leaves to get optimal effect for the control of mites which attack eggplant under greenhouse conditions. Six types of spray patterns (from top, side, bottom, top and side together, bottom and side together, and combination spray mode) toward plant canopy and two different operating pressures (2 and 5 bar) were tested. The factorial experiment was applied in split-plot arrangement in a complete random design. The significant differences between the parameters studied were tested by calculating the least significant difference (L.S.D.) at $P=0.05$. The findings showed a clear significant influence in the control efficiency by both spraying patterns and operating pressures. Significant mortality efficiency was observed using the bottom spray pattern from the plant canopy especially at 5 bar constant pressure in comparison with the other spray patterns at the same operating pressure. It was also observed that spraying with two-nozzle spray pattern from the bottom led to an increase in the efficiency of killing mites not only on the bottom part of the plant but also those present in the upper part of the plant, with a mortality rate of 22.67% compared to the control treatment. The results also illustrated that the use of bottom spray pattern reduced the amount of pesticide applied by more than 46% in comparison to the other treatments.

Keywords: sprayer, nozzle, pesticide, spray process characteristics, pest control, mortality efficiency

Affiliation of authors: S.N. Ibraheem and M.H. Alheidary*, Department of Agricultural Machinery, College of Agriculture, University of Basrah, Iraq. *Email address of corresponding author: majid.reshaq@uobasrah.edu.iq

References

المراجع

- Alheidary, M.H.R. 2017. Performance of knapsack sprayer: effect of technological parameters on nanoparticles spray distribution. International Journal of Engineering Trends and Technology, 46(4):199-207. <https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V46P235>
- Alheidary, M.H.R. 2018. Effect of the operating pressure and nozzle height on droplet properties using knapsack sprayer. Iraqi Journal of Agricultural Sciences, 49(3):360-366. <https://doi.org/10.36103/ijas.v49i3.105>
- Alheidary, M., J.P. Douzals, C. Sinfort and A. Vallet. 2014. Evaluation of spray drift in frontal and lateral position in a wind tunnel by using different nozzle types, wind speeds and boom orientation. Ref: 0385. In: Proceedings of the International Conference of Agricultural Engineering, 06-10 July, 2014, Zurich, Switzerland. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.1519.4881>
- Bessin, R.T. and L.T. Townsend. 1997. Western Corn Rootworm Larval Control, 1996. Arthropod Management Tests, 22(1):207-207. <https://doi.org/10.1093/amt/22.1.207>
- Chen, L., J.T. Sun, P.Y. Jin, A.A. Hoffmann, X.L. Bing, D.S. Zhao and X.Y. Hong. 2020. Population genomic data in spider mites point to a role for local adaptation in shaping range shifts. Evolutionary Applications, 13(10):2821-2835. <https://doi.org/10.1111/eva.13086>
- CSO. 2019. Central statistical organization, Ministry of planning, Iraq. <http://cosit.gov.iq/>
- Ferguson, J.C., R.G. Chechetto, C.C. O'Donnell, B.K. Fritz, W.C. Hoffmann, C.E. Coleman, B.S. Chauhan, S.W. Adkins, G.R. Kruger and A.J. Hewitt. 2016. Assessing a novel smartphone application -SnapCard, compared to five imaging systems to quantify droplet deposition on artificial collectors. Computer Electronics in Agriculture, 128:193-198. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.08.022>
- Henderson, C.F. and E.W. Telton. 1955. Test with acaricides against the brown wheat mite. Journal of Economic Entomology, 48:157-161.
- Munjanja, B.K., Y. Naudé and P.B.C. Forbes. 2020. A review of sampling approaches to off-target pesticide deposition. Trends in Environmental Analytical Chemistry, 25:e00075. <https://doi.org/10.1016/j.teac.2019.e00075>
- Pavela, R. 2015. Acaricidal properties of extracts and major furanochromenes from the seeds of *Ammi visnaga* Linn. against *Tetranychus urticae* Koch. Indian Crops Production, 67:108-113. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.01.011>
- Reddy, G.V.P. and R.H. Miller. 2014. Field evaluation of petroleum oil and carbaryl against *Tetranychus marianae* (Acari: Tetranychidae) on eggplant. Florida. Entomology, 97(1):108-113. <https://doi.org/10.1653/024.097.0115>
- Sánchez-Hermosilla, J., V.J. Rincón, P. Francisco, F. Agüera and F. Carvajal. 2011. Field evaluation of a self-propelled sprayer and effects of the application rate on spray deposition and losses to the ground. Pest Management Science, 67(8):942-947. <https://doi.org/10.1002/ps.2135>
- Srinivasan, R. 2009. Insect and mite pests on eggplant, a field guide for identification and management - AVRDC. The World Vegetable Center, Shanhua, Tainan. 64 pp.
- Vavrina, C.S. 1998. Transplant age in vegetable crops. HortTechnology, 8(4):550-555. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.8.4.550>

Wei, J., Y. Tang, M. Wang, G. Hua, Y. Zhang and R. Peng. 2020. Wettability on plant leaf surfaces and its effect on pesticide efficiency. International Journal of Precision Agricultural Aviation, 3(1):30-37.
<https://doi.org/10.33440/j.jpaa.20200301.62>

Yang, Z., X. Shen, J. Ni, D. Xie, A. Da and Y. Luo. 2020. Effect of photoperiods on development and acaricide susceptibility in the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*. Experimental and Applied Acarology, 80(1):17-27.
<https://doi.org/10.1007/s10493-019-00434-9>

Received: July 1, 2022; Accepted: September 3, 2022

تاريخ الاستلام: 2022/7/1؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2022/9/3