

تقنين استخدام المحاليل بالمرشات الزراعية داخل البيوت المحمية وتقييم ادائها تحت ظروف تشغيلية مختلفة

عزراء خيري حسين¹ ، ماجد حازم الحيدري²

المستخلص

اجريت تجربة حقلية لدراسة تقدير ضائعات الرش على نباتات الباذنجان المزروعة داخل بيت بلاستيكي تابع لمحطة الابحاث والتجارب الزراعية في كلية الزراعة - جامعة البصرة موقع كرمة علي خلال الموسم الخريفي 2022. استخدمت في التجربة مرشاة زراعية بفهوه مخروطية ممتلئة 8003 في الرش بوضع اوراق بيضاء على النباتات للحصول على تفاصيل دقيقة حول قطرات الرش المترسبة بعد تصويرها وتحليلها بواسطة برنامج ImageJ . تضمنت الدراسة اربع مستويات من الضغط 2، 3، 4، و 5 بار وثلاث ارتفاعات الرش 25، 50، و75سم وثلاث ابعاد عن جانبي النبات 20، 40، و60 سم. قيمت بعض المؤشرات الرئيسية في اداء الرش للقطرات الواقعة خارج النبات المتضمنة متوسط القطر الحجمي VMD، واقطار القطرات الدقيقة، وتغطية الرش والترسيب، والكثافة. نفذت التجربة باستخدام التجارب العاملية (R.C.B.D.) وبثلاث مكررات واقل فرق معنوي (L.S.D) بمستوى احتمالية 0.05. اظهرت النتائج تأثر قطرات الرش بكل العوامل. كما اظهرت النتائج وجود الفروق المعنوية بين الصفات المدروسة عند استخدام الضغط الأكبر و اعلى ارتفاع وابعد مسافة، حيث اعطى اصغر متوسط قطر حجمي و اعلى نسبة من اقطار للقطرات الدقيقة مع أعلى نسبة تغطية وترسيب وكثافة للقطرات. بينما اعطى الضغط الاصغر والارتفاع الاقل والبعد الاقرب من الفوهة أكبر متوسط قطر حجمي وأكبر اقطار للقطرات الدقيقة مع اقل عدد من القطرات وبأقل نسب للتغطية والترسيب والكثافة مع نقصان في قطر القطرات الدقيقة D_{v0.1}. كما بينت النتائج ايضا ان زيادة كل من الضغط وارتفاع الرش ادت الى زيادة معنوية في زيادة عرض وزاوية الرش والفقد الحجمي عند الرش وزيادة الهدر في تطبيق المبيدات. توصي الدراسة باستخدام الضغط 2 بار وارتفاع الرش 25 سم كونهما ساهما في خفض الفقد وزيادة نسبة محلول الرش و تحقيق الجدوى الاقتصادية القصوى من الرش.

الكلمات المفتاحية: الضغط التشغيلي، ارتفاع الرش، انجراف الرش، خصائص القطرات

Reduction of the Use of Solutions in Agricultural Sprayers in Greenhouses and Evaluation of their Performance under Different Operational Conditions

Athraa K. Hussain¹ , Majid H. Alheidary²

Abstract

A field experiment was conducted to study the estimation of spraying losses on eggplant plants grown inside a plastic house belonging to the Agricultural Research and Experiments Station at the College of Agriculture - University of Basra, Karma Ali site, during the fall season 2022. An agricultural sprinkler with a full conical nozzle 8003 was used in spraying by placing white leaves on the plants to obtain Accurate details about the deposited spray droplets were obtained after photographing and analyzing them using ImageJ software. The study included four levels of pressure, 2, 3, 4, and 5 bar, three spray heights of 25, 50, and 75 cm, and three dimensions from the sides of the plant of 20, 40, and 60 cm. Some key indicators in sprayer performance for droplets falling outside the plant were evaluated, including volumetric average diameter (VMD), fine droplet diameters, spray coverage, deposition, and density. The experiment was carried out using factorial experiments (R.C.B.D.) with three replications and the least significant difference (L.S.D) with a probability level of 0.05. The results showed that spray drops were affected by all factors. The results also showed that there were significant differences between the studied characteristics when using the highest pressure, the highest height, and the farthest distance, as it gave the smallest average volumetric diameter and the highest ratio of diameters to fine droplets, with the highest percentage of coverage, sedimentation, and density of the droplets. While the lower pressure, lower

انتساب الباحثين

^{1,2} كلية الزراعة، جامعة البصرة،
العراق، مدينة البصرة، الرمز البريدي
61004

¹ Dhrakhyry@gmail.com

² majid.reshaq@uobasrah.edu.iq

المؤلف المراسل

معلومات البحث

تاريخ النشر: حزيران 2024

Affiliation of Authors

^{1,2} Univ. of Basrah, College of
agriculture, Iraq, Basrah, 61004

¹ Dhrakhyry@gmail.com

² majid.reshaq@uobasrah.edu.iq

¹ Corresponding Author

Paper Info.

Published: June 2024

height, and distance closest to the nozzle gave the largest average volumetric diameter and largest diameters of the fine droplets with the least number of drops and the lowest percentages of coverage, sedimentation, and density, with a decrease in the diameter of the fine droplets DV0.1. The results also showed that increasing both pressure and spray height led to a significant increase in the width and angle of spraying, volumetric loss when spraying, and increased waste in applying pesticides. The study recommends using a pressure of 2 bar and a spray height of 25 cm, as they contributed to reducing losses, increasing the percentage of spray solution, and achieving the maximum economic feasibility of spraying.

Keywords: Operating Pressure, Spray Height, Spray Losses, Droplet Characteristics

المقدمة

ان هذا الموضوع يهتم بإدارة الفقد بضائعات الرش على شكل انجراف بعيدا عن الهدف المقصود من الظواهر الزراعية البالغة الأهمية فضلا على انها تعد أمراً ضرورياً يمكن من خلال فهمها بشكل صحيح الى سرعة اتخاذ القرار للمساعدة في تقليل المخاطر المرتبطة بالتعرض البشري والبيئي الناجم من تلك الظاهرة. تعمل المبيدات الزراعية بشكل عام كمكون رئيسي في حماية وإنتاج المحاصيل الزراعية خصوصا عند تطبيقها بالطريقة المثالية التي تضمن وصول تلك الكميات الموصى بها الى النبات والحد من مقدار الضائعات الى أدنى قيمة ممكنة [1] [2]. وكما هو معروف، هناك عدة فوائد ناجمة من استخدام المبيدات الزراعية في مكافحة الآفات الزراعية المتنوعة التي تصيب النباتات فضلا عن زيادة الإنتاجية النوعية والكمية لتلك المحاصيل المزروعة؛ ومع ذلك، فإن الجمع بين ارتفاع أسعار شراء تلك المبيدات لتطبيقها داخل الحقل لهدف معين [3]، وإدارة عملية مكافحة بشكل صحيح [4] ، واللوائح الدولية الموضوعية والمتعلقة بتقنيات تقليل الضائعات [5] تجعل المتخصصين في هذا المجال و المزارعين من اعادة النظر في تقييم طرق استخدام مبيدات الآفات. فيما يتعلق بضائعات قطرات الرش التي تحتوي في مكوناتها على المبيدات، يواجه المزارعون أضراراً غير مرغوب فيها لأنواع مختلفة من المحاصيل الحساسة التي تتفاوت فيما بينها في تلك الحساسية وشدة الانجراف الحاصل بالرش [6]. هناك العديد من المحاولات التي اجريت ولا زالت قيد الدراسة والتي تعتبر على انها من الجوانب الرئيسية للوائح الدولية المتعلقة بالحد من الفقد الحاصل عند الرش او بعده كطريقة مهمة لأجراء التقييم المختبري او الحقل من خلال اتباع وسائل وتقنيات تعنى بتكنولوجيا الرش الحديثة. لذلك، يعد تقييم تقنيات تقليل الضائعات الحاصل بعملية الرش (DRTs) في بيئة ما أمراً بالغ الأهمية لتحديد إمكانات DRT ومتطلبات وضع الاستراتيجيات المناسبة للحد من مقدار الضرر الناتج من تلك الظاهرة. على مر السنين القليلة الماضية، اجريت العديد من الدراسات العلمية بهذا

الخصوص لتطوير برمجيات النمذجة الحاسوبية لتقييم احتمالية الفقد بالرش وخاصة ما يرافق الفقد من التطبيقات الجوية [7]. يعد استخدام المختبرات المتخصصة خصوصا تلك المزودة بوسائل للقياس ظاهرة الفقد الحاصل عند الرش او بعده خياراً آخر لتقييم قيم الضائعات بمحلول الرش؛ ومع ذلك، فإن تقييم فقد الرش نتيجة استخدام المرشات الأرضية عند استخدام نفق الرياح كان منخفضا التكلفة مقارنة بالتجارب الحقلية [8]. عندما يكون DRTs المقترح من اجراء التعديل بالمرشات الزراعية، على سبيل المثال المرشات المزودة بالية بنظام للحد من الضرر البيئي، ستطلب لوائح وكالة حماية البيئة الأمريكية على الأرجح إجراء تقييم ميداني لتلك المرشات حقليا [9]. إن استخدام المرشات الزراعية أثناء تطبيقات الرش الأرضي لديها القدرة على تقليل ظاهرة الفقد بالرش، خاصة عند ضبط ظروفها التشغيلية الرئيسية بصورة صحيحة، فعلى سبيل المثال احكام السيطرة بشكل جيد على كل من ارتفاع الرش والضغط التشغيلي التي تساعد في تقليل ظاهرة الفقد أو من خلال استخدام الفوهات ذات الانجراف المنخفض. لذلك، من اجل تقدير مقدار الضائعات التي تحصل بالرش تحت ظروف تشغيلية مختلفة اجري هذا البحث لمعرفة تفاصيل أكثر دقة عن تأثير كل عامل على حدة والتداخل بينهما في تقدير تلك الضائعات بمحلول الرش على نباتي الباذنجان تحت ظروف الزراعة المحية.

مواد وطرائق العمل

نفذت تجربة حقلية خلال الموسم الخريفي 2022 في احد البيوت البلاستيكية التابعة الى حقول محطة الابحاث والتجارب الزراعية التابعة الى كلية الزراعة - جامعة البصرة التي تبعد 30 كم شمال مركز محافظة البصرة لدراسة تقنين الضائعات بمحلول الرش تحت ظروف تشغيلية مختلفة على نبات الباذنجان. تضمنت الدراسة ثلاث عوامل رئيسية، العامل الاول تضمن اربعة ضغوط تشغيلية للمرشة (bar4P1 @2bar,P2@3bar,P3@4bar,P5@) والعامل الثاني تضمن ثلاث ارتفاعات للرش

بين وحدة تجريبية واخرى لمنع تداخل المعاملات. اضيفت المعاملات السمادية بشكل دوري بعد الزراعة التي تضمنت الرش بسماد ورقي من نوع NPK وبمعدل 1 غم / لتر مرة واحدة اسبوعيا من خلال رشها على المجموع الخضري للأوراق وبسماد اليوريا سفاية وبمعدل غم / لتر. بخصوص سقي الحقل، فتمت بشكل منتظم وحسب حاجة النبات من خلال منظومة الري بالتنقيط من النوع GR. تم مكافحة النباتات المزروعة بين فترة واخرى خصوصا عن ظهور اصابات حشرات عليها كالذبابة البيضاء باستخدام المبيدات الحشرية المخصصة لها فضلا عن ازالة الاعشاب والادغال والحشائش بين فترة واخرى وحسب فترة ظهورها. في وقت عملية الرش، كان النبات في مرحلة التزهير والانتاجية (بعد 208 يوم من الزراعة). استخدمت الصبغة الصفراء Brilliant sulfoflavine (BSF) وبتركيز 1 غرام/لتر لقياس خصائص قطرات الرش المترسبة على الاوراق الكروماتيكية البيضاء الخاصة تحت تأثير عوامل الدراسة المختلفة. كان متوسط ارتفاع النبات وقت عمليات الرش 0.64 م تقريبا.

اجريت عمليات الرش باستخدام المرشحة الزراعية (الهولدر) بعد تثبيت نماذج الاوراق الكروماتيكية على مسافات متساوية من النبات المزروع من اجل تحديد مقدار ما يفقد من قطرات الرش بعيدا عن النبات المستهدف من الرش وحسب ارتفاع الرش وضغطه التشغيلي. حسب كل من نسبة التغطية وكمية القطرات المترسبة واحجام القطرات المترسبة على كل نموذج فضلا عن خصائص القطرات التي تضمنت الفقد الحاصل بالرش. قيس الظروف الجوية لحظة الرش وكما مبينه في الجدول باستخدام جهاز الانواء الجوية المحمول الانيموميتر Anemometer موديل MS 6253B وكما موضح في الجدول (1).

والعامل الثالث تضمن ثلاث مستويات من بعد قطرات الرش عن مركز فوهة الرش (h1@25cm,h2@50cm,h3@75cm) جميع التجارب الحقلية في البيت البلاستيكي ذات الاحداثيات 30.561229 شرقا، 47.751444 شمالا المزروع بنبات الباذنجان (صنف باديا التي زرعت في اطباق من الفلين تحتوي على 209 عين داخل مثلث زراعي تجاري لشركة الفارس الزراعية المتحدة الواقعة في قضاء الزبير محافظة البصرة بعد زراعتها في خليط مكون من سماد البيتيوموس المخلوط مع الرمل. بعد تكوين شتلات الباذنجان الورقة الحقيقية الرابعة. وكانت المساحة الاجمالية للبيت البلاستيكي 2م500. بتاريخ 26 / 9 / 2022 حرثت ارض البيت البلاستيكي قبل الزراعة باستخدام المحراث تحت سطح التربة ذو سلاح واحد على عمق 90 سم من اجل تكسير وتفتيت التربة. ثم نعمت التربة المحروثة من خلال استخدام الامشاط القرصية المزوجة. بعدها اجريت عملية تسوية الحقل باستعمال الة التسوية. ثم قسم البيت البلاستيكي الى ثلاثة خطوط بواسطة البتان القرصي بتاريخ 2022/9/30. نصبت منظومة الري بالتنقيط وتغطية خطوط الحقل بالنائلون الاسود Mulching واجريت عملية ري للتربة قبل يومين من الزراعة لتجربة المنظومة ولضمان استقراره حقل البيت. يمثل كل خط من خطوط البيت قطاعا لوحده اي سنة وثلاثون وحدة تجريبية بواقع خمس نباتات لكل وحدة تجريبية. زرعت النباتات بمتوسط مسافة 0.4 م بين النباتات المتجاورة و1.5 م بين الصفوف المزروعة. نفذت التطبيقات الزراعية الاخرى كالري والاسمدة والمبيدات للتربة كما وصفها [10]. زرعت الشتلات يدويا في البيت البلاستيكي بتاريخ 2022/10/10. تمت الزراعة وبواقع كثافة نباتية 38095 نبات/هكتار وتركت مسافة 100 سم ما

الجدول (1): يبين بيانات الظروف الجوية داخل البيت البلاستيكي لحظة عملية الرش

الصفة المقاسة	معدل درجة الحرارة °C	معدل الرطوبة النسبية %	سرعة الرياح م/ثا
القيمة	21	74	-

النتائج والمناقشة

تأثير الضغط التشغيلي وارتفاع الرش ومسافة بعد الرش عن مركز الفوهة والتداخل بينهما في متوسط حجم القطرات الصغيرة $D_{v0.1}$:
اظهرت النتائج الموضحة في جدول التحليل الاحصائي (2) وجود فروقات عالية المعنوية لصفة حجم القطرات الاصغر من 10%

التحليل الاحصائي

تم تحليل نتائج الدراسة احصائيا بواسطة برنامج Genstat وباستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D) وبثلاث مكررات وبأسلوب التجربة العاملية. كما حسب اقل فرق معنوي L.S.D تحت مستوى احتمالي 0.05 لمعرفة الفروقات الاحصائية بين المعاملات المدروسة.

التشغيلي الاكبر في الدراسة (5بار) وارتفاع الرش الاعلى (75 سم). في حين، سجلت أصغر نسبة في التغطية (47.92 %) عند الضغط التشغيلي الاصغر في الدراسة (2بار) وارتفاع الرش الاقل ايضا (25 سم).

اما تأثير التداخل الثنائي بين الضغط التشغيلي وبعد المسافة عن مركز الفوهة على الصفة المدروسة اعلاه والمبينة نتائجها في الجدول (2)، فقد كان هناك تأثير عالي المعنوية على صفة حجم القطرات. فقد سجلت نتائج الدراسة اعلى نسبة في الصفة اعلاه (64.45 %) عند الضغط التشغيلي الاكبر في الدراسة (5 بار) وللمسافة الابدع من مركز الفوهة (60 سم). في حين، سجلت أصغر نسبة في صفة حجم القطرات (39.75 %).

كذلك، يتضح من الجدول ان التداخل الثنائي بين ارتفاع الرش وبعد المسافة لم يؤثر معنويًا في صفة حجم القطرات، اذ اعطى التداخل الثنائي بين الارتفاع الاول عند الرش 25 سم وبعد المسافة الاول 20 سم اقل قيمة والتي بلغت 60.12 ميكرون. اما اعلى قيمة فقد كانت عند الارتفاع الاكبر 75 سم والمسافة الابدع 60 سم والتي بلغت 71.02 ميكرون رغم هذه الزيادة التي حصلت الا انها لم تتجاوز اقل فرق معنوي والبالغ 1.41 .

ولبيان تأثير التداخل الثلاثي بين الضغط التشغيلي وارتفاع الرش وبعد المسافة عن مركز الفوهة، فقد كان هناك تأثير غير معنوي للتداخلات بين العوامل المدروسة على الصفة المبينة. حيث اثر التداخل الثلاثي بين الضغط التشغيلي وارتفاع الرش وبعد مسافة الرش بشكل غير معنوي في صفة حجم القطرات. اذ اعطى التداخل الثلاثي بين الضغط التشغيلي الاصغر 2 بار وارتفاع الرش الاقل 25 سم والمسافة الاقرب عن مركز الفوهة اقل قيمة والتي بلغت 50.33 ميكرون. اما اعلى قيمة لمتوسط حجم القطرات، فقد سجلت عند الضغط التشغيلي الاكبر 5بار وارتفاع الرش الاعلى 75 سم والمسافة الابدع 60 سم حيث بلغت 99.33 ميكرون. وكما موضح في الجدول (2).

من حجم الرش الكلي، حيث اظهرت النتائج الى زيادة عالية المعنوية في قيم حجم القطرات من 53.61 ميكرون الى 85.32 ميكرون مع زيادة الضغط التشغيلي للمرشة من 2 بار الى 5 بار وقد يعود سبب ذلك الى الزيادة الحاصلة بمقدار الضغط التشغيلي في عملية الرش تؤدي الى زيادة ظاهرة تكسير محلول الرش وزيادة تفتيت قطرات الرش الناتج من زيادة الضغط التشغيلي للرش وبالتالي انتاج عدد قطرات أكبر وبأحجام صغيرة. وهذه النتيجة تتفق مع ما توصلت اليه نتائج الدراسة [11].

كذلك بينت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (2) ان لارتفاع الرش تأثير عالي المعنوية في صفة حجم القطرات الصغيرة، اذ ان الزيادة في قيم ارتفاع الرش من 25 سم الى 75 سم قابلها زيادة واضحة في قيمة الصفة اعلاه، حيث اعطى ارتفاع الرش الاكبر (75 سم) اعلى قيمة في حجم القطرات (70.88) ميكرون واعطى ارتفاع الرش الاقل (25 سم) اقل قيمة في قيم احجام القطرات (61.12) ميكرون وقد يعود سبب الزيادة الى زيادة الارتفاع في الرش مما يقلل من متوسط حجم القطرة مع الزيادة في عرض الرش وهذا يتفق مع [12].

كذلك بينت نتائج التحليل الاحصائي ايضا في الجدول (2) ان لمسافة القطرات المتحركة عن مركز فتحة الفوهة تأثيرا عالي المعنوية في قيم صفة احجام القطرات. اذ ان الزيادة الحاصلة في مقدار المسافة عن مركز الفوهة من 20 سم الى 60 سم قابلها زيادة واضحة في قيم الصفة اعلاه، حيث اعطت المسافة الثالثة (60 سم) اعلى قيمة في صفة حجم القطرات 66.76 ميكرون. بينما اعطت المسافة الاولى (20 سم) اقل قيمة 65.04 ميكرون. وقد يعود السبب في ذلك الى كون الزيادة في ارتفاع الرش ادى الى زيادة واضحة في زاوية الرش نتيجة الى ازدياد عرض الرش والذي قابلها زيادة في احجام القطرات وهذا يتفق مع [13].

اما تأثير التداخل الثنائي بين الضغط التشغيلي وارتفاع الرش على الصفة المدروسة اعلاه والمبينة نتائجها في الجدول (2)، فقد كان هناك تأثير عالي المعنوية على صفة حجم القطرات. سجلت نتائج الدراسة اعلى نسبة في الصفة اعلاه (92.04 %) عند الضغط

الجدول (2): يبين تأثير الضغط التشغيلي وارتفاع الرش وبعد مسافة الرش عن مركز الفوهة والتداخل بينهما في متوسط حجم القطرات

Dv0.1

متوسط التداخل بين الضغط والارتفاع	المسافة d3 (سم)	المسافة d2 (سم)	المسافة d1 (سم)	ارتفاع الرش (سم)	الضغط التشغيلي (بار)
51.03k	51.83	50.93	50.33	h1	p1
53.88j	54.40	53.80	53.43	h2	

55.92i	56.37	55.90	55.50	h3	
57.83h	58.23	57.77	57.50	h1	p2
59.20gh	59.77	59.00	58.83	h2	
60.34g	60.57	60.37	60.10	h3	
62.66f	62.80	62.67	62.50	h1	p3
65.05e	65.43	65.15	64.57	h2	
68.60d	68.67	68.63	68.50	h3	
72.96c	76.30	72.43	70.13	h1	p4
84.34b	89.07	82.83	81.13	h2	
98.67a	99.00	99.33	97.67	h3	
1.63	N.S.			L.S.D 0.05	
متوسط h					
61.12c	62.29	60.95	60.12	h1	h&d
65.62b	66.97	65.39	64.49	h2	
70.88a	71.02	71.12	70.51	h3	
0.81	N.S.			L.S.D 0.05	
متوسط P					
53.61d	54.20f	53.54f	53.09f	p1	p&d
59.13c	59.11e	59.37e	58.90e	p2	
65.44b	65.62d	65.50d	65.19d	p3	
85.32a	88.12a	84.87b	82.98c	p4	
0.94	1.63			L.S.D 0.05	
	66.76a	65.82b	65.04b	متوسط d	
	0.81			L.S.D 0.05	

تأثير الضغط التشغيلي وارتفاع الرش وبعد مسافة الرش عن مركز الفوهة والتداخل بينهما في متوسط حجم القطرات $D_{v0.5}$ اوضحت نتائج التحليل الاحصائي في جدول تحليل التباين (3) عند دراسة تأثير الضغط التشغيلي وارتفاع الرش وبعد المسافة التي تقع على جانبي الرش (خارج النبات) وعلى بعد مختلف (20 - 40 - 60 سم) والتداخل بينهما في صفة حجم القطرات الى وجود تأثير عالي المعنوية في صفة حجم القطرات الاصغر من 50% من حجم الرش الكلي التي ترسبت على النماذج الموضوعه على جانبي النبات نتيجة تأثير الضغط التشغيلي وارتفاع الرش وبعد المسافة من مركز الفوهة المختلفة على جانبي النبات. اذ اظهرت نتائج الجدول (3) ان لزيادة الضغط التشغيلي تأثيرا عالي المعنوية في متوسط حجم القطرات. ان الزيادة في الضغط التشغيلي من 2 بار الى 5 بار قابلها نقصان في متوسط حجم القطرات. فقد اعطى

الضغط التشغيلي الاكبر في الدراسة (5 بار) اقل قيمة سجلت في متوسط حجم القطرات (71.34 ميكرون). في حين، اعطى الضغط التشغيلي الاصغر في الدراسة (2 بار) اعلى قيمة سجلت في نفس الصفة (117.48 ميكرون). وقد يعود سبب ذلك الى ان الضغط التشغيلي للرش يؤثر بشكل سلبي على متوسط حجم القطرات، حيث تتناسب الزيادة في قيم الضغط التشغيلي عكسيا مع متوسط حجم القطرة. فزيادة الضغط التشغيلي تقلل في احجام القطرات الناتجة والعكس صحيح، حيث تنتج احجام القطرات الصغيرة بشكل عام عند زيادة الضغط التشغيلي العالي وهذا يتفق مع [14].

كذلك بينت نتائج التحليل الاحصائي ايضا في الجدول (3) ان لارتفاع الرش تأثير عالي المعنوية في صفة حجم القطرات. اذ ان الزيادة الحاصلة في متوسط ارتفاع الرش من 25 سم الى 75 سم

الجدول (3). هناك تأثير عالي المعنوية على صفة احجام القطرات. فقد سجلت نتائج الدراسة اعلى نسبة في الصفة اعلاه (68.86%) عند الضغط الاصغر في الدراسة (2بار) وللمسافة الاقرب من مركز الفوهة (20 سم). في حين، سجلت أصغر نسبة في صفة حجم القطرات (40.78%) عند الضغط التشغيلي الاكبر في الدراسة (5بار) وللمسافة الرش الابعد عن مركز الفوهة (60 سم). اما تأثير التداخل بين ارتفاع الرش وبعد المسافة عن مركز الفوهة على الصفة المدروسة اعلاه والمبينة نتائجها في الجدول (3). هناك تأثير عالي المعنوية على صفة حجم القطرات. فقد سجلت نتائج الدراسة اعلى نسبة في الصفة اعلاه (15.79%) عند الارتفاع الاقل في الدراسة (25 سم) ومسافة الرش الاقرب في الدراسة (20 سم). في حين، سجلت أصغر نسبة في صفة حجم القطرات (13.64%) عند ارتفاع الرش الاكبر في الدراسة (75 سم) وللمسافة الابعد في الرش عن مركز الفوهة في الدراسة (60 سم). وليبيان تأثير التداخل الثلاثي الضغط التشغيلي وارتفاع الرش وبعد المسافة عن مركز الفوهة، فقد كان هناك تأثير معنوي للتداخلات بين العوامل المدروسة على الصفة المبينة. حيث سجلت نتائج الدراسة في الجدول (3) اعلى نسبة في صفة حجم القطرات (90.70%) عند الضغط التشغيلي الاصغر في الدراسة في متوسط ارتفاع الرش الاصغر في الدراسة خصوصا عند المسافة الاقرب عن مركز الفوهة. في حين، سجلت أصغر نسبة للصفة الخاصة بحجم القطرات (47.56%) عند الضغط التشغيلي الاكبر 5 بار وفي ارتفاع الرش الاكبر 75 سم والمسافة الابعد عن مركز الفوهة 60 سم. وكما موضح في الجدول(3).

قابلها نقصان واضح في قيم الصفة اعلاه، حيث اعطى ارتفاع الرش الاكبر في الدراسة (75 سم) اقل قيمة في متوسط حجم القطرات (88.5 ميكرون). في حين، اعطى الارتفاع الاصغر في الدراسة (25 سم) اعلى قيمة في متوسط حجم القطرات (99.61 ميكرون). وقد يعود سبب ذلك الى ان بزيادة ارتفاع الرش يزداد عرض الرش وتزداد معه اعداد القطرات مع نقصان واضح في متوسط احجام القطرات وهذا يتفق مع [15].

كذلك بينت نتائج التحليل الاحصائي ايضا في الجدول (3) وجود تأثير عالي المعنوية لبعده مسافة الرش عن مركز فوهة الرش على الصفة الخاصة بمتوسط حجم القطرات. اذ ان الزيادة في بعد المسافة من 20 سم الى 60 سم قابلها نقصان واضح في قيم احجام القطرات المترسبة على النماذج، حيث اعطت المسافة الابعد عن مركز الفوهة (60 سم) اقل قيمة في متوسط حجم القطرات (92.62 ميكرون). بينما اعطت المسافة الاقرب من مركز الفوهة (20 سم) اعلى قيمة في نفس الصفة (95.29 ميكرون). وقد يعود سبب ذلك الى انه كلما زادت بعد المسافة عن مركز فوهة الرش ادى الى امكانية حدوث فقد لأحجام القطرات وهذا يتفق مع [16]. اما تأثير التداخل الثنائي بين الضغط التشغيلي وارتفاع الرش على الصفة المدروسة اعلاه والمبينة نتائجها في الجدول (3) هناك تأثير عالي المعنوية على صفة حجم القطرات. فقد سجلت نتائج الدراسة اعلى نسبة في الصفة اعلاه (85.93%) عند الضغط الاصغر في الدراسة (2بار) وارتفاع الرش الاقل (25 سم). في حين، سجلت أصغر نسبة في صفة حجم القطرات (46.21%) عند الضغط الاكبر في الدراسة (5بار) وارتفاع الرش الاكبر ايضا (75 سم). اما تأثير التداخل الثنائي بين الضغط التشغيلي وبعد المسافة عن مركز الفوهة على الصفة المدروسة اعلاه والمبينة نتائجها في

الجدول (3): يبين تأثير الضغط التشغيلي وارتفاع الرش وبعد مسافة الرش عن مركز الفوهة والتداخل بينهما في متوسط حجم القطرات

DV0.5

متوسط التداخل بين الضغط والارتفاع	المسافة d3 (سم)	المسافة d2 (سم)	المسافة d1 (سم)	ارتفاع الرش (سم)	الضغط التشغيلي (بار)
123.57a	123.36a	123.40a	123.96a	h1	p1
117.56b	117.30b	117.40b	118.00b	h2	
111.32c	111.00c	111.36c	111.60c	h3	
106.67d	106.00d	107.00e	107.03d	h1	p2
99.11e	98.65g	98.66g	100.00f	h2	
94.64f	94.33hi	94.66h	94.93h	h3	

91.84g	87.73j	93.66i	94.13hi	h1	p3
86.56h	83.33k	88.00j	88.36j	h2	
81.60i	78.50n	83.13k	83.16k	h3	
76.37j	74.90o	74.96o	79.26m	h1	p4
71.18k	81.13l	82.83k	89.07j	h2	
66.46l	65.00q	65.40q	69.00p	h3	
0.50	0.86			L.S.D _{0.05}	
متوسط h	0.28				
99.61a	98.28c	99.48b	101.09a	h1	h&d
93.60b	92.28f	93.20e	95.34d	h2	
88.50c	87.30i	88.76h	89.45g	h3	
0.25	0.43		L.S.D _{0.05}		
متوسط P					
117.48a	117.35a	117.45a	117.65a	p1	p&d
100.14b	99.86c	100.01c	100.55b	p2	
86.67c	83.18h	88.26d	88.55d	p3	
71.34d	69.67j	69.93j	74.42i	p4	
0.28	0.50			L.S.D _{0.05}	
		92.62	93.81	95.29	متوسط d
	0.25			L.S.D _{0.05}	

نقصان واضح في قيم الصفة اعلاه، حيث اعطى ارتفاع الرش الاكبر في الدراسة (75 سم) اقل قيمة في حجم القطرات (134 ميكرون). في حين، اعطى الارتفاع الاصغر في الدراسة (25 سم) اعلى قيمة في حجم القطرات (153 ميكرون). وقد يعود سبب ذلك الى ان بزيادة ارتفاع الرش يزداد عرض الرش وتزداد معه اعداد القطرات مع نقصان واضح في متوسط احجام القطرات وهذا يتفق مع [15].

كذلك بينت نتائج التحليل الاحصائي ايضا في الجدول (4) لبعده مسافة الرش عن مركز فوهة الرش تأثيرا غير معنوي على الصفة الخاصة بحجم القطرات. على الرغم من ان الزيادة في المسافة من 20 سم الى 60 سم قابلها نقصان في قيم احجام القطرات المترسبة على النماذج، حيث اعطت المسافة الاعد من مركز الفوهة (60 سم) اقل قيمة في متوسط حجم القطرات (143.54 ميكرون). بينما اعطت المسافة الاقرب من مركز الفوهة (20 سم) اعلى قيمة في نفس الصفة (143.96 ميكرون). وقد يعود سبب ذلك الى انه كلما زادت المسافة عن مركز فوهة الرش ادى الى امكانية حدوث فقد

تأثير الضغط التشغيلي وارتفاع الرش وبعده مسافة الرش عن مركز الفوهة والتداخل بينهما في متوسط حجم القطرات $D_{V0.9}$ اوضحت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (4) ان لزيادة الضغط التشغيلي تأثيرا عالي المعنوية في متوسط حجم القطرات الاصغر من 90% من حجم الرش الكلي. ان الزيادة الحاصلة في قيمة الضغط التشغيلي من 2 بار الى 5 بار قابلها نقصان واضح في متوسط حجم القطرات. فقد اعطى الضغط التشغيلي الاكبر في الدراسة (5 بار) اقل قيمة سجلت في متوسط حجم القطرات (104.41 ميكرون). في حين، اعطى الضغط التشغيلي الاصغر في الدراسة (2 بار) اعلى قيمة سجلت في نفس الصفة (186.57 ميكرون). وقد يعود سبب ذلك ان زيادة في قيمة الضغط التشغيلي من 2 بار الى 5 بار ادى الى انتاج قطرات بأحجام قطرات صغيرة وهذه النتيجة تتفق مع ما توصلت اليه نتائج [17].

كذلك بينت نتائج التحليل الاحصائي ايضا في الجدول (4) ان لارتفاع الرش تأثير عالي المعنوية في صفة حجم القطرات. اذ ان الزيادة في مقدار ارتفاع الرش من 25 سم الى 75 سم قابلها

التشغيلي الاكبر في الدراسة (5بار) ولمسافة الرش الابعد عن مركز الفوهة (60 سم).

اما تأثير التداخل بين ارتفاع الرش وبعد المسافة عن مركز الفوهة على الصفة المدروسة اعلاه والمبينة نتائجها في الجدول (4). فقد أثر بشكل غير معنوي على صفة حجم القطرات. فقد سجلت نتائج الدراسة اعلى نسبة في الصفة اعلاه (14 %) عند الارتفاع الاقل في الدراسة (25 سم) ومسافة الرش الاقرب في الدراسة (20 سم). في حين، سجلت أصغر نسبة في صفة حجم القطرات (12%) عند ارتفاع الرش الاكبر في الدراسة (75 سم) وللمسافة الابعد في الرش عن مركز الفوهة في الدراسة (60 سم).

ولبيان تأثير التداخل الثلاثي بين الضغط التشغيلي وارتفاع الرش وبعد المسافة عن مركز الفوهة، فقد كان هناك تأثير معنوي للتداخلات بين العوامل المدروسة على الصفة المبينة. حيث سجلت نتائج الدراسة في الجدول (4) اعلى نسبة في متوسط حجم القطرات (106%) عند الضغط التشغيلي الاصغر في الدراسة مع ارتفاع الرش الاصغر في الدراسة خصوصا عند المسافة الاقرب عن مركز الفوهة. في حين، سجلت أصغر نسبة للصفة الخاصة بحجم القطرات (51%) عند الضغط التشغيلي الاكبر 5 بار وفي ارتفاع الرش الاكبر 75 سم والمسافة الابعد عن مركز الفوهة 60 سم. وكما موضح في الجدول (4).

بأحجام القطرات كلما بعدت مسافة الرش عن مركز فوهة الرش مما يؤدي الى قلة اعداد القطرات ضمن السنتمتر المربع الواحد وهذا يتفق مع [18].

اما تأثير التداخل الثنائي بين الضغط التشغيلي وارتفاع الرش على الصفة المدروسة اعلاه والمبينة نتائجها في الجدول (4)، فقد كان هناك تأثير عالي المعنوية على صفة حجم القطرات. فقد سجلت نتائج الدراسة اعلى نسبة في الصفة اعلاه (107%) عند الضغط الاصغر في الدراسة (2بار) وارتفاع الرش الاقل (25 سم). في حين، سجلت أصغر نسبة في صفة حجم القطرات (51 %) عند الضغط الاكبر في الدراسة (5بار) وارتفاع الرش الاكبر ايضا (75 سم).

اما تأثير التداخل الثنائي بين الضغط التشغيلي وبعد المسافة عن مركز الفوهة على الصفة المدروسة اعلاه والمبينة نتائجها في الجدول (4). فقد أثر بشكل غير معنوي على صفة احجام القطرات على الرغم من وجود فروق في الاحجام عند المسافات المختلفة باختلاف الضغوط التشغيلية. فقد سجلت نتائج الدراسة اعلى نسبة في الصفة اعلاه (79 %) عند الضغط الاصغر في الدراسة (2بار) وللمسافة الاقرب من مركز الفوهة (20 سم). في حين، سجلت أصغر نسبة في صفة حجم القطرات (44 %) عند الضغط

جدول (4): يبين تأثير الضغط التشغيلي وارتفاع الرش ومسافة الرش والتداخل بينهما في حجم (قطر) القطرات $D_{v0.9}$.

الضغط التشغيلي (بار)	ارتفاع الرش (سم)	المسافة d1 (سم)	المسافة d2 (سم)	المسافة d3 (سم)	متوسط التداخل بين الضغط والارتفاع
p1	h1	197.50a	197.33a	197.33a	197.39a
	h2	187.00b	187.47b	186.00b	186.82b
	h3	175.00c	176.17c	175.33c	175.50c
p2	h1	167.67d	168.07d	167.50d	167.74d
	h2	154.00e	153.60e	153.33e	153.64e
	h3	147.33f	147.67f	148.00f	147.67f
p3	h1	135.67g	135.17g	134.33g	135.06g
	h2	129.00hi	129.17i	127.00h	128.39h
	h3	120.00j	119.67jk	117.63k	119.10i
p4	h1	113.00l	111.53l	111.00l	111.84j
	h2	104.00n	106.63m	105.63m	105.42k
	h3	96.80o	95.63o	95.50o	95.98l
L.S.D 0.05					2.05
متوسط h					1.18

153.01a	152.92	153.02	153.08	h1	h&d
143.57b	143.60	143.78	143.33	h2	
134.56c	134.12	135.07	134.49	h3	
0.59	NS			L.S.D 0.05	
متوسط P					
186.57a	186.28	186.99	186.44	p1	p&d
156.35b	156.37	156.58	156.11	p2	
127.51c	127.49	127.28	127.78	p3	
104.41d	104.04	104.99	104.21	p4	
0.68	NS			L.S.D 0.05	
		143.96	143.64	143.54	متوسط d
	0.59			L.S.D 0.05	

كذلك بينت نتائج التحليل الاحصائي ايضا في الجدول (5) ان لبعده مسافة الرش عن مركز الفوهة تأثيرا معنويا في كثافة توزيع القطرات. اذ ان الزيادة الحاصلة في بعد المسافة عن مركز الفوهة من 20 سم الى 60 سم قابلها زيادة مرئية واضحة في نسب كثافة القطرات، حيث اعطت المسافة الابدع عن الفوهة (60 سم) اعلى قيمة في صفة كثافة القطرات 56.06 قطرة /سم² واعطت المسافة الاقرب من مركز الفوهة (20 سم) اقل قيمة في كثافة القطرات 55 قطرة / سم². وقد يعود سبب ذلك الى انه كلما زاد ارتفاع الرش زادت زاوية الرش وهذا يؤدي الى زيادة في متوسط عرض الرش اي زيادة في المسافة المعرضة عن مركز الفوهة وهذا يتفق مع [19].

اما تأثير التداخل الثنائي بين الضغط التشغيلي وارتفاع الرش على الصفة المدروسة اعلاه والمبينة نتائجها في الجدول (5)، فقد كان هناك تأثير معنوي على صفة كثافة القطرات. فقد سجلت نتائج الدراسة اعلى نسبة في الصفة اعلاه (192 %) عند الضغط الاكبر في الدراسة (5 بار) وارتفاع الرش الاعلى (75 سم). في حين، سجلت اصغر نسبة في الكثافة (65 %) عند الضغط الاصغر في الدراسة (2 بار) وارتفاع الرش الاقل ايضا (25 سم). اما تأثير التداخل الثنائي بين الضغط التشغيلي وبعد المسافة على الصفة المدروسة اعلاه والمبينة نتائجها في الجدول (5) فقد كان غير معنوي في متوسط كثافة القطرات، اذ اعطى التداخل الثنائي بين الضغط الاول 2 بار والمسافة الاقرب 20 سم اقل كثافة والتي بلغت 34.96 قطرة /سم². اما اعلى كثافة فقد كانت عند الضغط الاخير 5 بار والمسافة الأبعد 60 سم والتي بلغت 75.80 قطرة/سم² رغم

تأثير الضغط التشغيلي وارتفاع الرش وبعد مسافة الرش عن مركز الفوهة والتداخل بينهما في متوسط كثافة توزيع القطرات بينت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (5) عند دراسة تأثير الضغط التشغيلي وارتفاع الرش وبعد المسافة التي تقع على جانبي الرش (خارج النبات) على بعد 20 - 40 - 60 سم والتداخل بينهما على صفة كثافة توزيع القطرات. اذ ظهرت نتائج الجدول احصائيا ان للضغط التشغيلي لألية الرش تأثيرا عاليا المعنوية على معدل كثافة قطرات الرش المترسبة على النماذج الموضوعة على مسافات مختلفة (خارج النبات). فعند زيادة الضغط التشغيلي من 2 بار الى 5 بار فان كثافة القطرات زادت تبعا الى ذلك وبقية قصوى بلغت 74 قطرة / سم² وقد يعود سبب ذلك الى انه كلما زاد قيمة الضغط التشغيلي ادى الى صغر في حجم القطرات المترسبة مما يؤدي الى زيادة عددها وبالتالي زيادة في كثافة القطرات المترسبة وهذا يتفق مع [13].

كما اشارت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (5) ان لارتفاع الرش تأثير معنوي في كثافة توزيع القطرات، اذ ان الزيادة الحاصلة في ارتفاع الرش من 25 سم الى 75 سم قابلها زيادة واضحة في نسب كثافة القطرات. فقد اعطى ارتفاع الرش الاكبر في الدراسة (75 سم) اعلى قيمة في صفة كثافة القطرات (61.36 قطرة / سم²). في حين، اعطى ارتفاع الرش الاصغر (25 سم) اقل قيمة في متوسط كثافة القطرات (49.77 قطرة / سم²) وقد يعود سبب ذلك الى ان الزيادة في ارتفاع الرش يرافقها زيادة في عرض الرش وتزداد اعداد القطرات مع نقصان واضح في احجام القطرات المترسبة وهذا يتفق مع [18].

كما اثر التداخل الثلاثي بين الضغط التشغيلي وارتفاع الرش ومسافة الرش بشكل غير معنوي في متوسط كثافة القطرات. اذ اعطى التداخل الثلاثي بين الضغط الاول 2 بار والارتفاع الاقل 25 سم والمسافة الاقرب اقل كثافة والتي بلغت 28.03 قطرة / سم². اما اعلى كثافة فقد كانت عند الضغط الاكبر 5 بار والارتفاع الاعلى 75 سم والمسافة الاعد 60 سم حيث بلغت 83.57 قطرة /سم².

هذه الزيادة التي حصلت الا انها لم تتجاوز اقل فرق معنوي والبالغ 1.16. ويتضح من الجدول (5) ايضا ان التداخل الثنائي بين ارتفاع الرش وبعد المسافة عن مركز الفوهة لم يؤثر معنويا في متوسط كثافة القطرات. اذ اعطى التداخل الثنائي بين الارتفاع الاول 25 سم والمسافة الاولى 20 سم اقل متوسط لكثافة القطرات والتي بلغت 49.56 قطرة / سم². اما اعلى كثافة فقد كانت عند الارتفاع الاكبر 75 سم والمسافة الاعد 60 سم والتي بلغت 61.81 قطرة/سم². رغم هذه الزيادة التي حصلت الا انها لم تتجاوز اقل فرق معنوي والبالغ 1.00.

الجدول (5): تأثير الضغط التشغيلي وارتفاع الرش وبعد مسافة الرش عن مركز الفوهة والتداخل بينهما في متوسط كثافة توزيع القطرات

الضغط التشغيلي (بار)	ارتفاع الرش (سم)	المسافة d1 (سم)	المسافة d2 (سم)	المسافة d3 (سم)	متوسط التداخل بين الضغط والارتفاع
p1	h1	28.03	28.23	28.47	28.24 l
	h2	36.03	38.20	38.40	37.54 k
	h3	40.03	40.20	40.43	40.22 j
p2	h1	44.07	44.60	44.63	44.43 i
	h2	48.70	49.50	50.27	49.49 h
	h3	54.80	56.53	56.53	55.96 g
p3	h1	57.20	57.50	57.50	57.40 f
	h2	61.50	62.33	63.53	62.46 e
	h3	66.50	66.63	67.50	66.74 d
p4	h1	68.63	69.03	69.30	68.99 c
	h2	72.70	73.07	74.63	73.47 b
	h3	80.50	83.47	83.57	82.51 a
L.S.D 0.05		2.01			1.16
					متوسط h
H&d	h1	49.56	49.83	49.91	49.77 c
	h2	54.77	55.92	56.52	55.74 b
	h3	61.50	61.77	61.81	61.36 a
L.S.D 0.05		1.00			0.58
					متوسط p
D&p	p1	34.96	35.37	35.69	35.34 d
	p2	49.38	50.21	50.29	49.96 c
	p3	61.73	62.31	62.65	62.20 b

74.99 a	75.80	75.09	74.08	p4	
0.67	1.16				L.S.D 0.05
		56.06 a	55.76 b	55.04 c	متوسط d
0.58					L.S.D 0.05

يزيد ايضا من احتمالية فقدانها بعيدا عن مركز الرش بزيادة مسافة الرش وهذا يتفق مع [22].

اما تأثير التداخل الثنائي بين الضغط التشغيلي للرش وارتفاع الرش على الصفة المدروسة اعلاه والمبينة نتائجها في الجدول (6)، فقد كان هناك تأثير عالي المعنوية على صفة التغطية. فقد سجلت نتائج الدراسة اعلى نسبة في الصفة اعلاه (200%) عند الضغط التشغيلي الاكبر في الدراسة (5بار) وارتفاع الرش الاعلى (75 سم). في حين، سجلت أصغر نسبة تغطية (74%) عند الضغط الاصغر في الدراسة (2بار) وارتفاع الرش الاقل ايضا (25 سم). اما تأثير التداخل الثنائي بين الضغط التشغيلي والمسافة على الصفة المدروسة اعلاه والمبينة نتائجها في الجدول (6)، فقد كان هناك تأثير معنوي على صفة التغطية. فقد سجلت نتائج الدراسة اعلى نسبة في الصفة اعلاه (204%) عند الضغط الاكبر في الدراسة (5 بار) والمسافة الابعد من مركز الفوهة (60 سم). في حين، سجلت اصغر نسبة في التغطية (71%) عند الضغط التشغيلي الاصغر في الدراسة (2 بار) ولمسافة الرش الاقرب عن مركز الفوهة (60 سم). اما تأثير التداخل بين ارتفاع الرش والمسافة عن مركز الفوهة على الصفة المدروسة اعلاه والمبينة نتائجها في الجدول (6). فقد كان هناك تأثير معنوي على صفة التغطية. فقد سجلت نتائج الدراسة اعلى نسبة في الصفة اعلاه (26.21%) عند الارتفاع الاعلى في الدراسة (75 سم) ومسافة الرش الابعد في الدراسة (60 سم). في حين، سجلت أصغر نسبة تغطية (20%) عند ارتفاع الرش الاصغر في الدراسة (25 سم) والمسافة الاقرب في الرش عن مركز الفوهة في الدراسة (20 سم).

ولبيان تأثير التداخل الثلاثي الضغط التشغيلي وارتفاع الرش وبعد المسافة عن مركز الفوهة، فقد كان هناك تأثير غير معنوي للتداخلات بين العوامل المدروسة على الصفة المبينة. حيث اثر التداخل الثلاثي بين الضغط التشغيلي وارتفاع الرش ومسافة الرش بشكل غير معنوي في تغطية القطرات، اذ اعطى التداخل الثلاثي بين الضغط الاول 2 بار والارتفاع الاقل 25 سم والمسافة الاقرب اقل تغطية والتي بلغت 1.23%. اما اعلى تغطية فقد كانت عند

تأثير الضغط التشغيلي وارتفاع الرش وبعد مسافة الرش عن مركز الفوهة والتداخل بينهما في نسبة التغطية بالرش اظهرت النتائج الموضحة في جدول التحليل الاحصائي (6) الى وجود فروقات عالية المعنوية لنسبة التغطية بالرش، حيث اظهرت النتائج زيادة عالية المعنوية في قيم نسبة التغطية من 35.34 الى 74.99 % مع زيادة الضغط التشغيلي للمرشة من 2 بار الى 5 بار وقد يعود سبب الزيادة الى انه كلما زاد الضغط التشغيلي للمرشة الى زيادة في متوسط حجم قطرات الرش ذات الحجم الصغير الذي بدوره يؤدي الى زيادة وتحسين في نسب التغطية وهذا يتفق مع [20].

كذلك بينت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (6) ان لارتفاع الرش تأثير عالي المعنوية في نسبة التغطية، اذ ان الزيادة في قيم ارتفاع الرش من 25 سم الى 75 سم قابلها زيادة واضحة في نسب التغطية، حيث اعطى ارتفاع الرش الاكبر (75 سم) اعلى قيمة في صفة التغطية (3.88%) واعطى ارتفاع الرش الاقل (25 سم) اقل قيمة في نسب التغطية (3.30%) وقد يعود سبب الزيادة الى زيادة الارتفاع في الرش مما يزيد من عرض الرش وما يرافقها في زيادة اعداد القطرات المترسبة مع نقصان في معلات احجام القطرات. فالقطرات الدقيقة تتمتع بطاقة اقل على الانتقال من منطقة الرش الى المناطق الاخرى بفعل وزنها الدقيق مما يؤدي الى الزيادة بالقطرات الصغيرة ومقدار التغطية الحاصلة بالرش وهذا يتفق مع [21].

كما بينت نتائج التحليل الاحصائي ايضا في الجدول (6) ان لمسافة القطرات المتحركة عن مركز فتحة الفوهة تأثيرا معنويا في نسبة التغطية. اذ ان الزيادة الحاصلة في مقدار المسافة عن مركز الفوهة من 20 سم الى 60 سم قابلها زيادة واضحة في نسب التغطية، حيث اعطت المسافة الابعد (60 سم) اعلى قيمة في صفة نسبة التغطية. في حين، اعطت المسافة الاقرب لمركز الفوهة (20 سم) اقل قيمة سجلت لنسبة التغطية. وقد يعود السبب في ذلك الى كون كثافة القطرات تعطي دليل مهم في نسبة تغطية قطرات الرش على الاسطح المراد رشها، فالكثافة العالية لقطرات الرش تعني هناك احجام قطرات صغيرة او صغيرة جدا التي تزداد اعدادها مما

الضغط الاكبر 5 بار والارتفاع الاعلى 75 سم والمسافة الابعد 60 سم حيث بلغت 6.16% .

الجدول (6): تأثير الضغط التشغيلي وارتفاع الرش ومسافة الرش والتداخل بينهما في نسبة التغطية بالرش :

الضغط التشغيلي (بار)	ارتفاع الرش (سم)	المسافة d1 (سم)	المسافة d2 (سم)	المسافة d3 (سم)	متوسط التداخل بين الضغط والارتفاع
p1	h1	1.23	1.66	1.73	1.54 k
	h2	1.36	1.56	1.60	1.51 k
	h3	1.73	1.76	1.83	1.77 j
p2	h1	2.16	2.23	2.36	2.25 i
	h2	2.43	2.50	2.70	2.54 h
	h3	2.70	2.80	2.83	2.77 g
p3	h1	3.16	3.20	3.43	3.26 f
	h2	3.20	4.63	4.90	4.24 e
	h3	4.76	4.83	4.90	4.83 d
p4	h1	5.23	5.26	5.43	5.37 c
	h2	5.43	5.46	5.90	5.60 b
	h3	6.10	6.13	6.16	6.13 a
L.S.D 0.05	0.03				0.01
متوسط h					
h&d	h1	3.09 d	3.07 d	3.11 d	3.30c
	h2	3.28 c	3.43 c	3.70 b	3.47b
	h3	3.88 a	3.85 a	3.90 a	3.88a
L.S.D 0.05	0.01				0.009
متوسط P					
p&d	p1	1.64f	1.65f	1.53f	1.61d
	p2	2.47c	2.47c	2.63c	2.52c
	p3	4.06d	4.06d	4.32c	4.11b
	p4	5.62b	5.62b	5.81a	5.68a
L.S.D 0.05	0.18				0.10
متوسط d	3.41b	3.45b	3.57a		
L.S.D 0.05	0.09				

للمرشة من 2 بار الى 5 بار وقد يعود سبب الزيادة الى انه كلما زاد الضغط التشغيلي ادى الى زيادة في حجم قطرات الرش ذات الحجم الصغير مما يزيد من نسبة التغطية بالرش والتي تتناسب طرديا مع نسبة الترسيب الحاصلة بعد الرش وهذا يتفق مع [23].

تأثير الضغط التشغيلي وارتفاع الرش ومسافة الرش والتداخل بينهما في نسبة الترسيب
اظهرت النتائج الموضحة في جدول التحليل الاحصائي (7) وجود فروقات معنوية في نسبة الترسيب بالرش، حيث اظهرت النتائج زيادة معنوية في قيم نسبة الترسيب مع زيادة الضغط التشغيلي

الاعلى(75سم). في حين، سجلت اصغر نسبة ترسيب (74%) عند الضغط الاصغر 2 بار وارتفاع الرش الاصغر(25سم) اما تأثير التداخل الثنائي بين الضغط التشغيلي للمرشة وبعد المسافة عن مركز الفوهة على الصفة المدروسة اعلاه والمبينة نتائجها في الجدول (7)، فقد كان هناك تأثير معنوي على نسبة الترسيب. فقد سجلت نتائج الدراسة اعلى نسبة في الصفة اعلاه(36%) عند الضغط الاكبر في الدراسة (5 بار) وللمسافة الابعد من مركز الفوهة (60 سم). في حين، سجلت اصغر نسبة ترسيب (9.9%) عند الضغط التشغيلي الاصغر في الدراسة (2 بار) ولمسافة الرش الاقرب عن مركز الفوهة (20 سم).

اما بخصوص التداخل بين ارتفاع الرش وبعد المسافة عن مركز الفوهة على الصفة المدروسة اعلاه والمبينة نتائجها في الجدول (7)، فقد كان هناك تأثيرا معنويا على نسبة ترسيب. فقد سجلت نتائج الدراسة اعلى نسبة ترسيب (29.11%) عند الارتفاع الاكبر في الدراسة (75سم) ومسافة الرش الابعد في الدراسة. في حين، سجلت اصغر نسبة ترسيب (22%) عند ارتفاع الرش الاقل في الدراسة (25سم) وللمسافة الاقرب في الرش عن مركز الفوهة في الدراسة (20سم)

ولبيان تأثير التداخل الثلاثي بين الضغط التشغيلي للمرشة وارتفاع الرش وبعد المسافة عن مركز الفوهة، فقد كان هناك تأثير معنوي للتداخلات بين العوامل المدروسة على الصفة المبينة. حيث سجلت نتائج الدراسة في الجدول (7) اعلى نسبة ترسيب (100%) عند الضغط التشغيلي الاكبر في الدراسة في ارتفاع الرش الاعلى في الدراسة وللمسافة الابعد عن مركز الفوهة. في حين، سجلت اصغر نسبة للترسيب (90%) عند الضغط التشغيلي الاصغر في ارتفاع الرش الاقل وللمسافة الاقرب من مركز الفوهة. وكما موضح في الجدول (7).

كذلك بينت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (7) ان لارتفاع الرش تأثير معنوي في نسبة الترسيب، اذ ان الزيادة في قيم ارتفاع الرش من 25 سم الى 75 سم قابلها زيادة واضحة في نسب الترسيب، حيث اعطى ارتفاع الرش الاكبر (75 سم) اعلى قيمة في صفة الترسيب 26.25 % . في حين، سجل ارتفاع الرش الاقل في الدراسة (25 سم) اقل قيمة في نسبة الترسيب 20 % وقد يعود سبب الزيادة في نسب الترسيب الى ان الزيادة الحاصلة بالارتفاع عند الرش قابلها زيادة واضحة بمساحة السطح المترسب عليه قطرات الرش خصوصا القطرات ذات الحجم الصغير بالحجم وهذا يتفق مع [6].

كما بينت نتائج التحليل الاحصائي في الجدول (7) ان لمسافة القطرات المتحركة بعيدا عن مركز فتحة الفوهة تأثيرا معنويا في نسبة ترسيب القطرات. اذ ان الزيادة الحاصلة في مقدار المسافة عن مركز الفوهة من 20 سم الى 60 سم قابلها زيادة في نسب الترسيب، حيث اعطت المسافة الابعد (60 سم) اعلى قيمة 2.19 % في صفة تغطية القطرات. في حين، سجلت المسافة الاقرب عن مركز الفوهة (20 سم) اقل قيمة 2 % . وقد يعود السبب في ذلك الى ان الزيادة الحاصلة في النسبة ما بين بعد المسافة عن مركز الفوهة وحجم القطرة سيكون هناك نقص في حجم القطرة اعتمادا على طاقتها الحركية مما يؤثر على نسبة الترسيب الفعلية بعد الرش وهذا يتفق مع [24].

اما تأثير التداخل الثنائي بين الضغط التشغيلي للمرشة وارتفاع الرش على الصفة المدروسة اعلاه والمبينة نتائجها في الجدول (7)، فقد كان هناك تأثير معنوي على صفة نسبة الترسيب. فقد سجلت نتائج الدراسة اعلى نسبة ترسيب (88%) عند الضغط التشغيلي الاكبر في الدراسة (5 بار) وارتفاع الرش

الجدول (7) : يبين تأثير الضغط التشغيلي وارتفاع الرش ومسافة الرش والتداخل بينهما في نسبة الترسيب :

متوسط التداخل بين الضغط و الارتفاع	المسافة d3 (سم)	المسافة d2 (سم)	المسافة d1 (سم)	ارتفاع الرش (سم)	الضغط التشغيلي (بار)
0.17l	0.23n	0.16o	0.13p	h1	p1
0.37k	0.44l	0.34m	0.33m	h2	
0.49j	0.51j	0.51j	0.45k	h3	
0.62i	0.63i	0.62i	0.62i	h1	p2
0.71h	0.71h	0.71h	0.71h	h2	
0.80g	0.80g	0.80g	0.80g	h3	

1.10f	1.10f	1.10f	1.10f	h1	p3
1.23e	1.23e	1.23e	1.23e	h2	
1.34c	1.34c	1.34c	1.34c	h3	
1.31d	1.32d	1.31d	1.32d	h1	p4
1.42b	1.42b	1.41b	1.42b	h2	
1.43a	1.43a	1.43a	1.43a	h3	
0.008	0.01			L.S.D 0.05	
متوسط h					
0.80c	0.82e	0.80f	0.79f	h1	h&d
0.93b	0.95c	0.92d	0.92d	h2	
1.01a	1.02a	1.02a	1.00b	h3	
0.004	0.007			L.S.D 0.05	
متوسط P					
0.34d	0.39d	0.34e	0.30f	p1	p&d
0.71c	0.71c	0.71c	0.71c	p2	
1.22b	1.22b	1.23b	1.22b	p3	
1.39a	1.39a	1.38a	1.39a	p4	
0.005	0.008			L.S.D 0.05	
		0.93a	0.91b	0.91c	متوسط d
	0.004			L.S.D 0.05	

الاستنتاجات

بناءً على النتائج التي تم الحصول عليها من الدراسة الحالية يمكن الاستنتاج الى ان الزيادة الحاصلة في معدل الضغط التشغيلي للمرشة وارتفاع الرش ساعدا بشكل واضح على زيادة عرض الرش وزاوية الرش مما ادى الى امكانية الزيادة الكبيرة في معدل تغطية القطرات وكثافة القطرات ونسبة الترسيب مع انخفاض ملحوظ في متوسط القطر الحجمي للقطرات. كما بينت النتائج ان للضغط التشغيلي للمرشة التأثير الاكبر في خصائص الرش ومقدار الضائعات الحاصلة بعد الرش عند مقارنته مع الزيادة الحاصلة في ارتفاع الرش وبعد المسافة عن مركز الفوهة. رغم الزيادة الحاصلة في نسب التغطية والترسيب الا ان الدراسة توصي الى ضرورة احكام السيطرة على الخصائص التشغيلية للمرشة لتقليل الضائعات الحاصلة بالرش من خلال تقليل كل الضغط التشغيلي للمرشة وارتفاع الرش.

المصادر

- [1] Alheidary, M., Douzals, J.P., Vallet, A. & Sinfort, C. 2014. Influence of spray characteristics on potential spray drift of field crop sprayer: A literature review. Crop protection 63, 120-130. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.05.006>
- [2] Nass. 2012b. Acreage USDA, National Agricultural Statistics Service, Agricultural Statistics Board. pp. 42
- [3] Nass. 2012a. 2011 Certified Organic Production Survey. United States Department of Agriculture - National Agricultural Statistics Service. pp. 1-184.

- velocimetry. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17(3), 601-613.
- [13] TeeJet Technologies. 2013. *A User's Guide To Spray Nozzles To Spray Nozzles*.
- [14] El-Berry, A. M., Ramadan, M. H., El-Adl, M. A., & Abdel Mageed, H. M. M. 2009. Effect of nozzle shape and pressure on droplet size distribution. *Misr Journal of Agricultural Engineering*, 26 (1), 208-223.
- [15] Grisso, R., Hipkins, P., Askew S. D., Hipkins, L., and McCall, D. 2019. *Nozzles : Selection and Sizing*.
- [16] Porskamp, H. A. J; Van; J. C. Zand; Holterman, H. J.; & Huijsmans, J. F. M., 1999. Classification of spray nozzles based on drift ability ,Institute of Agricultural and Environmental Engineering ,Report no.9902 (in Dutch with English summary) (IMAG). Negeninngen. The Netherlands.
- [17] 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):360–66.
- [18] Herbst, A., 2001. A method to determine spray drift potential from nozzles and its Link to Buffer Zone Restrictions. ASAE International Meeting, Sacramento, California. Paper Number:01-1047
- [19] Guler, H., Zhu, H., H. Ozkan, E., and Ling, P. 2012. Characterization of hydraulic nozzles for droplet size and spray coverage. *Atomization and Sprays* 22(8):627–645.
- [20] Wang, G., Lan, Y., Qi, H., Chen, P., Hewitt, A., & Han, Y. 2019. Field evaluation of an unmanned aerial vehicle (UAV) sprayer: effect of spray volume on deposition and the
- [4] Powles, S. B., & Yu, Q. 2010. Evolution in action: plants resistant to herbicides. *Annual Review of Plant Biology*. 61:317–47.
- [5] EPA. 2007a. CFR Part 174 - Procedures and requirements for plant-incorporated protectants. *Federal Register*, 72, 20434.
- [6] Hewitt, A. J. 2000. Spray drift: impact of requirements to protect the environment. *Crop Protection*, 19(8-10), 623-627.
- [7] Teske, M. E., Thistle, H. W., & Londergan, R. J. 2011. Modification of droplet evaporation in the simulation of fine droplet motion using AGDISP. *Transactions of the ASABE*, 54(2), 417-421. <https://doi.org/10.13031/2013.36444>
- [8] Fritz, B. K., Hoffmann, W. C., & Lan, Y., 2009. Evaluation of the EPA drift reduction technology DRT low speed wind tunnel protocol. *Journal of ASTM International* 64. Paper ID: JAI102129.
- [9] Ferguson, J. C., Chechetto, R. G., Adkins S. W., Hewitt, A. J., Chauhan, B. S., Kruger, G. R., and O'Donnell, C. C. 2018. Effect of spray droplet size on herbicide efficacy on four winter annual grasses. *Crop Protection*. 112:118–124
- [10] Hamdi, G. J. 2017. Effect of perlite in reducing water stress for three genotypes of tomato. Doctoral dissertation, M. Sc. Thesis. College of Agriculture. University of Diyala. Iraq.
- [11] Fernández, V., Sotiropoulos, T., and Brown, P. H. 2013. *Foliar Fertilization: Scientific Principles and Field Practices*. International fertilizer association.
- [12] Wang, S., Dorr, G. J., Khashehchi, M., & He, X. 2015. Performance of selected agricultural spray nozzles using particle image

- control of pests and disease in wheat. *Pest management science*, 75(6), 1546 -1555.
- [21] Ferguson, J. C., Chechetto, R. G., Hewitt, A. J., Chauhan, B. S., Adkins, S. W., Kruger, G. R., & O'Donnell, C. C. 2016. Assessing the deposition and 93 canopy penetration of nozzles with different spray qualities in an oat (*Avena sativa* L.) canopy. *Crop Protection*, 81, 14-19.
- [22] De Cock, N., Massinon, M., Salah, S. O., & Lebeau, F. 2017. Investigation on optimal spray properties for ground based agricultural applications using deposition and retention models. *Biosystems engineering*, 162, 99-111.
- [23] De Oliveira Rodrigues, A. 2018. The Effect of Physical Application Parameters on Herbicide Efficacy and Droplet Size. Thesis. University of NebraskaLincoln.1-93.
- [24] Çetin, N., Sağlam, C., and Demir, B. 2019. Determination of spray angle and flow uniformity of spray nozzles with image processing operations. *Journal of Animal and Plant Sciences* 29(6):1603–1615.