

دراسة تأثير سرعة سائل الرش بالعلاقة مع قطر فوهة الرش في أداء المرش الحقلي

د. عدنان علي أحمد*

شذى حسن عيسى**

(تاريخ الإيداع 2020/ 11/ 17 . قُبل للنشر في 2021/ 2/ 9)

□ ملخص □

لقد ازداد في الفترة الأخيرة الاهتمام بحماية المحاصيل الزراعية بمختلف أنواعها من الآفات والحشرات الضارة، لذلك كان لابد من دراسة العمليات التكنولوجية لآلات رش المبيدات والاهتمام بجميع البارامترات الهندسية الأساسية لجميع أجزاء المرش الحقلي، وتحديدًا فوهة الرش، تم حساب البارامترات الأساسية نظرياً ثم أجريت تجارب حقلية في منطقة (طرطوس - زاهد)، بغرض دراسة تأثير سرعة سائل الرش بالعلاقة مع قطر فوهة الرش في أداء المرش الحقلي.

بينت التجارب العملية أن سرعة سائل الرش (6 m/sec)، قطر فوهة الرش (2 mm)، ضغط (25.160 pas)، وسرعة عمل ثابتة (6 Km/h)، تعطي أفضل تجانس ممكن لمخروط الرش من حيث التداخل ومعدل التصريف للمرش الحقلي وعرض العمل الفعلي، (كما توضحه نتائج النمذجة باستخدام (MATLAB)، وبالتالي تحقيق إنتاجية عالية ضمن الظروف الحقلية المختبرة. الكلمات المفتاحية: فوهة الرش، المرش الحقلي، قطر الفوهة، ضغط الرش.

* مدرس، قسم المكننة الزراعية، كلية الهندسة التقنية، جامعة طرطوس، سورية.

** ماجستير، قسم المكننة الزراعية، كلية الهندسة التقنية، جامعة طرطوس، سورية.

Study the effect of speed of the spray liquid in relation to the diameter of the spray nozzle on the performance of the spraying machine.

Dr. Adnan Ali Ahmad*
Shaza Hassan Issa**

(Received 17/ 11/ 2020 . Accepted 9/ 2/ 2021)

□ ABSTRACT □

Recently, has been increased interest in the protection of agricultural crops of various types from pests and harmful insect , therefore it was necessary to study the technological processes of pesticide spraying machines and attention to all the basic parameters of this machine, especially the spray nozzle, then calculate the basic parameters theoretically, the field experiments were conducted in (Tartous -Zahed) for studying the effect of speed of the spray liquid in relation to the diameter of the spray nozzle on field sprinkler performance in relation to flow, pressure, homogeneity , and unified distribution.

Practical experiments showed that the speed of the spray liquid (6 m/sec), the diameter of the spray nozzle (2 mm), pressure (25.160 pas) and constant spray speed (6Km/h) give the best possible homogeneity of interference, discharge rate of the of the spray machine and the actual working width, therefore high productivity in the tested field conditions.

Key words: spray nozzle - spraying machine- nozzle diameter- spray pressure.

***Professor**, Department of Mechanical Agricultural Machinery, Faculty Of Technical Engineering. Tartous University. Tartous .Syria.

**Master, Department of Mechanical Agricultural Machinery, Faculty Of Technical Engineering. Tartous University. Tartous .Syria.

المقدمة

تُعتبر آلات مكافحة من أهم الآلات الزراعية استخداماً، نتيجة للدور الذي تلعبه في الحفاظ على المحاصيل الزراعية، وخلق الظروف الملائمة لنمو وتطور المحاصيل في جو خالٍ من الإصابات المرضية عن طريق مكافحة الآفات الضارة التي تصيب المحاصيل الزراعية، فتؤثر على نوعية المحصول، وقد تسبب في بعض الأحيان القضاء عليه نهائياً.

تعد مكافحة الكيمائية من أكثر طرق الوقاية انتشاراً، حيث تعتمد على استخدام مركبات كيميائية عضوية أو غير عضوية، وتتنوع طرق مكافحة الكيمائية لتشمل الرش، التعمير، التخصيب، تعقيم التربة، الطعوم السامة، الطيران الزراعي، وتعد مكافحة بالرش الأكثر أهمية واستخداماً بين طرق مكافحة الكيمائية [1-2].

تُعتبر المرشات الآلية الأكثر فعالية للمساحات المزروعة، وتستخدم هذه المرشات عادة في معاملة الأشجار وبساتين الفاكهة وحقول الخضراوات التي تشغل مساحات كبيرة [3]، وكذلك المحاصيل الحقلية. تعمل هذه المرشات بالضغط على سطح المحلول الكيمائي. تُزود هذه المرشات بالحركة من محرك مستقل أو تستمد حركتها من عمود مأخذ القدرة للجرار، وتعتبر فوهة الرش هي الجزء الأساسي في عملية الرش، كونها آخر جزء في آلة الرش يلامس السائل قبل خروجه، لذلك يجب اختيار نوع الفوهة وقطرها بشكل دقيق، لأنها تؤثر بشكل مباشر في انتظام مساحة التغطية [4-5]، ومن هنا تأتي أهمية معايرة زاوية الرش بشكل دقيق وضرورة اختيارها بالشكل الأنسب وكذلك ارتفاع الرش، وسرعة سائل الرش لأنهم يؤثران على درجة التقطير وفي إنتاجية آلة مكافحة [6-7] يعتبر امتداد حافة الرش لكل فوهة رش عاملاً مهماً يجب اختياره بشكل مناسب لأنه يتحكم بعرض العمل الفعلي لعملية الرش [8-9] وبالتالي يلعب دوراً أساسياً في زيادة إنتاجية آلة مكافحة بالرش [10]، ومن هنا نجد أن فوهة الرش هي الجزء الأساسي لنجاح أي عملية رش لذلك، يجب التركيز عليها والتزام الدقة في معايرتها بما يضمن عملية رش ناجحة بكافة المقاييس من حيث التجانس في الرش ومعدل تدفق أعلى، إنتاجية أعلى وبالتالي زيادة العائدية الاقتصادية لعملية الرش بشكل كامل .

مشكلة وأهمية البحث

تكمن أهمية البحث من خلال الدراسة الحاسوبية والتجريبية (الحقلية) لمخروط الرش باستخدام نظام (MATLAB)، مما ينعكس إيجاباً على معدل الأداء للآلة والمساحة المُعالجة، حيث وجد أثناء الاستثمار للآلة المتوفرة بالسوق السورية والمسحوبة بالجرار، بعض المشاكل المتعلقة بالرش الرطب (التقطير من دون ترديد) والتداخل الكبير بين مخاريط الرش، مما يؤدي إلى ضياعات كبيرة للمحلول الكيمائي، ويؤدي في بعض الأحيان إلى تلف المحصول. يعتمد نجاح عملية مكافحة التكنولوجيا على كفاءة أداء آلية الرش ومعايرتها مسبقاً قبل الاستثمار وأثناء الاستثمار، بما يتيح التغطية الكاملة للمحاصيل المزروعة. تعتبر الدراسة التكنولوجية للفوهات (المبعثرات) الأكثر أهمية في آلات مكافحة، كونها الجزء الأخير الذي يرذذ المبيد قبل اندفاعه للسطح المعامل، ولها تأثير كبير بكمية الرذاذ ودرجته والمساحة المغطاة عن طريق تكوينها لمخروط الرش.

أهداف البحث

1. دراسة تأثير سرعة سائل الرش بالعلاقة مع قطر فوهة الرش في المرش الحقلي والتي تتحكم بشكل مخروط الرش، فتؤثر في عرض العمل الشغال الفعلي وبالتالي إنتاجية آلية المكافحة (المرش الحقلي) وتحسن من كفاءتها.
2. الوصول لأفضل توافق بين سرعة سائل الرش المنطلق من فوهة الرش وقطرها، بحيث تعطي أفضل كفاءة لآلة الرش من حيث معدل استهلاك المبيد والتجانس في مخروط الرش بما يحقق أفضل إنتاجية ويزيد من الجدوى الاقتصادية.

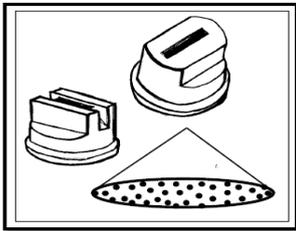
الدراسة النظرية والحسابية

تعتبر الفوهات العنصر الرئيسي في المرشات والجزء الأكثر أهمية لأنها الجزء الأخير الذي يرزذ المبيد قبل اندفاعه إلى السطح المعامل، ولها التأثير الأكبر في نجاح عملية المكافحة والتوفير في استهلاك المبيد عن طريق تكوينها لمخروط الرش، ومن هنا جاءت أهمية دراسة هذا الجزء من آلة المكافحة بغرض زيادة إنتاجية آلة المكافحة بالرش، من خلال دراسة زاوية الرش للمخاريط الناتجة عن الفالات ومعرفة تأثيرها على المخاريط الناتجة، وبالتالي التقليل من المشاكل المتعلقة بالتداخل الكبير لمخاريط الرش والذي يقلل من استهلاك المبيد ويحقق رشا "متجانسا" ويزيد من العائد الاقتصادي. بالتالي زيادة إنتاجية آلة المكافحة، وبهذا فإن للفوهات تأثير كبير على نوعية العمل أثناء إجراء عمليات المكافحة، فمنذ أن وجدت آلات المكافحة والفوهات تتطور إلى أشكال مختلفة وبحسب أسلوب الرش المستخدم [8]. مبدأ عمل الفوهات بالمرشات الهيدروليكية:

- تجزئة تيار السائل إلى أجزاء منفردة.
- إنتاج جزيئات رش محددة المقاييس.
- توزيع منتظم لجزيئات الرش على السطح المعامل.
- المحافظة على كمية تصريف السائل بحسب الضغط المطلوب.

يتعلق عمل الفوهة بمجموعة عوامل منها ما يتعلق بالفوهة كدقة الإنتاج والتآكل، ومنها ما لا يتعلق بالفوهة كانهرافات الضغط ولزوجة السائل وعدم تجانسه. تقسم هذه الفوهات إلى مجموعتين رئيسيتين:

أ- فوهات تركيب فقط على المرشات الهيدروليكية وتستخدم للضغط المنخفضة

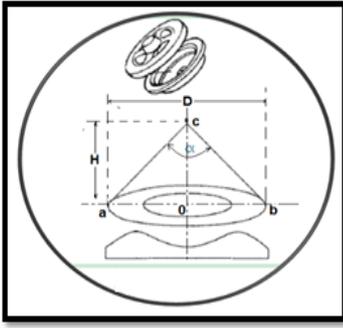


الشكل (1) الفوهة مسطحة مروحية

معاً، ومن أهم هذه الفوهات:

1- الفوهة المسطحة المروحية [11-12]:

تستخدم لرش مبيدات الأعشاب تنتج نمط رش يظهر في الشكل (1) تعمل المسطحة المروحية القياسية بضغط تشغيل بين (20-30 psi)، ومع تغطية نموذجية عند ضغط تشغيل بين (30-40 psi).



2- الفوهات المخروطية (اللزونية):

يُندفع سائل الرش إلى داخل الفوهة من جراء ضغط المضخة فيكتسب حركة دورانية. وتختلف الفوهات اللزونية فيما بينها بحسب طريقة تكوين الحركة الدورانية. يخرج السائل من الفوهة على هيئة مخروط يسمى مخروط الرش تمثل فتحة الفوهة رأس هذا المخروط، وتختلف زاوية هذا المخروط بحسب نوع الفوهة وبحسب تعبير الفوهة، [12-13] وهذا يتعلق بطول وأبعاد حجرة اللزونة .

الشكل (2) زاوية مخروط الرش للفوهة

تعير الفوهة من خلال تقريب أو إبعاد الجسم المحلزن من فتحة الفوهة وبالتالي نطيل أو نقصر من طول حجرة اللزونة وعلى هذا يختلف مخروط الرش ، إن مسافة الرش تتعلق بزاوية المخروط وتتناسب معها طردياً، فكلما زادت زاوية المخروط كلما كانت مسافة الرش أكبر والشكل (2) يوضح زاوية مخروط الرش للفوهة اللزونية.

ب- الفوهات الهوائية: [14-12]

يتم في هذه الفوهات تعرض سائل الرش إلى تيار هوائي، إذ يقوم هذا التيار بتجزئة السائل إلى قطرات ذات أقطار بين (15-150 μm) تخرج من الآلة على هيئة رذاذ.

مواد البحث وطرائقه

لإجراء التجربة تم اختيار منطقة (طرطوس- زاهد)، نظرا لاحتوائها آلات مكافحة بالرش مقطورة على الجرار، وقد استخدم مبيد التفرلان، وسرعة جرار (5 km/h) ولزم لإجراء التجربة كل من:



- جرار زراعي نوع فرات استطاعته (70 hp).
- مضخة باستطاعة (35 kw) تأخذ حركتها من عمود الإدارة الخلفي للجرار.
- ذراع رش من الحديد الصلب معزول بالكروم بطول (6 m) وارتفاع (50 cm) عن السطح المعامل كما في الشكل (3).

الشكل (3) ذراع الرش المستخدم في التجربة



الشكل (4) الفوهات المخروطية المستخدمة في التجربة

- خزان رش بسعة (500 L).
- مقياس ضغط، مقياس لتحديد سرعة سائل الرش.
- فوهات مخروطية بأقطار (0.5, 1.2 mm)، وعددها (12)، وبمسافة ثابتة بين الفوهات على ذراع الرش (50 cm) والشكل (4) يبين الفوهات المخروطية المستخدمة في التجربة.

تمت الدراسة عند ثلاث سرعات (5, 6, 7 m/sec)، وتم تكرار التجربة ثلاث مرات لكل قطر فوهة عند كل سرعة، حيث تم إجراء تحليل إحصائي باستخدام برنامج (SPSS) عند كل سرعة وتنفيذ اختبار أقل فرق معنوي (LSD%) لتحديد وجود فروقات معنوية بين الأقطار المختلفة للفوهات من حيث المؤشرات المدروسة، والمؤشرات التي تمت دراستها هي:

✓ معدل تصريف الفوهة الواحدة (L/min):

تم حساب معدل تصريف الفوهة الواحدة لكل فوهة من الفوهات عند كل سرعة من العلاقة (1) [14].

$$q = dcn^2 * vc^2 / 0.92 \quad (1)$$

dcn : قطر فوهة الرش (mm).

vc : سرعة سائل الرش (m/sec).

q : معدل رش الفوهة الواحدة (L/min).

✓ عرض العمل الفعلي:

تم حساب عرض العمل الفعلي للمرش المتشكل بفعل المخاريط لكل فوهة من الفوهات عند كل سرعة من العلاقة (2) [14].

$$B = 2H. \tan \frac{\theta}{2} \quad (2)$$

حيث أن:

H : ارتفاع الرش (m).

θ : زاوية الرش.

✓ مقدار التداخل بين مخاريط الرش:

تم حساب مقدار التداخل بين مخاريط الرش لكل فوهة من الفوهات عند كل سرعة من العلاقة التجريبية (3)

[14].

$$x = \frac{B-b}{N} \quad (3)$$

B : عرض العمل الفعلي (m).

b : عرض العمل النظري (m).

N : عدد فالات الرش على آلة الرش.

✓ إنتاجية المرش الحقلي:

تم حساب إنتاجية المرش الحقلي من العلاقة (4) [11].

$$W = 0.1 * B * vp * \mathcal{E} \quad (4)$$

حيث أن:

B عرض العمل الفعلي (m).

vp : سرعة وحدة الرش (km/h).

\mathcal{E} : الكفاءة الحقلية.

النتائج والمناقشة

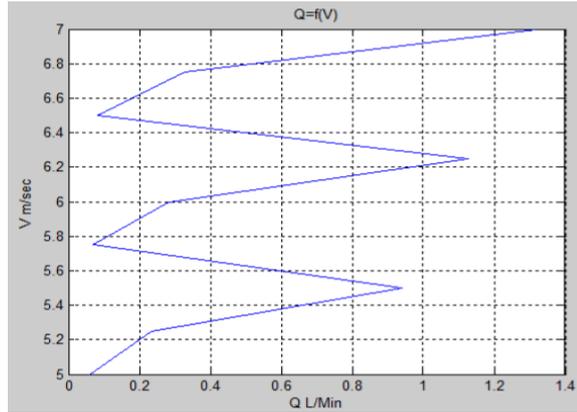
1. تأثير سرعة سائل الرش بالعلاقة مع قطر فوهة الرش في معدل تصريف الفوهة الواحدة

حيث تم دراسة تأثير تغير سرعة سائل الرش بالعلاقة مع قطر فوهة الرش في معدل تصريف الفوهة الواحدة، وتم تسجيل النتائج التجريبية في الجدول (1).

جدول (1) العلاقة بين سرعة سائل الرش عند أقطار فوهات مختلفة و معدل تصريف الفوهة الواحدة

معامل الاختلاف لقيم تصريف الفوهة الواحدة Cv%	تصريف الفوهة الواحدة (L\min)	قطر فوهة الرش (mm)	سرعة سائل الرش (m/sec)
0.015	0.0588	0.5	5
0.017	0.235	1	
0.019	0.941	2	
0.02	0.0705	0.5	6
0.04	0.282	1	
0.05	1.129	2	
0.06	0.0833	0.5	7
0.07	0.329	1	
0.09	1.317	2	

عند العمل على سرعة سائل رش (5m/sec) كانت قيمة معدل تصريف الفوهة أعظمية عند قطر فوهة (2mm) يليها فوهة بقطر (1mm) ثم فوهة بقطر (0.5mm) حيث كانت القيم بالترتيب (0.0588, 0.235, 0.941 L/min)، أما عند العمل على سرعة سائل رش 6m/sec كانت قيمة معدل تصريف الفوهة أعظمية عند قطر فوهة (2mm)، يليها فوهة بقطر (1mm)، ثم فوهة بقطر (0.5mm)، حيث كانت القيم بالترتيب (0.0705, 0.282, 1.129 L/min)، أما عند العمل على سرعة سائل رش (7m/sec) كانت قيمة معدل تصريف الفوهة أعظمية عند قطر فوهة (2mm)، يليها فوهة بقطر (1mm)، ثم فوهة بقطر (0.5mm)، حيث كانت القيم بالترتيب (0.0833, 0.329, 1.317L/min). تم حساب قيم معامل الاختلاف لمعدل تصريف الفوهة حيث القيمة المرجعية لمعامل الاختلاف هي (5%) [14]، من الجدول نلاحظ أن الفوهة بقطر (2mm) وسرعة سائل رش (6m/sec) تحقق أفضل معدل تصريف لفوهة الرش. من المخطط (1)، نلاحظ أن معدل تصريف الفوهة يزداد بزيادة سرعة سائل الرش (حيث تم رسم المخطط باستخدام الماتلاب).



مخطط (1) العلاقة بين سرعة سائل الرش ومعدل تصريف الفوهة

تم إجراء تحليل إحصائي باستخدام برنامج (spss) وعرض البرنامج النتائج التالية:

❖ نتائج LSD بالنسبة لمعدل تصريف الفوهة (Q L/min) عند (السرعة 5m/sec)

جدول (2)، تحليل التباين الأحادي ANOVA

P.Value	متوسط المربعات	درجات الحرية	مجموع المربعات	مصدر التباين
0.000	0.654	2	1.308	بين المجموعات
	0.000	6	0.000	داخل المجموعات
		8	1.308	الإجمالي

من الجدول (2)، نلاحظ أن قيمة مستوى فرق المعنوية ($p.value=0.000$) أي مقارنة جداً للصفر وهذا يدعم وجود فروقات معنوية بين النماذج الثلاثة للفوهات عند أقطار (0.5, 1, 2mm) من حيث معدل تصريف الفوهة عند السرعة (5m/sec) وهذا يؤكد أن لقطر الفوهة أثر واضح في معدل تصريف الفوهة.

❖ نتائج LSD بالنسبة لمعدل تصريف الفوهة (Q L/min) عند السرعة (6m/sec)

جدول (3)، تحليل التباين الأحادي ANOVA

P.Value	متوسط المربعات	درجات الحرية	مجموع المربعات	مصدر التباين
0.000	0.940	2	1.881	بين المجموعات
	0.000	6	0.000	داخل المجموعات
		8	1.881	الإجمالي

من الجدول (3)، نلاحظ أن قيمة مستوى فرق المعنوية ($p.value=0.000$) أي مقارنة جداً للصفر وهذا يدعم وجود فروقات معنوية بين النماذج الثلاثة للفوهات عند أقطار (0.5, 1, 2mm) من حيث معدل تصريف الفوهة عند السرعة (6m/sec) وهذا يؤكد أن لقطر الفوهة أثر واضح في معدل تصريف الفوهة

❖ نتائج LSD بالنسبة لمعدل تصريف الفوهة (Q L/min) عند السرعة (7m/sec):

جدول (4)، تحليل التباين الأحادي ANOVA

P.Value	متوسط المربعات	درجات الحرية	مجموع المربعات	مصدر التباين
0.069	0.042	2	0.084	بين المجموعات
	0.010	6	0.058	داخل المجموعات
		8	0.142	الإجمالي

من الجدول(4)، نلاحظ أن قيم مستوى فرق المعنوية كانت (0.069) أي (6.9%) وهي أكبر من (5%) وهذا يدعم عدم وجود فروقات معنوية بين أقطار الفوهات المستخدمة عند ازدياد سرعة سائل الرش من حيث معدل تصريف الفوهة.

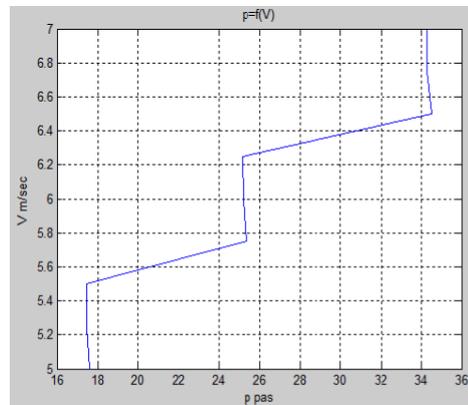
2. تأثير سرعة سائل الرش بالعلاقة مع قطر فوهة الرش في ضغط الرش:

حيث تم دراسة تأثير تغير سرعة سائل الرش بالعلاقة مع قطر فوهة الرش في ضغط الرش، وتم تسجيل النتائج التجريبية في الجدول(5).

جدول (5) العلاقة بين سرعة سائل الرش عند أقطار فوهات مختلفة وضغط الرش

سرعة الرش (m/sec)	قطر فوهة الرش (mm)	ضغط الرش (pas)
5	0.5	17.584
	1	17.474
	2	17.462
6	0.5	25.331
	1	25.175
	2	25.160
7	0.5	34.522
	1	34.266
	2	34.261

عند العمل على سرعة سائل رش (5m/sec) كانت قيمة الضغط أعظمية عند قطر فوهة (0.5 mm) يليها فوهة بقطر (1mm) ثم فوهة بقطر (2mm) حيث كانت القيم بالترتيب (17.584, 17.474, 17.462 pas)، أما عند العمل على سرعة سائل رش (6m/sec) كانت قيمة الضغط أعظمية عند قطر فوهة (0.5 mm)، يليها فوهة بقطر (1mm)، ثم فوهة بقطر (2 mm)، حيث كانت القيم بالترتيب (25.331, 25.175, 25.160 pas)، أما عند العمل على سرعة سائل رش (7m/sec) كانت قيمة الضغط أعظمية عند قطر فوهة (0.5 mm)، يليها فوهة بقطر (1mm)، ثم فوهة بقطر (2 mm)، حيث كانت القيم بالترتيب (34.522, 34.266, 34.261 pas) من المخطط (2)، نلاحظ أن ضغط الرش يزداد بزيادة سرعة سائل الرش (حيث تم رسم المخطط باستخدام الماتلاب).



المخطط (2) العلاقة بين سرعة سائل الرش وضغط الرش

تم إجراء تحليل إحصائي باستخدام برنامج (SPSS) وعرض البرنامج النتائج التالية
❖ نتائج LSD بالنسبة لضغط الرش عند السرعة (5m/sec) :

جدول (6)، تحليل التباين الأحادي ANOVA

P.Value	متوسط المربعات	درجات الحرية	مجموع المربعات	مصدر التباين
0.000	0.14	2	0.027	بين المجموعات
	0.000	6	0.000	داخل المجموعات
		8	0.027	الإجمالي

من الجدول (6)، نلاحظ أن قيمة مستوى فرق المعنوية مقارنة جداً للصفر وهذا يدعم وجود فروقات معنوية بين الفوهات الثلاث عند السرعة (5 m/sec) لسائل الرش بالنسبة للضغط.

❖ نتائج LSD بالنسبة لضغط الرش عند السرعة (6 m/sec)

جدول (7)، تحليل التباين الأحادي ANOVA

P.Value	متوسط المربعات	درجات الحرية	مجموع المربعات	مصدر التباين
0.000	0.027	2	0.054	بين المجموعات
	0.000	6	0.000	داخل المجموعات
		8	0.054	الإجمالي

من الجدول (7)، نجد أن قيمة مستوى فرق المعنوية مقارنة جداً للصفر وهذا يعني أنه يوجد فروقات معنوية بين أقطار الفوهات عند السرعة (6 m/sec) لسائل الرش بالنسبة للضغط.

❖ نتائج LSD بالنسبة لضغط الرش عند السرعة (7m/sec)

جدول (8) تحليل التباين الأحادي ANOVA

P.Value	متوسط المربعات	درجات الحرية	مجموع المربعات	مصدر التباين
0.000	0.067	2	0.134	بين المجموعات
	0.000	6	0.058	داخل المجموعات
		8	0.134	الإجمالي

من الجدول (8)، نجد أن قيمة مستوى فرق المعنوية مقارنة جداً للصفر، وهذا يدعم وجود فروقات معنوية بين الفوهات الثلاث ذات الأقطار (0.5, 1, 2 mm) من حيث الضغط عند السرعة (7 m/sec).

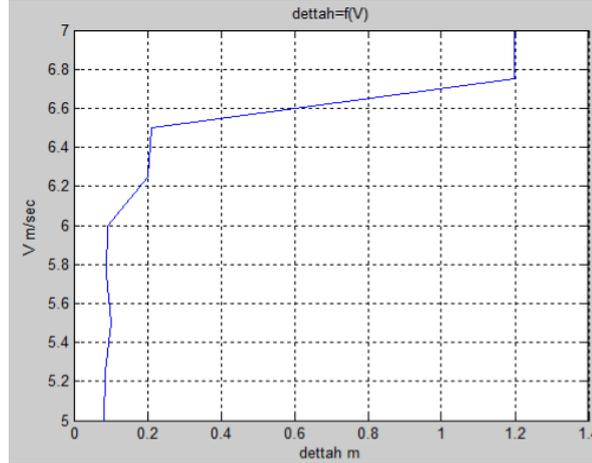
3. تأثير سرعة سائل الرش بالعلاقة مع قطر فوهة الرش في مقدار التداخل بين مخاريط الرش

حيث تم دراسة تأثير تغير سرعة سائل الرش بالعلاقة مع قطر فوهة الرش في مقدار التداخل بين مخاريط الرش، وتم تسجيل النتائج التجريبية في الجدول (9).

جدول (9) العلاقة بين سرعة سائل الرش عند أقطار فوهات مختلفة و مقدار التداخل بين مخاريط الرش

سرعة الرش (m/sec)	قطر فوهة الرش (mm)	مقدار التداخل بين مخاريط الرش (m)	قيمة معامل الاختلاف لمقدار التداخل بين مخاريط الرش Cv%
5	0.5	0.083	0.01
	1	0.085	0.011
	2	0.1	0.015
6	0.5	0.09	0.017
	1	0.092	0.019
	2	0.2	0.02
7	0.5	0.21	0.03
	1	1.2	0.031
	2	1.20	0.041

نلاحظ من الجدول (9)، عند العمل على سرعة سائل رش (5m/sec) كانت قيمة مقدار التداخل بين مخاريط الرش أعظمية عند قطر فوهة (2mm) يليها فوهة بقطر (1mm) ثم فوهة بقطر (0.5mm) حيث كانت القيم بالترتيب (0.1, 0.085, 0.083 m) أما عند العمل على سرعة سائل رش (6m/sec) كانت قيمة مقدار التداخل بين مخاريط الرش أعظمية عند قطر فوهة (2mm)، يليها فوهة بقطر (1mm)، ثم فوهة بقطر (0.5mm)، حيث كانت القيم بالترتيب (0.2, 0.092, 0.09 m)، أما عند العمل على سرعة سائل رش (7m/sec) كانت قيمة مقدار التداخل بين مخاريط الرش أعظمية عند قطر فوهة (2mm)، يليها فوهة بقطر (1mm)، ثم فوهة بقطر (0.5mm)، حيث كانت القيم بالترتيب (1.20, 1.2, 0.21 m). تم حساب قيم معامل الاختلاف لمقدار التداخل بين مخاريط الرش حيث القيمة المرجعية لمعامل الاختلاف هي (2%)، من الجدول نلاحظ أن الفوهة بقطر (2mm) وسرعة سائل رش (6m/sec) تحقق أفضل تجانس في عملية الرش. من المخطط (3) نلاحظ أن مقدار التداخل بين مخاريط الرش بزيادة سرعة سائل الرش (حيث تم رسم المخطط باستخدام الماتلاب).



مخطط (3) العلاقة بين سرعة سائل الرش ومقدار التداخل بين مخاريط الرش

تم إجراء تحليل إحصائي باستخدام برنامج (SPSS) وعرض البرنامج النتائج التالية:

❖ نتائج LSD بالنسبة لمقدار التداخل بين مخاريط الرش عند السرعة 5m/sec :

جدول (10) تحليل التباين الأحادي ANOVA

P.Value	متوسط المربعات	درجات الحرية	مجموع المربعات	مصدر التباين
0.026	0.000	2	0.001	بين المجموعات
	0.000	6	0.000	داخل المجموعات
		8	0.001	الإجمالي

من الجدول (10)، نلاحظ أن مستوى فرق المعنوية (2.6%) وهي أقل من (5%) هذا يعني أنه هناك فروقات

معنوية بين الأقطار المختلفة لفوهات الرش بالنسبة للتداخل بين مخاريط الرش عند سرعة سائل رش (5 m/sec).

❖ عند السرعة 6m/sec

جدول (11)، تحليل التباين الأحادي ANOVA

P.Value	متوسط المربعات	درجات الحرية	مجموع المربعات	مصدر التباين
0.001	0.023	2	0.046	بين المجموعات
	0.001	6	0.006	داخل المجموعات
		8	0.052	الإجمالي

من الجدول (11)، نلاحظ أن قيمة مستوى فرق المعنوية (0.1%)، وهذا يدعم وجود فروق معنوية.

❖ نتائج LSD بالنسبة لمقدار التداخل بين مخاريط الرش عند السرعة (7 m/sec)

جدول (12)، تحليل التباين الأحادي ANOVA

P.Value	متوسط المربعات	درجات الحرية	مجموع المربعات	مصدر التباين
0.000	0.980	2	1.960	بين المجموعات
	0.003	6	0.020	داخل المجموعات
		8	1.980	الإجمالي

نلاحظ من الجدول (12)، نجد أن قيمة مستوى فرق المعنوية مقاربة جداً للصفر، وهذا يدعم وجود فروقات

معنوية بين الفوهات الثلاث من حيث التداخل عند سرعة سائل رش (7 m/sec).

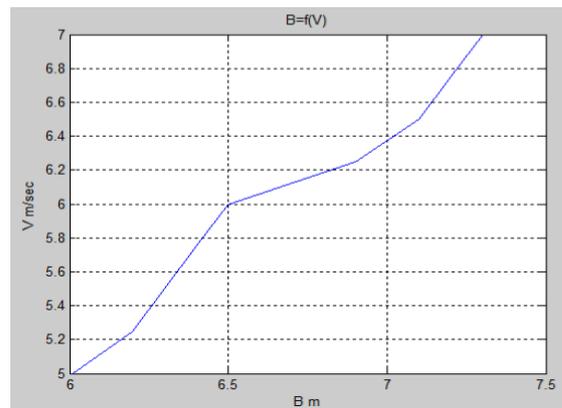
4. تأثير سرعة سائل الرش بالعلاقة مع قطر فوهة الرش في عرض العمل الفعلي

حيث تم دراسة تأثير تغير سرعة سائل الرش بالعلاقة مع قطر فوهة الرش في ضغط الرش، وتم تسجيل النتائج التجريبية في الجدول(13).

جدول (13) العلاقة بين سرعة سائل الرش عند أقطار فوهات مختلفة وعرض العمل الفعلي

عرض العمل الفعلي (m)	قطر فوهة الرش (mm)	سرعة سائل الرش (m/sec)
6.01	0.5	5
6.2	1	
6.3	2	
6.4	0.5	6
6.5	1	
6.9	2	
7.1	0.5	7
7.2	1	
7.30	2	

عند العمل على سرعة سائل رش (5m/sec) كانت قيمة عرض العمل الفعلي أعظمية عند قطر فوهة (2 mm) يليها فوهة بقطر (1mm) ثم فوهة بقطر (0.5mm) حيث كانت القيم بالترتيب (6.01m, 6.2, 6.3)، وعند العمل على سرعة سائل رش (6m/sec) كانت قيمة عرض العمل الفعلي أعظمية عند قطر فوهة (2 mm)، يليها فوهة بقطر(1mm)، ثم فوهة بقطر (0.5mm)، حيث كانت القيم بالترتيب (6.4m, 6.5, 6.9)، أما عند العمل على سرعة سائل رش (7m/sec) كانت قيمة عرض العمل الفعلي أعظمية عند قطر فوهة (2mm)، يليها فوهة بقطر (1mm)، ثم فوهة بقطر(0.5mm)، حيث كانت القيم بالترتيب (7.1 m, 7.2, 7.30). من المخطط (4) نلاحظ أن عرض العمل الفعلي يزداد بزيادة سرعة سائل الرش (حيث تم رسم المخطط باستخدام الماتلاب).



مخطط (4) العلاقة بين سرعة سائل الرش وعرض العمل الفعلي

تم إجراء تحليل إحصائي باستخدام برنامج (SPSS) وعرض البرنامج النتائج التالية:

❖ نتائج LSD بالنسبة لعرض العمل الفعلي عند سرعة سائل رش (5m/sec)

جدول(14) تحليل التباين الأحادي ANOVA

P.Value	متوسط المربعات	درجات الحرية	مجموع المربعات	مصدر التباين
0.438	0.043	2	0.087	بين المجموعات
	0.046	6	0.273	داخل المجموعات
		8	0.360	الإجمالي

نلاحظ من الجدول(14)، نجد أن قيمة مستوى فرق المعنوية (43.8%) وهي أعلى من (5%)، وهذا يعني أنه لا فروقات معنوية من حيث عرض العمل الفعلي بين الفوهات الثلاث عند السرعة (5 m/sec).

❖ نتائج LSD بالنسبة لعرض العمل الفعلي عند سرعة سائل رش (6 m/sec)

جدول(15) تحليل التباين الأحادي ANOVA

P.Value	متوسط المربعات	درجات الحرية	مجموع المربعات	مصدر التباين
0.050	0.154	2	0.309	بين المجموعات
	0.030	6	0.180	داخل المجموعات
		8	0.489	الإجمالي

نلاحظ من جدول(15)، تحليل التباين الأحادي نجد أن قيمة مستوى فرق المعنوية (5%) وهذا يدعم وجود فروقات معنوية من حيث عرض العمل الفعلي بين الفوهات الثلاث عند سرعة سائل رش (6 m/sec).

❖ نتائج LSD بالنسبة لعرض العمل الفعلي عند سرعة سائل رش (7 m/sec):

جدول(16) تحليل التباين الأحادي ANOVA

P.Value	متوسط المربعات	درجات الحرية	مجموع المربعات	مصدر التباين
0.622	0.021	2	0.042	بين المجموعات
	0.041	6	0.247	داخل المجموعات
		8	0.289	الإجمالي

نلاحظ من جدول(16) تحليل التباين الأحادي نجد أن قيمة مستوى فرق المعنوية (62.2%) أكبر من (5%)، وهذا يدعم عدم وجود فروقات معنوية بين النماذج الثلاثة بالنسبة لعرض العمل الفعلي عند سرعة سائل رش (7 m/sec).

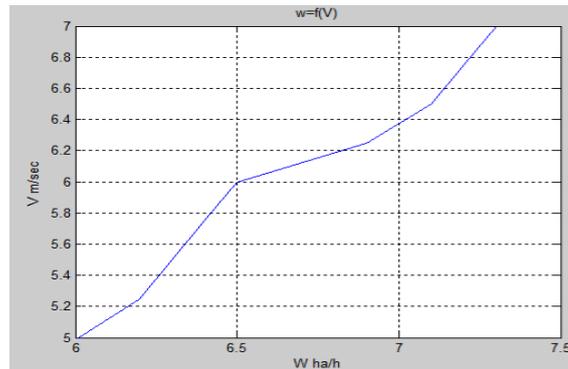
5. تأثير سرعة سائل الرش بالعلاقة مع قطر فوهة الرش في إنتاجية المرش الحقلي

حيث تم دراسة تأثير تغيير سرعة سائل الرش بالعلاقة مع قطر فوهة الرش في إنتاجية المرش الحقلي، وتم تسجيل النتائج التجريبية في الجدول (17).

جدول (17) العلاقة بين سرعة سائل الرش عند أقطار فوهات مختلفة وإنتاجية المرش الحقلي

الإنتاجية (ha/h)	قطر فوهة الرش (mm)	سرعة سائل الرش (m/sec)
1.983	0.5	5
2.046	1	
2.079	2	
2.11	0.5	6
2.14	1	
2.27	2	
2.34	0.5	7
2.37	1	
2.40	2	

عند العمل على سرعة سائل رش (5m/sec) كانت قيمة الإنتاجية أعظمية عند قطر فوهة (2mm) يليها فوهة بقطر (1mm) ثم فوهة بقطر (0.5mm) حيث كانت القيم بالترتيب (1.983, 2.046, 2.079 ha/h)، أما عند العمل على سرعة سائل رش (6m/sec) كانت قيمة الإنتاجية أيضاً أعظمية عند قطر فوهة (2mm)، يليها فوهة بقطر (1mm)، ثم فوهة بقطر (0.5mm)، حيث كانت القيم بالترتيب (2.14, 2.27, 2.11 ha/h)، أما عند العمل على سرعة سائل رش (7m/sec) كانت قيمة الإنتاجية أعظمية عند قطر فوهة (2mm)، يليها فوهة بقطر (1mm)، ثم فوهة بقطر (0.5mm)، حيث كانت القيم بالترتيب (2.37, 2.40, 2.34 ha/h).



المخطط (5) العلاقة بين سرعة سائل الرش وإنتاجية المرش الحقلي

من المخطط (5): نلاحظ أن إنتاجية المرش الحقلي تزداد بزيادة سرعة سائل الرش (حيث تم رسم المخطط باستخدام الماتلاب).

الاستنتاجات والتوصيات

1. يزداد معدل تصريف الفوهة طردياً بزيادة سرعة سائل الرش وقطر فوهة الرش.
2. يزداد ضغط الرش طردياً بزيادة سرعة سائل الرش وعكساً بزيادة قطر فوهة الرش.
3. يزداد التداخل بين مخاريط الرش، عرض العمل الفعلي، وإنتاجية المرش الحقلي طردياً بزيادة سرعة سائل الرش وقطر فوهة الرش.
4. بالمقارنة بين النتائج نجد أن الفوهة المخروطية بقطر (2 mm) وسرعة سائل رش (6 m/sec) تحقق أفضل معدل تصريف (1.29 L/min) وأفضل تداخل بين مخاريط الرش (0.2 m)، بالتالي التوفير في استهلاك المبيد، كما تزيد من عرض العمل الفعلي (6.9 m)، بالتالي الوصول إلى أفضل إنتاجية (2.27 ha/h) للمرش الحقلي وزيادة عائديتها الاقتصادية في الظروف الحقلية المختبرة.
5. يمكن دراسة ارتفاع الرش، والمسافة بين الفالات بالعلاقة مع زاوية الرش عند سرع عمل محددة، وبالتالي التحكم بشكل مخروط الناتج بشكل كامل، ومنه الوصول لأفضل حالة تجانسية في الرش بالعلاقة بين بارامترات مختلفة، وهذا ما ننصح به بالمستقبل.
6. يمكن أيضاً دراسة تأثير نوع الفوهة بالعلاقة مع عمق المكافحة في إنتاجية المرش الحقلي.
7. ويمكن دراسة تأثير نوع الفوهة بالعلاقة مع ضغط التشغيل المستخدم في عملية الرش في إنتاجية المرش الحقلي.
8. وينصح بدراسة تأثير نوع الفوهة ومعدل جريان محلول الرش بالعلاقة مع ارتفاع الرش في تحسين كفاءة المرش الحقلي.

المراجع الأجنبية

- 1- Jeske , Ae : Pflanzenschutztechnik – Berlin 1978.
- 2- Kugler , k e : *Maschinen und Geräte für die pflanzenproduktion* , Berlin 1984.
- 3- Autorenkollaktiv : *Mechanisierung in der pflanzenproduktion – Berlin 1981.*
- 4- Müller , pe : *Grundlagen der pflanzenproduktion – Berlin 1981.*
- 5- Campbell , W.P. and R.N. Klein .2003. *Nozzles selection and sizing Nebraska cooperative extension, Published by cooperative extension Institute of Agriculture and Natural Resources* , University of Nebraska , Lincoln.
- 6- Bailey,W.A.,H.P. Wilson, and T.E.Hines (2002) *Mesosulfuron/iodosulfuron (AE F1300 60) For Italian reyegrass control in VA Wheat Proc- south-Weed Sci. Soc. 55: in Press.*
- 7- Klein, B and J. Golus (2003) *Research tests spray Particle Size distribution with different pressures and nozzle tip. CROP Watch . university of Nebraska.*
- 8- Wolf,R.E,D.R Gardisser,J. Slocumb.And B .W. Shaw (2002) *Nozzle types for boom sprayer. Applications of Crop protection products.*
- 9- Application technology Series . *Kansas state university Agricultural Experiment station and Cooperative Extension service.*
- 10- Harzler, B. and P. Brent (2002) *Effects of the crop canopy on spray coverage. Iowa stat university.*
- 11- Hanke, J. E., G. D. Wills, R. E. Mark and A. K. Underwood (1998) *Variables affecting spray droplet size. Proceeding, fifth international symposium for Agrochemicals, PP.481_486.*

المراجع العربية

- 11-البنا،عزيز رمو - معدات تهيئة التربة - جامعة الموصل - وزارة التعليم العالي و البحث العلمي - العراق 1990 .
- 12-غانم محمد، تصور محمد، جراد سمير و ميهوب علي، آلات المكافحة، جامعة تشرين - كلية الزراعة - وقاية النبات 2014 .
- 13-حسن عبد الحميد ، مكننة زراعية - مديرية الكتب و المطبوعات في جامعة دمشق - دمشق 1978.
- 14-معلا شعبان ، جراد سمير : المكننة الزراعية - مديرية الكتب و المطبوعات - جامعة تشرين - اللاذقية 1988 .
- 15-حسن حيدر علي - قسم المكنن والآلات الزراعية- كلية الزراعة- جامعة بغداد- مجلة العلوم الزراعية_46(4):255_558/2015.