استخدام الرش العمودي في البيوت المحمية وتأثيره في بعض صفات جودة الرش على محصول الطماطة

نوال عبدالله عمران* منى جميل عباس
قسم المكائن والآلات الزراعية – كلية علوم الهندسة الزراعية – جامعة بغداد
nwalbdallh73@gmail.com

المستخلص

اجريت تجربة في احد البيوت المحمية التابعة لمركز ابحاث كلية الزراعة اجامعة بغداد في الجادرية عام 2022 لدراسة ثاثير نوع النافورة وسرعة الرش في بعض صفات جودة الرش المتضمنة كثافة الرش والقطر الوسيط الحجمي ومعدل الاختراق على محصول الطماطة، واجريت التجربة باستخدام منظومة رش عمودية تم تصنيعها محليا تستخدم لرش المبيدات لمكافحة الافات الزراعية والامراض داخل البيوت المحمية وكما تستخدم لرش انواع المحاليل الاخرى، في هذه التجربة استعمل ثلاث انواع من النافورات وهي FLAT FAN NOZZLE AP120 المروحة المسطحة و AP031108 AIR-INDUCTION ANTI DRIFT NOZZLE هوائية مانعة للانجراف و DUAL SPRAY AIR-INJECTOR CERAMIC NOZZLE6MS03C2 هوائي مزدوج بفوهة سيراميك، مع ثلاث سرع للرش هي 0.684 و0.824 و1.188 كم.سا$^{-1}$ وتم تحليل النتائج باستعمال طريقة اقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى 0.05 ومقارنتها مع متوسطات المعاملات بالتصميم العشوائي الكامل (Complete Randomized Design-CRD). بينت النتائج ان استخدام النافورة نوع Flat fan AP12003 قد حقق اعلى كثافة رش مقداره 119.5 قطرة.سم$^{-2}$ في حين حققت النافورة نوع AP031108MS A-I.A.D.N اعلى معدل اختراق قدره 53.5% واعلى متوسط لقطر القطرات قدره 1718.49 مايكروميتر, كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي عند زيادة السرعة في صفة معدل الاختراق إذ أظهرت النتائج أن صفة معدل الأختراق قد إزدادت معنوياً عند زيادة السرعة من 0.684 الى 0.824 والى 1.188 كم. سا$^{-1}$ وبمتوسط 25.2 و32.3 و39.4% في حين كان زيادة السرعة يسبب تناقص القطر الوسيط الحجمي فعند زيادة السرعة من 0.684 الى 0.824 والى 1.188 كم.سا$^{-1}$ كانت قيمها 1520.9 و1326.23 و1100.5 مايكروميتر، في حين لم يكن للسرعة تأثيراً على صفة الكثافة.

الكلمات المفتاحية: الرش العمودي، البيوت المحمية, النافورات الزراعية , معدل الاختراق .

THE USE OF VERTICAL SPRAYING IN GREENHOUSES AND ITS EFFECT ON SOME CHARACTERISTICS OF SPRAY QUALITY ON THE TOMATO CROP

Nawal Al-Mamouri Muna Abbas
Agricultural Machines and Equipment Dept. - College of Agricultural Engineering Sciences – University of Baghdad
nwalbdallh73@gmail.com

ABSTRACT

The experiment was conducted in one of the greenhouses affiliated to the Research Center of the College of Agriculture/University of Baghdad in Jadiriyah in 2022 to study the effects of the nozzel type and spray speed on some spray quality characteristics including spray density, volume median diameter and penetration rate on The tomato crop, and the experiment was conducted using a locally manufactured vertical spraying system used to spray pesticides to combat agricultural pests and diseases inside greenhouses, and it is also used to spray other types of solutions,. In this experiment, three types of nozzels were used FLAT FAN NOZZLE

* البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الاول
تاريخ استلام البحث 2022/6/5. تاريخ القبول للنشر 2022/6/19.

AP120 and AIR-INDUCTION ANTI DRIFT NOZZLE AP031108 and DUAL SPRAY AIR-INJECTOR CERAMIC NOZZLE6MS03C2 with three spray speeds 0.684, 0.824 and 1.188 km.h^{-1}. The results were analyzed by using the least significant difference (LSD) method at the 0.05 level and compared with the (Complete Randomized Design-CRD). The results showed that the use of the nozzel type Flat fan AP12003 achieved the highest spray density by 119.50 (drop.cm^{-2}), while the nozzel type AP031108MS A-I.A.D.N achieved the highest A penetration rate of 53.80% and the highest average droplet diameter of 1718.49 micrometer, and the results showed a significant effect when increasing the speed on the penetration rate characteristic, as the results showed that the penetration characteristic increased significantly when the speed was increased from 0.684 to 0.824 and 1.188 km.h^{-1} with an average of 25.20 , 32.30 and 39.40%, while the increase in speed was causing a decrease in the median volumetric diameter values. When the speed was increased from 0.684 to 0.824 and to 1.188 km.h^{-1}, its values were 1520.9, 1326.23 and 1100.5micrometer, while the speed had no effect on the density characteristic.

Key words: vertical spraying, green houses, agricultural nozzels, penetration rate.

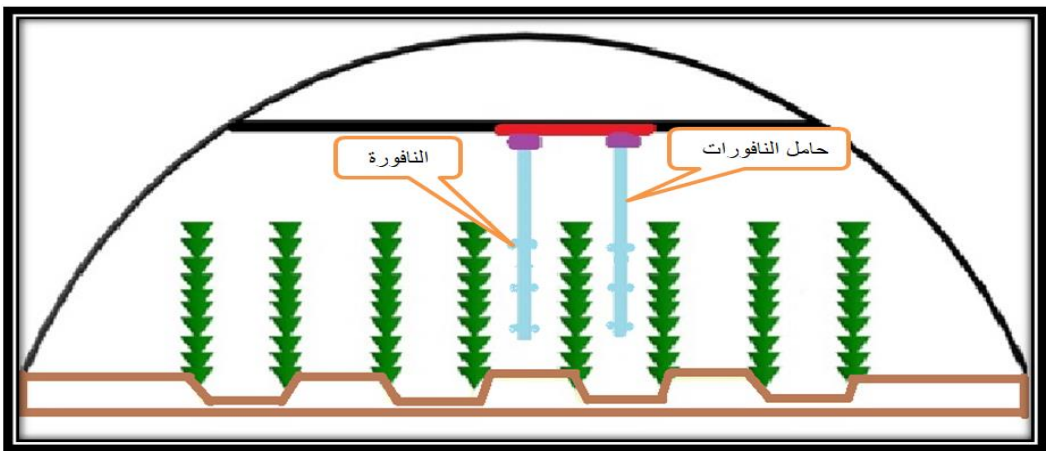
المقدمة

الطماطة محصول قصير المدة نسبياً ويعطي محصولاً مرتفعاً وهو غني بالفيتامينات ومحصول نقدي مهم (Dam, *et al*.,2005)، ويحتل محصول الطماطة المرتبة الاولى من بين محاصيل الخضار من حيث كبر المساحة المزروعة سنوياً وحجم الانتاج والاستهلاك في العالم ونظرا لكثرة الطلب عليها خلال العام الكامل زاد الاهتمام بزراعتها داخل البيوت المحمية لتوفير هذا المحصول على مدار السنة وبالاخص في موسم الشتاء , اذ يعد هذا المحصول من محاصيل موسم النمو الدافئ اي انها تحتاج الى درجات حرارة عالية نسبيا لاجل النمو والانتاج وتقدر درجة الحرارة المثالية لنمو الشتلات ما بين 15-30 مº (الدليل ,2018), ونتيجة للظروف البيئية داخل البيوت المحمية من ارتفاع درجات الحرارة والرطوبة العالية والتي تهيء الظروف المناسبة لنمو الافات الزراعية والامراض الفطرية لذلك دعت الحاجة الى الاهتمام الكبير بالبيوت المحمية وحمايتها من الآفات الزراعية التي تؤثر وبشكل كبير على الانتاج الزراعي (McCartney and Lefsrud,2018) و (faille and Romano, 2020). ولضمان افضل لصحة النباتات يتم رش المبيدات اسبوعياً طوال دورة الانتاج لمنع الاصابة لذلك يجب الاخذ بنظر الاعتبار المتطلبات اللازمة لرش المبيدات داخل البيوت المحمية من حيث كمية ونوعية المبيد المستخدم وكذلك نوع الالة المستخدمة للرش لتوفير ظروف بيئية مناسبة للذبات وللقائم بعملية الرش (Belforte *et al*., 2011). إن من اهم العوامل التي تسبب الضرر للتربة والبيئة اثناء عملية رش المبيدات الكيمياوية داخل البيوت المحمية هي عدم اختيار الة رش المبيدات المناسبة وحجم التطبيق, وجودة الرش (Gavali *et al*., 2018)، وان من اهم معايير جودة الرش القطر الوسيط الحجمي (VMD) (Czaczyk *et al*., 2012) والذي يستخدم لتقويم وتصنيف فوهات الرش, وتم تصنيف حجم القطرات بواسطة المجلس البريطاني لحماية المحاصيل, وتم تطويره والموافقة عليه بموجب الجمعية الامريكية للمهندسين الزراعيين والبيولوجيين (ASABE), وكان ترتيب حجم القطرات كالتالي دقيقة للغاية ودقيقة ومتوسطة وخشن وخشن جدا وخشن للغاية، ويقصد بحجم القطرة هو حجم قطرات الرش التي تشكل نمط الرش, وتكون احجام القطرات داخل رذاذ معين ليست كلها بالحجم نفسه (Rudolf,2008), وتكون القطيرات الناتجة من عملية الرش كروية الشكل وبأحجام مختلفة منها الكبيرة والمتوسطة وصغيرة الحجم وتكون القطرات الصغيرة دائماً أكثر من القطرات الكبيرة (الدليمي،2000). إن معظم انواع الرذاذ الخارج من فوهات الرش هو عبارة عن قطرات مختلفة الاحجام، منها ما تكون كبيرة الحجم إذ تحتوي على كميات كبيرة من المبيد ومنها متناهية في الصغر, لهذا يتم تصنيف الرذاذ حسب حجم القطرات ولتقدير ذلك هنالك طريقتان هما الاول تصنيف الرش بقسمة العدد الكلي للقطرات الى قسمين اعتماداً على حجومها (VMD), والثاني يصنف بقسمة العدد الكلي للقطرات اعتماداً على اقطارها (NMD)، وعادة ما يتم تصنيف نوع الرذاذ اعتمادا على حجم القطرات (VMD)

ويقاس بوحدة الميكرومتر (µm) (عواد,2013). في معظم تطبيقات الرش يعد اختراق المبيد الى الاقسام الداخلية للنبات مطلباً مهماً للحصول على مكافحة فعالة للآفات الزراعية Farooq and (Salyani,2002)، كما ان الاختراق مهم لزيادة فاعلية مبيدات الآفات وخصوصا عند مكافحة الآفات الفطرية, إذ إن سوء التوزيع والاختراق للمبيدات يؤدي الى الحد من فاعلية الرش الذي يمكن ان يدفع المزارعين الى اعادة عملية المكافحة للآفات (Ferguson *et al.* 2016), ومن الصفات الاكثر تأثيراً على معدل الاختراق هو حجم القطرات والتي تؤثر على حركة الرش الى المنطقة المستهدفة فكلما كانت حجم القطرات صغيرة ساعدت الرياح على حملها بعيدا مسببة الانجراف , بينما القطرات الكبيرة فمن الصعب الاحتفاظ بها إذ يتسبب كبر القطرات الى الجريان السطحي ومن ثم الخسارة Farooq and (Salyani,2002), كما ويؤثر حجم القطرة بكثافة الرش اذ يقصد بكثافة الرش هو عدد القطرات لكل منطقة مستهدفة (Cunha *et al.*,2012)، تتأثر الكثافة بعدة عوامل منها نوع فوهة الرش المستخدمة فالنافورة من نوع المروحة المسطحة يكون نمط الرش فيه أكثر كثافة في المركز ويتوزع بإتجاه الحافتين الخارجية لذلك يجب وضع الفوهات بشكل تتداخل انماط الرش بنسبة 30% عن كل حافة كحد أدنى (ASM,2003b). فعلى الرغم من مزايا الرش العمودي في تحسين الرش وتغلغل المبيد الى المناطق الداخلية للنبات الا ان الاختيار الصحيح لنوع النافورة له تأثير كبير على جودة الرش, فلا يزال لدى المزارعين العديد من الاسئلة المتعلقة باختيار الفوهة المناسبة لرش المبيدات والمحاليل الاخرى, ويهدف هذا البحث الى اختيار فوهة الرش والسرعة المناسبة داخل البيوت المحمية.

المواد وطرائق العمل

أُجريت هذه التجربة باستعمال منظومة رش محلية الصنع شكل 1 مكونة من جزئين هما المنظومة الميكانيكية ومنظومة الرش, تتكون المنظومة الميكانيكية من سكة وعربة وحامل النافورات والنافورات والتي تأخذ حركتها من محرك كهربائي تم تثبيته على السكة في مقدمة البيت المحمي, تم تثبيت 6 نافورات على كل حامل موزعة على طرفي الحامل والمسافة بين نافورة وأخرى 50 سم. تم الاستفادة من التصميم الاساسي للهيكل المستعمل لتصنيع البيت المحمي لنصب اجزاء المنظومة الميكانيكية, اما منظومة الرش فتتكون من خزان بسعة 100 لتر ومضخة طاردة مركزية تم تثبيتها في مقدمة البيت المحمي.



شكل 1. مخطط للتصميم الاولي لحامل النافورات

أُجري اختبار للمنظومة على محصول الطماطم صنف نيوتن, إذ تم اولا زراعة دايات الطماطم داخل البيت المحمي وعندما اصبح عمر النبات 13 اسبوع تم تسليقه بواسطة قضبان حديدية بارتفاع 2.5 م والمسافة بين قضيب واخر 2 م مع مد سلك حديدي بين تلك القضبان الحديدية لتسليق النباتات عليه, وتم

إنتقاء ثلاث سرع للآلة هي 0.824 و0.684 و1.188 كم/سا$^{-1}$ مع ثلاث انواع من النافورات هي AP12003 Flat fan و-AP031108MS A I.A.D.N و6MS03C2D.S.A-I.C لدراسة تأثيرها في بعض صفات الرش والمتضمنة كثافة الرش, معدل الاختراق والقطر الوسيط الحجمي, ولقياس الصفات المدروسة المتعلقة بجودة الرش وضعت أوراق حساسة للماء WSP water sensitive paper وهي عبارة عن اوراق حساسة توضع على النبات وعلى التربة تكون مطلية بمادة بروموايثيل وهي صبغة تتحول الى اللون الازرق بوجود الماء، إذ يتم تقويم كل بطاقة عن طريق حساب عدد القطرات في وحدة المساحة وتعبرعن النسبة المئوية لمساحة البطاقة التي تمت تغطيتها (Ranta, *et al.*,2021). تم وضع الأوراق الحساسة على أوراق النبات بأماكن محددة وبواقع اربع أوراق على النبات إذ كان ارتفاع النبات يتراوح ما بين 65- 70 سم وكان ارتفاع الاوراق الحساسة على النبات كالتالي 10 و35 و65 سم عن سطح الارض, تم تشغيل منظومة الرش اولا وبعد الوصول الى ضغط التشغيل المطلوب 3 بار تم تشغيل المنظومة الميكانيكية الحاملة للنافورات للقيام بعملية الرش وكما موضح في شكل 2 .

شكل 2. استخدام الرش العمودي داخل البيت المحمي

الصفات المدروسة

كثافة الرش (Spray Density) عدد القطرات.سم$^{-2}$

تعطي كثافة الرش مؤشرا جيدا لتغطية وتوزيع افضل، تم احتساب كثافة الرش باستخدام برنامج (Deposit Scan) وهو نظام المسح الضوئي الذي يُقيم بسرعة توزيع رواسب الرذاذ ومنطقة التغطية على جامع الرواسب المستعمل (WSP)، إذ يتم عرض احجام القطرات الفردية وتوزيعها واجمالي عدد القطرات وكثافة القطرات وكمية رواسب الرش ونسبة تغطية الرش على شاشة الكمبيوتر وحفظها في جداول بيانات (Excel), وحسب المعادلة التالية والتي تمثل النسبة المئوية للمساحة المغطاة بالبقع الزرقاء الناتجة من عملية الرش على الورق الحساس الى مساحة الورقة الخلفية الصفراء (Subr *et al.*,2020) او هي عدد القطرات لكل منطقة مستهدفة (Cunha *et al.*, 2012):

$$Density = \frac{U+F+D+H}{4}$$

إذ إن :

U: نتائج عينة من الورق الحساس على الجزء العلوي للنبات، F: نتائج عينة من الورق الحساس أمام النبات. D: نتائج عينة من الورق الحساس في الجزء السفلي من النبات، H: نتائج عينة من الورق الحساس في قلب النبات.

متوسط قطر القطرات (Volume Median Diameter (VMD) مايكروميتر

باستخدام برنامج Deposit Scan تظهر أيضا ثلاث قيم لمتوسط عدد القطرات إذ يتم اعتماد متوسط هذه القيم DV5µm, DV9µM ,DV1µm. يعد (DV5) المقياس الفردي الاكثر شيوعاً (Cunha *et al.*, 2012).

معدل الاختراق (Spray Penetration) %

يتم احتساب معدل الاختراق باستعمال المعادلة التالية :

$$Penetration = \frac{H}{H+F}$$

إذ إن :

Penetration : معدل الاختراق

H: نتائج عينة من الورق الحساس الخاص بالتغطية في قلب النبات.

F: نتائج تغطية عينة من الورق الحساس الخاص بالتغطية امام النبات.

استعمل البرنامج الإحصائي Statistical (SAS-Analysis System 2012) في تحليل البيانات لدراسة تأثير عاملين وبثلاث مستويات لكل عامل (2×3) على الصفات المدروسة وطبقت التجربة بالتصميم العشوائي الكامل (Completely Randomized Design-CRD)، وتم مقارنة النتائج.

النتائج والمناقشة

كثافة الرش (Spray Density) عدد القطرات. سم$^{-2}$

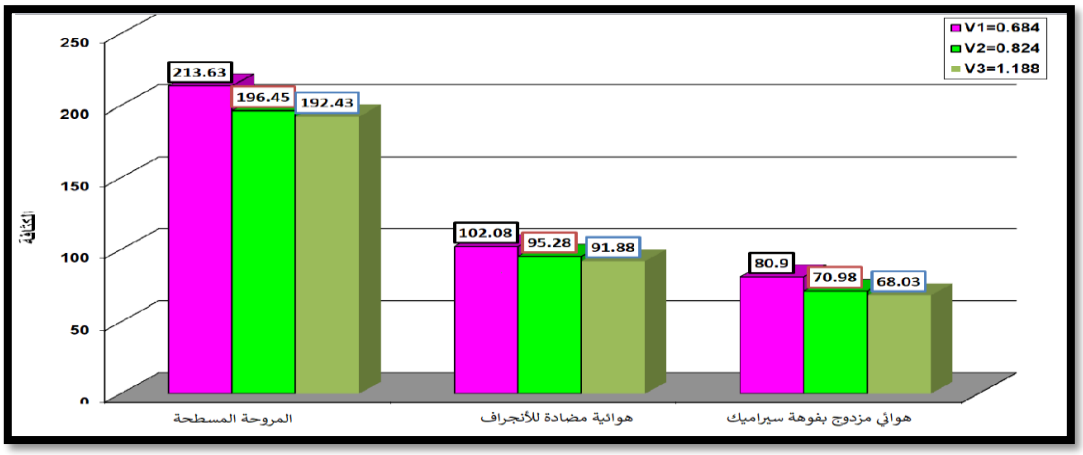
من نتائج التحليل الاحصائي المبينة في جدول 1 وشكل 3 والخاص في صفة الكثافة يوجد تأثيراً معنوياً لكل من نوع النافورة والتداخل بين نوع النافورة وسرعة الرش, فقد اظهرت النتائج أن أعلى كثافة للقطرات (عدد القطرات. سم$^{-2}$) قد تحققت عند النافورة من نوع المروحة المسطحة FLAT FAN (NOZZLE AP120) بمقدار (119.5) قطرة.سم^{2}, ويعزا السبب في ذلك أن هذا النوع من النافورات يكون نمط الرش فيه أكثر كثافة في المركز ويتوزع باتجاه الحافتين الخارجية, وهذا يتفق مع (ASM, 2003b), أما النافورة من نوع هوائية مانعة للإنجراف (AIR-INDUCTION ANTI DRIFT NOZZLE AP031108) يبلغ متوسط الكثافة بمقدار 96.41 قطرة.سم$^{-2}$, في حين حققت النافورة من نوع هوائي مزدوج بفوهة سيراميك DUAL SPRAY AIR-INJECTOR CERAMIC NOZZLE6MS03C2 أقل متوسط لعدد القطرات في السنتمتر المربع بمقدار 73.30 قطرة.سم$^{-2}$, أما بالنسبة لسرعة الرش وتأثيرها في صفة كثافة الرش فقد بينت النتائج المبينة في جدول 1 عدم وجود تأثيراً معنوياً لسرعة الرش على الكثافة ويعود السبب في ذلك إن السرع المستخدمة للرش متقاربة, أما بالنسبة للتداخل بين نوع النافورة وسرعة الرش يبين التحليل الاحصائي في الجدول نفسه وجود تداخل بين نوع النافورة وسرعة الرش بسبب وجود التأثير المعنوي لأنواع النافورات المستخدمة على صفة الكثافة إذ أعطت النافورة من نوع المروحة المسطحة FLAT FAN NOZZLE (AP120) أعلى كثافة بالتداخل مع السرعة الأولى

(0.684) كم.سا$^{-1}$ بمقدار 143.18 قطرة.سم$^{-2}$, اما اقل كثافة تحققت عند تداخل النافورة من نوع DUAL SPRAY AIR-INJECTOR CERAMIC NOZZLE6MS03C2 مع السرعة الثالثة 1.188 كم سا$^{-1}$ بمقدار 68.03 قطرة. سم$^{-2}$.

جدول 1. تأثير نوع النافورة وسرعة الرش في صفة الكثافة

نوع النافورة	سرعة الرش (كم . سا$^{-1}$)			المتوسط
	0.684	0.824	1.188	
مروحة مسطحة	143.18	109.30	106	119.5
هوائية مانعة للإنجراف	102.08	95.28	91.88	96.41
هوائي مزدوج بفوهة سيراميك	80.90	70.98	68.03	73.30
المتوسط	132.20	120.90	117.44	---
أ.ف.م *0.05 نوع النافورة *19.98 سرعة الرش ns 19.98 التداخل بين نوع النافورة وسرعة الرش *34.61				

أ.ف.م= أقل فرق معنوي



شكل 1. تأثير نوع النافورة وسرعة الرش في صفة الكثافة

القطر الوسيط الحجمي Volume Median Diameters (VMD) مايكروميتر

من نتائج التحليل الاحصائي المبينة في جدول 2 وشكل 2 والخاص بصفة القطر الوسيط الحجمي, يوجد تأثيراً معنوياً لكل من نوع النافورة وسرعة الرش وتداخلاتهما في صفة القطر الوسيط الحجمي, حيث أظهرت النتائج أن هذه صفة قد تناقصت قيمها مع زيادة السرعة من 0.684 الى 0.824 والى 1.188 كم.سا$^{-1}$ والتي كانت قيمها 1520.9 و1326.23 و1100.5 مايكروميتر وبنسبة انخفاض 12.7% و17% وهذا يعني أن أعلى قيمة لصفة القطر الوسيط الحجمي كانت عند السرعة الاولى ويعزا السبب لذلك أنه كلما زادت سرعة الرش انخفض حجم القطرات وهذ يتفق مع (Carroll, 2017) و (Cavalieri *et al*., 2015) و(Fritz *et al*.,2016).

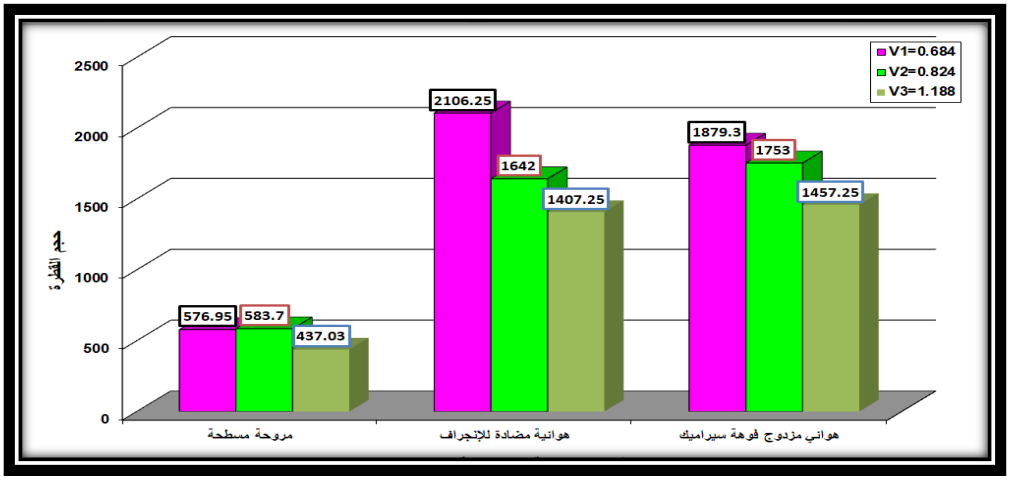
أما بالنسبة لتأثير نوع النافورات على صفة القطر الوسيط الحجمي فقد أظهرت نتائج التحليل الأحصائي والمبينة في جدول (2) وجود فروق معنوية لنوع النافورة على صفة القطر الوسيط الحجمي فقد حققت النافورة من نوع هوائية مانعة للإنجراف AIR-INDUCTION ANTI DRIFT NOZZLE AP031108 أعلى متوسط للقطيرات بمقدار 1718.49 مايكروميتر وحققت النافورة من نوع هوائي مزدوج بفوهة سيراميك AIR-DUAL SPRAY

INJECTOR CERAMIC NOZZLE6MS03C2 متوسط قطر بمقدار 1696.50 مايكروميتر في حين حققت النافورة من نوع مروحة مسطحة FLAT FAN NOZZLE AP120 أقل متوسط لقطر القطرات وكان 532.56 مايكروميتر ويعود السبب في ذلك إلى التصاميم المختلفة للنافورات المستعملة وزاوية الرش لكل نافورة من النافورات المذكوره اعلاه, إذ تصبح القطرات اصغر حجما مع زيادة العرض الشغال (زاوية الرش) إذ إن النافورة من نوع المروحة المسطحة تعمل بزاوية رش 120º مما ينتج عنها قطرات صغيرة الحجم, أما النافورتان من نوع هوائية مضادة للإنجراف وهوائي مزدوج بفوهة سيراميك فتعملان بزاوية رش 110 º وبذلك ينتجان قطيرات أكبر حجماً, أما بالنسبة للتداخل بين نوع النافورة وسرعة الرش تبين من الجدول نفسه وجود تأثير معنوي بينهما حيث تم الحصول على أعلى قطر وسيط حجمي عند تداخل نافورة من نوع هوائية مضادة للإنجراف مع السرعة الاولى 0.684 كم. سا$^{-1}$ والتي مقدارها 2106.25 مايكروميتر, اما اقل قطر فقد حققته النافورة من نوع FLAT FAN NOZZLE AP120 عند التداخل مع السرعة الثالثة 1.188 كم.سا$^{-1}$ بمقدار 437.03 مايكروميتر.

جدول 2. تأثير نوع النافورة وسرعة الرش في صفة القطر الوسيط الحجمي

نوع النافورة	سرعة الرش (كم . سا$^{-1}$)			المتوسط
	0.684	0.824	1.19	
مروحة مسطحة	576.95	583.70	437.03	532.56
هوائية مانعة للإنجراف	2106.25	1642.00	1407.25	1718.49
هوائي مزدوج بفوهة سيراميك	1879.25	1753.00	1457.25	1696.50
المتوسط	1520.90	1326.23	1100.50	---
أ.ف . م 0.05* نوع النافورة 93.80* سرعة الرش 93.80* التداخل بين نوع النافورة وسرعة الرش 162.47*				

أ.ف.م= أقل فرق معنوي



شكل 2. تأثير نوع النافورة وسرعة الرش في صفة القطر الوسيط الحجمي

معدل الاختراق %

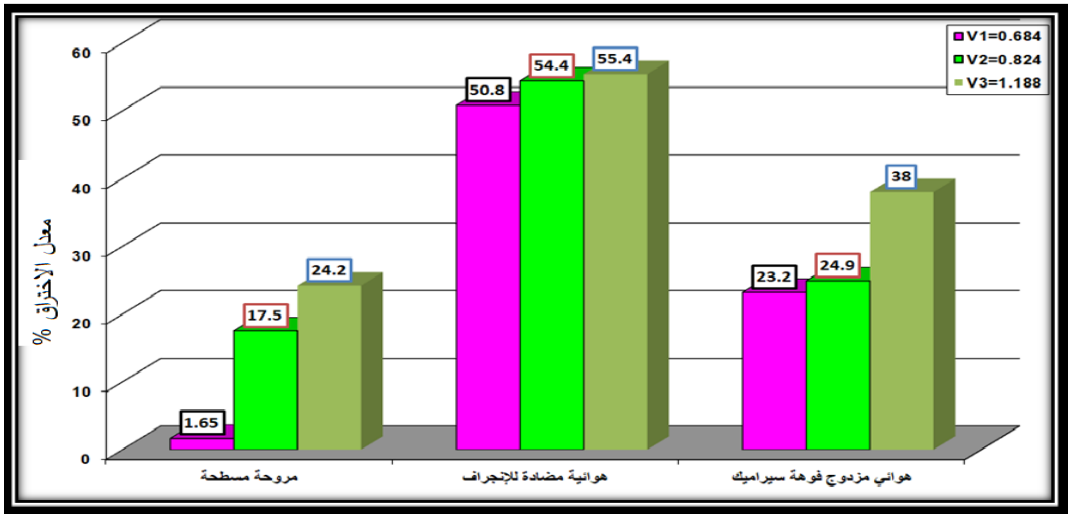
من نتائج التحليل الاحصائي المبينة في جدول 3 وشكل 5 والخاص بصفة معدل الاختراق وجود تأثيراً معنوياً لنوع النافورة وسرعة الرش وتداخلهما في صفة معدل الاختراق, إذ أظهرت النتائج أن صفة الأختراق قد إزدادت معنوياً عند الأنتقال من السرعة الأولى 0.684 الى السرعة الثانية 0.824 وإلى السرعة الثالثة 1.188 كم.سا$^{-1}$ وبمتوسط قدره 25.20 و32.30 و39.20% بالتتابع وبنسبة زيادة 28.17 و21.36%

بالتتابع, إذ حققت السرعة الثالثة أعلى متوسط في اختراق السائل للمكان المستهدف أي كلما زادت سرعة الرش التي تنتج احجام قطرات صغيرة زاد تغلغل السائل الى الاوراق الداخلية للنبات وهذا يتفق مع (Ferguson,2016)، أما بالنسبة لتأثير النافورات على صفة الاختراق فقد بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية لتأثير نوع النافورة على صفة الاختراق والتي تبين أن أعلى متوسط للاختراق كان عند نافورة نوع هوائية مانعة للإنجراف AIR-INDUCTION ANTI DRIFT NOZZLE AP031108 والتي أعطت معدل مقداره 53.5%, أما النافورة نوع هوائي مزدوج بفوهة سيراميك DUAL SPRAY AIR-INJECTOR CERAMIC NOZZLE6MS03C2 فقد حققت متوسط مقداره 28.7%, في حين حققت نافورة من نوع FLAT FAN NOZZLE AP120 أقل اختراق بمقدار 14.4%, وهذا يعود للتصاميم المختلفة للنافورات المستخدمة أعلاه إذ ان النافورة التي تعمل بمساعدة الهواء تعطي أختراقاً أفضل على اوراق النبات وهذا يتوافق مع (Farooq and Salyani, 2002) كما أن النافورة من نوع المروحة المسطحه تستعمل عندما لا يكون الاختراق او التغلغل في اوراق النبات ضرورياً وهذا يتفق مع (الطائي,2015), أما بالنسبة للتداخل بين نوع النافورة وسرعة الرش فقد بين الجدول نفسه وجود تأثيراً معنوياً بينهما إذ تم الحصول على أعلى معدل أختراق عند النافورة نوع هوائية مضادة للإنجراف بمقدار 55.4% عند السرعة الثالثة 1.188 كم.سا$^{-1}$.

جدول 3. تأثير نوع النافورة وسرعة الرش على صفة الأختراق (%)

نوع النافورة	سرعة الرش (كم .سا$^{-1}$)			المتوسط
	0.684	0.824	1.188	
مروحة مسطحة	1.65	17.50	24.20	14.4
هوائية مضادة للإنجراف	50.80	54.40	55.40	53.5
هوائي مزدوج بفوهة سيراميك	23.20	24.90	38	28.7
المتوسط	25.20	32.30	39.20	---
أ.ف .م 0.05* نوع النافورة 0.046* سرعة الرش 0.046* التداخل بين نوع النافورة وسرعة الرش 0.081*				

أ.ف.م= أقل فرق معنوي



شكل 5. تأثير نوع النافورة وسرعة الرش على صفة الأختراق (%)

المصادر

- الدليل المبسط لزراعة الخضروات. 2018. وزارة التغير المناخي والبيئة, الامارات العربية المتحدة.
- الدليمي, نصر سالم. 2000. دراسة اداء وكفاءة منظومة الرش الجوي لجهاز التذرية المايكونير AU5000 وباستخدام مبيدات مختلفة اللزوجة في حقول الذرة الصفراء. رسالة ماجستير. قسم المكائن والآلات الزراعية. كلية الزراعة. جامعة بغداد, وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.
- الطائي, حيدر علي حسين. 2015. تأثير فوهة الرش وضغط التشغيل والمبيد في مكافحة الادغال المرافقة لمحصول الحنطة. رسالة ماجستير. قسم المكائن والالات الزراعية. كلية الزراعة, جامعة بغداد. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.
- عواد, هاشم ابراهيم. 2013 . العوامل المؤثرة على كفاءة الرش الجوي لمكافحة الافات الزراعية. قسم بحوث الوقاية. الهيئة العامة للبحوث الزراعية .
- ASM.2003b. Chemical Drift and Deposition ASM 222. Crop Production Equipement
- Belforte,G., G.Eula, and T.Raparelli, 2011.A new Technique for safe pesticide spraying in Greenhouses. Pesticides-Formulations, Effects, Fate,InTech, Rijeka, Croatia, 129-154.
- Carroll, J. H. 2017. The effects of sprayer speed and droplet size on herbicide burndown efficacy. University of Arkansas
- Cunha, M., C. Carvalho, and, A. R. Marcal 2012. Assessing the ability of image processing software to analyse spray quality on water-sensitive papers used as artificial targets. Biosystems engineering, 111(1),11-23.
- Dam, B. V., M. D. Goffau, J. V. Lidth de Jeude, and S. Naika, 2005. Cultivation of tomato: Production, processing and marketing. Agromisa/ CTA.
- Failla,S., and Romano, E. 2020. Effect of spray application technique on spray deposition and losses in a greenhouse vegetable nursery Sustainability, 12(17), 7052.
- Farooq, M., and M. Salvani, 2002. Spray penetration into the citrus tree canopy from two air-carrier sprayers. In 2002 ASAE Annual Meeting (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Ferguson, J.C., R.G. Chechetto, A. J. Hewitt, B. S. Chauhan, S.W. Adkins, G.R. Kruger, and C.C. O'Donnell, 2016. Assessing the deposition and canopy penetration of nozzles with different spray qualities in an oat (*Avena sativa* L.) canopy. Crop Protection, 81, 14-19.
- Gavali, M.P.B., and S.S. Kalashetty, 2018. A Review On Pesticides Sprayer Technology Approach. In Ergonomics, Economics and Ecologic in Agriculture Field. International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology
- McCartney,L., and M. Lefsrud, 2018. Protected agriculture in extreme environments: A review of controlled environment agriculture in tropical, arid, polar, and urban locations. Applied Engineering in Agriculture, 34(2), 455-473.
- Rudolf J.Schick 2008. Spray Technology Reference Guide: Understanding Drop Size, Bulletin No. 459C Printed in the U.S.A. © Spraying Systems Co.
- Ranta,O., O. Marian, M.V. Muntean, A. Molnar, A. B. Ghete, , V. Crisan, and T.Rittner,2021. Quality Analysis of Some Spray Parameters When Performing Treatments in Vineyards in Order to Reduce Environment Pollution. *Sustainability*, *13*(14), 7780
- SAS.2012.Statistical Analysis System, User's Guide. Statistical. Version 9. 1th ed. SAS. Inst. Inc.Cary.N.C. USA.
- Subr, A., A. Al-Ahmadi, and M. Abbas, 2020. Effect of nozzle type and some locally used surfactants on the spray quality. The Iraqi Journal of Agricultural Science, 51(3), 856-864.