Effects Of Two Fungicides Hymexazole,Tolclofose-Methyl And Salicylic Acide On *Fusarium Oxysporum* F. Sp. *Radicis Lycopersici* The Cause Of Crown And Root Rot Disease On Tomato Plants (A Laboratory Study)

Dr. Isam Allaf [*]
Dr. Mohammad Tawil [**]
Afraa' Hidar [***]

(Received 28 / 4 / 2024. Accepted 3 / 9 /2024)

□ ABSTRACT □

This research was carried out in a laboratory to test the effect of two fungicides hymexazole and tolclofose-methyl at concentrations of 0.1, 1, 10, 100, and 1000 ppm, and salicylic acid at concentrations of 10, 100, 1000 ppm on croissance, and spores germination percentage for isolate FORL13 (Gene Bank : National Center for Biotechnology Information) (NCBI) accession number PP213248) of the fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis lycopersici* Jarvis and Shomaker (FORL), the cause of root and crown rot of tomatoes.

The study showed:

1). Variance of the chemical compounds effect in the croissance, where the pesticide hymexazole was the superior to the pesticide tolclophos-methyl in preventing the growth of fungal hyphae, especially at the two concentrations of 10 and 100 ppm, and the two pesticides were superior to salicylic acid at both concentrations of 10 and 100 ppm. .

2). The three compounds had a negative effect, with variation degrees, on spores germination percentage, as the pesticide tolclophose- methyl was superior in preventing the germination of spores of the pathogenic fungus over the two tested compounds. The rate of preventing germination reached 95.3% compared to the control at a concentration of 100 ppm under the influence of the pesticide tolclofose-methyl, while it did not exceed 60% under the influence of salicylic acid and the pesticide Hymexazole.

Keywords: *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis lycopersici*, FORL, Hymexazole, Tolclofose-methyl, Salicylic acid.

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

[*] **Professor, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria. mtawil@scs-net.org**
[**] **Professor, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria.**
[***] **PhD. student, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria. afraahaidar@tishreen.edu.sy**

تأثير المبيدين هايمكسازول وتولكلوفوس ميثيل، وحمض السالسيلك في الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis lycopersici* المسبب لمرض عفن الجذور والتاج على البندورة (دراسة مخبرية)

د. عصام علاف*

د. محمد طويل**

عفراء حيدر***

(تاريخ الإيداع 28 / 4 / 2024. قبل للنشر في 3 / 9 / 2024)

□ ملخّص □

نفذ هذا البحث مخبرياً لاختبار تأثير المبيدين الفطريين هايمكسازول hymexazole وتولكلوفوس–ميثيل tolclofose-methyl بالتراكيز 100, 10, 1, 0.1 ، 1000 جزء بالمليون مادة فعالة، وحمض السالسيليك بالتراكيز 100, 10 ، 1000 جزء بالمليون مادة فعالة في نمو الخيوط الفطرية، وإنتاش الأبواغ للعزلة FORL13 (المسجلة في البنك الوراثي للمركز الوطني للمعلومات التقنية الحيوية National Center for Biotechnology : Information) (NCBI) برقم PP213248) للفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis lycopersici* Jarvis and Shomaker (FORL) المسبب لمرض عفن الجذور والتاج على البندورة. بينت الدراسة:

- تباين تأثير المركبات الكيميائية الثلاثة في نمو الفطر حيث تفوق المبيد هايمكسازول على المبيد تولكلوفوس – ميثيل في منع نمو الخيوط الفطرية للفطر المدروس، لاسيما عند التركيزين 10، 100 جزء في المليون، وتفوق المبيدان على حمض السالسيلك عند التركيزين 10، 100 جزء في المليون.
- التأثير السلبي للمركبات الثلاثة بدرجات متفاوتة على النسبة المئوية لإنتاش أبواغ الفطر المدروس، حيث أبدى المبيد تولكلوفوس – ميثيل فعالية أكبر في منع إنتاش أبواغ الفطر الممرض من المركبين المختبرين، حيث بلغت نسبة منع الإنتاش 95.3 % مقارنة بالشاهد عند التركيز 100 جزء بالمليون بتأثير المبيد تولكلوفوس – ميثيل، في حين لم تتجاوز 60% بتأثير حمض السالسيلك والمبيد هايمكسازول.

الكلمات المفتاحية: *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis lycopersici*، FORL، hymexazole، tolclofos-methyl، حمض الساليسيليك.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين– سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY–NC–SA 04

* أستاذ، ، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية. mtawil@scs-net.org

** أستاذ، ، كلية الهندسة الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية

***. طالبة دكتوراه ، كلية الهندسة الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية. afraahaidar@tishreen.edu.sy

مقدمة:

تحتل زراعة البندورة/ الطماطم (*Lycopersicum esculentum* Mill.) مكانة مهمة في الوطن العربي والعالم، لما تحتويه من أملاح وعناصر معدنية ومركبات عضوية مفيدة لصحة الإنسان، ولما ترفد به الصناعات الغذائية من منتجات ذات قيمة اقتصادية عالية. ففي سورية بلغ متوسط الإنتاج السنوي 757132 طناً في عام 2021 بمتوسط غلة 50622 كغ/ هـ خارج البيوت المحمية، في حين بلغ متوسط الإنتاج السنوي في البيوت المحمية 500120 طناً بمتوسط إنتاجية 5000 كغ/ بيت للعام نفسه (المجموعة الزراعية الإحصائية السنوية، 2021). لذلك كان لا بد من الاهتمام بهذا المحصول ورصد الآفات التي تهدد سلامته، لاتخاذ الإجراءات اللازمة لحمايته من الأضرار الناتجة عنها، لاسيما مرض عفن الجذور والتاج الناتج عن الإصابة بالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis lycopersici* Jarvis and Shomaker (FORL) ، الذي يعد من الممرضات المكتشفة حديثاً في الساحل السوري حيث تمت الإشارة إليه من قبل عدد من الباحثين منذ بدايات القرن الحالي، ليتم توثيق تسجيله حديثاً في عدة مناطق من الساحل السوري بالاعتماد على تحليل مادته الوراثية (حيدر وآخرون، 2023). نظراً للخطورة المتزايدة لهذا الفطر (Szczechura *et al.,* 2013) فقد تصاعد الاهتمام عالمياً بالبحث عن استراتيجيات فعالة لمكافحته. وعلى الرغم من فعالية تدخين التربة بمبيد بروميد الميتيل في الحد من تطور العديد من الفطور المحمولة بالتربة بما فيها الفطر فيوزاريوم، إلا أن الأضرار البيئية الجسيمة لهذا المركب أدت إلى منع استخدامه عالمياً (Ma *et al.*, 2001) مما استوجب البحث عن بدائل كيميائية وغير كيميائية لهذا المبيد. حيث استخدم عدد من المبيدات الفطرية منها البينوميل والمبيد هايمكسازول لمكافحة الفطر FORL (Hibar *et al.*, 2007). وفي إطار البحث عن آليات مكافحة بعيداً عن المبيدات الكيميائية توجهت الأنظار إلى نوع جديد من أنواع المقاومة، وهو ما يعرف بالمقاومة المستحثة Induced Resistance التي تعتمد على عوامل لا تظهر إلا بعد تعرض العائل النباتي لمسبب مرضي معين أو مؤثر خارجي وقوامها الدفاعات الفيزيائية والكيميائية التي تُستحث بعد التلقيح بمسبب مرضي معين أو بمعاملة النبات بأحد نواتج الاستقلاب الثانوي كحمض السالسليك الذي يعد من منظمات النمو الداخلية المشتقة من الفينولات ذات الوظائف المتعددة، إذ يلعب دوراً مهماً في زيادة تحمل النباتات لظروف الإجهاد الحيوي (Li *et al.*, 2015)، كما يدخل في العديد من العمليات الفسيولوجية كالنمو والتركيب الضوئي و الأيض الخلوي وتصنيع البروتين وغلق الثغور والتبادل الغازي، إضافة إلى دوره في تعزيز النظام الدفاعي للنبات ضد الأمراض المختلفة وزيادة فعالية مضادات الأكسدة والأنزيمات، كذلك له أهمية في امتصاص ونقل المغذيات داخل النبات (**Pacheco** *et al.*, 2013).

أهمية البحث وأهدافه:

نظراً لخطورة مرض عفن الجذور والتاج المتسبب عن الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis lycopersici* على نباتات البندورة عالمياً، وبعد تسجيله محلياً في الساحل السوري كان لابد من البحث عن آليات مناسبة للحد من انتشاره وتقليل الخسائر الناتجة عنه.

هدف هذا البحث إلى التّعرّف مخبرياً على تأثير المبيدين الفطريين hymexazole و tolclofose-methyl ، وحمض الساليسيليك في نمو الخيوط الفطرية، وإنتاش الأبواغ للعزلة F13 من الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis lycopersici* Jarvis and Shomaker (FORL) المسبب لمرض عفن الجذور والتاج على نباتات البندورة.

طرائق البحث ومواده:

1). مكان تنفيذ البحث:

نفذ هذا البحث في مختبر الأمراض الفطرية التابع لقسم وقاية النبات في كلية الهندسة الزراعية في جامعة تشرين خلال عامي 2023 و 2024.

2). تصميم التجربة:

تم اتباع تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، وشملت الدراسة اختبار مبيدين بخمسة تراكيز للمبيد الواحد هي (0.1, 1, 10, 100 , 1000 جزء في المليون مادة فعالة ضمن المستنبت الغذائي) وحمض الساليسيليك بثلاثة تراكيز هي (10, 100, 1000 جزء بالمليون) بمعدل خمسة مكررات لكل تركيز لكل معاملة.

3). مواد البحث:

1. العزلة FORL13 من الفطر FORL (وهي عزلة محلية من المنطقة الساحلية في سورية، تم تعريفها جزيئيا في المعهد المتوسطي البحري والبري للتنوع الحيوي والبيئي، جامعة ايكس- مرسيليا، فرنسا، وتسجيلها في البنك الوراثي للمركز الوطني للمعلومات التقنية الحيوية (National Center for Biotechnology Information : (NCBI) في الولايات المتحدة برقم PP213248).
2. المستحضرات التجارية للمركبات المعتمدة في البحث موضحة في الجدول (1).

ويبين الجدول (1): بعض خصائص المبيدين المختبرين واستعمالاتهما، وبعض خصائص حمض الساليسيليك.

الاسم التجاري	اسم المادة الفعالة ونسبتها	مجال الاستخدام	التركيز المطبق مخبرياً (ppm مادة فعالة)
تاشجارين Tachigaren (مركز ذواب في الماء SL)	hymexazole 30%	مبيد فطري	0.1، 1، 10، 100، 1000
رايزولكس Rizolex (مسحوق قابل للبلل WP)	tolclofose-methyl 50%	مبيد فطري	0.1، 1، 10، 100، 1000
حمض الساليسيليك	Salicylic Acide	-	10، 100، 1000

4). الاختبارات المنفذة في البحث:

4 – 1) – اختبار تأثير المبيدات وحمض الساليسيليك في نمو الخيوط للعزلة الفطرية:

البيئة المعتمدة في هذه التجارب هي بيئة البطاطا والدكستروز آغار PDA، حيث وزّعت في دوارق مخروطيّة سعة 250 مل بمعدّل محسوب مسبقاً وعقّمت في الأوتوكلاف على حرارة 112 مْ لمدّة 30 دقيقة. كما تم تحضير محاليل المبيدات ومحاليل حمض الساليسيليك ضمن وحدة العزل بشكل يضمن الوصول إلى التراكيز المطلوبة 0.1 ، 1 ، 10 ، 100 ، 1000 جزء بالمليون مادّة فعّالة في البيئة النّهائيّة بالنسبة للمبيدين والتراكيز 10، 100، 1000 جزء بالمليون مادة فعالة بالنسبة لحمض الساليسيليك مع الأخذ بعين الاعتبار أن حجم البيئة النهائي هو 100 مل لكل معاملة، أذيب حمض الساليسيليك في الكحول المطلق 99 % قبل إضافته للبيئة النهائية. بعد إخراج الدّوارق من الأتوكلاف وتركـها حتّى تنخفض حرارتها إلى 45 – 50 سْ، تمّت إضافة 1 مل من محلول المضادّ الحيويّ أموكسيسيللين Amoxicillin لكل دورق ليصل تركيزه في البيئة النهائية إلى 100 ppm ومن ثمّ **الكمّيّة الواجب**

إضافتها من محلول المبيد البالغة 1 مل، حضرت معاملة الشّاهد بنفس المكونات ما عدا المبيد، حيث تم تحضير شاهدين أحدهما باستخدام الماء المقطر لأنه مذيب للمبيدين، والشاهد الآخر باستخدام الكحول 99% كونه مذيب لحمض الساليسيليك.

بعد المزج الجيد لمكونات البيئة صُبّ المزيج في أطباق بتري نظيفة ومعقّمة بمعدل 18 – 22 مل /طبق (5 أطباق لكلّ معاملة تعبّر عن خمسة مكرّرات). بعد تصلّب البيئة في الأطباق تمّت زراعة الفطر باقتطاع أقراص بقطر 5 ملم من حواف مستعمرة بعمر أسبوع للعزلة الفطرية FORL13 وزراعتها في مراكز أطباق البتري. تركت الأطباق في الحاضنة على حرارة 22 ± 1 سْ، أخذت النّتائج بشكل يومي بقياس أقطار المستعمرات الفطريّة لجميع المعاملات خلال فترات زمنيّة محدّدة متساوية (Tawil; 1985). تمّ التّوقّف عن أخذ القراءات عند دنو النّموّ الفطريّ من حواف الطّبق في مكرّرات الشّاهد تحديداً بعد ثمانية أيام من الزرع.

ولتحليل النّتائج تمّ الاعتماد على معادلة لحساب نسبة النّموّ المصحّحة لكلّ تركيز في موعد القراءة الأخيرة بالمقارنة مع الشّاهد وفق العلاقة (Sundar *et al.*, 1995):

$$\text{النّموّ المصحّحة (\%)} = \frac{\text{متوسّط قطر مستعمرة المعاملة}}{\text{متوسّط قطر مستعمرة الشّاهد}} \times 100$$

حُدِّد بعد ذلك تركيز المبيد الذي يمنع نمو الفطر بنسبة 50 % من الشاهد بالاعتماد على المنحني البياني الممثل للعلاقة بين تراكيز المبيد ونسب النمو المصححة وعُبِّر عن هذا التركيز بالاصطلاح IC_{50} اختصاراً لعبارة Inhibition of Croissance

اختبرت معنوية الفروق بين المعاملات المدروسة بالاعتماد على تطبيق SPSS عند مستوى المعنوية %

4– 2) – اختبار تأثير المبيدات وحمض الساليسيليك في إنتاش أبواغ العزلة الفطرية:

اعتُمدت طريقة ماكلان (Mc–CALLAN). بعد تحضير بيئة البطاطا السائلة (PD = Potato Dextrose) وزعت في دوارق مخروطية سعتها 100 مل بمعدل 97 مل بيئة لكل دورق، ثم عقمت في الأوتوغلاف على حرارة 112 سْ لمدة 30 دقيقة، وبعد إخراج البيئات من الأوتوغلاف وبلوغها درجة الحرارة **20 – 30 سْ** أضيف لكل دورق 1 مل من محلول المبيد أو الحمض (أضيف 1 مل ماء مقطر معقم لمعاملة الشاهد) ، أما بالنسبة لحمض الساليسيليك (أضيف 1 مل كحول مطلق 99% لمعاملة الشاهد) + 1 مل محلول مضاد حيوي هو أموكسيسيللين Amoxicillin بحيث بلغ تركيزه 100 ppm في البيئة النهائية + 1 مل من المعلق البوغي للفطر المدروس بتركيز 10^3 بوغ/ مل بيئة نهائية، وبعد تجانس المزيج (بيئة + مبيد + مضاد حيوي + أبواغ الفطر) أخذت عدة قطرات من كل تركيز لتوضع في أحد حجر الشريحة المقعرة ذات الحجرات الثلاث، حيث خصصت شريحة واحدة لكل تركيز، وضعت كل شريحة بعد ملء حجراتها ضمن طبق بتري كبير يحوي قطعة قطن مشبعة بالماء ثم حضنت الأطباق على حرارة 25 سْ لمدة 20 ساعة لتفحص الشرائح بعد ذلك مجهرياً بمعدل 100 بوغة لكل مكرر، ثم حسبت نسبة الإنتاش المتوسطة للشاهد ولكل تركيز من تراكيز المبيد (Tawil; 1985).

حُدِّد بعد ذلك تركيز المبيد الذي يمنع إنتاش الأبواغ بنسبة 50 % مقارنة مع الشاهد بالاعتماد على المنحني البياني الممثل للعلاقة بين تراكيز المبيد والنسب المئوية لإنتاش الأبواغ، وعُبِّر عن هذا التركيز بالاصطلاح IG_{50} اختصاراً لعبارة Inhibition of Germination.

النتائج والمناقشة:

أولا: تأثير المبيدات المختبرة في نمو الخيوط الفطرية:

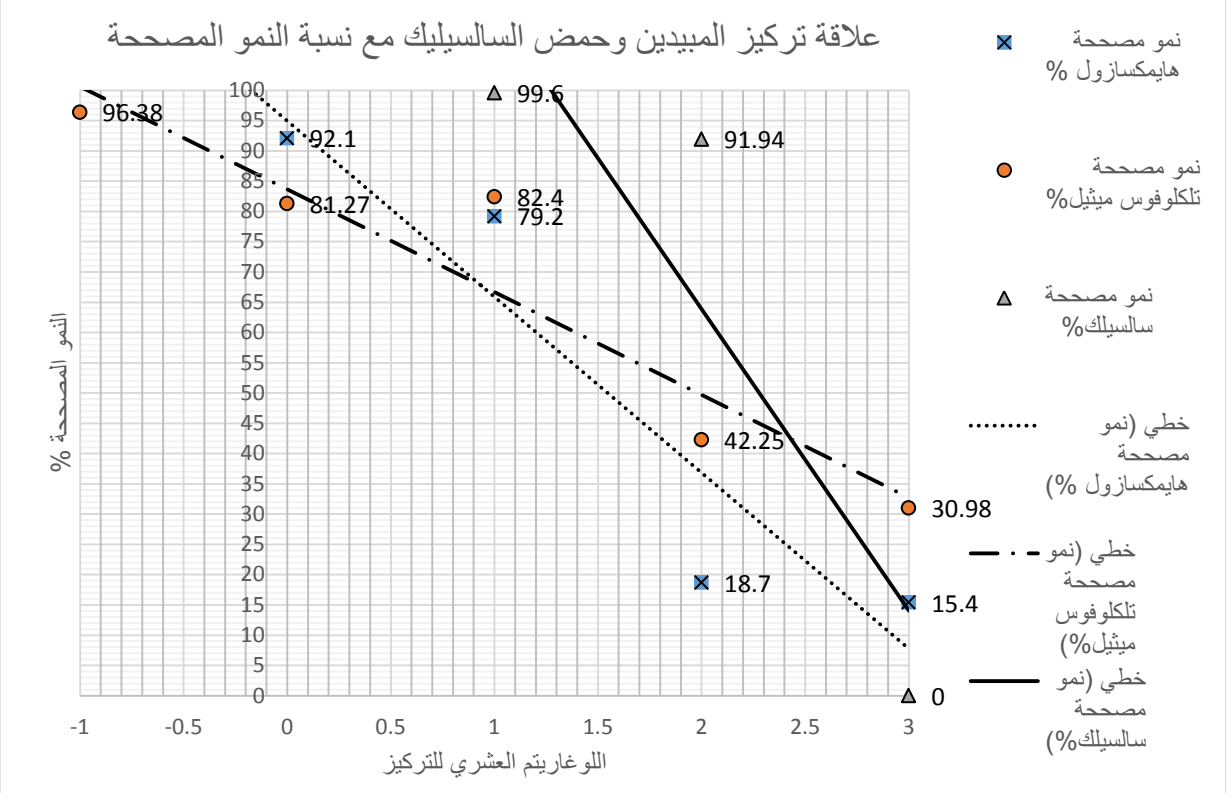
يوضح الجدول (2) متوسط قطر مستعمرة الفطر فيوزاريوم في اليوم الأخير من التجربة بتأثير المبيدين والحمض.

الجدول (2): متوسط قطر مستعمرة الفطر FORL13 بتأثير المعاملات المختبرة في اليوم الأخير من التجربة

المعاملة	التركيز المختبَر (جزء بالمليون PPM)	متوسط قطر مستعمرة الفطر (ملم)				
		المكرر1	المكرر2	المكرر3	المكرر4	المكرر5
الماء المقطر W	شاهد	68	66	65	66	66
الكحول المطلق K	شاهد	65	60	63	56	66
المبيد هايمكسازول H	0.1	64	62	61	60	64
المبيد هايمكسازول H	1	60	61	#	#	62
المبيد هايمكسازول H	10	54	56	56	50	46
المبيد هايمكسازول H	100	12	12	15	11	12
المبيد هايمكسازول H	1000	9	10	10	11	11
المبيد تولكلوفوس ميثيل Tol	0.1	#	58	65	70	65
المبيد تولكلوفوس ميثيل Tol	1	50	#	60	55	52
المبيد تولكلوفوس ميثيل Tol	10	56	56	#	58	50
المبيد تولكلوفوس ميثيل Tol	100	30	27	28	27	29
المبيد تولكلوفوس ميثيل Tol	1000	12	16.5	#	#	#
حمض السالسيلك S	10	60	59	67	#	61
حمض السالسيلك S	100	59	64	59	60	43
حمض السالسيلك S	1000	5	5	5	8	5

يتضح من الجدول (2) التناسب العكسي بين تركيز المبيد هايمكسازول ومتوسط قطر مستعمرة الفطر، حيث كاد النمو أن ينعدم عند التركيزين 100 ، 1000 جزء بالمليون، في حين بقي خط النمو بتأثير التركيز 1 جزء بالمليون مقارباً لخط النمو في معاملة شاهد الماء المقطر، أما خط النمو بتأثير التركيز 10 جزء بالمليون كان مقارباً لخط نمو الشاهد في الأيام الخمسة الأولى لينخفض عنه قليلاً في اليومين السادس والسابع؛ ويفسر هذا باستمرار فعالية المبيد هايمكسازول وعدم تلاشي أثره في اليومين السادس والسابع من التجربة. كذلك يظهر التناسب العكسي بين تركيز المبيد تولكلوفوس – ميثيل ونمو الخيوط الفطرية للفطر، حيث منع المبيد نمو الفطر جزئياً بجميع التراكيز المختبرة وكاد النمو أن ينعدم بتأثير التركيز 1000 جزء بالمليون. أما حمض السالسيلك فقد منع نمو الفطر كلياً بالتركيز 1000 جزء بالمليون، في حين لم يكن له تأثير يذكر في نمو الخيوط الفطرية مقارنة بالشاهد بتأثير التركيزين 10 ، 100 جزء بالمليون. إذن تباين تأثير المركبات الكيميائية الثلاثة في نمو الفطر FORL13 وبالعودة إلى جدول التحليل الإحصائي الملحق يتضح وجود فروق معنوية عند مستوى المعنوية 1%حيث تفوق المبيد هايمكسازول على المبيد تولكلوفوس – ميثيل في منع نمو الفطر المدروس لاسيما عند التركيزين (10، 100) جزء في المليون، وتفوق المبيدان على حمض السالسيلك بكل من التركيزين (10، 100) جزء في المليون.

تشير النتائج في الشكل (1) إلى العلاقة بين تركيز المبيدين والحمض ونسبة النمو المصححة في اليوم الأخير للتجربة ومنه تم استخراج قيمة IC50 للمركبات الثلاثة



الشكل (1): العلاقة بين تركيز المبيدين تولكلوفوس– ميثيل وهايمكسازول وحمض السالسيلك ونسبة النمو المصححة للفطر بعد ثمانية أيام من الزرع على مستنبت PDA والتحضين في الظلام على حرارة 22 ± 1 سْ.

حيث بلغت قيمة IC50 للمبيد هايمكسازول 35.5 ppm ، وبلغ تركيز المبيد **تولكلوفوس ميثيل** الذي يمنع نمو الفطر FORL بنسبة 50% (IC50) 100 ppm، وبما أن قيمة (IC50) للمبيد تولكلوفوس–ميثيل أكبر من قيمة (IC50) للمبيد هايمكسازول فهذا مؤشر على أن المبيد هايمكسازول أقوى فعالية في منع نمو الخيوط الفطرية للعزلة FORL13 مخبرياً عند تطبيق المبيد مع الفطر سويةً. أما تركيز حمض السالسيليك الذي يمنع نمو الفطر بنسبة 50% بلغ حوالي 200 ppm، وهي أعلى من التركيز المانع النصفي لنمو الفطر بتأثير المبيدين هايمكسازول وتولكلوفوس ميثيل وهذا يشير إلى انخفاض فعالية حمض السالسيلك مقارنة بالمبيدين المختبرين في منع نمو الفطر FORL13 مخبرياً. وبعد إجراء التحليل الإحصائي للنتائج التي تم الحصول باستخدام برنامج SPSS تبين وجود فروق معنوية بين المعاملات المدروسة عند مستوى المعنوية 1% كما هو موضح في الجدول الملحق رقم (1). إذن تفوق المبيدان على حمض السالسيلك في منع نمو الفطر المدروس

ثانياً: تأثير المبيدات المختبرة في إنتاش أبواغ الفطر:

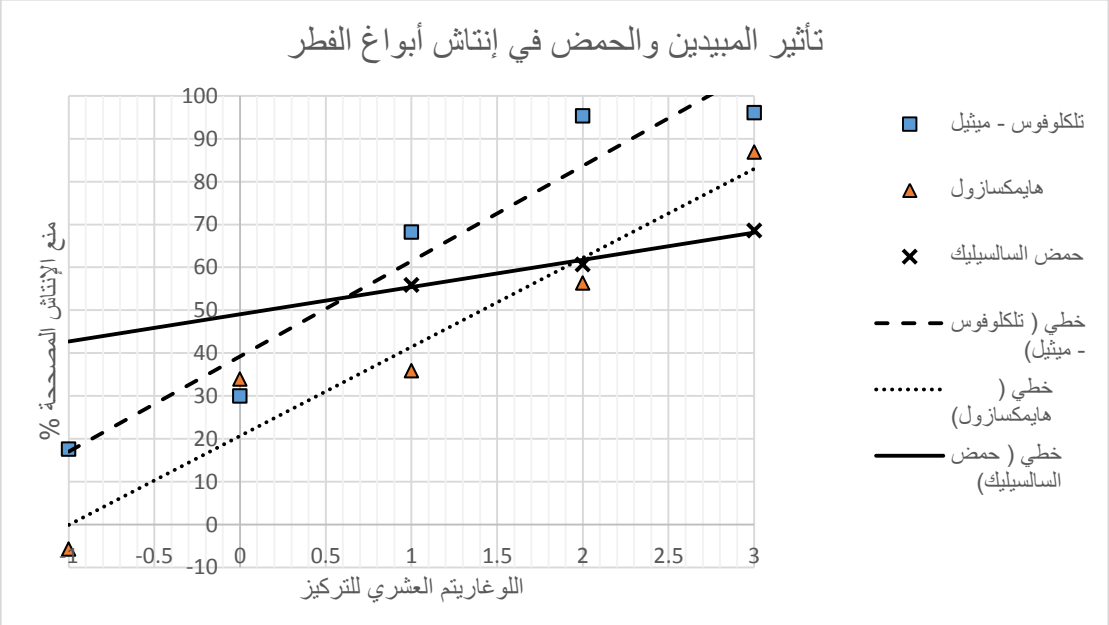
يبين الجدول (3) النسب المئوية لإنتاش أبواغ الفطر FORL13 تحت تأثير المركبات الثلاثة بعد 24 ساعة من التحضين على حرارة 22 سْ.

جدول (3): تأثير المركبات المختبرة بتراكيز مختلفة في إنتاش أبواغ الفطر FORL13

المركب	منع الإنتاش (%)					IG50 (ppm)
	تركيز المبيد (ppm)					
	0.1	1	10	100	1000	
تولكلوفوس- ميثيل	17.6	30	68.2	95.3	96.1	3.2
هايمكسازول	-5.7	33.9	35.9	56.3	86.9	25.1
حمض السالسيليك	#	#	55.9	60.7	68.6	1.3

تشير النتائج في الجدول (3) إلى التناسب الطردي بين التركيز ونسبة منع إنتاش أبواغ الفطر المدروس للمركبات الثلاثة المختبرة، مع ملاحظة الفروق الطفيفة في منع الإنتاش بين تراكيز حمض السالسيلك المختبرة. تركيز المبيد تولكلوفوس ميثيل الذي يمنع إنتاش أبواغ الفطر بنسبة 50% بلغ 3.2 جزء بالمليون وهو أقل من قيمة التركيز المانع النصفي للمبيد هايمكسازول البالغ 25.1 جزء بالمليون، وأكبر بقليل من التركيز المانع النصفي لحمض السالسيليك؛ مما يشير إلى أن المبيد تولكلوفوس ميثيل أكثر فعالية في منع إنتاش أبواغ الفطر الممرض من المبيد هايمكسازول، وتجدر الملاحظة أن المبيد هايمكسازول بالتركيز المنخفض 0.1 جزء بالمليون كان له تأثيراً منشطاً لإنتاش أبواغ الفطر. وبالعودة إلى قيمة منع الإنتاش % عند التركيزين 100، 1000 جزء بالمليون لحمض السالسيلك والمبيد تولكلوفوس – ميثيل نجد أن المبيد منع الإنتاش بنسبة أكبر بكثير من حمض السالسيلك. إذن المبيد تولكلوفوس – ميثيل أشد تأثيرا على أبواغ الفطر من المركبين المختبرين في حال طبقت المركبات مع الفطر في الوقت نفسه.

يتضح من الشكل (2) تفوق المبيد تولكلوفوس–ميثيل على المبيد هايمكسازول وحمض السالسيليك في منع إنتاش أبواغ الفطر.



الشكل (2): العلاقة بين تركيز المبيدين تولكلوفوس–ميثيل وهايمكسازول وحمض السالسيلك والنسبة المئوية لمنع إنتاش أبواغ الفطر مقارنة بالشاهد

الملحقات :

جدول رقم (1) نتائج التحليل الإحصائي لتأثير المعاملات المدروسة في نمو الفطر FORL13 باستخدام برنامج SPSS عند مستوى المعنوية 0.01

Multiple Comparisons

Dependent Variable: G

	(I) Tp	(J) Tp	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	99% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	W. co1	K. co2	4.200	2.281	.071	-1.90	10.30
		H0.1	4.000	2.281	.086	-2.10	10.10
		H1	5.200	2.634	.054	-1.85	12.25
		H10	13.800*	2.281	.000	7.70	19.90
		H100	53.800*	2.281	.000	47.70	59.90
		H1000	56.000*	2.281	.000	49.90	62.10
		Tol0.1	1.700	2.419	.485	-4.77	8.17
		Tol1	11.950*	2.419	.000	5.48	18.42
		Tol10	11.200*	2.419	.000	4.73	17.67
		Tol100	38.000*	2.281	.000	31.90	44.10
		Tol1000	51.950*	3.018	.000	43.88	60.02
		S10	4.450	2.419	.072	-2.02	10.92
		S100	9.200*	2.281	.000	3.10	15.30
		S1000	60.600*	2.281	.000	54.50	66.70
	K. co2	W. co1	-4.200	2.281	.071	-10.30	1.90
		H0.1	-.200	2.281	.930	-6.30	5.90
		H1	1.000	2.634	.706	-6.05	8.05
		H10	9.600*	2.281	.000	3.50	15.70
		H100	49.600*	2.281	.000	43.50	55.70
		H1000	51.800*	2.281	.000	45.70	57.90
		Tol0.1	-2.500	2.419	.306	-8.97	3.97
		Tol1	7.750*	2.419	.002	1.28	14.22
		Tol10	7.000*	2.419	.006	.53	13.47
		Tol100	33.800*	2.281	.000	27.70	39.90
		Tol1000	47.750*	3.018	.000	39.68	55.82
		S10	.250	2.419	.918	-6.22	6.72
		S100	5.000	2.281	.033	-1.10	11.10
		S1000	56.400*	2.281	.000	50.30	62.50
	H0.1	W. co1	-4.000	2.281	.086	-10.10	2.10
		K. co2	.200	2.281	.930	-5.90	6.30
		H1	1.200	2.634	.651	-5.85	8.25
		H10	9.800*	2.281	.000	3.70	15.90
		H100	49.800*	2.281	.000	43.70	55.90

	H1000	52.000*	2.281	.000	45.90	58.10
	Tol0.1	-2.300	2.419	.346	-8.77	4.17
	Tol1	7.950*	2.419	.002	1.48	14.42
	Tol10	7.200*	2.419	.004	.73	13.67
	Tol100	34.000*	2.281	.000	27.90	40.10
	Tol1000	47.950*	3.018	.000	39.88	56.02
	S10	.450	2.419	.853	-6.02	6.92
	S100	5.200	2.281	.027	-.90	11.30
	S1000	56.600*	2.281	.000	50.50	62.70
	W. co1	-5.200	2.634	.054	-12.25	1.85
	K. co2	-1.000	2.634	.706	-8.05	6.05
	H0.1	-1.200	2.634	.651	-8.25	5.85
	H10	8.600*	2.634	.002	1.55	15.65
	H100	48.600*	2.634	.000	41.55	55.65
	H1000	50.800*	2.634	.000	43.75	57.85
H1	Tol0.1	-3.500	2.755	.210	-10.87	3.87
	Tol1	6.750	2.755	.018	-.62	14.12
	Tol10	6.000	2.755	.034	-1.37	13.37
	Tol100	32.800*	2.634	.000	25.75	39.85
	Tol1000	46.750*	3.292	.000	37.94	55.56
	S10	-.750	2.755	.787	-8.12	6.62
	S100	4.000	2.634	.135	-3.05	11.05
	S1000	55.400*	2.634	.000	48.35	62.45
	W. co1	-13.800*	2.281	.000	-19.90	-7.70
	K. co2	-9.600*	2.281	.000	-15.70	-3.50
	H0.1	-9.800*	2.281	.000	-15.90	-3.70
	H1	-8.600*	2.634	.002	-15.65	-1.55
	H100	40.000*	2.281	.000	33.90	46.10
	H1000	42.200*	2.281	.000	36.10	48.30
H10	Tol0.1	-12.100*	2.419	.000	-18.57	-5.63
	Tol1	-1.850	2.419	.448	-8.32	4.62
	Tol10	-2.600	2.419	.288	-9.07	3.87
	Tol100	24.200*	2.281	.000	18.10	30.30
	Tol1000	38.150*	3.018	.000	30.08	46.22
	S10	-9.350*	2.419	.000	-15.82	-2.88
	S100	-4.600	2.281	.049	-10.70	1.50
	S1000	46.800*	2.281	.000	40.70	52.90
	W. co1	-53.800*	2.281	.000	-59.90	-47.70
H100	K. co2	-49.600*	2.281	.000	-55.70	-43.50
	H0.1	-49.800*	2.281	.000	-55.90	-43.70

	H1	-48.600*	2.634	.000	-55.65	-41.55
	H10	-40.000*	2.281	.000	-46.10	-33.90
	H1000	2.200	2.281	.339	-3.90	8.30
	Tol0.1	-52.100*	2.419	.000	-58.57	-45.63
	Tol1	-41.850*	2.419	.000	-48.32	-35.38
	Tol10	-42.600*	2.419	.000	-49.07	-36.13
	Tol100	-15.800*	2.281	.000	-21.90	-9.70
	Tol1000	-1.850	3.018	.543	-9.92	6.22
	S10	-49.350*	2.419	.000	-55.82	-42.88
	S100	-44.600*	2.281	.000	-50.70	-38.50
	S1000	6.800*	2.281	.004	.70	12.90
	W. co1	-56.000*	2.281	.000	-62.10	-49.90
	K. co2	-51.800*	2.281	.000	-57.90	-45.70
	H0.1	-52.000*	2.281	.000	-58.10	-45.90
	H1	-50.800*	2.634	.000	-57.85	-43.75
	H10	-42.200*	2.281	.000	-48.30	-36.10
	H100	-2.200	2.281	.339	-8.30	3.90
	Tol0.1	-54.300*	2.419	.000	-60.77	-47.83
H1000	Tol1	-44.050*	2.419	.000	-50.52	-37.58
	Tol10	-44.800*	2.419	.000	-51.27	-38.33
	Tol100	-18.000*	2.281	.000	-24.10	-11.90
	Tol1000	-4.050	3.018	.185	-12.12	4.02
	S10	-51.550*	2.419	.000	-58.02	-45.08
	S100	-46.800*	2.281	.000	-52.90	-40.70
	S1000	4.600	2.281	.049	-1.50	10.70
	W. co1	-1.700	2.419	.485	-8.17	4.77
	K. co2	2.500	2.419	.306	-3.97	8.97
	H0.1	2.300	2.419	.346	-4.17	8.77
	H1	3.500	2.755	.210	-3.87	10.87
	H10	12.100*	2.419	.000	5.63	18.57
	H100	52.100*	2.419	.000	45.63	58.57
	H1000	54.300*	2.419	.000	47.83	60.77
Tol0.1	Tol1	10.250*	2.550	.000	3.43	17.07
	Tol10	9.500*	2.550	.000	2.68	16.32
	Tol100	36.300*	2.419	.000	29.83	42.77
	Tol1000	50.250*	3.123	.000	41.89	58.61
	S10	2.750	2.550	.286	-4.07	9.57
	S100	7.500*	2.419	.003	1.03	13.97
	S1000	58.900*	2.419	.000	52.43	65.37

	W. co1	-11.950*	2.419	.000	-18.42	-5.48
	K. co2	-7.750*	2.419	.002	-14.22	-1.28
	H0.1	-7.950*	2.419	.002	-14.42	-1.48
	H1	-6.750	2.755	.018	-14.12	.62
	H10	1.850	2.419	.448	-4.62	8.32
	H100	41.850*	2.419	.000	35.38	48.32
	H1000	44.050*	2.419	.000	37.58	50.52
Tol1	Tol0.1	-10.250*	2.550	.000	-17.07	-3.43
	Tol10	-.750	2.550	.770	-7.57	6.07
	Tol100	26.050*	2.419	.000	19.58	32.52
	Tol1000	40.000*	3.123	.000	31.64	48.36
	S10	-7.500*	2.550	.005	-14.32	-.68
	S100	-2.750	2.419	.261	-9.22	3.72
	S1000	48.650*	2.419	.000	42.18	55.12
	W. co1	-11.200*	2.419	.000	-17.67	-4.73
	K. co2	-7.000*	2.419	.006	-13.47	-.53
	H0.1	-7.200*	2.419	.004	-13.67	-.73
	H1	-6.000	2.755	.034	-13.37	1.37
	H10	2.600	2.419	.288	-3.87	9.07
	H100	42.600*	2.419	.000	36.13	49.07
	H1000	44.800*	2.419	.000	38.33	51.27
Tol10	Tol0.1	-9.500*	2.550	.000	-16.32	-2.68
	Tol1	.750	2.550	.770	-6.07	7.57
	Tol100	26.800*	2.419	.000	20.33	33.27
	Tol1000	40.750*	3.123	.000	32.39	49.11
	S10	-6.750	2.550	.011	-13.57	.07
	S100	-2.000	2.419	.412	-8.47	4.47
	S1000	49.400*	2.419	.000	42.93	55.87
	W. co1	-38.000*	2.281	.000	-44.10	-31.90
	K. co2	-33.800*	2.281	.000	-39.90	-27.70
	H0.1	-34.000*	2.281	.000	-40.10	-27.90
	H1	-32.800*	2.634	.000	-39.85	-25.75
	H10	-24.200*	2.281	.000	-30.30	-18.10
	H100	15.800*	2.281	.000	9.70	21.90
Tol100	H1000	18.000*	2.281	.000	11.90	24.10
	Tol0.1	-36.300*	2.419	.000	-42.77	-29.83
	Tol1	-26.050*	2.419	.000	-32.52	-19.58
	Tol10	-26.800*	2.419	.000	-33.27	-20.33
	Tol1000	13.950*	3.018	.000	5.88	22.02
	S10	-33.550*	2.419	.000	-40.02	-27.08

	S100	-28.800*	2.281	.000	-34.90	-22.70
	S1000	22.600*	2.281	.000	16.50	28.70
	W. co1	-51.950*	3.018	.000	-60.02	-43.88
	K. co2	-47.750*	3.018	.000	-55.82	-39.68
	H0.1	-47.950*	3.018	.000	-56.02	-39.88
	H1	-46.750*	3.292	.000	-55.56	-37.94
	H10	-38.150*	3.018	.000	-46.22	-30.08
	H100	1.850	3.018	.543	-6.22	9.92
	H1000	4.050	3.018	.185	-4.02	12.12
Tol1000	Tol0.1	-50.250*	3.123	.000	-58.61	-41.89
	Tol1	-40.000*	3.123	.000	-48.36	-31.64
	Tol10	-40.750*	3.123	.000	-49.11	-32.39
	Tol100	-13.950*	3.018	.000	-22.02	-5.88
	S10	-47.500*	3.123	.000	-55.86	-39.14
	S100	-42.750*	3.018	.000	-50.82	-34.68
	S1000	8.650*	3.018	.006	.58	16.72
	W. co1	-4.450	2.419	.072	-10.92	2.02
	K. co2	-.250	2.419	.918	-6.72	6.22
	H0.1	-.450	2.419	.853	-6.92	6.02
	H1	.750	2.755	.787	-6.62	8.12
	H10	9.350*	2.419	.000	2.88	15.82
	H100	49.350*	2.419	.000	42.88	55.82
	H1000	51.550*	2.419	.000	45.08	58.02
S10	Tol0.1	-2.750	2.550	.286	-9.57	4.07
	Tol1	7.500*	2.550	.005	.68	14.32
	Tol10	6.750	2.550	.011	-.07	13.57
	Tol100	33.550*	2.419	.000	27.08	40.02
	Tol1000	47.500*	3.123	.000	39.14	55.86
	S100	4.750	2.419	.055	-1.72	11.22
	S1000	56.150*	2.419	.000	49.68	62.62
	W. co1	-9.200*	2.281	.000	-15.30	-3.10
	K. co2	-5.000	2.281	.033	-11.10	1.10
	H0.1	-5.200	2.281	.027	-11.30	.90
	H1	-4.000	2.634	.135	-11.05	3.05
S100	H10	4.600	2.281	.049	-1.50	10.70
	H100	44.600*	2.281	.000	38.50	50.70
	H1000	46.800*	2.281	.000	40.70	52.90
	Tol0.1	-7.500*	2.419	.003	-13.97	-1.03
	Tol1	2.750	2.419	.261	-3.72	9.22

	Tol10	2.000	2.419	.412	-4.47	8.47
	Tol100	28.800*	2.281	.000	22.70	34.90
	Tol1000	42.750*	3.018	.000	34.68	50.82
	S10	-4.750	2.419	.055	-11.22	1.72
	S1000	51.400*	2.281	.000	45.30	57.50
	W. co1	-60.600*	2.281	.000	-66.70	-54.50
	K. co2	-56.400*	2.281	.000	-62.50	-50.30
	H0.1	-56.600*	2.281	.000	-62.70	-50.50
	H1	-55.400*	2.634	.000	-62.45	-48.35
	H10	-46.800*	2.281	.000	-52.90	-40.70
	H100	-6.800*	2.281	.004	-12.90	-.70
	H1000	-4.600	2.281	.049	-10.70	1.50
S1000	Tol0.1	-58.900*	2.419	.000	-65.37	-52.43
	Tol1	-48.650*	2.419	.000	-55.12	-42.18
	Tol10	-49.400*	2.419	.000	-55.87	-42.93
	Tol100	-22.600*	2.281	.000	-28.70	-16.50
	Tol1000	-8.650*	3.018	.006	-16.72	-.58
	S10	-56.150*	2.419	.000	-62.62	-49.68
	S100	-51.400*	2.281	.000	-57.50	-45.30

*. The mean difference is significant at the 0.01 level.

الاستنتاجات والتوصيات:

1. نستنتج مما سبق أن المركبات الثلاثة المختبرة أثرت سلباً في نمو مستعمرة الفطر FORL13 المختبر حيث كان حمض السالسيلك أقلها تأثيراً في حين كان المبيد هايمكسازول هو الأشد تأثيراً.

2. أبدت المركبات المختبرة تأثيراً سلبياً جلياً في نسبة إنتاش أبواغ الفطر FORL13 لاسيما المبيد تولكلوفوس – ميثيل الذي منع إنتاش الأبواغ بنسبة مرتفعة تحت ظروف الاختبار.

References:

1). حيدر، عفراء؛ لوسي ميشي؛ نادين علي[1]، محمد عماد خريبة[3]، عصام علاف[1]، محمد زكريا طويل[1]. التسجيل الأول للفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis lycopersici* في المنطقة الساحلية من سورية. مجلة وقاية النبات العربية . المجلد 41 العدد 4 ، 2023.

2). وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. (2021). المجموعة الإحصائية السنوية.

1). Haider, Afraa; Lucy Michie; Nadine Ali1, Muhammad Imad Khariba3, Issam Allaf1, Muhammad Zakaria Tawil1. The first recording of the fungus Fusarium oxysporum f. sp. radicis lycopersici in the coastal region of Syria. Arab Plant Protection Journal. Volume 41 Issue 4, 2023.

3). Hibar, M. E.K, M. Daami-Remadi, and F. Ayed. Fusarium Crown and Root Rot of Tomato and its Chemical Control. International Journal of Agricultural Research. 2007.Vol. 2,No. 8: 687-695

4). Li, Z. G., Xie, L. R., & Li, X. J. Hydrogen sulfide acts as a downstream signal molecule in salicylic acid-induced heat tolerance in maize (*Zea mays* L.) seedlings. Journal of plant physiology. 2015. 177, 121-127.

5). Ma, Q., J. Gan, J. O. Becker, S. K. Papiernik, S R Yates. Evaluation of propargyl bromide for control of barnyardgrass and Fusarium oxysporum in three soils. Pest Manag Sci. 2001 Sep;57(9):781-6.

6). Pacheco, A.; Cabral, C.; Fermino, E. and Aleman, C.(2013). Salicylic acid-induced changes to growth, flowering and flavonoids production marigold plants. Glob. J. Med. Plants Res., 1 (1) :095-100.

7). Sundar AR, Das ND, and Krishnaveni D. *In-vitro* antagonism of *Trichoderma spp*. against two fungal pathogens of Castor. Indian J Plant Protec 23: 152-155, 1995.

8). Szczechura W., Staniaszek M., and Habdas H. F*usarium* O*xysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* – The Cause OF Fusarium Crown and Root Rot in Tomato Cultivation Journal of Plant Protection Research Vol. 53, No. 2 (2013).

9). Tawil, M.. *Synthése et Tests Biologiques (Correlation Structeur-Activité) de Composes Heterocyclique Susceptibles de Presenter une Activité Anti- fongique*. Thése Docteur ES Science presenté a l' université D' Aix-Marseille III (France). 1985.