

فاعلية جسيمات النانوسيليكيا ومبيد chlorantraniliprole في مكافحة حافرة أوراق البندورة *Tuta absoluta* في ظروف الزراعة المحمية

ريتا الحايك*⁽¹⁾ وسمير طباش⁽¹⁾ وأحمد قره علي⁽²⁾ ومحمد أحمد⁽¹⁾

(1). قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(2). قسم الكيمياء البحرية، المعهد العالي للبحوث البحرية، جامعة تشرين، اللاذقية ، سورية.

* للمراسلة ريتا الحايك: البريد الإلكتروني: rittaadnanalhaik@tishreen.edu.sy

تاريخ القبول: 2022/05/23

تاريخ الاستلام: 2022/01/6

الملخص

نفذت التجربة في محافظة اللاذقية ضمن بيت بلاستيكي بريف جبلة خلال العام 2019 بهدف اختبار فاعلية المبيد chlorantraniliprole وجسيمات النانوسيليكيا Silica Nano Particles إضافة إلى خليطهما ضد يرقات حافرة البندورة تحت ظروف البيت البلاستيكي. أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين جميع المعاملات والشاهد، من حيث عدد اليرقات الحية / النبات، وكان المبيد chlorantraniliprole الأكثر فاعلية مسجلاً 63.85 % بعد 7 أيام من الرشة الأولى، ووصلت إلى 69.95% بعد أسبوع من الرشة الثانية على التوالي، تلتها جسيمات النانوسيليكيا (750 و1000) ppm بفاعلية بلغت 53.83 و 55 % على التوالي وازدادت فاعليتها لتصل إلى 67 و69% بعد أسبوع من الرشة الثانية أيضاً على التوالي. خفض المبيد chlorantraniliprole وجسيمات النانوسيليكيا 1000 ppm عدد الأنفاق التي تحفرها اليرقات مع وجود فرق معنوي مقارنة بالشاهد وبقية المعاملات في جميع فترات التجربة وبلغت نسبة الانخفاض 41 و 32.4% بعد ثلاث أسابيع من الرش، بينما بلغت 26.6% لمادة جسيمات النانو سيليكيا 750 ppm و 15.4% لخليط المبيد chlorantraniliprole مع جسيمات النانو سيليكيا (250 ppm) عند نفس الفترة. بينت النتائج بأن كل من المبيد chlorantraniliprole وجسيمات النانو سيليكيا 1000 ppm قد تفوق بمعنوية عالية على باقي المعاملات من حيث خفض شدة الإصابة بالحافرة على الثمار، وبلغت فاعليتها 76.8 ، 63.1 % على التوالي، كما خفضت معاملة جسيمات النانو سيليكيا (750 ppm) وخليط النانو سيليكيا مع المبيد شدة الإصابة على الثمار بنسبة 50.8 و 53.7% بعد أسبوعين من الرشة الثانية مع وجود فرق معنوي بينها وبين الشاهد.

الكلمات المفتاحية: نانوسيليكيا، chlorantraniliprole ، فاعلية ، حافرة البندورة ، شدة الإصابة.

المقدمة:

تعد البندورة (الطماطم) *Solanum lycopersicon L.* من أهم محاصيل الخضار في العالم والمحصول الأكثر أهمية في الزراعة المحمية في سوريا لأهميتها الاقتصادية والغذائية وقد بلغت إنتاجيتها 771649 طن بمساحة مزرعة بلغت 14040 هكتار (المجموعة الإحصائية الزراعية لعام 2019).

تعد حافرة البندورة *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) إحدى أهم الحشرات الضارة التي تصيب محصول البندورة على مستوى العالم ، بما فيه دول حوض المتوسط ، وهي آفة عابرة للحدود ، وقد شكلت ولا تزال تهديداً لإنتاج البندورة في البيوت المحمية والحقول المكشوفة على حد سواء (Desneux et al., 2010) . وجدت هذه الآفة البيئة المناسبة في منطقة حوض البحر المتوسط، حيث يتوفر المناخ المناسب والغذاء، الذي يؤمن لها استمرارية الحياة والتكاثر لتعطي 10- 12 جيل في العام (EPPO, 2005). سجلت للمرة الأولى في سورية في شهر شباط عام 2010 (Hatim, 2010).

تبين أن مكافحة الكيمائية صعبة، كون اليرقات تعيش داخل أنفاق في الأوراق و الثمار و الساق، بالإضافة للقدرة التكاثرية العالية للآفة، ولمدة أجيالها القصيرة، والمتعددة، مما يزيد مقدرة الآفة على تطوير سلالات مقاومة للمبيدات (Lietti et al., 2012; NAPPO, 2005) ، إضافة إلى أثر المبيدات السام والضار بصحة الإنسان ، إذ أن متبقياتهما يمكن أن تحترق أنسجة النبات وتظهر في الثمار والأوراق (Council directive, 1991). انطلاقاً من هذه النقطة فقد ازدادت الحاجة للبحث عن مواد آمنة بيئياً منها المواد النانوية التي من الممكن أن تتجح في السيطرة على الآفات الزراعية إذا تم توظيفها بطريقة صحيحة (Biswal et al., 2012). تسمى التقنية التي تستخدم المواد النانوية تقنية النانو Nanotechnology ووفقاً لـ Bhattacharyyal وآخرين (2010) فإن كلمة " Nano " مشتقة من الإغريقية وتعني قزمي أو صغري وبمصطلح أكثر دقة فإن كلمة (نانو) تعني جزء واحد من المليون من مادة ما أي 10⁻⁹. وعموماً فقد تم تطوير تقنية النانو بناءً على استخدام جسيمات بأبعاد تتراوح بين 100 نانومتر.

ظهرت مؤخراً مجموعة حديثة من مبيدات الحشرات من مجموعة Diamide، التي تتميز بفاعلية كبيرة وخاصة ضد حشرات حرشفية الأجنحة، بما فيها السلالات المقاومة للمبيدات الأخرى ، ومنها المبيدان flubendiamide و المبيد chlorantraniliprole (Robinson, 2009).

ازداد في السنوات الأخيرة التوجه نحو استخدام مركبات النانوسيليكات في مكافحة الآفات، حيث يعتبر تطبيق السيليكات على المحاصيل في الحقل خياراً ناجحاً لإدارة الآفات الحشرية، إذ لا يترك أي متبقيات سامة في الغذاء أو البيئة، ويمكن بسهولة استخدامه مع إجراءات أخرى في برامج إدارة الآفات (Laing et al., 2006) . وتعتبر مركبات النانوسيليكات آمنة على النبات ولا تسبب تلوثاً للبيئة مقارنة مع المبيدات التقليدية، كما أن تطبيقها لا يؤثر على تنفس النبات ، ولا على عملية التركيب الضوئي للنبات في البساتين أو المحاصيل الحقلية ، وبالتالي فإن مركبات النانوسيليكات وبقية المواد النانوية، يمكن أن تلعب دوراً هاماً في تطوير تقنيات إدارة الآفات في محصول البندورة وغيره من المحاصيل (Barik et al., 2008).

تعود آلية تأثير مركبات النانو السيليكات، إلى ادمصاصها على الدهون الموجودة في كيتيكل جسم الحشرة ، مما يؤدي إلى تخريب الطبقة الشمعية، المؤلفة من أحماض دهنية مختلفة، وليبيدات والتي تعمل كطبقة تحمي الحشرة من فقدان الماء، مما يؤدي لموتها بالجفاف (Ebeling , 1971).

يوجد افتراض يقول بأن الخواص الإبادية لجسيمات النانوسيليكات تجاه الحشرة، تعود إلى حجم جسيمات السيليكا ، وليس للمجموعات التي ترتبط بها، وبذلك فإن الطريقة الفيزيائية في عمل السيليكا يجعلها مفضلة وفعالة في مكافحة الحشرات ، حيث أن الحشرات لن تستطيع تطوير مقاومة جينية ، أو فيزيولوجية ولكنها قد تطور استجابة سلوكية لهذه الجسيمات عن طريق تجنبها (Ebeling ,1971).

أثبتت جسيمات النانوسيليكات نجاحها في مكافحة كثير من الآفات، التي تنتمي لرتب حشرية مختلفة مثل غمدية الأجنحة Coleoptera، وحرشفية الأجنحة Lepidoptera و ثنائية الأجنحة Diptera، ومن أهمها آفات المواد المخزونة ، بالإضافة إلى حشرات من رتبة حرشفية الأجنحة، التي تصيب عدة محاصيل اقتصادية ، هامة مثل محاصيل البندورة، والأرز، والقطن Ziaee ; (Debnath et al.,2010and Ganji,2016). وقد تم اقتراح إمكانية استخدام مثل هذه المواد النانوية، كمواد صديقة للبيئة من أجل مكافحة دودة ورق القطن *Spodoptera littoralis* ، وإدخالها في برامج إدارة هذه الآفة (El- Osman et al., 2015) (Bendary and el-Helaly, 2013).

حققت جسيمات النانوسيليكات فاعلية كبيرة ضد حشرة حافرة البندورة تحت ظروف البيت البلاستيكي عند رشها بتركيز 500 ppm ، وسببت انخفاضاً في عدد اليرقات الحية بعد أسبوع من أول رشة بمقدار 66.67%، ووصلت الفاعلية بعد أسبوعين إلى 100% ، وبقيت كذلك بعد ثلاثة وأربعة أسابيع، تحت ظروف البيت البلاستيكي (Derbalah et al., 2013).

قام El-Samahy وآخرون (2014) بمقارنة فاعلية جسيمات النانوسيليكات بأبعاد 20 nm مع مستخلص زيت النيم و المبيد (إيميداكلوبرايد) ، في مكافحة *T.absoluta* في البيت البلاستيكي، حيث تم استخدامها بثلاث تراكيز هي: 100، 200 و 300 ppm، وبينت النتائج أن جسيمات النانوسيليكات كانت الأكثر فاعلية بين المعاملات ، عند التركيز 300 ppm ، حيث كانت الفاعلية 67.62% بعد يوم واحد من الرش، ووصلت إلى 100% في اليوم العاشر، تلاها المبيد إيميداكلوبرايد الذي حقق فاعلية بنسبة 64.90% بعد يوم واحد من الرش، ووصلت إلى 99.63% بعد عشرة أيام من المعاملة.

تأتي أهمية البحث من الأهمية الغذائية والاقتصادية لمحصول البندورة، ومن خطورة حشرة حافرة أوراق البندورة التي تصيب محصول البندورة سواء في البيوت المحمية أو الزراعة الحقلية وتسبب أضراراً اقتصادية.

هدف البحث إلى:

1. دراسة فاعلية المبيد chlorantraniliprole و جسيمات النانوسيليكات بالإضافة إلى خليطهما ضد يرقات حافرة البندورة *T.absoluta* في ظروف البيت البلاستيكي .

2. تحديد الضرر الظاهري وشدة الإصابة على ثمار البندورة المصابة *T.absoluta* والمعاملة بالمواد المختبرة .

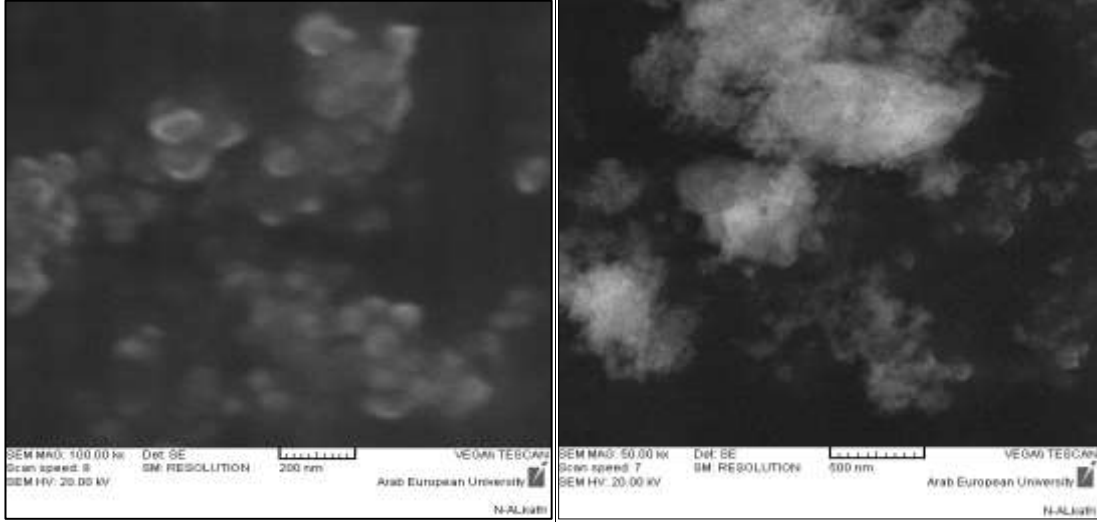
مواد وطرائق البحث:

مواد البحث: يبين الجدول 1 المواد والمبيدات المستخدمة في التجربة.

الجدول (1): المواد المستخدمة في التجربة.

التركيز المستخدم usage : dose/liter	المجموعة الكيميائية chemical group	المادة الفعالة ونسبتها % Active material%	المادة
0.31 مل/ل	Diamide	chlorantraniliprole	Coragen
0.15 مل/ل		معلق مركز 20 %	
ppm 250	-	أوكسيد السيليكون Sio2	جسيمات نانوسيليكات Nanosilica particles
ppm 750			
ppm 1000			

تم تحضير جسيمات النانوسيليكا محلياً في مخبر المبيدات بكلية الزراعة في جامعة تشرين ، اعتماداً على طريقة Patel (2014) و Patel and (2014) ابتداء من Sodium meta silicate ($\text{Na}_2\text{O}_3\text{Si}_5 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$) المنحلة في الماء كمصدر لمادة السيلكون. وتم التأكد من أبعادها في مخابر هيئة الطاقة الذرية في دمشق بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح حيث تراوحت أبعاد جسيمات النانوسيليكا بين 22 و 60 نانومتر، شكل (1).



الشكل (1): جسيمات النانوسيليكا بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح

طرائق البحث:

تأثير المبيدات المختبرة في يرقات حافرة البندورة:

زرعت شتول البندورة الهجين أرجوان (جيل أول) في بداية شهر آذار، موسم ربيع 2019 ، ضمن بيت بلاستيكي صغير (6*25) م في قرية تل صارم – ريف جبلة، وتم إجراء العمليات الزراعية المناسبة من حراثة و تسميد. تمت تغطية أبواب البيت البلاستيكي بشبك بعد التشييل، لمنع دخول الحشرات، حتى وقت تنفيذ التجربة بتاريخ 20/6/2019 في مرحلة ظهور أزهار العنقود الرابع، وبعد ذلك أزيل الشبك للسماح لفرشات الحافرة بالدخول و إحداث الإصابة الطبيعية بتاريخ 5/6/2019.

قمنا بإجراء رشتين: الأولى بعد 15 يوم من إزالة الشبك والثانية بعد 15 يوم من الرشة الأولى، أخذت القراءات قبل 1 يوم من الرش، وبعد 1 و 3 و 5 و 7 و 10 و 14 يوم من الرشة الأولى ، ومن ثم بعد 3 و 5 و 7 أيام من الرشة الثانية. وقد اعتمدنا في تصميم التجربة القطاعات العشوائية الكاملة، حيث تضمنت التجربة خمس معاملات: المعاملة الأولى هي المبيد chlorantraniliprole والثانية والثالثة: جسيمات النانوسيليكا بالتركيزين 750 و 1000 ppm و الرابعة: المبيد chlorantraniliprole بالتركيز 0.15 مل /ل (نصف التركيز المنصوح به) مع جسيمات النانوسيليكا بالتركيز 250 ppm والمعاملة الخامسة كانت الشاهد الذي تمت معاملته بالماء فقط ، وكل معاملة قسمت إلى أربعة مكررات، بحيث احتوى المكرر الواحد على 9 نباتات بندورة .

- طريقة أخذ القراءات: تم أخذ وريقات من نبات البندورة بشكل عشوائي، من المستويات الثلاث: الأعلى والأوسط والأسفل لكل نبات ، بحيث يكون لدينا 40 وريقة في كل مكرر (40*4=160 وريقة/ معاملة)، وتم حساب عدد اليرقات الحية وعدد الأنفاق على الوريقات المأخوذة من كل مكرر، ومن ثم متوسط عدد اليرقات الحية / المكرر ومتوسط عدد اليرقات الحية على النبات. وحسبت فاعلية المبيدات باستخدام معادلة Henderson and Tilton (1955).

الفاعلية % = 1 - (عدد اليرقات الحية في الشاهد قبل الرش x عدد اليرقات الحية في المعاملة بعد الرش) / 100 x

عدد اليرقات الحية في الشاهد بعد الرش x عدد اليرقات الحية في المعاملة قبل الرش

الضرر الظاهري وشدة الإصابة على الثمار:

تم أخذ عينة من ثمار البندورة الناضجة من كل معاملة بشكل عشوائي (20 ثمرة/ مكرر)، من أجل حساب شدة الإصابة بالحافرة وفق السلم الآتي (El- Saadany, et.al. 1985).

الجدول (2): درجة وشدة إصابة الثمار بحافرة البندورة *T. absoluta*.

درجة التكرار	عدد الثقوب / الثمرة	درجة الإصابة	(شدة الإصابة)
1	0	لا يوجد إصابة	0
2	3-1	إصابة خفيفة	5-3
3	5-4		10-6
4	8-6	إصابة متوسطة	15-11
5	11-9		25-16
6	فوق 12	إصابة شديدة	فوق 26%

حُد الضرر الظاهري Damage scoring لمحصول البندورة في كل معاملة نتيجة الإصابة بحافرة البندورة *T. absoluta* وفقاً

لمعادلة (El- Saadany, et.al. 1985) كالآتي:

$$\% \text{ شدة الإصابة} = \{ \sum (N * V) / (Z * S) \} * 100$$

حيث N: عدد ثمار البندورة التي تحوي الإصابة.

V: درجة الإصابة في كل متغير.

Z: أعلى درجة إصابة.

S: حجم العينة.

حسبت نسبة الانخفاض في شدة الإصابة بالحافرة من خلال معادلة Abbott (1925) (Abbot 1925).

حللت النتائج إحصائياً باستخدام برنامج Genstat-12 وتمت مقارنة الفروق بين المتوسطات عند أقل فرق معنوي 5% LSD

باختبار Duncan

النتائج والمناقشة:

فاعلية المواد المختبرة ضد يرقات حافرة البندورة *T. absoluta* في البيت البلاستيكي:

الجدول (3): متوسط عدد اليرقات الحية/ النبات في المعاملات خلال فترات زمنية مختلفة.

الزمن / اليوم (Time/ day)								المعاملات Treatments	
الرشة الثانية second treatment				الرشة الأولى first treatment					
بعد		قبل		بعد		قبل			
7	5	3	1	10	7	5	3	1	chlorantraniliprole نانوسيليكيا 1000 ppm
^a 1.81	^a 2.47	^{ab} 3.61	^a 4.08	^a 1.83	^a 1.41	^a 1.06	^a 1.28	1.42	
^a 2.11	^a 2.45	^a 3.14	^a 4.08	^{ab} 2.37	^a 1.54	^a 1.14	^{ab} 1.42	1.62	نانوسيليكيا 750 ppm Nanosilica
^a 2.50	^b 3.66	^{ab} 3.67	^{ab} 4.42	^b 2.95	^a 1.69	^b 1.72	^b 1.70	1.83	
^b 3.62	^b 3.84	^b 4.50	^b 5.2	^b 2.50	^a 1.86	^a 1.26	^a 1.33	1.55	

(جسيمات النانوسيليكات + chlorantraniliprole)								
9.95 ^c	9.45 ^c	8.97 ^c	6.68 ^c	6.53 ^c	4.72 ^b	3.08 ^c	2.26 ^c	2.36
0.951	0.895	1.063	0.862	0.6052	0.4419	0.4023	0.3435	
15.4	13.3	14.4	11.3	12.1	12.8	15.8	14	

*القيم التي يتبعها حروف متشابهة في نفس العمود لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى معنوية 5%.

يتضح من الجدول 3 وجود فروق معنوية بين جميع المعاملات والشاهد منذ اليوم الثالث بعد الرش الأولى من حيث متوسط عدد اليرقات الحية/النبات. وبقيت الفروق معنوية بين جميع المبيدات المختبرة من جهة والشاهد من جهة أخرى مع تفوق مبيد chlorantraniliprole و جسيمات النانو سيليكات بالتركيزين 1000 ppm و 750 ppm على معاملة (chlorantraniliprole + جسيمات النانو سيليكات بالتركيز 250 ppm) .

بدأت فاعلية المبيدات المختبرة في اليوم الخامس بعد الرش حيث بلغت 46.08، 42.78، 37.71 و 27.98% في معاملة جسيمات النانوسيليكات بالتركيز 1000 ppm ، chlorantraniliprole ، جسيمات النانو سيليكات بالتركيز 750 ppm و جسيمات النانوسيليكات + chlorantraniliprole على التوالي ، وازدادت في اليوم السابع لتصل إلى 53.83، 50.52، 47.52 و 40% على التوالي أيضاً.

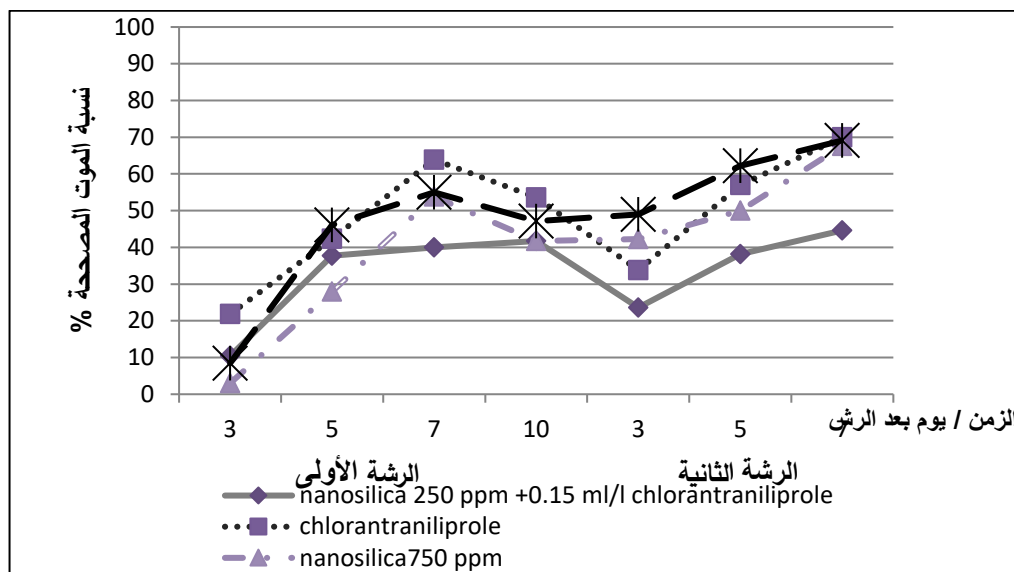
ازدادت فاعلية المبيد chlorantraniliprole في الرش الثانية بعد 15 يوم من الرش الأولى وبلغت 56.6% في اليوم الخامس و 69.8% بعد أسبوع من الرش الثانية.

تتوافق هذه النتائج مع نتائج Mahmoud وآخرين (2014) اللذين درسوا تأثير المبيد (chlorantraniliprole) ضد يرقات حافرة البندورة *T.absoluta* في الحقل، حيث بلغت فاعلية المبيد 91.7% بعد أسبوع من المعاملة و وصلت نسبة الانخفاض في الإصابة إلى 79.3% بعد 3 أسابيع من الرش. وكانت نتائجنا متقاربة مع ما خلص إليه بحث Valchev وآخرين (2013) اللذين اختبروا كفاءة المبيد chlorantraniliprole في مكافحة يرقات حافرة البندورة في الزراعة المحمية عند اختباره بتركيزين 0.016 و 0.018% حيث بلغت نسبة القتل في اليوم السابع من الرش 63.81 و 71.22% ووصلت إلى 73.99 و 79.8% على التوالي بعد أسبوعين من الرش.

كما توافقت نتائجنا مع Hanafy و El-Sayed (2013) اللذين درسوا فاعلية المبيد (chlorantraniliprole)SC 20% بتركيز 200 مل/الغدان في مكافحة *T.absoluta* في الحقل، حيث خفض المبيد نسبة الإصابة من 55 إلى 37.5% في اليوم السابع بعد الرش الأولى ووصلت نسبة الإصابة إلى 22.5% بعد ثلاث أيام من الرش الثانية و إلى 25% في اليوم السابع بعد الرش الثانية بفاصل 7 أيام بين الرشتين.

لقد أثبتت النتائج بأن استخدام جسيمات النانوسيليكات بالتركيز 750 و 1000 ppm أدى إلى انخفاض معنوي في عدد اليرقات الحية/النبات الذي بلغ 2.5، 2.11 يرقة/النبات على التوالي بالمقارنة مع الشاهد (9.95 يرقة/نبات) بعد أسبوع من الرش (جدول 3). بلغت نسبة موت اليرقات في معاملة جسيمات النانوسيليكات (750 و 1000 ppm) 67.6 و 69.11% بعد أسبوع من المعاملة على التوالي. ويعود التأثير المحتمل لجسيمات النانوسيليكات كمبيد إلى احتوائها على أكسيد السيلكون SiO₂ وأبعاد جسيماتها من رتبة النانومتر والتي تزيد من نسبة مساحة سطح التلامس إلى الحجم، مما يؤدي إلى زيادة تأثيرها في جفاف الكيوتيكل، وبالتالي موت الحشرة (Ziaee and Ganji, 2016) .

بالنسبة للمعاملة (chlorantraniliprole + جسيمات النانوسيليكا) فقد كانت الفروق معنوية بينها وبين الشاهد من حيث عدد اليرقات الحية بعد 3 و5 و7 أيام من الرش الثانية جدول (3) ووصلت الفاعلية إلى 23.62 ، 38.13 و 44.61% عند نفس الفترات السابقة مخطط (1). تتوافق هذه النتائج مع نتائج البحث الذي قام به Kaoud (2014)، حيث أدت إضافة جزيئات النانوسيليكا بأبعاد (15-25) nm بمعدل 100 ppm إلى المبيد ألفاسايرمثرين لمكافحة حافرة البندورة *T.absoluta* في المخبر إلى تخفيض نسبة البيض الفاقس التي بلغت 30 % ، بينما كانت في الشاهد 92%، و كانت نسبة موت اليرقات الفاقسة حديثاً 90% مقارنة بالشاهد الذي وصلت نسبة الموت فيه إلى 10%، وكانت نسبة الموت في معاملة المبيد ألفا سايرمثرين 70 %، وبالتالي كان لإضافة جسيمات النانوسيليكا أثر إيجابياً في زيادة فاعلية المبيد ألفاسايرمثرين .



المخطط (1): فاعلية المواد المختلفة في خفض عدد اليرقات الحية لحافرة البندورة *T.absoluta* خلال فواصل زمنية مختلفة.

تأثير المبيد chlorantraniliprole والنانوسيليكا على عدد الأنفاق التي تحفرها اليرقات على نباتات البندورة المصابة بحافرة البندورة *T.absoluta* :

بينت النتائج فاعلية المبيد chlorantraniliprole و جسيمات النانوسيليكا بالتركيزين 750 و 1000 ppm في خفض عدد الأنفاق / وريقة حيث بلغ عددها 24.75 و 23.5 على التوالي بينما كانت في الشاهد (44.5) مع وجود فرق معنوي بينها، بينما في معاملة النانوسيليكا مع chlorantraniliprole وصل عدد الأنفاق إلى (28.75) مع وجود فرق معنوي مع الشاهد أيضاً في اليوم الخامس بعد الرش.

الجدول (4) : متوسط عدد الأنفاق / وريقة نبات بندورة مصاب بحافرة البندورة في المعاملات عند فواصل زمنية مختلفة.

الزمن / اليوم								المعاملات treatments	
الرش الثانية			الرش الأولى						
بعد	قبل	بعد	بعد	بعد	قبل	قبل			
7	5	3	1	10	7	5	3	1	chlorantraniliprole
a ⁵⁸	a 64.75	a 61.00	a 60.00	ab 41.25	a 33.5	a 24.75	a 24.25	a 31.75	
a 61.75	a 63	a 63.25	a 70.0 ^a	a 36.50	ab 35.50	a 23.5	a 25.5	a 29.5	نانوسيليكا 1000 ppm
b 83.5	c 84.75	b 80.50	a 78.00	c 54.75	b 43.50	c 35	b 35.50	b 36.75	نانوسيليكا 750 ppm

b80.5	b 74.25	a 70.25	a 61.75	48.25 ^{bc}	ab40.0	b 28.75	a 27.25	30.75	chlordantraniliprole +نانوسيليكيا
c123	c115.25	c108.5	b 93.50	69.00 ^d	c 62.25	d 44.5	b41.25	39.75	الشاهد
10.05	5.664	9.67	17.82	9.5	9.24	2.711	4.396	-	5%LSD
8	4.6	8.2	16.2	12.4	14	6	9.3	-	معامل التباين % CV

*القيم التي يتبعها حروف متشابهة في نفس العمود لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى معنوية 5%.

لقد سبب المبيد chlordantraniliprole انخفاضاً واضحاً في عدد الأنفاق بنسبة 32.62 % بعد أسبوع من الرش الأولى و 40.97% بعد أسبوع من الرش الثانية، بينما بلغت النسبة 23.15 و 32.35 % عند نفس الفترات في معاملة جسيمات النانوسيليكيا 1000 ppm ، تلتها جسيمات النانوسيليكيا 750 ppm بنسبة 23.89 و 26.57 % على التوالي. وكان لاستخدام الخليط (chlordantraniliprole + جسيمات النانوسيليكيا) التأثير الأقل بين المعاملات في خفض عدد الأنفاق بنسبة 16.94 و 15.4% بالمقارنة مع الشاهد وعند نفس الفترات جدول (5). تعود فاعلية جسيمات النانوسيليكيا في خفض عدد الأنفاق إلى تأثير السيليكون على سلوك اليرقات من خلال آليتين أولها أنه يخفض من قابلية الأوراق للهضم من قبل اليرقة وثانيها أن السيليكون يؤثر على الفك السفلي للحشرة نتيجة ترسبه على جدران الخلايا وخصوصاً خلايا البشرة مما يعيق اليرقات عن الحفر وبالتالي إحداث الضرر (Massey and Hartley, 2009). كما أن السيليكون يؤدي إلى انفصال الغشاء القاعدي للمعدة الوسطى لليرقة، والذي يمكن أن يميز التأثير المحتمل للسيليكون على يرقات *Tuta absoluta* الذي يؤدي بالنتيجة إلى انخفاض تغذية اليرقة وبالتالي تخفيض ضررها (Dos Santos et al., 2015).

تتوافق هذه النتائج مع Mahmoud وآخرين (2014) اللذين درسوا تأثير المبيد (chlordantraniliprole) بتركيز 250 مل / 200 ل ماء / فدان ضد يرقات حافرة البندورة *T. absoluta* في الحقل، وكانت نسبة الانخفاض في عدد الأنفاق 51.2 بعد 3 أيام من الرش ووصلت بعد 7 أيام إلى 63.5 %.

الجدول (5): مقارنة تأثير المعاملات المختلفة في خفض عدد الأنفاق / 40 وريقة خلال عدة فواصل زمنية مختلفة.

الزمن / اليوم							المعاملة treatment
نسبة الانخفاض في عدد الأنفاق %							
الرش الثانية			الرش الأولى				
7	5	3	10	7	5	3	
40.97	29.65	29.61	25.15	32.62	30.37	26.54	chlordantraniliprole
32.35	26.34	21.45	28.72	23.16	28.84	8.99	نانوسيليكيا 1000 ppm
26.57	20.46	19.75	14.17	23.98	14.93	7.09	نانوسيليكيا 750 ppm
15.4	16.72	16.21	9.61	16.94	17.21	14.61	chlordantraniliprole + نانوسيليكيا

تحديد الضرر الظاهري على الثمار وشدة الإصابة بحافرة البندورة *T. absoluta*:

تم أخذ عينات عشوائية من الثمار الناضجة من مكررات المعاملات المختلفة وحسب عدد الأنفاق على الثمار المصابة ومنه حسب درجة الضرر الظاهري كما هو موضح في الجدول (6) يعبر عنها بنسبة مئوية مقابل كل درجة من درجات الإصابة في السلم جدول (2)، وعليها تم الاعتماد في حساب شدة الإصابة على الثمار من خلال تطبيق المعادلة (El-Saadany, et al. 1985).

يبين الجدول 6 وجود فروق معنوية بين معاملة الشاهد (8.34%) و بين بقية المعاملات من الأسبوع الأول بعد الرش من حيث شدة الإصابة مع تفوق المبيد chlordantraniliprole (1.5%) و جسيمات النانوسيليكيا بالتركيز 1000 ppm (2.74%).

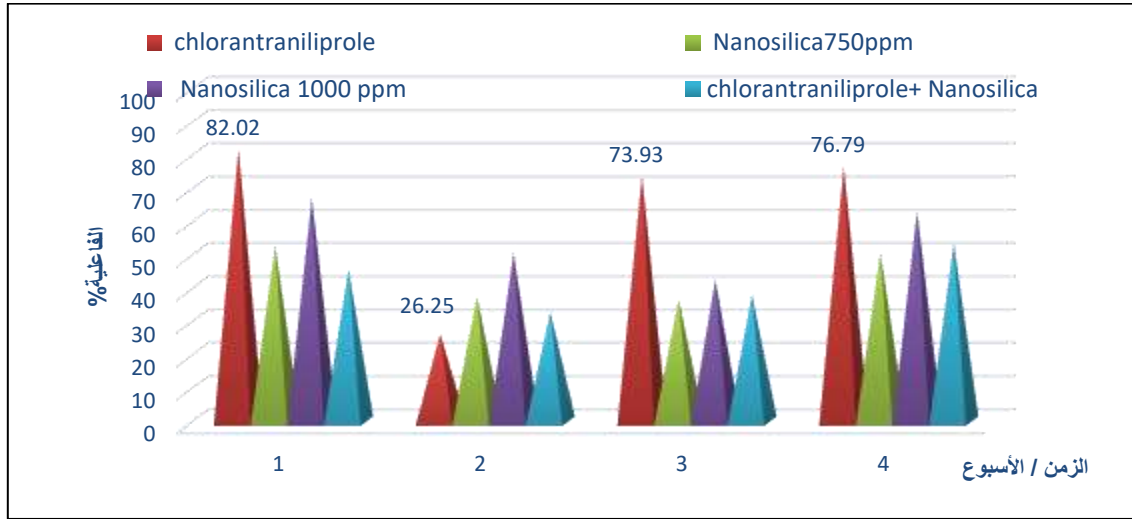
كما توضح النتائج بأن كل من معاملة chlorantraniliprole التي بلغت فيها نسبة الضرر الظاهري 6.17% (إصابة خفيفة) والنانوسيليكات 1000 ppm (9.82%) ويقابلها (إصابة خفيفة) على سلم الإصابة جدول (2)، قد تفوقتا على معاملة النانوسيليكات بالتركيز 750 ppm التي بلغت فيها شدة الإصابة (13.09%) وعلى معاملة chlorantraniliprole مع النانوسيليكات التي بلغت فيها شدة الإصابة فيها 12.31% و اللتين يقابلهما إصابة متوسطة، وتفوقت جميع المعاملات على معاملة الشاهد (26.75%) بعد أربعة أسابيع من الرش والتي كانت الإصابة فيه شديدة. وهذا يتوافق مع ما ذكره تقرير EPPO (2005) بأن الحافرة تسبب خسائر كبيرة للمحصول في حال عدم إجراء مكافحة وتؤكد دور المبيدات في التخفيف من الضرر الحاصل نتيجة الإصابة بالحافرة. يعتبر الضرر الظاهر على ثمار البندورة أحد مظاهر التلف الناتج عن حافرة البندورة الذي من الممكن أن ينتج عن إصابة هذه الآفة لثمار البندورة بشكل مباشر أو بشكل غير مباشر نتيجة تخريب لجزء من النبات من قبل الآفة (البرعم - الأزهار - الأوراق) مما يؤدي في النهاية إلى نقص في المحصول (USDA, 2011).

الجدول (6) : شدة إصابة الثمار بحافرة البندورة *T.absoluta* خلال أربع أسابيع بعد الرش.

المعاملات	الزمن /أسبوع							
	الرشة الأولى		الرشة الثانية		الرشة الأولى		الرشة الثانية	
	1	درجة الضرر	2	درجة الضرر	3	درجة الضرر	4	درجة الضرر
chlorantraniliprole	a 1.50	إصابة خفيفة	b 7.22	إصابة خفيفة	a 5.41	إصابة خفيفة	a 6.17	إصابة خفيفة
نانوسيليكات 1000 ppm	b 3.93	إصابة خفيفة	bc 6.11	إصابة خفيفة	b 13.13	إصابة متوسطة	c 13.09	إصابة متوسطة
نانوسيليكات 750 ppm	a 2.74	إصابة خفيفة	a 4.83	إصابة خفيفة	b 11.92	إصابة متوسطة	b 9.82	إصابة خفيفة
نانوسيليكات + chlorantraniliprole	b 4.53	إصابة خفيفة	b 6.56	إصابة خفيفة	b 12.85	إصابة متوسطة	c 12.31	إصابة متوسطة
control الشاهد	c 8.34	إصابة خفيفة	d 9.79	إصابة خفيفة	c 20.75	إصابة متوسطة	d 26.58	إصابة شديدة
lsd 5%	2.249	-	1.390	-	2.244	-	1.747	-

*القيم التي يتبعها حروف متشابهة في نفس العمود لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى معنوية 5%.

بينت النتائج فاعلية واضحة للمبيد (chlorantraniliprole) في تخفيض شدة الإصابة بالحافرة على الثمار وقد بلغت الفاعلية 82.02% بعد أسبوع من الرش الأولى ووصلت إلى 76.79% بعد 4 أسابيع، بينما خفضت جسيمات النانوسيليكات 1000 ppm شدة الإصابة على الثمار بنسبة 67.15 و 63.06 على التوالي وذلك بالمقارنة مع الشاهد . بينت النتائج أيضاً فاعلية جيدة للخليط chlorantraniliprole مع جسيمات النانوسيليكات حيث أدت إلى انخفاض في شدة الإصابة على الثمار بمقدار 45.68 و 53.69% بعد أسبوع وأربعة أسابيع من المعاملة على التوالي بالمقارنة مع الشاهد وتبرز أهمية استخدامها من خلال تقليل كمية المبيد المطبقة على الثمار وتعزيز فعاليته بإضافة تركيز قليل من جسيمات النانوسيليكات (مخطط 2).



المخطط (2): فاعلية المواد المختبرة في خفض شدة الإصابة بحافرة البندورة *T. absoluta* على الثمار الناضجة.

الاستنتاجات :

أظهر المبيد chlorantraniliprole فاعلية ضد يرقات حافرة البندورة *Tuta absoluta* تحت ظروف البيت البلاستيكي، وخفض شدة الإصابة بحافرة البندورة على الثمار الناضجة. كما بينت النتائج بأن جسيمات النانوسيليكا بالتركيز 750 و 1000 ppm كان لها فاعلية واضحة في خفض عدد اليرقات الحية لحافرة البندورة إضافة إلى تقليل الضرر الظاهري على ثمار البندورة المصابة. وكان لخليط المبيد chlorantraniliprole وجسيمات النانوسيليكا 250 ppm تأثيراً هاماً في خفض شدة الإصابة على الثمار وعدد اليرقات الحية/النبات وبالتالي تقليل الإصابة بالحافرة.

المراجع:

- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. 2019. وزارة الزراعة و الإصلاح الزراعي السورية. جدول (56).
- Abbott, W.S. (1925). A method for computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ Entomol. 18, pp: 265-267.
- Barik TK, Sahu B, Swain V. (2008). Nanosilica-from medicine to pestcontrol. Parasitol. Res. 103(2): 253-258.
- Bhattacharyya, A; Bhaumik, A; Rani, P. U; Mandal, S. and Epidi, T. T. (2010). Nano-particles- A recent approaches to insect pest control. African Journal Biotechnology, 9(24): 3489-3493.
- Biswal, S.K; Nayak, A.K.; Parida, U.K; Nayak, P. (2012) . Applications of nanotechnology in agriculture and food sciences. IJSID. 2(1):21-36.
- Council directive 91/414/EEC (1991). On the Fixing of Maximum Levels for Pesticide residues in and on Fruits and Vegetables in Official Journal of the European Communities, Brussels: European Community, 1350: 71.
- Debnath, N.; Das, S.; Seth, D. (2010). Entomotoxic effect of silica nanoparticles against *Sitophilus oryzae* (L.). Journal of Pest Science, 84: 99–105.
- Derbalah SA; Morsey ZS ; El-Samahy M. (2013). Some recent approaches to control *Tuta absoluta* in tomato under greenhouse conditions. African Entomology .20, 27-34.
- Desneux, N; Wajnberg ,E; Wyckhuys, K; BurgioG; ArpaiaS; arva´ez- Vasquez ,C; Gonza´lez-CabreraJ; Catala´n- Ruescas ,D ;Tabone, E; Frandon J; PizzolJ; Poncet C; Cabello T; Urbaneja A. 2010. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: Ecology, geographic expansion and prospects for biological control.J. Pest. Sci. 83, 197–215.

- Dos Santos, M.C; Junqueira, M.R; de Sá, V.M; Zanúncio, J.C. and Serrão, J.E; (2015). Effect of silicon on the morphology of the midgut and mandible of tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) larvae. *Invertebrate Survival Journal*, 12(1), pp.158-165.
- Ebeling, w. (1971). Sorptive dust for pest controle. *Annual Review of Entomologu* 16: 123-158.
- El-Bendary, H.M and El-Helaly, A.A. (2013).First record nanotechnology in agricultural: Silica nanoparticles a potential new insecticide for pest control. *App. Sci. Report* 4 (3), 241-246.
- El- Saadany, G. B; Hosny, M. M; Isshak, R. and Hayder, M. F. (1985). The damagethreshold and economic injury level of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller). The 1st Nat. Conf. Ofpest and Dis. Of veg. And field crops inIsmailia, Egypt. 283-295.
- El-Samahy, M.F.M; El-Ghobary, A. M; Khafagy I. F. (2014).Using Silica Nano particles and Neemoil Extract as New Approaches to Control *Tuta absoluta* (Meyrick) in Tomato under Field Conditions .*International Journal of Plant & Soil Science*3(10):, 1355-1365.
- EPPO. European and Mediterranean Plant Protection Organization.(2005). *Tuta absoluta*. Bulletin OEPP/ EPPO Bulletin. 35:434- 435.
- Hanafy E.M. H and El-Sayed W.(2013).Efficacy of bio and chemical insecticides in the control of *Tuta absoluta* (Meyrick) and *Helelicoverba armigera hubner* infesting tomato plants. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(2): 943-948.
- Hatim, N. (2010).Food and Agriculture Organization of the United Nations. Final Report of the Consultancy Mission On the tomato leaf miner: *Tuta absoluta* (Meyrick) In SYRIAN ARAB REPUBLIC. 1-13.
- Henderson, C.F. and E. W. Tilton, (1955). Tests with acaricides against the brow wheat mite, *J. Econ. Entomol.* 48:157-161.
- Kaoud, H.A. (2014).Alternative methods for the control of *Tuta absoluta*. *Global journal of multidisciplinary and applied sciences* .Vol 2 (2): 41-46.
- Laing, M.D; Gatarayiha, M.C; Adandonon, A. (2006). Silicon use for pest control in agriculture: A review *Proc. S Agr. Sug. Technol; Ass.* 80, page 278.
- Lietti, M. M. M; Botto E; Alzogaray RA. (2005). Insecticide Resistance in Argentine Populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotrop Entomol* 34:113–119.
- Mahmoud , Y,A; Salem, H, A; Shalaby , Sh,E,M; Abdel-Razak, A ,H; Ebadah , I,M .A. (2014).Effect of certain low toxicity insecticides against tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Lepidoptera : Gelechiidae) with reference to their residues in harvested tomato fruits. *International Journal of Agricultural Research.* 9 (4):P 210-218.
- Massey, F.P. and Hartley, S.E. (2009). Physical defenses wear you down: progressive and irreversible impacts of silica on insect herbivores. *Journal of Animal Ecology.*78 (1), pp.281-291.
- NAPPO. North American Plant Protection Organization.(2012).Surveillance Protocol for the Tomato Leaf Miner, *Tuta absoluta*.
- Osman H. H; Abdel-Hafez, H. F ; Khidr ,A. A.(2015). Comparison between the Efficacy of Two Nano-Particles and Effective Microorganisms on Some Biological and

- Biochemical Aspects of *Spodoptera littoralis*. International Journal of Agriculture Innovations and Research Volume 3, Issue 6, pp:1620-1626.
- Patel, B.H; and Patel, P.N. (2014) . Synthesis and Characterization of Silica Nano-Particles by Acid Leaching Technique. Research Journal of Chemical Sciences. Vol. 4(5), pp 52-55
- Robinson, P. (2009). Evaluation of the new active Flubendiamide in the product/s BELT 480 SC insecticide & BELT 240WG insecticide. Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority. Canberra Australia, pp: 86.
- USDA United States Department of Agriculture. (2011).Newest Response Guidelines Tomato Leafminer (*tuta absoluta*). PP: 176.
- Valchev, N; Yankova, V; Markova D. (2013). Biological activity of plant protection products against *tuta absoluta* (Meyrick) in tomato grown in greenhouses. Agricultural Science and Technology, Vol. 5, No 3, pp 318 – 321.
- Ziaee, M; Ganji, Z. (2016). Insecticidal efficacy of silica nanoparticles against *Rhyzopertha dominica* F. and *Tribolium confusum* Jacquelin du Val. Journal Of Plant Protection Research Vol. 56, No. 3, pp 250-256.

Efficacy of Silica Nano particles and chlorantraniliprole Against of the Tomato Leaf miner *Tuta absoluta* under Greenhouse Conditions

Ritta Alhayek^{(1)*}, Samir Tabbache⁽¹⁾, Ahmad Ibrahim Kara Ali⁽²⁾ and Mohammad Ahmad⁽¹⁾

(1). Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Tishreen, Latakia, Syria.

(2). High Institute of Marine Research, Tishreen University, Latakia, Syria.

(*Corresponding author: Ritta Alhayek, E- Mail: rittadnanalhaik@tishreen.edu.sy)

Received: 6/01/2022 Accepted 23/05/2022

Abstract

The research was carried out in Latakia province in green house in Jableh countryside during 2019 to test the efficacy of the pesticide chlorantraniliprole and Silica Nano particles in addition to their mixture against the larvae of tomato *tuta absoluta* under greenhouse conditions. The results showed that there were significant differences between all treatments and the control in terms of the number of live larvae /plant, and the most effective pesticide was chlorantraniliprole 63.85% after 7 days of the first spray, and it reached 69.95 a week after the second spray in a row, followed by Nanosilica particles 750 and 1000 ppm with a percentage of 53.83 and 55%, respectively, and its efficacy increased to 67 and 69%, a week after the second spray also, respectively. The pesticide chlorantraniliprole and Silica Nano particles 1000ppm reduced the number of the larvae tunnels with a significant difference with the control and the rest of the treatments in all periods of the experiment, and the percentage of decrease was 41 and 32.4% respectively after three weeks of spraying while it was 26.6 and 15.4% in the treatment Silica Nano particles 750ppm and the pesticide mixture

chlorantraniliprole with Silica Nano particles (250ppm) respectively at the same period .The results showed that each of the pesticide chlorantraniliprole and Silica Nano particles 1000 ppm was significantly superior to the rest of the treatments in terms of the severity of infection by the hoof on the fruits, and their efficacy was 76.8 and 63.1%, respectively, and the treatments of Silica Nano particles 750 ppm and (chlorantraniliprole + Silica Nano particles) reduced the severity of infection on fruits by 50.8 and 53.7% with a significant difference between it and the control after two weeks of the second spray.

Keywords: Nanosilica, chlorantraniliprole, efficacy, tomato moth, infection severity.