The efficacy of flubendiamide and chlorantraniliprole and silica nano particles against of the tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) under greenhouse conditions

Dr. Samir Tabbache*
Dr. Ahmad Kara Ali **
Dr. Mohammed Ahmad ***
Ritta Alhayek****

(Received 18 / 11 / 2019. Accepted 16 / 3 /2020)

□ ABSTRACT □

The efficacy of flubendiamide, chlorantraniliprole and nanosilica particles was tested against *Tuta absoluta* under plastic house conditions where both pesticides were used at the recommended concentrations (0.4 g / l and 0.31 ml / l) and nanosilica at ppm500.

The results showed significant differences between all treatments and control in terms of the number of live larvae / plants. The efficacy of flubendiamide and chlorantraniliprole was 51.37 and.63.85 % after 7 days of the first spray and reached 52.33 and 69.95 after 7 days of the second spray, respectively. Efficacy of nanosilica particles has ranged from 36.14 to 55.15, respectively.

All treatments reduced the number of infested fruits with a significant difference with the control, where the reduction was 63.83% for flubendiamide treatment, 64.62% for chlorantraniliprole and 37.11% for nanosilica particles on the tenth day after the first spray and reached 37.5, 58.7 and 34.81% respectively. 9 days from the second spray. The results showed the efficacy of flubendiamide, chlorantraniliprole and nanosilica particles in reducing the severity of the infection on fruits and reached 40, 26.3 and 23.2%, respectively after 10 days of the first spray compared to the control and reached 51.8, 76.8 and 42.4% after 9 days. of the second spray, compared to the control. There were significant differences between chlorantraniliprole and all the rest of the treatments.

Keywords: tomato leaf miner, insecticides, flubendiamide, chlorantraniliprole , nanosilica particles.

***Professor, Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, TishreenUniversity, Latakia, Syria.**
**** Professor Assistance. Marine Chemistry Department. Higher Institute Of Marine Research . Tishreen university, Latakia, Syria.**
***** Professor, Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, TishreenUniversity, Latakia, Syria.**
****** Postgraduate Student (Ph.D). Faculty of Agriculture. Tishreen University. Latakia. Syria**
Email: rittahaik@hotmail.com .

فعالية المبيدين فلوبنديايميد flubendiamide و كلورانترانيليبرول chlorantraniliprole وجزيئات النانوسيليكا في مكافحة حافرة أنفاق أوراق البندورة *Tuta absoluta* (Meyrick) في ظروف البيت البلاستيكي

د. سمير طباش*

د. أحمد قره علي**

د. محمد أحمد***

ريتا الحايك****

(تاريخ الإيداع 18 / 11 / 2019. قبل للنشر في 16 / 3 / 2020)

ملخّص

تمَّ اختبار فعالية المبيدين فلوبنديايميد flubendiamide، وكلورانترانيليبرول chlorantraniliprole وجزيئات النانوسيليكا ضد حافرة أنفاق أوراق البندورة *Tuta absoluta* تحت ظروف البيت البلاستيكي، حيث استخدم المبيدان بالتراكيز المنصوح بها (0.4 غ/ ل و 0.31 مل/ ل) والنانوسيليكا بالتركيز 500 ppm.

أظهرت النتائج وجود فروق معنوية بين جميع المعاملات والشاهد ، من حيث عدد اليرقات الحية / النبات ، حيث بلغت فعالية المبيدين flubendiamide ، chlorantraniliprole 51.37 و 63.85 % بعد 7 أيام من الرشة الأولى ، ووصلت إلى52.33 و 69.95 بعد 7 أيام من الرشة الثانية على التوالي ، أما جزيئات النانوسيليكا فقد بلغت فعاليتها 36.14 و 55.15 على التوالي.

خفضت جميع المعاملات عدد الثمار المصابة بفرق معنوي بالمقارنة مع الشاهد، حيث بلغت نسبة التخفيض 63.83% في معاملة flubendiamide و 64.62% في معاملة chlorantraniliprole و37.11% في المعاملة بجزيئات النانوسيليكا ، و ذلك في اليوم العاشر بعد الرشة الأولى ، ووصلت إلى 37.5، 58.7 ،34.81 % على التوالي بعد 9 أيام من الرشة الثانية. بينت النتائج فعالية كل من المبيد flubendiamide و chlorantraniliprole و جزيئات النانوسيليكا في تخفيض شدة الإصابة بالحافرة على الثمار، وقد بلغت 40 ، 26.3 و 23.2 % على التوالي بعد 10 أيام من الرشة الأولى بالمقارنة مع الشاهد ، ووصلت إلى 51.8، 76.8و 42.4 % بعد 9 أيام من الرشة الثانية بالمقارنة مع الشاهد أيضاً مع تفوق معاملة المبيد كلورانترانيليبرول chlorantraniliprole على بقية المعاملات.

الكلمات المفتاحية: حافرة أنفاق أوراق البندورة، مبيدات حشرات، flubendiamide، chlorantraniliprole جزيئات النانوسيليكا.

* أستاذ – قسم وقاية النبات – كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

** أستاذ – قسم الكيمياء البحرية – المعهد العالي للبحوث البحرية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

*** أستاذ –قسم وقاية النبات– كلية الزراعة– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.

**** طالبة دراسات عليا (دكتوراه) – كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية rittahaik@hotmail.com

مقدمة:

تعد حافرة أوراق البندورة *Tuta absoluta* (Meyrick 1917) من أهم الحشرات الضارة التي تفتك بمحصول البندورة في كثير من بلدان العالم ،ومنها دول حوض المتوسط ، وهي آفة عابرة للحدود ، و تشكل تهديداً لإنتاج البندورة في البيوت المحمية ، والحقول المكشوفة (Desneux *etal*,2010)، وقد 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 (Desneux *etal*,2010). سُجلت للمرة الأولى في سورية في شهر شباط عام 2010 (Hatim,2010).

تساعد الظروف البيئية المتوفرة في البيوت البلاستيكية ، من حيث درجة الحرارة ، والرطوبة المرتفعة ، على حدوث إصابات مرضية ، وحشرية ونيماتودية، مما يتطلب استخدام المبيدات لمكافحتها بتراكيز عالية (Haarstad *et al.*, 2012)، حيث تعتبر مكافحة تلك الآفات هي الشغل الشاغل، والعمل الأساس للمنتجين(Hatim,2010).

يمكن أن تصيب *T. absoluta* نباتات البندورة من مرحلة الشتول حتى النباتات الناضجة. تتغذى يرقات هذه الحشرة وتتطور على جميع أجزاء النبات فوق سطح التربة ، تضع الأنثى من 230– 260 بيضة بشكل إفرادي على السطح السفلي للأوراق غالباً كما يوضع البيض على القمم النامية والساق (Harizanova *etal*., 2009). تخترق اليرقات الخارجة من البيض الأوراق وتتغذى على النسيج النباتي بين بشرتي الورقة (الميزوفيل) حافرة أنفاقاً رفيعة ومتعرجة (غير منتظمة) حيث تنمو وتتطور بداخلها ، وتصبح الأنفاق متلفة متماوتة في حال الإصابة الشديدة ، مما يخفض عملية التمثيل الضوئي، وبالتالي الإنتاج (Vargas, 1970).

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

دُرس تأثير المبيد فلوبنديامید على حافرة أنفاق أوراق البندورة مخبرياً ، بمعاملة أوراق بندورة معداة بيرقات *T.absoluta* بالمبيد بيلت Belt 24 WG (flubendiamide) بتركيز 25 ghl/ (0.25 غ /ل) ، حيث كانت الفعالية في اليوم الثالث 73.33 % ، ثم وصلت إلى 80% في اليوم السادس والتاسع بعد المعاملة (Deleva and 2014, Harizanova). ولكن وجد البعض أن المكافحة الكيميائية صعبة ، كون اليرقات تعيش داخل أنفاق في الأوراق و الثمار و الساق، بالإضافة للقدرة التكاثرية العالية للآفة، و لمدة أجيالها القصيرة ، والمتعددة ،مما يزيد مقدرة الآفة على تطوير سلالات مقاومة للمبيدات (Lietti *et al*., 2005; NAPPO,2012) ، إضافة إلى كون هذه المبيدات سامة وضارة بصحة الإنسان ، وإن متبقياتها يمكن أن تخترق أنسجة النبات، وتظهر في الثمار والأوراق (Council directive,1991). انطلاقا من هذه النقطة فقد ازدادت الحاجة لاستخدام مواد آمنة بيئياً مثل المواد النانوية في مجال مكافحة الآفات ، حيث يصبح إمكانية كبيرة لاستخدامها في السيطرة على الآفات الزراعية ، إذا تم توظيفها بطريقة صحيحة (Biswal *et al.*, 2012). تسمى التقنية التي تستخدم المواد النانوية تقنية النانوNanotechnology و وفقاً ل Bhattacharyyal وآخرين (2010) فإن كلمة" Nano " مشتقة من الإغريقية وتعني قزمي(دقيق) أو صغري وبمصطلح أكثر تقِنية فإن كلمة (نانو) تعني 10^{-9} أي واحد جزء من مليار من مادة ما. وعموماً فقد تم تطوير تقنية النانو بناءاً على استخدام جزيئات بحجم بين 1و100نانومتر.

تعتبر هذه المواد ذات الحجم الصغير، 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 النانوسيليكا ، وبقية المواد النانوية ، يمكن أن تلعب دوراً هاماً في تطوير تقنيات إدارة الآفات في محصول البندورة وغيره من المحاصيل (Barik *etal*.,2008).

تعود آلية تأثير مركبات النانو السيليكا ، إلى ادمصاصها على الدهون ، الموجودة في كيوتيكل جسم الحشرة ، مما يؤدي إلى تخريب الطبقة الشمعية ،المؤلفة من أحماض دهنية مختلفة وليبيدات ، والتي تعمل كطبقة تحمي من فقدان الماء، مما يؤدي لموت الحشرة بالجفاف . يوجد افتراض يقول بأن الخواص الإبادية لجزيئات النانوسيليكا تجاه الحشرة ، تعود إلى حجم جزيئات السيليكا ، وليس للمجموعات التي ترتبط بها، وبذلك فإن الطريقة الفيزيائية في عمل السيليكا يجعلها مفضلة وفعالة ، حيث إن الحشرات لن تستطيع تطوير مقاومة جينيةأو فيزيولوجية ،ولكنها قد تطور استجابة سلوكية لهذه الجزيئات عن طريق تجنبها (Ebeling ,1971).

أثبتت جزيئات النانوسيليكا 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، وقد أثبت Debnath (2011) فعالية جزيئات النانوسيليكا ذات الأبعاد 15-30 nm في مكافحة سوسة الرز *Sitophilus oryzae* (L.) ،حيث سببت موت بالغات السوسة بنسبة فوق 80% في اليوم الثاني بعد المعاملة عند استخدام السيليكا بتركيز 1 غ/ كغ ، وأكثر من 90% عند زيادة الجرعة إلى 2 غ/ كغ عند المدة ذاتها.

كما حققت جزيئات نانو سيليكا فعالية كبيرة ، ضد حشرة حافرة البندورة ، تحت ظروف البيت البلاستيكي ،عند رشها بتركيز بتركيز 500 ppm ، وسببت انخفاضاً في عدد اليرقات الحية بعد أسبوع من أول رشة بمقدار 66.67%، ووصلت الفعالية بعد أسبوعين إلى 100% ، وبقيت كذلك بعد ثلاثة وأربعة أسابيع، تحت ظروف البيت البلاستيكي (Derbalah *etal*.,2012).

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

كما تمت دراسة تأثير جزيئات النانوسيليكا جيل، ضد حافرة البندورة في ظروف البيت البلاستيكي، بالمقارنة مع سيليكا جيل، حيث تم رش النباتات بمعدل5 غ/ ل لكل من المادتين ، وتمت مراقبتها ، وحساب متوسط نسبة الإصابة بعد 20 يوماً من الرش ، التي بلغت 4.2% في معاملة النانوسيليكا، بينما بلغت 10 % في معاملة سيليكا جيل ، و في الشاهد 29.2 %، وقد بلغ متوسط نسبة الإصابة في نهاية التجربة(بعد 120 يوماً) في الشاهد 99% مقابل59% في معاملة السيليكا جيل و12% في معاملة النانوسيليكا (Sabbour and Hussein ,2016).

تأتي أهمية البحث من خطورة حشرة حافرة أوراق البندورة التي تصيب محصول البندورة سواء في البيوت المحمية أو الزراعة الحقلية ، إذ تسبب أضرار اقتصادية خطيرة بالإضافة إلى الأهمية الغذائية والاقتصادية لمحصول البندورة ، إذ يعتبر من المحاصيل الاستراتيجية في القطر العربي السوري، ويهدف البحث إلى:

تقييم فعالية المبيدين flubendiamide ، chlorantraniliprole و جزيئات النانوسيليكا ضد يرقات حافرة أوراق البندورة *T .absoluta* و في خفض نسبة وشدة الإصابة على ثمار البندورة في البيت البلاستيكي.

طرائق البحث ومواده:

1- مواد البحث :

استخدم في هذا البحث جزيئات النانوسيليكا بالمقارنة مع المبيدين flubendiamide وchlorantraniliprole و يبين الجدول 1 المواد والمبيدات المستخدمة في التجربة .

جدول 1: المواد المستخدمة في التجربة:

الاسم التجاري	المادة الفعالة ونسبتها%	المجموعة الكيميائية	التركيز المستخدم (مبيد تجاري)
تاكومي Takumi	flubendiamide حبيبات قابلة للبلل 20%	Diamide	0.4 غ/ ل
كوراجين Coragen ®	chlorantraniliprole معلق مركز 20%	Diamide	0.31 مل/ ل
جزيئات النانوسيليكا	% 100 SiO2		ppm 500

2- طرائق البحث :

2-1- تحضير جزيئات النانوسيليكا:

تم تحضير جزيئات النانوسيليكا وفق طريقة Patel and Patel (2014)، حيث تمت إضافة حمض كلور الماء HCL بتركيز 2.5% إلى ميتا سيليكات الصوديوم المنحلة في الماء بمقدار(30 غ/ 300 مل ماء) مع التحريك المستمر 250 دورة / دقيقة على حرارة 60 س˚ حتى تشكل سيليكا جيل . أخذ20 غ من سيليكا جيل ووضعت في 100 مل ماء مع إضافة عدة قطرات من حمض فلور الهيدروجين HF بالتدريج مع التحريك المستمر(250 دورة / دقيقة) على حرارة 60 س ˚ حتى يصبح المحلول رائقا ، ثم تم ترشيح المحلول باستعمال ورقة الترشيح Watt Man قياس 1 و تم تبخير المادة الراشحة للحصول على مسحوق أبيض حيث يتم غسله بالماء المقطر ثم جفف في الفرن على حرارة 80 C ˚ كررت عملية الغسل 4-5 مرات والمنتج النهائي تم تجفيفه في الفرن على حرارة C100 ˚ لأكثر من 24 ساعة و من ثم ترميده.

2- 2 تقييم فعالية المبيدين flubendiamide وchlorantraniliprole وجزيئات النانو سيليكا في مكافحة حشرة حافرة البندورة في البيت البلاستيكي :

زرعت شتول بندورة هجين أرجوان (جيل أول) في بداية شهر آذار ، موسم ربيع 2019 ،ضمن بيت بلاستيكي في قرية تل صارم –جبلة ترتفع 450 م عن سطح البحر، و تم إجراء العمليات الزراعية المناسبة. تمت تغطية أبواب البيت البلاستيكي بشباك بعد التشتيل ، لمنع دخول الحشرات ، حتى وقت تنفيذ التجربة ، وبعد ذلك تمت إزالة الشباك للسماح لفراشات الحافرة بالدخول، و إحداث الإصابة الطبيعية.

تم إجراء رشتين : أول رشة بعد 15 يوم من إزالة الشباك بتاريخ 6/20 /2019 ،والثانية بعد 15يوم من الرشة الأولى، أخذت القراءات قبل 1 يوم من الرش، وبعد1 و3 و5 و7 و10 و 14 يوم من الرشة الأولى ، ومن ثم بعد 3 و 5 و7 أيام من الرشة الثانية.

وقد اعتمدنا في تصميم التجربة نظام القطاعات العشوائية الكاملة ، حيث تضمنت التجربة أربع معاملات، المعاملة الأولى للمبيد flubendiamide ، والثانية للمبيد chlorantraniliprole ، والثالثة جزيئات النانوسيليكا والرابعة للشاهد، 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 نباتات البندورة بشكل عشوائي ، من المستويات الثلاث: الأعلى والأوسط والأسفل لكل نبات ، وفي كل مكرر، بالتالي سيكون لدينا 40 وريقة في كل مكرر و(160 وريقة /المعاملة) وحسب عدد اليرقات الحية من كل الأعمار على الوريقات المأخوذة من كل مكرر، ومن ثم متوسط عدد اليرقات الحية / المكرر ومتوسط عدد اليرقات الحية على النبات الواحد.
- حسبت فعالية المبيدات باستخدام معادلةHenderson and Tilton(1955).

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

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

3-2-3 النسبة المئوية للثمار المصابة وتحديد الضرر الظاهري :

تم أخذ عينة من ثمار البندورة الناضجة من كل معاملة بشكل عشوائي، من أجل حساب النسبة تحديد تكرار وشدة الإصابة بالحافرة وفق السلم الآتي (El- Saadany, *et.al*. 1985).

T.absoluta

جدول (2) درجة وشدة إصابة الثمار بحافرة أوراق البندورة

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

حُدد الضرر الظاهري Damage scoring لمحصول البندورة في كل معاملة نتيجة الإصابة بحافرة البندورة *T .absoluta* وفقاً لمعادلة (El- Saadany, *et.al*. 1985) كالآتي:

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

حيث N: عدد ثمار البندورة التي تحوي الإصابة لكل درجة.

V: درجة الإصابة في كل متغير.

Z: أعلى درجة إصابة.

S: عدد الثمار الكلية.

كما تم حساب النسبة المئوية للثمار المصابة في كل معاملة من خلال المعادلة التالية :

نسبة الثمار المصابة %=عدد الثمار المصابة/ العدد الكلي للثمار x 100

وحسبت نسبة الانخفاض في عدد الثمار المصابة وشدة الإصابة بالحافرة من خلال المعادلة :

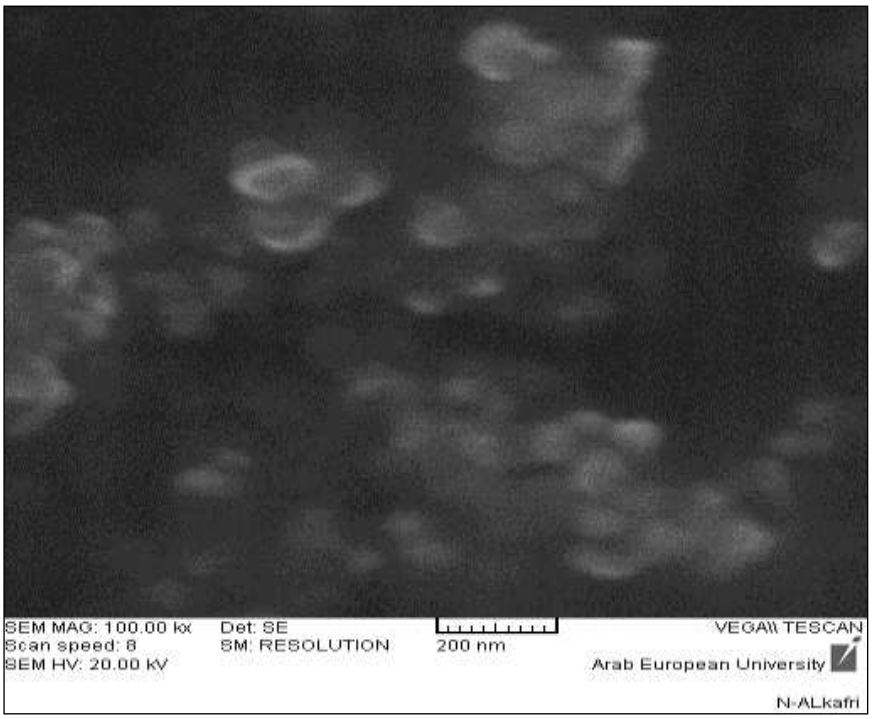
$$\text{معدل الانخفاض في العدد/ شدة الإصابة} = \frac{\text{عدد /شدة الإصابة على الثمار في الشاهد- عدد /شدة الإصابة في المعاملة}}{\text{عدد/شدة الإصابة على الثمار في الشاهد}} \times 100$$

حللت النتائج إحصائياً باستخدام برنامج Genstat-12، واختبار ANOVA (no Bloking) ، ومقارنة الفروق بين المتوسطات باستخدام اختبار أقل فرق معنوي LSD 5% واختبار Dunkan.

النتائج والمناقشة:

1 – تحضير جزيئات نانوسيليكا:

تم التأكد من شكل وأبعاد جزيئات النانوسيليكا التي تم تحضيرها من خلال المجهر الالكتروني الماسح في مخابر هيئة الطاقة الذرية بدمشق. بلغ متوسط أبعاد جزيئات النانوسيليكا المتشكلة nm39.48 الشكل 1.



شكل1 : جزيئات النانوسيليكا بواسطة المجهر الالكتروني الماسح.

2- فعالية المواد المختبرة ضد يرقات حافرة البندورة *T.absoluta* في البيت البلاستيكي:

درس تأثير المبيدين flubendiamide و chlorantraniliprole بالتراكيز المنصوح بها وجزيئات النانوسيليكا بالتركيز 500 ppm ضد يرقات حافرة أنفاق أوراق البندورة، وتم حساب عدد اليرقات الحية على النبات خلال رشتين بفواصل زمنية مختلفة (جدول 3)، وبعد ذلك تم حساب فعالية المبيدات من خلال معادلة هندرسون وتلتون (1955).

جدول (3): متوسط عدد اليرقات الحية / النبات في المعاملات خلال رشتين.

المعاملة	الأيام								
	الرشة الأولى				الرشة الثانية				
	قبل 1	بعد 3	5	7	10	14	3	5	7
flubendiamide 0.4غ/ل	1.96	1.33 a	1.15 a	1.91 a	2.04 b	4.89 b	3.56 a	2.44 a	3.46 b
chlorantraniliprole 0.31 مل /ل	1.42	1.28 a	1.07 a	1.42 a	1.83 a	4.08 a	3.61 a	2.47 a	1.82 a
Nano silica 500 ppm	1.25	1.42 a	1.24 a	1.6 a	2.67 b	3.74 a	3.11 a	2.44 a	2.49 a
الشاهد	2.35	2.71 b	3.07 b	4.71 b	6.53 c	6.70 b	8.97 b	9.44 b	9.96 c
قيمة LSD %5		0.22	0.358	0.7186	0.732	0.847	0.9	1.002	0.8782

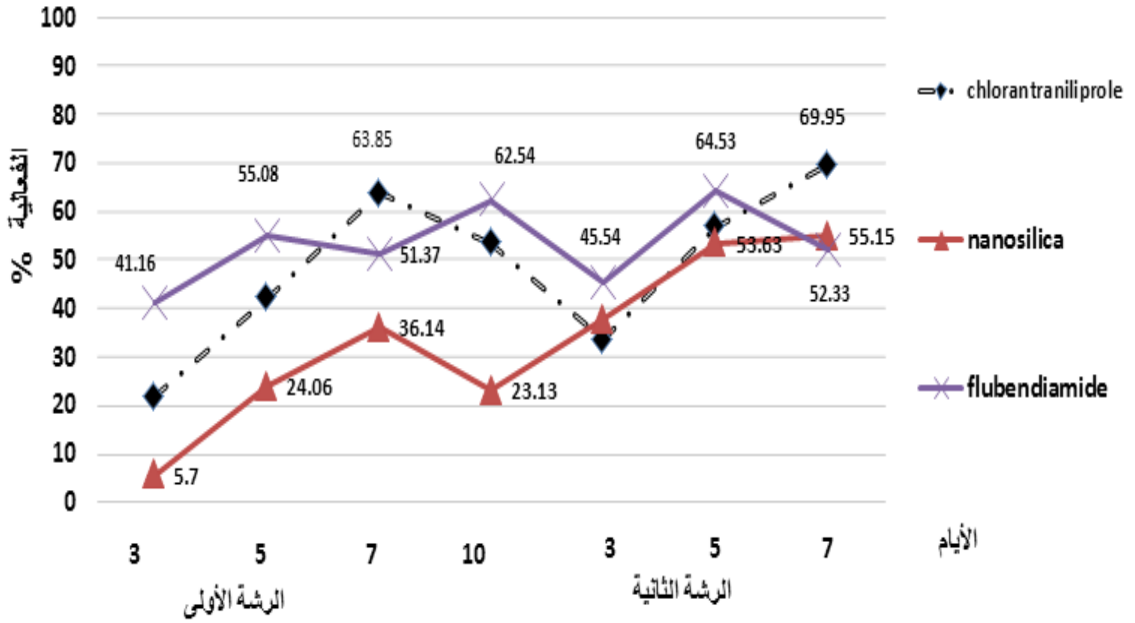
يتضح من الجدول 3 وجود فروق معنوية بين جميع المعاملات والشاهد (2.71) منذ اليوم الثالث بعد الرشة الأولى من حيث متوسط عدد اليرقات الحية/ النبات الذي بلغ في معاملة flubendiamide 1.33 يرقة /النبات وفي معاملة chlorantraniliprole 1.28 وفي معاملة جزيئات النانوسيليكا 1.42. وقد بلغت الفعالية 41.16%، 21.83% و5.7% على التوالي مخطط (1). بقيت الفروق معنوية بين الشاهد (4.71) و المعاملات flubendiamide (1.91) و chlorantraniliprole (1.42) و جزيئات النانوسيليكا (1.6) يرقة/ النبات ووصلت الفعالية إلى 51.37، 63.85 و 36.14 على التوالي في اليوم السابع بعد الرشة الأولى. وهذه النتائج تتوافق مع نتائج البحث الذي قامت به Alhayek (2017) لدراسة فعالية المبيد تاكومي (flubendiamide) ضد يرقات حافرة البندورة ضمن ظروف نصف حقلية إذ بلغت نسبة القتل 46.8% بعد 4 أيام من الرش ووصلت إلى 65.72 بعد 8 أيام .

كما تتوافق هذه النتائج مع Mahmoud وآخرين (2014) اللذين درسوا تأثير المبيد Coragen (chlorantraniliprole) بمعدل 250 مل / 200 ل ماء / فدان ضد يرقات حافرة البندورة *T .absoluta* في الحقل وكانت نسبة الانخفاض في عد اليرقات الحية 51.2 بعد 3 أيام من الرش ووصلت بعد 7 أيام إلى 63.5 %.

ازدادت فعالية كل من المبيدات و النانوسيليكا بعد الرشة الثانية (بعد 15 يوم من الرشة الأولى) حيث بلغت فعالية المبيد flubendiamide 45.54% بعد ثلاثة أيام من الرشة الثانية ووصلت إلى 64.53 % في اليوم الخامس وإلى 52.33% بعد 7 أيام من الرشة الثانية.

بالنسبة للمبيد chlorantraniliprole فقد أثبت فعالية كبيرة في خفض عدد اليرقات الحية للحافرة ووصلت فعاليته إلى 33.81 و 56.97 و 69.95% بعد 3 و 5 و7 أيام من الرشة الثانية . وهذه النتائج تتوافق مع Hanafy و El-Sayed (2013) اللذين درسا فعالية المبيد Coragen 20% SC (chlorantraniliprole) بمعدل 200 مل/ الفدان (476.2غ/ هـ) في مكافحة *T .absoluta* في الحقل حيث خفض المبيد chlorantraniliprole نسبة الإصابة من 55 إلى 37.5 % في اليوم السابع بعد الرشة الأولى ووصلت نسبة الإصابة إلى 22.5 % بعد ثلاث أيام من الرشة الثانية و 25% في اليوم السابع بعد الرشة الثانية بفاصل 7 أيام بين الرشتين.

كما حققت جزيئات النانوسيليكا بالتركيز 500 ppm فعالية واضحة في مكافحة حافرة البندورة بعد ثلاث أيام من الرشة الثانية بلغت 37.8% مع فرق معنوي مع الشاهد ووصلت هذه الفعالية إلى 53.63 و 55.15% بعد 5 و 7 أيام من الرشة الثانية ، وتتوافق هذه النتيجة مع نتائج الدراسة التي قام بها Derbalah وآخرون (2012) حيث خفضت جزيئات النانوسيليكا (500 ppm) عدد اليرقات الحية بمقدار66.67%بعد أسبوع من أول رشة، ووصلت الفعالية بعد أسبوعين إلى 100% (بعد أسبوع من الرشة الثانية بفاصل 7 أيام عن الرشة الأولى).



مخطط(1): فعالية المبيدين flubendiamide و chlorantraniliprole
وجزيئات النانوسيليكا في خفض عدد اليرقات الحية لحافرة البندورة *T.absoluta*.

2- تأثير المبيدات و النانوسيليكا في خفض نسبة إصابة الثمار بحافرة البندورة *T.absoluta*:

تم أخذ عينات عشوائية من الثمار الناضجة من مكررات المعاملات المختلفة وحسب عدد الثمار المصابة وعدد الثمار الكلية ومنه حسبت النسبة المئوية للثمار المصابة كما هو موضح في الجدول(4).

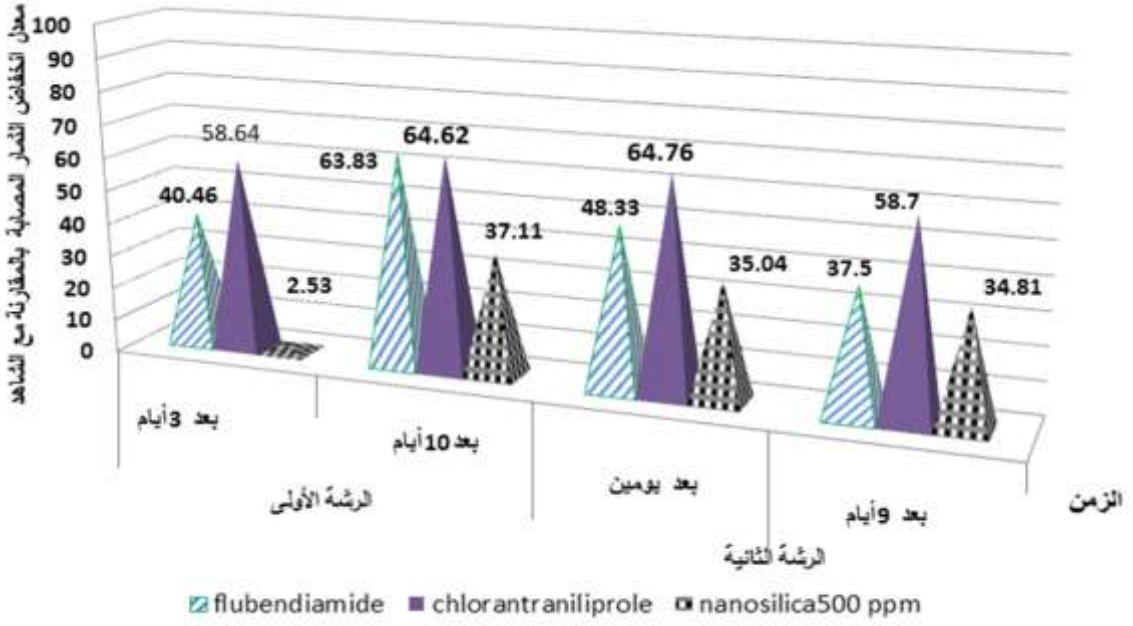
جدول(4): النسبة المئوية للثمار المصابة بحافرة البندورة *T.absoluta* في معاملة المبيد flubendiamide وchlorantraniliprole و جزيئات النانوسيليكا.

المعاملات		الرشة الأولى 2019/6/20		الرشة الثانية 2019/7/5	
	قبل 1 يوم 2019/6/19	بعد 3 يوم 2019/6 /23	بعد10 يوم 2019/6 /30	بعد 2 يوم 2019/7 /7	بعد 9 يوم 2019 /7/14
flubendiamide 0.4 غ/ل	8.39	16.67 a*	21.02a	28.12 ab	44.01 b
chlorantraniliprole 0.31 مل /ل	13.36	11.58 a	20.56 a	19.18 a	29.08 a
Nanosilica 500ppm	5.79	27.29 b	36.55 b	34.06 b	45.9 b
الشاهد	5.89	28 b	58.12c	54.43 c	70.42 c
LSD 0.05		6.523	8.882	9.19	11.669

القيم التي يتبعها حروف متشابهة في نفس العمود لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى معنوية5%.

يتضح من الجدول(4) تفوق كل من معاملة flubendiamide (16.67%) و chlorantraniliprole (11.58%) على معاملة الشاهد(28%) من ناحية النسبة المئوية للثمار المصابة ، بينما لم توجد فروق معنوية بين معاملة الشاهد و ومعاملة النانوسيليكا (27.29 %) في اليوم الثالث بعد الرشة الأولى. أما بعد 10 أيام من الرشة الأولى فقد تفوقت جميع المعاملات على الشاهد(58.12 %)، حيث خفضت المعاملة flubendiamideنسبة الثمار المصابة بمقدار 63.83 % وبلغت نسبة التخفيض للمعاملة chlorantraniliprole بمقدار 64.62% بالمقارنة مع الشاهد مع وجود فرق معنوي بينهما ، كما خفضت معاملة النانوسيليكا نسبة إصابة الثمار بمقدار37.11% (مخطط 2)،

زادت الفروق المعنوية بين المعاملات والشاهد في اليوم التاسع بعد الرشة الثانية وبلغت نسبة الانخفاض في الثمار المصابة 37.5 و 58.7 و 34.8 % بالنسبة للمبيد flubendiamide و chlorantraniliprole و النانوسيليكا على التوالي بالمقارنة مع الشاهد.



مخطط(2): معدل انخفاض عدد الثمار المصابة بحافرة البندورة ف
ي معاملات المبيدين flubendiamide و chlorantraniliprole وجزيئات النانوسيليكا بالمقارنة مع الشاهد.

4- تحديد الضرر الظاهري على الثمار المصابة و تقدير شدة الإصابة على الثمار :

يعتبر التلف الناتج عن حافرة أنفاق أوراق البندورة على ثمار البندورة أحد مظاهر التلف 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, ; Ibrahim *et al*., 2012 2011). وتتمثل الإصابة بدرجات مختلفة يعبر عنها بنسبة مئوية مقابل كل درجة من درجات الإصابة (جدول 2) ، وعليها تم الاعتماد في حساب الضرر الظاهري للثمار نتيجة الإصابة بحافرة البندورة من خلال تطبيق المعادلة(El- Saadany, *et.al*. 1985) :damage scoring

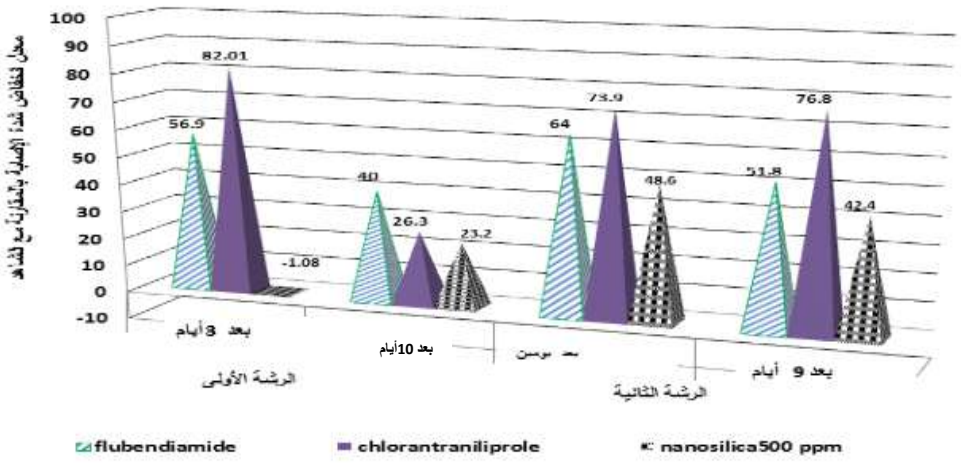
يبين الجدول 5 عدم وجود فروق معنوية بين معاملة الشاهد (8.33 %) و معاملة النانوسيليكا(9.42%) بعد 3 يوم من الرش من حيث شدة الإصابة ، بينما كانت الفروق معنوية بين الشاهد وكل من المبيدين flubendiamide (3.66%) و chlorantraniliprole(1.5%).كما توضح النتائج بأن معاملة chlorantraniliprole (6.17%) التي يقابلها إصابة خفيفة على سلم الإصابة جدول(2) تفوقت على معاملة flubendiamide (12.82%) و النانوسيليكا (15.32) اللتين يقابلهما إصابة متوسطة، وتفوقت أيضاً على معاملة الشاهد (26.75 %)التي يقابلها إصابة شديدة و ذلك في اليوم التاسع بعد الرشة الثانية وهذا ما يتوافق مع ما ذكره تقرير EPPO (2005) بأن الحافرة تسبب دمار المحصول في حال عدم إجراء المكافحة وتؤكد دور المبيدات في التخفيف من الضرر الحاصل نتيجة الإصابة بالحافرة.

جدول (5) : شدة إصابة الثمار بحافرة البندورة *T.absoluta* خلال أربع أسابيع من المعاملة بالمبيدين flubendiamide و chlorantraniliprole وجزيئات النانوسيليكا.

المعاملات	قبل 1 يوم	بعد 3 أيام من الرش 2019/6 /23	بعد 10 أيام من الرشة الأولى 2019/6 /30	بعد 2 يوم من الرشة الثانية 2019/7 /7 2	بعد 9 يوم من الرشة الثانية 2019 /7/14
flubendiamide 0.4 غ/ل	1.9	3.66 a	5.88 a	7.48 b	12.82 b
chlorantraniliprole 0.31 مل /ل	2.71	1.5 a	7.22 ab	5.41 a	6.17 a
nanosilica 500ppm	6.06	9.42 b	7.52 ab	10.66 c	15.32 c
الشاهد	1.23	8.339 b	9.79 b	20.75 d	26.575 d
lsd 5%		1.994	2.761	1.803	1.994

*القيم التي يتبعها حروف متشابهة في نفس العمود لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى معنوية5%.

بينت النتائج التأثير الواضح لكل من المبيد flubendiamide وchlorantraniliprole و جزيئات النانوسيليكا (500 ppm) في تخفيض شدة الإصابة بالحافرة على الثمار، وقد بلغ معدل الانخفاض 40 ، 26.3 و 23.2 % على التوالي بالمقارنة مع الشاهد، وذلك بعد 10 أيام من الرشة الأولى، ووصل إلى 51.8، 76.8و 42.4 % بعد 9 أيام من الرشة الثانية بالمقارنة مع الشاهد أيضاً (مخطط 3). تعود فعالية جزيئات النانوسيليكا إلى تأثير السيليكون على سلوك اليرقات من خلال آليتين : أولها أن السيليكا تخفض من قابلية الأوراق للهضم ، 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 السليكون يؤدي إلى انفصال الغشاء القاعدي للمعدة الوسطى لليرقة ، والذي يمكن أن يميز التأثير المحتمل لهذا العنصر السام على يرقات *Tuta absoluta* مما يؤدي إلى انخفاض تغذية اليرقة وبالتالي تخفيض ضررها (Dos Santos *et al*.,2015).



مخطط(3): معدل انخفاض شدة الإصابة بحافرة أوراق البندورة على الثمار في المعاملات flubendiamide ، chlorantraniliprole و جزيئات النانوسيليكا بالمقارنة مع الشاهد.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

1. خفض المبيدان flubendiamide وchlorantraniliprole من نسبة الإصابة بحافرة البندورة ونسبة إصابة الثمار وشدة إصابة الثمار .

2. حققت جزئيات النانوسيليكا بالتركيز 500 ppm فعالية في خفض عدد اليرقات الحية لحافرة البندورة إضافة إلى تقليل عدد الثمار المصابة، و تخفيض الضرر الظاهري على ثمار البندورة المصابة.

التوصيات :

1- متابعة دراسة جزيئات النانوسيليكا بتراكيز مختلفة للوصول إلى أفضل تركيز يحقق فعالية كافية لحماية محصول البندورة من أضرار حافرة البندورة.

2- استخدام المبيد chlorantraniliprole بالتركيز المنصوح به في مكافحة حافرة البندورة في الظروف المحمية .

Reference:

1. Al hayek R. Efficacy of some insecticides to control tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick,1917). Master thesis, plant protection department, Agricultural Faculty of Agricultural engineering, Tishreen University. 2017,pp 64.
1. Barik TK, Sahu B, Swain V. Nanosilica-from medicine to pest control. Parasitol. Res.103(2): 2008, 253-258.
2. Bhattacharyya, A., Bhaumik, A., Rani, P. U., Mandal, S. and Epidi, T. T.. Nano-particles- A recent approach to insect pest control. African Journal Biotechnology, 9(24): 2010, 3489-3493
3. Biswal SK, Nayak AK, Parida UK, Nayak P. .Applications of nanotechnology in agriculture and food sciences. IJSID. 2(1):2012 , 21-36.
4. Council directive 91/414/EEC. 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, l350: 1991, pp71.
5. Debnath, N., Das, S. and Seth, D.. Entomotoxic effect of silica nanoparticles against Sitophilus oryzae (L.). Journal of Pest Science, 84: 2010, 99–105.
6. Deleva A E; Harizanova BV. Efficacy evaluation of insecticides on larvae of the tomato borer *tuta absoluta*, Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) under laboratory. Journal of international Scientific publications: Agriculture and Food , Vol 2 : 2014, 158- 164.
7. Derbalah SA; Morsey ZS ; El-Samahy M.. Some recent approaches to control *Tuta absoluta* in tomato under greenhouse conditions. African Entomology .20: 2012, 27-34. .
8. Desneux N;Wajnberg E;Wyckhuys K; Burgio G; Arpaia S; arva´ez-Vasquez C;Gonza´lez-CabreraJ;Catala´n- RuescasD;TaboneE; Frandon J; PizzolJ; Poncet C; Cabello T; Urbaneja A.Biological invasion of European tomato crops by *Tuta bsoluta*:Ecology,geographic expansion and prospects for biological control.J. Pest. Sci. 83 :2010, 197–215.
9. Dos Santos, M.C., Junqueira, M.R., de Sá, V.M., Zanúncio, J.C. and Serrão, J.E.Effect of silicon on the morphology of the midgut and mandible of tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) larvae. Invertebrate Survival Journal, 12(1) 2015, pp.158-165.
10. Ebeling w. Sorptive dust for pest controle. Annual Review of Entomologu 16: .1971, 123-158.
11. El- Saadany, G. B., Hosny, M. M., Isshak,R. and Hayder, M. F. The damage threshold and economic injury level of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller). The 1st Nat. Conf. Ofpest and Dis. Of veg. And field crops in Ismailia, Egypt. 1985. 283-295**.**
12. El-Samahy M.F.M; El-Ghobary A. M ; Khafagy I. F. Using Silica Nanoparticles and Neemoil Extract as New Approaches to Control Tuta absoluta (Meyrick) in Tomato under Field Conditions .International Journal of Plant & Soil Science 3(10):, 2014 ,1355-1365.
13. EPPO. European and Mediterranean Plant Protection Oganization. *Tuta absoluta*. Bulletin OEPP/ EPPO Bulletin. 35: 2005, 434- 435.
14. Estay, P. P; Ing, Agrónomo ; M , S. La.polilla del tomate *tutabsoluta* (Meyrick). 2000, pp: 1– 4.
15. Haarstad,K; Bavor,J; Roseth,R.Pesticides in greenhouse runoff, soil and plants: A screening. The Open Environment And Biological Monitoring Journal. Vol. 5, 2012, p:1-13.

16. Hanafy E.M. H and El-Sayed W. Efficacy of bio and chemical insecticides in the control of *Tuta absoluta* (Meyrick) and helicoverpa armigera hubner infesting tomato plants. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 7(2): 2013, 943-948.3
17. Harizanova, V., Stoeva, A., & Mohamedova, M. Tomato leaf miner , *Tuta absoluta* (Povolny) (Lepidoptera : Gelechiidae) – first record in Bulgaria, 1: 2009, 95–98.
18. Hatim N. FAO.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. 2010. P:1-13.
19. Henderson, C.F. and E. W. Tilton. Tests with acaricides against the brow wheat mite, J. Econ. Entomol. 48: 1955,157-161.
20. Ibrahim, M. Y; Mehrez, E. A; Edrees, M. S; Aodie, B. I; Al-masrey, A. R. ISSN : 2251-9343 (Online) The First Record to Tomato Leaf miner , *Tuta absoluta* (Povolny) (Lepidoptera : Gelechiidae) at Homs Governorate , Syria, 1(1) 2012, 53–63.
21. Lietti M M M ;Botto E; Alzogaray RA . Insecticide Resistance inArgentine Populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Neotrop Entomol 34: 2005,113–119.
22. Mahmoud , Y,A; Salem,H, A; Shalaby , Sh,E,M; Abdel-Razak, A ,H; Ebadah , I,M .A.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): 2014,P 210-218.
23. Massey, F.P. and Hartley, S.E. Physical defenses wear you down: progressive and irreversible impacts of silica on insect herbivores. Journal of Animal Ecology, 78(1) 2009, pp.281-291.
24. NAPPO. North American Plant Protection Organization.Surveillance Protocol for the Tomato Leaf Miner, *Tuta absoluta* .2012, pp18.
25. Patel B.H ; Patel P.N. Synthesis and Characterization of Silica Nano-Particles by Acid Leaching Technique. Research Journal of Chemical Sciences . Vol. 4(5) 2014, 52-55.
26. Robinson, P. 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 , 2009, pp: 86
27. Sabbour Magda. And Hussein, M. M.2016. Determinations of the effect of using silca gel and nano-silica gel against *Tuta absoluta*(Lepidoptera : Gelechiidae) in tomato fields, *8*(4) 2016, 506–512.
28. USDA, United States Department of Agriculture.New Pest Response Guidelines Tomato Leafminer (*Tuta absoluta*). 2011,PP: 176.
29. Vargas, H." Observaciones sobre la biologia enemigos naturales de las polilla del tomate, *Gnorimoschema absoluta* (Meyrick)". Depto. Agricultura, Universidad del Norte-Arica. 1; 1970,75-110.
30. 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.