توصيف بعض الطرز البريّة من البندورة *Lycopersicum sp* وتقييم حساسيّتها للإصابة بنيماتودا تعقّد الجذور *Meloidogyne* spp.

الدكتور محمّد يحيى معلّا*

الدكتورة نادين ناجي علي**

فرح عبدالرحمن عثمان***

(تاريخ الإيداع 25 / 10 / 2020. قبل للنشر في 2 / 12 / 2020)

□ ملخّص □

تمّ تنفيذ البحث في شركة البيت الأخضر في اللاذقيّة والتي تبعد حوالي 1500م عن مركز مدينة اللاذقية، ضمن بيت بلاستيكي مساحته 45 م^2، خلال عام 2018م. هدف البحث إلى اختبار حساسيّة خمسة طرز وراثيّة بريّة من البندورة (فورتومينو، سيغما، فرح، F3-9، F3-11) للإصابة بنيماتودا تعقّد *الجذور Meloidogyne*، وقد تمت مقارنة هذه الطرز مع الهجين F1 (بستونا). تمّ إعداء الشتول بكثافة مرتفعة من المعلق النيماتودي (3000 يرقة/مل معلق نيماتودي)، وتمّ أخذ القراءات الخاصة بالصفات المورفولوجيّة للنباتات من حيث طبيعة النمو، لون وطبيعة الساق، شكل وحجم ولون الزهرة وعدد الوريقات في الورقة، كما تمّ أخذ بعض مؤشّرات الإصابة بالنيماتودا كمعدّل تعقّد الجذور وعدد كتل البيض/ الجذر. أظهرت النتائج تباين الطرز المدروسة من حيث قوّة النمو حيث أظهر الطرازان F3-11 و F3-9 و الهجين F1 (بستونا) محدودية في النمو في حين تميّز الطرازان سيغما وفورتومينو بقوّة نمو عالية. أما من حيث الحساسية للإصابة بنيماتودا تعقد الجذور فقد أظهرت النتائج تفوّق الطراز سيغما على بقية الطرز المدروسة من حيث مقاومته للإصابة بالنيماتودا حيث سُجّلت عليه أقلّ قيمة في متوسّط عدد كتل البيض على الجذور (9.75 كتلة)، وأقل متوسّط في معدّل التعقّد (2.75)، تلاه الطراز فورتومينو حيث بلغت القيم لمتوسّط عدد كتل البيض على الجذور(10 كتلة)، ومتوسّط معدّل التعقّد (3). بالمقابل، بيّنت النتائج أنّ الطراز F3-11 كان أكثر الطرز حساسيّة للإصابة حيث حقّق أعلى قيمة لمتوسّط عدد كتل البيض إذ بلغت (50.5) ومتوسّط معدّل التعقّد (5)، وبفارق معنوي عن الطراز سيغما.

الكلمات المفتاحيّة: بندورة، توصيف، حساسية، طرز بريّة، نيماتودا تعقد الجذور، *Meloidogyne*.

* أستاذ ، علم الوراثة وتربية النبات، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية .

** مدرس ، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

***طالبة دراسات عليا(ماجستير)، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

Characterization of some wild types of tomato *Lycopersicum sp* and evaluation of their susceptibility to root-knot nematode *Meloidogyne* spp.

Dr. Mohammad Moulla[*]
Dr. Nadin Ali[**]
Farah Abd Al Rahman Othman[***]

(Received 25 / 10 / 2020. Accepted 2 / 12 /2020)

□ ABSTRACT □

This research was carried out in the Green House Company (1500 meters from Latakia city center), inside a 45-square-meter plastic house during 2018. The aim of the research was to evaluate the susceptibility of five wild tomato germplasms (Farah, Fortumino, F3-9, F3-11, Sigma) to infection by root-knot nematodes *Meloidogyne* spp., in comparison with a commercial hybrid F1 (Pestona). Seedlings were infected with high density of nematode suspension (3000 larvae / ml nematode suspension). Morphological characteristics of the plants: nature of growth, color and nature of the stem, shape, size and color of the flower and number of leaves in the leaf were taken into account. Some indicators of nematode infection, such as root galling rate, galls index, and number of egg masses were also considered. The results showed a variation between the studied germplasms in terms of strength of growth: Sigma and Fortomino were distinguished by high growth strength. All the studied wild germplasms were not limited in growth, except for the F3-11 and the commercial hybrid F1 (Pistona). Sigma achieved the lowest value in the average number of egg masses on the roots (9.75), and the average galling rate was (2.75). The results also showed that F3-11 was the most sensitive to infection, it achieved the highest value for the average number of egg masses (50.5), and the average galling rate was (5) with a significant difference from Sigma.

Key-words: *Meloidogyne*, Root-knot nematode, Characterization, susceptibility, Tomato, Wild germplasms.

[*]**Professor of Genetics and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[**]**Assistant Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[***]**Master Student, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة

تنتمي البندورة *Solanum lycopersicum* إلى الفصيلة الباذنجانيّة Solanaceae؛ نشأت في أميركا الجنوبيّة في منطقة الأنديز (Peralta *et al.,* 2008; Blanca *et al*., 2012). تمّ نقلها إلى أوروبا بعد وقت قصير من اكتشافها ثمّ انتشرت تدريجيّاً في جميع أنحاء العالم (Heiser, 1969, Blanca *et al*., 2012, Lin *et al*., 2014).

تنتشر عدّة أنواع بريّة من البندورة منها *S. habrochaites*, *S. cheesmaniae*, *S. lycopersicum,* *S. peruvianum* , *S. chilense* (Peralta and Spooner., 2000).

تعدّ الطرز البريّة مخزناً للصفات الوراثيّة الجيّدة لتحسين البندورة المزروعة، وقد أدّت التربية التقليديّة للبندورة إلى تكوين القاعدة الوراثيّة الضيّقة للمحصول (Stevens and Rick, 1986). وبفضل برامج التربية (التهجين) تمّ نقل العديد من صفات الطرز البريّة للبندورة إلى البندورة المزروعة باستخدام طريقة التهجين مع وجود صعوبة في بعض الأحيان. وتستخدم هذه الطرز بشكل أساسي كمصادر لمقاومة الأمراض (Esquinas Alcazar, 1981; Laterrot, 1989; Stevens and Rick, 1986).

تتعرّض البندورة للإصابة بالعديد من الممرضات الفطريّة، البكتيريّة، الفيروسيّة وغيرها، هذا بالإضافة إلى الإصابة بالنيماتودا والّتي تعدّ من أكثر الممرضات ضرراً على المحصول. تعدّ نيماتودا تعقّد الجذور Root-knot nematode (RKN) *Meloidogyne* الأكثر إضراراً بالمحصول في مناطق زراعة البندورة كونها تهاجم النبات في جميع مراحل نموه. وقد أشار Sasser (1989) إلى الخسائر التي تسبّبها نيماتودا تعقّد الجذور لمحصول البندورة وخاصّة النوعان *M. incognita* و*M. javanica*.

تتداخل النيماتودا مع الأحياء الممرضة الأخرى في التربة وتحدث المعقّدات المرضيّة Disease complexe فضلاً عن قدرتها على كسر صفة مقاومة الأصناف النباتية تجاه المسبّبات المرضيّة وتحمّل هذه الأصناف للظروف البيئيّة غير المناسبة (Trudgill and Block, 2001; 2012; Qiao, 2013)، كذلك تعمل على تثبيط تكوين العقد البكتيريّة على جذور البقوليّات، وتثبّط عمل فطريات الميكوريزا النافعة (الحازمي، 2009). تؤثّر الإصابة بنيماتودا تعقّد الجذور في إضعاف فعاليّة الجذور المصابة في امتصاص ونقل الماء والعناصر الغذائيّة لتلبية احتياجات النبات، وقد يؤدّي تعرّض النباتات للإصابة في مرحلة مبكرة إلى موتها، وترتبط أهميّة هذه الأعراض بأعداد يرقات الطور الثاني (الطور الغازي أو المعدي) وعمر النبات عند بدء الإصابة (Karssen and Moens, 2006; Motha *et al*., 2010) حيث تبلغ جملة الخسائر الاقتصاديّة في إنتاجيّة محاصيل الخضار بالآفات النيماتوديّة حوالي 10% من الإنتاج العالمي، يعود نصف هذه الخسائر إلى الإصابة بنيماتودا تعقّد الجذور *Meloidogyne* spp. بمفردها (Selim *et al*., 2014).

هناك طرائق عدّة لمكافحة نيماتودا تعقّد الجذور كاستخدام المبيدات الكيميائيّة، المكافحة الحيويّة، تشميس التربة، محاصيل التغطية، واستخدام الأصناف المقاومة كأصول للتطعيم، وهي من أكثر الطرائق اقتصاديّة و فعاليّة مع الحفاظ على البيئة (Nurul *et al*., 2016). تؤمّن الأصناف المقاومة للنيماتودا كأصول للتطعيم بديلاً آمناً وفعّالاً عن استخدام المواد الكيميائيّة لمكافحة نيماتودا العقد الجذريّة. وقد بُذلت الكثير من الجهود لاكتشاف مقاومة العوائل النباتيّة للممرضات باستخدام الأنواع البريّة ذات الصلة (Fassuliotis, 1985).

من بين الأساليب المتبعة في مقاومة النيماتودا التطعيم على نباتات مقاومة للنيماتودا (Venema *et al*., 2008; Miranda *et al*., 2010; Carrer Filho *et al*., 2015)، حيث يتم ربط أجزاء

من نباتين بطريقة تجديد الأنسجة والتي تنمو كنبات واحد (Peil, 2003; Cardoso *et al* .,2006)، ولنجاح التطعيم يجب أن يكون هناك تقارب ما بين أنسجة الاصل والطعم من الناحية المورفوفسيولوجيّة والبيولوجيّة (Canizares and Goto, 2002; Sirtoli *et al*., 2008). يؤدي التطعيم على الأصول البريّة إلى تطوير الجوانب الشكليّة والفيزيولوجيّة والكيميائيّة للنباتات كونها تمتلك تنوعاً وتبايناً وراثيّاً عاليّاً على اعتبار أنّ أغلب الأصناف التجاريّة المزروعة ذات تباين وراثي محدود وفي غالبيتها غير مقاومة للمسبّبات المرضيّة (Sirtoli *et al*., 2008).

وتُعرّف النباتات المقاومة بالمفهوم العامّ وفقاً لـ (Agrios, 1998) بأنّها النباتات القادرة على منع الإصابة أو التغلّب الكامل أو الجزئي على تأثير المسبّب المرضي. حيث يطوّر النبات المقاوم نظاماً دفاعيّاً معقّداً ضد النيماتودا مثل تعزيز سماكة جدران الخلايا والتي تُعد أول حاجز أمام أيّ نوع من المتطفّلات، تشمل أيضاً الوسائل الدفاعيّة مجموعة من المواد الكيميائيّة النباتيّة السامّة المنتجة بشكل أساسي (Broekaert *et al*., 1997). يُعدّ تكوين الخلايا العملاقة ضروري جدّاً لنيماتودا تعقّد الجذور لإتمام دورة حياتها وللتغذية وإنّ أيّ تقصير في تحقيق ردّة الفعل هذه أيّ تكوين الخلايا العملاقة يكسبه صفة المقاومة حيث أنّ الضرر يقتصر في هذه الحالة على اختراق اليرقات لأنسجة الجذور (خليل، 2012)، كما يعدّ فرط حساسيّة الأنسجة Hypersensitive responses للإصابة إحدى الوسائل الدفاعيّة الشائعة في الأصناف المقاومة، حيث تموت الخلايا المصابة بسرعة نتيجة لتراكم مركبات فينوليّة، وتشكّل طبقة من الأنسجة الميّتة البنيّة التي تحيط بالنيماتودا وتسدّ عليها الطريق إلى أنسجة حيّة قريبة، وبالتالي تموت النيماتودا (الحازمي، 1992).

وقد تمّ التأكيد على أنّ البندورة البريّة تحتوي على ثروة كبيرة من مورّثات المقاومة والتي تمّ تحديدها واستخدامها في برامج التربية (Bai and Lindhout., 2007)، وقد تمّ اختبار العديد منها لحساسيتها للإصابة بنيماتودا تعقّد الجذور.

ويُعد المورث *Mi* أحد أشهر الأمثلة عن مورثات المقاومة في البندورة لـ RKN (Root-Knot Nematodes) في آخر 60 عاماً (Harunur., 2017). هدفت دراسات عدة إلى اختبار مقاومة طرز برية من البندورة للإصابة بنيماتودا التعقد، فمثلاً في البرازيل تمّ تقييم مجموعة من طرز البندورة بالاستناد إلى عدد العقد وعدد كتل البيض ومعامل التكاثر من حيث مقاومتها للنيماتودا *M. incognita* , *M. javanica* , *M. enterolobii*، حيث تمّت زراعة 20 طراز وتمّ التلقيح ب 3300 بيضة /نبات واتضّح أنّ (Yoshimatsu) *Solanum lycopersicum* مقاوم للأنواع *M. javanica* و *M. incognita* وحسّاس لـ *M. enterolobii* بينما *S. lycopersicum* PI- 126428 و *S. pimpinellifolium* LA-3043, و *S. peruvaianum* LA -1616, *S. peruvaianum* PI -126408, *S. peruvaianum* CNPH-602 و *S. habrochaites* PI-126449, *S. habrochaites* PI-247087 أعطت مقاومة معتدلة لـ *M. enterolobii* (Silva *et al*., 2019). كما أُجريت دراسة في العراق تمّ فيها اختبار مقاومة خمسة طرز من البندورة (Red Rock -Presto F1- Super Queen -King Rock-Super Regina). باستخدام ثلاث كثافات للإعداء النيماتودي (0 ، 500 و 1500 يرقة جيل ثاني من النيماتودا *M. incognita*). حيث كان الطراز Red Rock مقاوماً والطرازان Super Queen -Presto F1- مقاومين بشكل معتدل في حين كان الطرازان Super Queen -Presto F1- عرضةً للإصابة وتمّ اعتماد مؤشر عدد العقد النيماتودية وعدد كتل البيض لتقييم درجة مقاومة الأصناف (Faraj and Qadir., 2018).

أهميّة البحث وأهدافه:

تأتي أهمّية البحث من كثرة انتشار إصابة نباتات البندورة المزروعة في البيوت المحمية بالنيماتودا، نظراً لتكرار الزراعة موسم بعد آخر بنفس المحصول، ممّا يسبّب خسائر كبيرة لمزارعي البندورة المحميّة من جهة، وقلّة الأبحاث الّتي تناولت تقييم حساسيّة طرز بريّة من البندورة للإصابة بنيماتودا تعقّد الجذور في سوريّة من جهة أخرى، وقد هدف البحث إلى:

1- دراسة حساسيّة بعض الطرز البريّة من البندورة (فرح، سيغما، فورتومينو، F3-9, F3-11) للإصابة بنيماتودا تعقّد الجذور .*Meloidogyne* spp .

2- اختبار أفضل الطرز المدروسة لاستخدامها في برامج تربية لاحقة للحصول على أصناف محلية مقاومة لنيماتودا تعقّد الجذور.

طرائق البحث ومواده:

مكان تنفيذ البحث:

تمّ تنفيذ التجربة في شركة البيت الأخضر في منطقة الرمل الفلسطيني في اللاذقية، والتي تبعد حوالي 1500م عن مدينة اللاذقية، وعلى ارتفاع 7م عن سطح البحر، ضمن بيت بلاستيكي مساحته 45 م^2 مجهّز بمراوح للتهوية.

المواد وطرائق العمل:

بذور الطرز البريّة، خلطة ترابيّة من الرمل والبيتموس، صواني فلينيّة، صناديق فلينية، مقصّ للنباتات، أكياس، لاصق ورقي، ميزان، دلو سعة 3 ليتر ماء، مناخل لاستخلاص النيماتودا، بياشر، مجهر ضوئي، شريحة عدّ للنيماتودا.

الطرز المدروسة: خمسة طرز وراثيّة بريّة (فورتومينو، سيغما، فرح، F3-9، F3-11)، وقد تمت مقارنة هذه الطرز مع الهجين F1 (بستونا).

مصدر الطرز: هذه الطرز هي طرز بريّة مدخلة للجمهوريّة العربيّة السوريّة تستخدم كأصول لتطعيم البندورة عليها لأنّها الأكثر انتشاراً تجاريّاً، تعود لنوع واحد ولا توجد أيّ خطورة لاستخدام هذه الطرز نظراً لطبيعة نموّها ومحدوديّة استخدامها من قبل المزارعين.

يعود مصدر الطرز سيغما، فرح، F3-9 وF3-11 للشركة اليابانيّة Takii Seed، والطراز فورتومينو: الشركة الهولنديّة (Enza Zaden)، الرمز العالمي له "F".

مع العلم بأنّ الطرازين F3-9،F3-11 ناتجين عن التهجين بين أصلين بريّين وراثيين سيغما وأرمادا، والطراز فرح ناتج عن التهجين بين أصلين بريّين وراثيين سيغما وفورتومينو، واستخدم الهجين F1 بستونا للمقارنة نظراً لانتشار زراعته في الساحل السوري ، هذا بالإضافة لحساسيته للإصابة بنيماتودا تعقد الجذور.

تحضير الشتول:

زُرعت البذور بداية في صواني فلينية، كلّ صينيّة مكونة من 216 حجرة بأبعاد (قطر 1.5 سم ، وعمق 3سم) لكل حجرة، في وسط زراعة مكوّن من بيتموس مع الرمل بنسبة (3/2) بيتموس إلى (3/1) رمل، بعد ذلك زرعت الشتول بعد تشكّل (2) ورقة حقيقيّة على النبات في صناديق من الفلين أبعادها (50× 60 سم – وارتفاع 35 سم) ، وضعت

في البيت البلاستيكي، حيث وُضع في كل صندوق حوالي 20 ل من خلطة الزراعة. وزرعت في كل صندوق شتلتين، وقدّمت كافة عمليّات الخدمة اللازمة من حيث السقاية، التسميد والتعشيب طوال فترة تنفيذ التجربة.

تحضير المعلق النيماتودي:

تمّ الحصول على كتل أو أكياس بيض نيماتودا تعقّد الجذور من جذور نبات بندورة مصابة من أحد البيوت البلاستيكيّة من ناحية الروضة ـ منطقة بانياس ـ طرطوس، حيث تمّ عزل العديد من هذه الكتل من على الجذور ووضعها في مصافي صغيرة في أطباق بتري قياس 6 سم تحوي على ماء مقطر، ثمّ وضعت هذه الأطباق في الحاضنة على درجة حرارة 25°C لمدة أسبوع وذلك للحصول على يرقات الجيل الثاني J2 (الطور المعدي والمسبّب للإصابة بالنيماتودا). ثمّ تمّ حساب كثافة اليرقات في المعلّق الناتج باستخدام شريحة عدّ النيماتودا، وتمّ تحديد النوع باستخدام مؤشرات SCAR ، بمساعدة الدكتور Pablo Castillo والدكتور Palomares–Rius Juan في مختبر Institute for Sustainable Agriculture في إسبانيا، حيث كانت *M. incognita*

تصميم التجربة:

تضمّنت التجربة 6 معاملات (معاملات الطرز ومعاملة الشاهد أو الهجين F1 بستونا)، خُصّص لكل معاملة 2 مكرر (2 صندوق لكل مكرر بكل صندوق 2 نبات أي 16 نبات لكل طراز"8 نبات معدى بالنيماتودا و 8 نبات شاهد من الطراز "غير معدى"، والهجين F1 بستونا 8 نبات)، العدد الكلّي للنباتات المزروعة (88 نبات). تم توزيعها وفق نظام العشوائية الكاملة ضمن البيت البلاستيكي.

تنفيذ التجربة:

تمّت عمليّة الإعداء بالمعلّق النيماتودي عندما بلغت الشتول مرحلة 4–6 أوراق حقيقية، بكثافة مرتفعة من المعلق النيماتودي من نيماتودا تعقّد الجذور (3000 يرقة/ 1 مل معلق نيماتودي). لتنفيذ الإعداء، تمّ إجراء ثلاث حفر صغيرة حول ساق كل نبات، ثمّ توزيع الكميّة المحدّدة من المعلّق النيماتودي (1 مل لكل نبات) في هذه الحفر. كانت قد تمّت سقاية النباتات قبل يوم من العدوى بكميّة كافية من الماء ومن ثم معاودة السقاية بعد تنفيذ العدوى بيومين (كي لا يتم غسل اليرقات مع مياه الري). كما تمّت مراقبة النباتات دوريّاً وتسجيل الملاحظات والقيام بعمليّات السقاية والتسميد.

تمّ أخذ القراءات الخاصة بالمواصفات المورفولوجيّة للنبات بشكل دوريّ بمعدل قراءة كل أسبوع، أما القراءات الخاصّة بحساسيّة الطرز للنيماتودا فقد تمّ أخذها بعد شهرين من تنفيذ الإعداء بالنيماتودا (وهي المدة بالمتوسط التي تحتاجها النيماتودا لإتمام دورة حياتها)، حيث تمّت إزالة التربة من على الجذور وغسلها جيّداً بالماء، ثمّ وُضعت الجذور في وعاء يحوي 2 ليتر من الماء المقطر مع 4 مل من صبغة الفلوكسين Phloxine B، لمدّة نصف ساعة تقريباً، وذلك لصبغ أكياس بيض النيماتودا في حال وجودها.

القراءات والقياسات:

تمّ خلال البحث أخذ القراءات الآتية:

أولاً: القراءات الخاصّة بتوصيف الطرز المدروسة:

1–الورقة: عدد الوريقات/الورقة، وجود الأوبار أو عدم وجودها، شكل ولون الورقة، طول وعرض الورقة، طول حامل الورقة.

2–الساق: قطر الساق، لون الساق، شكل الساق، وجود الأوبار أو عدم وجودها.

3-الزهرة: الأوراق التويجيّة، اللون، الشكل، وضع الأوراق التويجية (منفصلة أو متداخلة)، حجم الزهرة، حجم العنقود الزهري، طبيعة العنقود الزهري، عدد المآبر.

4-الثمار: اللون، الشكل، وجود الأوبار أو عدم وجودها، طبيعة العنقود الثمري متفرع أو غير متفرع، حجم الثمرة، طبيعة الثمرة.

5-النمو: محدود أو غير محدود.

ثانياً: القراءات الخاصة بالنيماتودا:

1- معدّل تعقّد الجذور درجة حساسيّة أو مقاومة النبات حسب (Boitex & Charchar, 1996): (1 إلى 1.6 شديد المقاومة، 1.7 إلى 2.3 مقاوم، 2.4 إلى 3 متوسط المقاومة، 3.1 إلى 4 حسّاس، 4.1 إلى 5 حسّاسة جدّاً).

2- نسبة تعقد الجذور حسب (Hussey & Janssen, 2002): (**0**: لا يوجد عقد، 1: عدد قليل من العقد الصغيرة، 2: 25% من الجذور تحوي عقد، 3: 26 إلى 50% من الجذور تحمل عقد، 4: 51 إلى 75% من الجذور تحوي عقد، 5: أكثر من 75% من الجذور تحوي عقد

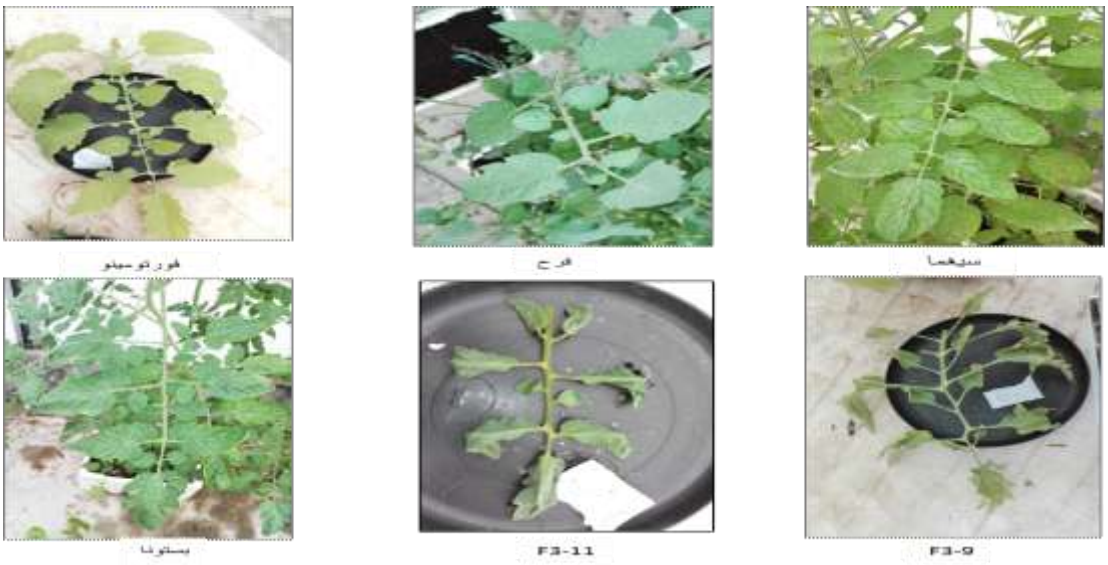
3: عدد كتل البيض على الجذور بحسب (Fazari *et al.*, 2004): (0 إلى 5: نبات مقاوم، 5 إلى 10: نبات مقاوم بشكل جزئي، 10 إلى 50: نبات حسّاس، أكثر من 50: نبات حسّاس جدّاً).

النتائج والمناقشة:

من خلال تتبّع السلوك البيولوجيّ للطرز المدروسة، تبيّن تشابه عدد الوريقات عند الطرز سيغما و F3-9 وبستونا وهو (7 وريقات)، والطرازان فرح و F3-11 (5 وريقات)، أمّا الطراز فورتومينو فكان (9 وريقات)، وكانت كل الطرز موبرة الأوراق مع تفاوت في كثافة الوبر باستثناء بستونا ذي الأوراق غير الموبرة، كما هو موضّح في الجدول رقم 1:

جدول رقم (1): الصفات المورفولوجيّة (للأوراق) للطرز المدروسة

مواصفات الأوراق	سيغما	فرح	فورتومينو	F3-9	F3-11	بستونا
عدد الوريقات/الورقة	7	5	9	7	5	7
وجود الأوبار أو عدم وجودها على الورقة	موبرة بشكل بسيط جداً	موبرة بشكل بسيط جداً	موبرة بشكل بسيط جداً	موبرة بشكل بسيط جداً	موبرة بشكل بسيط جداً	غير موبرة
شكل الورقة	بيضاوي متطاول	بيضاوي وأقصر من باقي الطرز	بيضاوي	متطاول	متطاول وأقل عرضاً من F3-9	بيضاوي متطاول
لون الورقة	أخضر فاتح	أخضر غامق	أخضر	أخضر	أخضر	أخضر غامق



الشكل رقم(3): أشكال الأوراق للطرز المدروسة

وبالنسبة لطول وعرض الورقة قبل العنقود الزهري، فقد حقّق الطراز سيغما أعلى طول (28.7سم)، وأكبر عرض (23.1سم). كان الطراز F-11 لديه أطول حامل ورقة (7.81سم)، كذلك الأمر بالنسبة لطول وعرض الورقة بعد العنقود الزهري، فكان طول الورقة بالطراز سيغما (29.1 سم)، وعرض الورقة (22.9 سم)، وطول حامل الورقة بالطراز F3-11 (7.18 سم).

جدول رقم(2): يبيّن طول وعرض الورقة وطول حامل الورقة للطرز البريّة المدروسة

قبل العنقود الزهري	سيغما	فرح	فورتومينو	F3-9	F3-11
طول الورقة (سم)	28.7	17	26	26	25.4
عرض الورقة (سم)	23.1	11.6	18	17.87	16.9
طول حامل الورقة (سم)	6.5	4.6	7.42	7.42	7.81
بعد العنقود الزهري	سيغما	فرح	فورتومينو	F3-9	F3-11
طول الورقة (سم)	29.1	17	24.5	24.5	25.1
عرض الورقة (سم)	22.9	12	17.166	17.17	16.8
طول حامل الورقة (سم)	6.4	4.7	7.08	7.08	7.18

وتميّزت الطرز سيغما وفرح وفورتومينو بقوّة نمو عالية، بينما كان الصنف بستونا محدود النمو وكانت الساق عند الطراز سيغما مضلّعة بينما كانت بقيّة الطرز اسطوانية، كما هو موضّح في الجدول رقم 3:

جدول رقم(3): الصفات المورفولوجيّة (للساق) للطرز المدروسة وطبيعة النمو

مواصفات الساق	سيغما	فرح	فورتومينو	F3-9	F3-11	بستونا
طبيعة النمو وقوّته	غير محدود، قوّة نمو عالية	غير محدود، قوّة نمو عالية	غير محدود، قوّة نمو عالية	نصف محدود، قوّة النمو (أقل من فرح وسيغما)	نصف محدود النمو، قوّة النمو أقلّ من سيغما وفرح وفورتومينو	محدود النمو
عرض الساق من حيث الشكل	ثخينة	رفيعة	متوسطة	رفيعة	ثخينة	متوسطة
لون الساق	تلون للساق بالقرمزي ببعض المناطق (خضراء فاتحة)	خضراء غامقة	خضراء فاتحة تميل إلى البنفسجي	خضراء	خضراء غامقة	خضراء
شكل الساق (أسطواني أو مضلع)	مضلّع	أسطواني	أسطواني	أسطواني	أسطواني	أسطواني
وجود الأوبار على الساق	غير موبرة	غير موبرة	موبرة	موبرة	موبرة	موبرة
عرض الساق	1.6 سم	1.3 سم	1.5 سم	1.5 سم	1.3 سم	1.3 سم

كلّ الطرز المدروسة خماسيّة الأوراق التويجيّة، وتراوح حجم الأزهار بين الكبير والمتوسط، كما هو موضّح في الجدول رقم 4:

جدول رقم (4): الصفات المورفولوجيّة (للأزهار) للطرز المدروسة

مواصفات الزهرة	سيغما	فرح	فورتومينو	F3-9	F3-11	بستونا
الزهرة (الأوراق التويجيّة)	خماسيّة	خماسيّة	خماسيّة	خماسيّة	خماسيّة	خماسيّة
حجم الزهرة	كبيرة	متوسطة	كبيرة	كبيرة لكن أقلّ عرضاً من سيغما وفورتومينو	متوسطة	كبيرة
لون الزهرة	صفراء اللون غامقة	صفراء فاتحة أفتح من فورتومينو	صفراء فاتحة	صفراء غامقة	صفراء غامقة	أصفر فاتح
وضع الأوراق التويجية (منفصلة أو متداخلة)	نصف ملتحمة	نصف ملتحمة	الالتحام حتى 30%	نصف ملتحمة	نصف ملتحمة	نصف ملتحمة
عدد الأوراق الكأسية	5	5	5	5	5	5
طبيعة العنقود الزهري	غير متفرع إلا ببعض العناقيد	طويل ومتفرع	غير متفرع إلا ببعض العناقيد	غير متفرع	غير متفرع	غير متفرع
حجم العنقود الزهري	متوسط إلى صغير	كبير	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
عدد المآبر	5	5	5	5	5	5

تراوح حجم الثمار بين الصغير والمتوسط والكبير عند الطرز المدروسة، وكانت ثمار كافّة الطرز ملساء، كما هو موضّح في الجدول رقم 5:

جدول رقم (5): الصفات المورفولوجيّة (للثمار) للطرز المدروسة

مواصفات الثمار	سيغما	فرح	فورتومينو	F3-9	F3-11	بستونا
تشكّل الثمار (الخصوبة)	ضعيفة	عالية	ضعيفة	متوسطة	متوسطة	عالية
شكل الثمرة عند النضج	كروية	كرزية كروية	كروية	كروية الى متطاولة (بلحية)	كروية	كروية
حجم الثمرة	صغيرة جداً	متوسطة إلى صغيرة	صغيرة	متوسطة	متوسطة إلى كبيرة	كبيرة
طبيعة الثمرة	ملساء	ملساء	ملساء	ملساء	ملساء	ملساء
لون الثمرة قبل النضج	أخضر فاتح عليها ثلاثة خطوط خضراء غامقة عند نهاية الثمرة من القاعدة إلى القمة	أخضر	أخضر فاتح عليها ثلاثة خطوط خضراء غامقة عند نهاية الثمرة من القاعدة إلى القمة	أخضر	أخضر	
لون الثمرة بعد النضج	أخضر مصفر	حمراء	صفراء مخضرة	أصفر فاتح	حمراء	حمراء
وجود الأوبار أو عدم وجودها على الثمرة	موجودة	موجودة	موجودة بكثافة	موجودة	موجودة بكثافة	موجودة

أما من حيث تقييم الحساسية للإصابة بالنيماتودا، يتبين بقراءة النتائج الواردة في الجدول رقم (6) أن الطراز سيغما قد حقق أقلّ قيمة لمتوسط معدّل تعقّد الجذور حيث بلغت 2.75 بفارق معنوي عن الطرازين فرح و F3-11 حيث بلغت القيم (4.25 و5) على التوالي، كما هو موضّح في الشكل رقم 4.

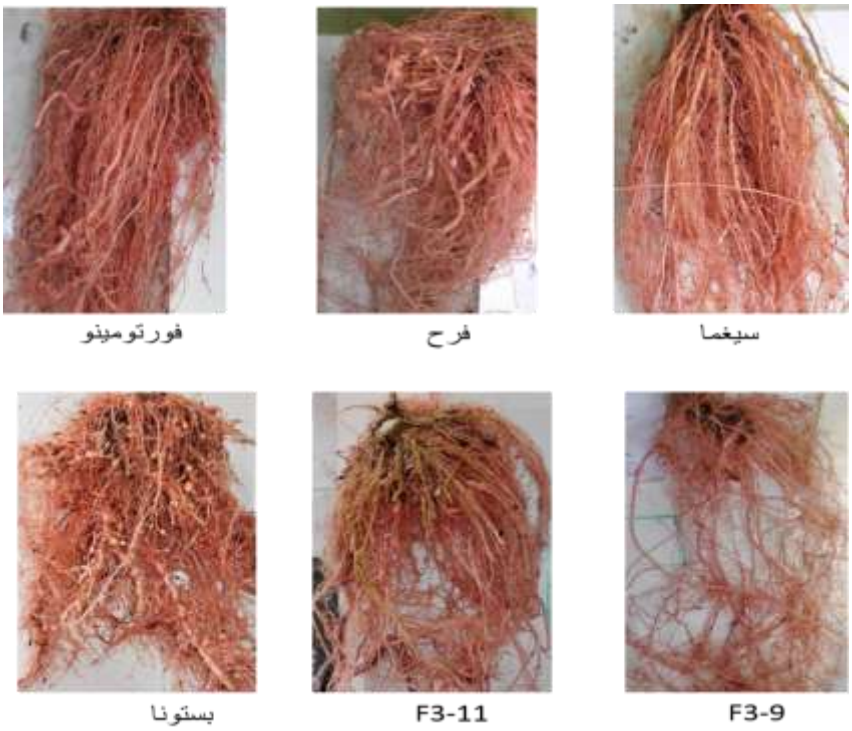
وبحسب Boitex & Charchar,1996 بالاعتماد على معدّل تعقدّ الجذور يمكن تصنيف الطراز سيغما وفورتومينو بأنه مقاوم جزئيّاً للإصابة بالنيماتودا، F3-9 والهجين F1 حسّاسة للإصابة، أمّا الطرازان فرح و F3-11 فيبدو أنهما حسّاسان جدّاً للإصابة.

بالنسبة لعدد كتل البيض، حقّق الطرازان سيغما وفورتومينو أقلّ قيمة لمتوسط عدد كتل البيض حيث بلغت (9.75 و10) على التوالي بفارق معنوي عن بقيّة الطرز الأخرى الهجين F1 و F3-9 و فرح و F3-11 تفوّقاً معنويّاً من حيث متوسط عدد كتل البيض (39.25 و 41.5 و50.5 و 50.5) على التوالي. تتشابه هذه التجربة من حيث كثافة الإعداء النيماتودي (3000 يرقة جيل ثاني) وبنوع النيماتودا المعدى بها *M . incognita* مع تجربة Mukhtar وآخرون عام 2013 في الباكستان على نبات الخيار حيث تبيّن له أنّ الطراز Long Green هو الطرز الأكثر مقاومة حيث بلغ عدد العقد 8.2 وعدد أكياس البيض 4.49.

وبحسب Fazari *et al.,* 2004 كان الطرازان سيغما وفورتومينو مقاوم جزئيّاً، بينما F3-9 والهجين F1 بستونا حسّاس، بينما الطراز فرح و F3-11 حسّاس جدّاً. أمّا بالنسبة لمتوسط نسبة التعقّد، فقد حقّق الطراز سيغما أقلّ قيمة 18.33. وبحسب Hussey and Janssen (2002) كانت القيم للطرز سيغما وفورتومينو و F3-9 وفرح و F3-11والهجين F1 بستونا (1، 3، 4، 4، 4، 4) على التوالي.

جدول رقم (6): القراءات الخاصّة بالنيماتودا بعد الإعداء للطرز المدروسة

المعاملات	متوسط معدل تعقد الجذور	تقييم الطراز حسب Boitex & Charchar,1996	متوسط عدد كتل البيض	تقييم الطراز حسب Fazari *et al.*, 2004	متوسط نسبة التعقد	تقييم الطراز حسب Hussey and Janssen, 2002	تقييم الطراز
سيغما	2.75 c	مقاوم جزئياً	9.75 b	مقاوم جزئياً	18.33 c	1	مقاوم جزئياً
فورتومينو	3 bc	مقاوم جزئياً	10 b	مقاوم جزئياً	31.6 bc	3	مقاوم جزئياً
فرح	4.25 ab	حسّاس جداً	50.5 a	حسّاس جداً	51.666 ab	4	حسّاس جداً
F3-9	4 abc	حسّاس	41.5 a	حسّاس	48.33 abc	4	حسّاس
F3-11	5.00 a	حسّاس جداً	50.5 a	حسّاس جداً	67.5 a	4	حسّاس جداً
بستونا	4 abc	حسّاس	39.25 a	حسّاس	68.333 a	4	حسّاس
LSD	1.28		18.26		31.22		
%CV	22.59		36.607		36.83		



الشكل رقم (4): معدّل التعقّد للطرز المدروسة

عموماً قد تكون الزيادة في سماكة جدر الخلايا السبب في إعاقة تقدّم اليرقات ضمن النيماتودا لذلك لم تنجح كل اليرقات التي دخلت الجذور بالتطّور للطور البالغ وتشكيل كتل البيض بسبب مفرزات ضمن النبات قد تكون كيمائيّة أو غيرها أو لم تحصل النيماتودا على حاجتها من النبات للتطوّر، ومن الممكن وجود مورثات ضمن النبات البريّ تعطيه صفة المقاومة مثل المورث *Mi* عند البندورة ففي دراسة أجراها (Harunur) وآخرون في بنغلادش عام 2017م، أكّدت

على استخدام الأصناف المقاومة كبديل عن استخدام المبيدات للحدّ من انتشار نيماتودا تعقّد الجذور في مناطق زراعة البندورة وقد تمّ تحديد هذه المورثات، وهي: MI–HT, Mi–1, Mi2, Mi–3, Mi–4, Mi–5, Mi–6, Mi–7, Mi–8, Mi–9 والمقاومة للأنواع الثلاثة الشائعة من نيماتودا تعقد الجذور *M. arenaria, M. javanica, M. incognita*.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

1- عند الإعداء بكثافة مرتفعة من النيماتودا (3000 يرقة/مل معلق نيماتودي)، كان الطرازان سيغما وفورتومينو أكثر الطرز مقاومة حيث حقّقا أدنى قيمة لمتوسّط معدّل تعقّد الجذور ومتوسّط عدد كتل البيض، بينما كان الطراز F3–11 حسّاساً وحقّق أعلى قيمة لمتوسط معدّل تعقّد الجذور ومتوسّط عدد كتل البيض.

2- لوحظ أن الطرز المدروسة كانت غير محدودة النمو (سيغما وفورتومينو وفرح) وبالتحديد سيغما وفورتومينو حافظت على تجددّها وكانت أكثر حيوية.

التوصيات:

1- استخدام الطراز سيغما كأصل مقاوم للنيماتودا للتطعيم عليه.

2- إجراء أبحاث لتقييم حساسيّة الطرز سيغما وفورتومينو للإصابة بأنواع نيماتودية أخرى.

3- التقصي عن آلية مقاومة الطرازين سيغما وفورتومينو للإصابة بالنيماتودا.

4- متابعة الدراسات لتقييم طرز بريّة أخرى لمدى حساسيّتها لنيماتودا تعقّد الجذور *Meloidogyne*.

:Reference

1- Agrios GN (1988) *Plant Pathology*, 3rd Ed. Academic Press Inc., San Diego USA.

2- ALEXANDRA. C. K; GOTO, R. *Comparação de métodos de enxertia em pepino. Horticultura Brasileira*, Brasília,2002. 20(1): 95-99.

3- Al-Hazmi, A. s. *Introduction to plant nematology*. King Saud University Press, Kingdom of Saudi Arabia, 1992, 336 p.

4- Al-Hazmi, A. s. *Introduction to plant nematology*. Second edition, King Saud University Press, Riyadh, 2009, 440 p.

5- Bai Y, Lindhout P. *Domestication and breeding of tomatoes, what have we gained and what can we gain in the future? Annals of Botany*, **100**, 2007. 1085–1094.

6- BLANCA, J.; CANIZARES, J.; CORDERO, L.; PASCUAL, L.; Diez, M.J.; Nuez, F. *Variation revealed by SNP genotyping and morphology provides insight into the origin of the tomato*. 2012 .PloS One 7. e48 198.

7- BOITEUX, L. S; CHARCHAR, J. M. *Genetic resistance to root-knot nematode(Meloidogyne javanica) in eggplant (Solanum melongena)*. Plant Breeding,1996. 115: 198-200.

8- Broekaert, W.F., B.P.A. Cammue, M.F.C. De Bolle, K Thevissen, G.W. De Samblanx, and R.W. Osborn1997. *Antimicrobial peptides from plants*. Critical Reviews in Plant Sciences 16:297-323.

9- CARDOSO, S. C. *Viabilidade de uso do híbrido Hawaii como porta-enxerto de cultivares comerciais de tomate*. Bragantia, Campinas,2006. 65(1): 89-96.

10- Esquinas Alcazar, J. T. *Genetic resources of tomatoes and wild relatives*. Rep. Int. Board Pl. Genet. Res. No. AGP. 1981. IBPGR/80/103: 1–65. Rome.
11- Fassuliotis, G. *The role of the nematologist in the development of resistant cultivars.* North Carolina State University Graphic, 1985. **1**, 233-240.
12- FILHO. R. C; OLIVEIRA. R. M; DIAS.V. *Fontes de resistência múltipla à murcha de fusário em tomateiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília,2015. 50(12): 1225-1231.
13- Harunur.M Rashid, M. H. Al-Mamun, M. Nazim *How Durable is Root Knot Nematode Resistance in Tomato? Plant Breed*. Biotech. 2017 (September) 5(3):143~162.
14- Heiser, C.J., *Love Apples. In: Nightshades*: *The Paradoxical Plants. Freeman, San Francisco*, 1969 ,pp. 53–105
15- Hussey RS; Janssen GJW. *Root-Knot nematode: Meloidogyne species. Plant Resistance to Parasitic Nematodes.* Wallingford, UK: CAB International; 2002. pp. 43-70.
16- Karssen, G.and M. Moens. *Root-knot nematodes. In: Plant Nematology*. CABI international. London, UK. 2006. Pp.447.
17- Khalil, A. a. *Integrated control of nematode diseases affecting vegetable and fruit crops*. African Journal of Agricultural Research,2012. 7(7): 1219-1214.
18- Laterrot, H. *The tomato. Advantages and use of wild varieties for varietal creation*.Rev. Hort. 1989. 295: 13–17.
19- Lin, T.; Zhu, G.; Zhang, J.; Xu, X.; Yu, Q.; Zheng, Z.; Zhang, Z.; Lun, Y.; Li, S.; Wang, X. *Genomic analyses provide insights into the history of tomato breeding*.2014. 46, 1220–122
20- MIRANDA, B. E. C; BOITEUX. S. L; CRUZ. E. M. *Fontes de resistência em acessos de Solanum (secção Lycopersicon) a Verticillium dahliae raças 1 e 2. Horticultura Brasileira* , Brasília, 2010. 28(4): 458-465.
21- MOTHA,K.F.; ABEYSEKARA,R.; NS KOTTEARACHCHI,N.S. *Effect of biological agents and botanicals in controlling root-knotnematodes,Meloidogyne spp.,in Nicotiana tabacum*.Tropical agriculturalresearch &extension Srilanka,13(1),2010.P.1-5.
22- Mukhtar .T; Zameer K, Hussain.M *Response of selected cucumber cultivars to Meloidogyne incognita.* Crop Protection 44 (2013) 13 e1.
23- Nask M. Faraj, Rebin A. Qadir . *Evaluation of Four Tomato Genotypes Resistance to Root-Knot Nematode,* Kurdistan Journal of Applied Research (KJAR),2018, ISSUE 1,V3,2411-7684.
24- Nurul ,H; Khandaker,M*, Nashriyah M. *Occurrence and control of root knot nematode in crops: A review* School of Agriculture Science and Biotechnology, Faculty of Bioresources and Food Industry, University of Sultan Zainal Abidin, Besut Terengganu, Malaysia, 2016.10(12): 1649-1654.
25- PEIL, R. M. A *enxertia na produção de mudas de hortaliças.* Ciência Rural, Santa Maria, 2003. 33(6): 1169-1177.
26- Peralta, 1.E. & D. M. Spooner. *Classification of wild tomatoes: a review.* 2000. Kurtziana. 28 (I): 45-54.
27- PERALTA, I.E.; SPOONER, D.M.; KNAPP, S.*Taxonomy of wild tomatoes and their relatives (Solanum. Lycopersicoides, sect. Juglandifolia, sect. Lycopersicon; Solanaceae)*. Plant Taxonomists 2008. Am. Soc, 151–160.
28- Qiao, K. ;H. Zhang,H. Duan; H. Wang; X. Xia; D. Wang; K Wang. *Managing Meloidogyne incognita with calcium phosphide as an alternative to methyl bromide in tomato crops*. Scientia Horticulturae, 2013. 150: 54–58.
29- Sasser, J.N.. *Plant parasitic nematode*: *thefarmer hidden enemy*. North Carolina State University, USA. 1989. 13 pp.

30- Selim, M.E., M.E. Mahdy, M.E. Sorial, A.A. Dababat and R.A. Sikora. *Biological and chemical dependent systemic resistance and their significance for the control of root-knot nematodes.* Nematology, 2014.16: 917-992.
31- SILVA, AJ; OLIVEIRA, GHF; PASTORIZA, RJG; MARANHÃO, EHA; PEDROSA, EMR; MARANHÃO, SRVL; BOITEUX, LS; PINHEIRO, JB; CARVALHO FILHO, JLS. *Search for sources of resistance to Meloidogyne enterolobii in commercial and wild tomatoes. Horticultura Brasileira,* 2019,37: 188-198.
32- SIRTOLI, L. F; CERQUEIRA. R. C; FERNANDES. L. M; RODRIGUES. J. D; GOTO. R; AMARAL. J. L. *Avaliação de diferentes porta-enxertos de tomateiro cultivados em ambiente protegido*. Biodiversidade, Rondonópolis, 2008. 7(1): 24-28.
33- Stevens, M. A. & C. M. Rick. Genetics and breeding. *The Tomato Crop: in J. G.A Scientific Basis for Improvement*.Chapman and Hall, London. 1986 Pp. 35–109.
34- Trudgill, D. L. and V. C. Block. Apomictic, *Polyphagus root-knot nematodes: exceptionally successful and damaging biotrophic root pathogens*. Annual Review of Phytopathology. 2001. 39:53-77.
35- VENEMA, J. H; DIJK. B. E; BAX. J. M; VAN HASSELT. P. R; ELZENGA. J. T. M. *Grafting tomato (Solanum lycopersicum) onto the rootstock of a high-altitude accession of Solanum habrochaites improves suboptimal-temperature tolerance*. Environmental and Experimental Botany, Oxford,2008. 6(1): 359-367.