Evaluation of the efficiency of *Beauveria bassiana* (isolate N19) in colonizing tomato plants and reducing their infection with root-knot nematodes *Meloidogyne* spp. under the laboratory conditions

Dr. Ibtisam Gazal*
Lobna Rajab**
Dr. Nadine Ali***

(Received 25 / 7 / 2025. Accepted 21 / 1 /2026)

□ ABSTRACT □

This research, conducted in 2024, aimed to investigate the efficacy of the local isolate N19 of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil., to colonize tomato plants, promote their growth, and protect them from infection with the root- knot nematode *Meloidogyne* spp. Göldi under laboratory conditions. The ability of the fungal isolate to colonize tomato leaves, stems and roots was evaluated two months after the experiment. Plant height and fresh weight of shoots and roots were measured. Galls and egg masses formed by nematodes on the roots were also counted. The results showed that the isolate N19 was able to colonize tomato stems, leaves, and roots in the laboratory by a percentage up to 50%. However, inoculation of tomato plants with *B. bassiana* did not enhance the plant growth, nor reduce the number of root-knot nematode galls, egg masses, and galling index compared to the control infected with nematodes only.

Keywords: Entomopathogenic Fungi, Root-knot nematode, Endophytic colonization, *Beauveria bassiana*, *Meloidogyne*, Tomato.

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

* **Associate professor, Faculty of Agricultural Engineering, Latakia University(formerly Tishreen), Latakia, Syria .**

** **Academic Assistant, Faculty of Agricultural Engineering, Latakia University(formerly Tishreen), Latakia, Syria . lobnarajabbassiana@gmail.com**

*** **Associate professor, Faculty of Agricultural Engineering, Latakia University(formerly Tishreen), Latakia, Syria.**

تقييم كفاءة العزلة N19 من الفطر *Beauveria bassiana* في استيطان نبات البندورة وخفض إصابته بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. مخبرياً

د. ابتسام غزال*

لبنى رجب**

د. نادين علي***

(تاريخ الإيداع 25 / 7 / 2025. قبل للنشر في 21 / 1 / 2026)

□ ملخّص □

نُفذت تجربة مخبرية في العام 2024، لتقييم قدرة العزلة المحليّة N19 من الفطر *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil. على استيطان نبات البندورة وتعزيز نموّه وحمايته من الإصابة بنيماتودا تعقّد الجذور *Meloidogyne* spp. Göldi. قُيّمت قدرة العزلة المستخدمة من الفطر على استيطان أوراق وسوق وجذور نبات البندورة بعد شهرين من التجربة، وأُخذت قياسات ارتفاع النباتات والوزن الرطب للمجموع الخضري والمجموع الجذري، بالإضافة إلى عدد عقد نيماتودا تعقّد الجذور وعدد كتل البيض المتشكلة على الجذور. أظهرت النتائج تمكّن العزلة N19 من استيطان سوق وأوراق وجذور البندورة بنسبة لم تتجاوز 50%. بينما لم تؤدّ معاملة نبات البندورة بالفطر *B. bassiana* إلى تعزيز نموه، كما لم تُؤدِ إلى خفض عدد عقد نيماتودا تعقّد الجذور وعدد كتل البيض ومعامل التعقّد بالمقارنة مع الشاهد المعدى بالنيماتودا فقط.

الكلمات المفتاحية: البندورة، استيطان داخلي، الفطور الممرضة للحشرات، نيماتودا تعقّد الجذور، *Beauveria bassiana*، *Meloidogyne*.

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

* أستاذ مساعد ، كلية الهندسة الزراعية، جامعة اللاذقية(تشرين سابقاً) ، اللاذقية، سوريا.

** قائم بالأعمال، كلية الهندسة الزراعية، جامعة اللاذقية(تشرين سابقاً) ، اللاذقية، سوريا.
lobnarajabbassiana@gmail.com

*** أستاذ مساعد، كلية الهندسة الزراعية، جامعة اللاذقية(تشرين سابقاً) ، اللاذقية، سوريا.

مقدمة:

يُعد نبات البندورة *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae) واحداً من المزروعات الاقتصادية الرئيسة المهمة في سورية وفي كثيرٍ من دول العالم، يُسهم بشكل كبير في دعم الاقتصاد الوطني من خلال تأمين احتياجات السوق المحلية. يُزرع نبات البندورة في المنطقة الساحلية من سورية بشكل رئيس في البيوت المحمية، كما يُزرع بتردّد أقل في الحقول المكشوفة [1, 2]. يُصاب هذا النبات بالعديد من الآفات التي تُخفّض من إنتاجيته، وتُسبّب خسائر اقتصادية فادحة، وفي مقدمة هذه الآفات النيماتودا الممرضة للنبات، وتُقدّر جملة الأضرار الناجمة عنها ما يزيد عن 100 مليار دولار سنوياً، 50% منها ناجمة عن نيماتودا تعقّد الجذور *Meloidogyne* spp (Meloidogynidae) فقط [3, 4]، إذ يُعد نبات البندورة شديد القابلية للإصابة بها ولا سيّما في البيوت المحمية حيث تتوافر الظروف البيئية الملائمة لتكاثرها وانتشارها [5-7].

تتميّز نيماتودا تعقّد الجذور بانتشارها العالمي ومداها العوائلي الكبير وتكيّفها مع الظروف المتنوعة والقاسية [8, 9]، وقد صُنّفت في المرتبة الأولى من بين أجناس النيماتودا الممرضة للنبات الأكثر ضرراً وأهميةً على النباتات [10, 11].

تعتمد مكافحة نيماتودا تعقّد الجذور بشكل رئيس على استخدام المبيدات الكيميائية والتي تتسبّب بأضرار كبيرة للبيئة والصحة العامة والكائنات غير المستهدفة، عدا عن التكاليف المرتفعة لاستخدامها. كما تتميز بقدرتها على تطوير سلالات مقاومة للمبيدات الكيميائية، مما يستدعي البحث عن طرائقَ مكافحة بديلة أو مكملة لهذه الكيماويات بهدف الحد أو التقليل من استخدامها [9, 12]. يُعد استخدام الفطور مثل الفطر *Trichoderma* Pers. (Ascomycota: Hypocreales) والفطر *Paecilomyces* Bainier (Ascomycota: Thermoascaceae) من الطرائق الفعّالة البديلة في مكافحة النيماتودا النباتية والتي يتم إدخالها بكفاءة ضمن برامج الإدارة المتكاملة لنيماتودا تعقّد الجذور [13-17].

برز مؤخراً الفطر الممرض للحشرات *Beauveria bassiana* (Hypocreales: Cordycipitaceae) كبديل فعّال في مكافحة النيماتودا النباتية بما فيها نيماتودا تعقّد الجذور [18 -20]، على الرغم من اقتصار دوره على تنظيم مجتمعات مفصليات الأرجل لعقود عديدة منذ اكتشافه عام 1834 [21, 22]. يُعد هذا الفطر واحداً من أكثر الأعداء الطبيعية التي حازت الكثير من الاهتمام العالمي نظراً لأنه يُسهِم في تحقيق الأمن الغذائي العالمي بأقل تكلفة ممكنة، ويُقلّل من متبقيات المبيدات في الغذاء، ويتميّز بكفاءته العالية وتعدّد عوائله وسهولة عزله والتعامل معه وإكثاره [22, 23, 24]. كما يتميّز الفطر بوجوده طبيعياً بنسب مرتفعة في البيئة السورية؛ إذ عُزِل محلياً في العديد من الدراسات من الترب والحشرات ومن أنسجة النبات [25 -29]، وطُبّق مختبرياً إزاء العديد من الآفات الزراعية المهمة اقتصادياً على محاصيل أساسية متنوّعة [25, 27, 29, 30] الأمر الذي يُشجِّع على محاولة تطوير استخدامه محلياً ضدّ آفات مختلفة لإدارة المحاصيل المتنوّعة، ومنها محصول البندورة.

أهمية البحث وأهدافه:

تأتي أهمية البحث من أهمية محصول البندورة في الساحل السوري ومن خطورة نيماتودا تعقّد الجذور التي تهاجمه والخسائر الاقتصادية الكبيرة التي تسببها، ومن ضرورة البحث عن بدائل طبيعية للمبيدات الكيميائية والبحث في كيفية تطبيقها لتحقّق أكبر استفادة ممكنة منها.

لذلك هدف هذا البحث إلى دراسة قدرة عزلة محلية من الفطر *B. bassiana* معزولة داخلياً من نبات الخيار على استيطان نبات البندورة وتعزيز نموّه مخبرياً، وكذلك إلى اختبار قدرتها على الحدّ من إصابة نبات البندورة بنيماتودا تعقّد الجذور من الجنس .*Meloidogyne* spp في ظروف المختبر ضمن أصص.

طرائق البحث ومواده:

مكان تنفيذ البحث

نُفّذ البحث في مختبر أبحاث وقاية النبات في كلية الهندسة الزراعية بجامعة تشرين خلال العام 2024.

عزلة النيماتودا وتحضير المعلق النيماتودي

عُزلت كتل بيض نيماتودا تعقّد الجذور .*Meloidogyne* spp من جذور نباتات بندورة (الصنف الهجين مندلون) مصابة بالنيماتودا من بيت محمي تابع لناحية حريصون (بانياس– طرطوس)؛ فُحصَت الجذور باستخدام المكبرة، وأُخِذَت كتل البيض التابعة لنيماتودا تعقّد الجذور عن الجذور، ووُضعَت في مصافي صغيرة ضمن ماء مقطر في أطباق بتري (قطر 6 سم). حُضّنت الأطباق في الحاضنة عند درجة حرارة 25 ± 2 °س لمدّة أسبوع للحصول على يرقات الطور اليرقي الثاني J2. حُسب عدد اليرقات في 1 مل من معلق النيماتودا الناتج باستخدام شريحة عدّ النيماتودا counting chambers تحت المجهر الضوئي (OPTIKA B-195, Italy) والتكبير 40X، وذلك لعدة مرات، بهدف تقدير متوسط عدد اليرقات في 1 مل والذي بلغ 210 يرقة / 1 مل [31].

العزلة الفطرية وتحضير اللقاح الفطري

استُخدِمَت العزلة المحلية N19 من الفطر *B. bassiana* المعزولة خلال العام 2019 من سوق وأوراق نباتات خيار مزروعة في حقل مكشوف من منطقة بحمرة (القرداحة– اللاذقية) [32]. نميّت العزلة عند الاستخدام على مستنبت ديكستروز آغار البطاطا Potato Dextrose Agar (PDA).

حُضّر المعلّق البوغي للعزلة الفطرية المستخدمة بإضافة ماء مقطر معقم مضافاً إليه 0.05% محلول توين 80 و2% كربوكسي ميثيل السيليلوز إلى سطح مستعمرات فطرية بعمر 14 يوماً، وكُشط سطح المستعمرات باستخدام إبرة معقّمة للحصول على أكبر كمية ممكنة من الأبواغ. رُشّح المعلّق الناتج عبر طبقتين من الشاش المعقّم للتخلّص من بقايا المستنبت الغذائي، ووضع على محرّك مغناطيسي لتوزيع الأبواغ بشكل متجانس. ضُبط تركيز المعلّق البوغي الناتج باستخدام الماء المقطر المعقم إلى 1×10^8 بوغ/ مل بعد حساب تركيزه باستخدام شريحة مالاسييه [33].

المادة النباتية وتحضير وسط الزراعة

تمّ تجهيز شتول بندورة (صنف مندلون F1) بعمر 10–15 يوماً. وحُضّر وسط الزراعة المكوّن من التورب والرمل بعد التأكّد مجهرياً من خلوّهما من النيماتودا النباتية عموماً ونيماتودا تعقّد الجذور بشكل خاص وذلك بأخذ عينات من كل منهما قبل الزراعة بالخلط الجيد وأخذ كمية 250 سم^3، والاستخلاص بطريقة الأطباق (طريقة قمع بيرمان المعدلة) لمدّة 24 ساعة [31].

تصميم وتنفيذ التجربة

نُفّذت التجربة في مختبر أبحاث وقاية النبات ضمن أصص بلاستيكية موضوعة داخل أقفاص تربية نبات خشبية (210 × 120 × 240 سم) مزوّدة بشبك ذي ثقوب ميكرونية ناعمة، بواقع 5 معاملات، و6 مكرّرات لكل معاملة (الجدول 1).

الجدول (1): المعاملات المنفّذة لتقييم كفاءة العزلة N19 من الفطر *Beauveria bassiana* في استيطان نبات البندورة وخفض إصابته بنيماتودا تعقّد الجذور *Meloidogyne* spp. في الظروف المخبرية

رقم المعاملة	رمز المعاملة	وصف المعاملة
1	C	معاملة الشاهد السليم (غير المُعدى بالنيماتودا وغير المعامل بالفطر *B. bassiana*)
2	B	معاملة شتول النبات بالمعلق البوغي للفطر *B. bassiana* من خلال غمر الجذور
3	M	إعداء شتول النبات بالمعلق النيماتودي 3 مل (210 يرقة / 1 مل)
4	BM	غمر جذور شتول النبات بالمعلّق البوغي للفطر ثمّ الإعداء بالمعلق النيماتودي بعد أسبوع
5	MB	إعداء شتول النبات بالمعلق النيماتودي ثمّ ري جذوره بالمعلق البوغي للفطر بعد أسبوع

نُفّذت معاملة التلقيح بالفطر *Beauveria bassiana* (B) من خلال غمر جذور شتول البندورة في المعلّق البوغي للعزلة N19 لمدّة ساعتين ونصف في أنابيب بلاستيكية سعة 15 مل، يحوي كل منها 12 مل من المعلّق البوغي (تركيزه 1×10^8 بوغ/ مل) بمعدّل شتلة في كل أنبوب، وتُركت في الظلام عند درجة حرارة المختبر حتى انقضاء المدّة. نُقلت الشتول بعد ذلك إلى أصص بلاستيكية بقطر 20 سم (سعة 1 كغ تقريباً) ضمن خليط من التورب والرمل بنسبة 2: 1 لكل أصيص. ونُفّذت معاملة الإعداء بالنيماتودا *Meloidogyne* spp. (M) بإضافة 3 مل (210 يرقة / 1 مل) من المعلق النيماتودي لكل شتلة بعد زراعتها في الأصيص باستخدام ماصة ميكرولترية، إذ أُضيف المعلق النيماتودي حول ساق الشتلة في حفر صغيرة، ثمّ غُطيّت الحفر بعد إضافة المعلق.

نُفّذت معاملة التلقيح بالفطر قبل العدوى بالنيماتودا (BM) من خلال نقع جذور نباتات البندورة بالمعلّق البوغي للعزلة الفطرية المستخدمة بذات الخطوات السابقة، وتُركت أصص النباتات في قفص التجربة. ثمّ بعد أسبوع من المعاملة، بالفطر أُعديت النباتات بالمعلق النيماتودي كما ذُكر سابقاً. ونُفّذت معاملة الإعداء بالنيماتودا قبل التلقيح بالفطر (MB) من خلال الإعداء بالمعلق النيماتودي السابق وبنفس الخطوات، وتُركت أصص النباتات في قفص التربية لمدّة أسبوع ثمّ لُقّحت بالمعلّق الفطري من خلال ري تربة وجذور الشتول بالمعلق البوغي للفطر (5 مل لكل أصيص). نُفّذت معاملة الشاهد C بدون التلقيح بالفطر أو الإعداء بالنيماتودا.

غُطيّت الأصص بعد تنفيذ أي تلقيح بالفطر *B. bassiana* بأكياس من البولي ايثيلين الشفاف لمدّة 24 ساعة لتأمين الرطوبة الملائمة للفطر. تُركَت الأصص ضمن أقفاص التجربة عند ظروف المختبر (درجة الحرارة: 19–27 °س، والرطوبة النسبية: 45–90 %). رويت النباتات حسب الحاجة وروقبت بشكل دوري لمدّة شهرين [34, 35].

القراءات

تقييم قدرة العزلة N19 على الحدّ من إصابة نبات البندورة بنيماتودا تعقّد الجذور *Meloidogyne* spp.

قُلعت النباتات بالكامل بعد شهرين من بدء التجربة، ونُظّفت الجذور من التراب بغمرها بلطف في ماء الصنبور عدّة مرّات، ثم وُضعت على ورق ترشيح لتجف هوائياً. تمّ عدّ عقد نيماتودا تعقّد الجذور، وعدد كتل البيض

المتشكلة على جذور النباتات المُعداة بالنيماتودا في المعاملات M، وBM، وMB (وذلك بعد غمر الجذور بمحلول من الأيوزين المائي 2% بغرض تلوين كتل البيض وسهولة تمييزها وعدها [36 ,37]). لتقدير مستوى الإصابة بالنيماتودا على النظام /المجموع الجذري لكل نبات، وبالاعتماد على عدد العقد المتشكلة على الجذور، حُسب كل من معامل التعقّد Gall Index (GI)، ومعامل كتل البيض Egg Mass Index (EMI) وذلك بالاعتماد على سلم قياسي من 0–5 [38]، حيث: 0= لا توجد عقد أو كتلة بيض على الجذر، 1= 1–2 عقدة أو كتلة بيض، 2= 3–10 عقدة أو كتلة بيض، 3= 11–30 عقدة أو كتلة بيض، 4= 31–100 عقدة أو كتلة بيض، 5= > 100 عقدة أو كتلة بيض لكل نظام جذري.

فُصِلَ المجموع الخضري عن المجموع الجذري، وأُخذت القياسات المتعلّقة بارتفاع النبات (سم) باستخدام مسطرة. واستُخدم ميزان حساس لقياس الوزن الرطب لكل من المجموع الخضري والمجموع الجذري.

تقييم قدرة العزلة N19 في استيطان نبات البندورة والانتقال الجهازي ضمنه

أُجري اختبار تقييم الاستيطان للفطر *B. bassiana* في أوراق وسوق وجذور نبات البندورة بعد شهرين من التلقيح؛ بأخذ 3 نباتات من كل معاملة. أُخذت الأجزاء المختلفة وعُقّمت سطحياً بنقعها بالكحول الإيثيلي 70% لمدّة دقيقتين، ومحلول هيبوكلوريت الصوديوم 5% لمدة دقيقتين، ثم غسلها بالماء المعقّم مرتين أيضاً لمدة دقيقتين في كل مرة من أجل التخلص من هيبوكلوريت الصوديوم، ومن ثم وضعها على ورق ترشيح لتجف هوائياً. بعد التعقيم السطحي، قُطّعت السوق والجذور ضمن غرفة العزل بواسطة مشرط معقّم إلى قطع صغيرة بطول 4 مم، قُطّعت الأوراق إلى أقراص بقطر 1 سم. أُخذَت قطع من هذه الأجزاء بشكل عشوائي ونمّيَت على مستنبت PDA في أطباق بتري (قطر 9 سم)، بمعدّل 8 قطع من كل جزء نباتي في كل طبق بتري. حُضّنت الأطباق في الظلام عند درجة حرارة 25 ± 1 °س من أجل توفير الظروف المناسبة لنمو الفطر. تمّ مراقبة ظهور النموات الفطرية وحُسبت نسب الاستيطان لكل جزء نباتي وفق المعادلة الآتية:

نسبة الاستيطان (%) = (عدد الأقراص الورقية التي تُظهِر نمواً فطرياً/ العدد الكلي للأقراص الورقية) × 100 [39].

التحليل الإحصائي

صُمّمت التجربة وفق التصميم العشوائي الكامل. أُجري تحليل التباين أحادي العوامل One way ANOVA، واستخدم اختبار أقل فرق معنوي Least Significant Difference (LSD) عند مستوى معنوية $P\leq 0.05$ لمقارنة المتوسطات. صُحّحت البيانات لوغاريتمياً عند الحاجة. حُسب الخطأ القياسي Standard Error (SE) للمتوسطات. حُلّلت البيانات باستخدام برنامج CoStat (Version 6.400).

النتائج والمناقشة:

النتائج:

تقييم قدرة العزلة N19 في الحدّ من إصابة نبات البندورة بنيماتودا تعقّد الجذور *Meloidogyne* spp.

أظهرت نتائج التجربة المخبرية المنفّذة أنّ تلقيح جذور البندورة بالعزلة N19 من الفطر *B. bassiana* لم يُحدث فرقاً معنوياً في إصابة نبات البندورة بنيماتودا تعقّد الجذور، بل بالعكس أدّى تلقيح النبات بالفطر قبل الإعداء بالنيماتودا (BM) إلى زيادة معنوية في عدد العقد المتشكلة على الجذور بالمقارنة مع الشاهد المعدى بالنيماتودا فقط،

في حين أدّى تلقيح النبات بالفطر بعد الإعداء بالنيماتودا (MB) إلى خفض إصابة جذور البندورة بنيماتودا تعقّد الجذور *Meloidogyne* بنسبة خفض وصلت إلى 42.08% مقارنة بالشاهد المعدى بالنيماتودا فقط، ولكن لم يكن هذا الانخفاض معنوياً ($P = 0.1328$) (الجدول 2). ولكن كان لمعاملة نبات البندورة بالفطر *B. bassiana* تأثيراً معنوياً في خفض عدد كتل البيض على الجذر في المعاملة BM بنسبة خفض بلغت 56.83% ($P = 0.0389$) (الجدول 3). وعند حساب معامل التعقّد، لوحظ انخفاضه ظاهرياً في المعاملة MB بالمقارنة مع الشاهد وارتفاعه ظاهرياً في المعاملة BM، ولكن لم يكن هذا الانخفاض معنوياً بالمقارنة مع الشاهد ($P = 0.0411$)، بينما لم توجد فروق معنوية بين المعاملات المختلفة من حيث معامل كتل البيض ($P = 0.687$) (الجدول 2).

الجدول (2): تأثير معاملة نباتات البندورة **بالعزلة N19 من الفطر *B. bassiana* من خلال معاملة الجذور في خفض الإصابة بنيماتودا تعقّد الجذور *Meloidogyne* بعد شهرين من المعاملة.**

المعاملة	المتوسط ± SE			
	عدد العقد	عدد كتل البيض	معامل التعقّد	معامل كتل البيض
M	17.57 ± 68.5a	10.45 ± 37.83a	0.36 ± 4ab	0.34 ± 3.5a
BM	17.84 ± 87.17a	2.89 ± 16.33b	0.21 ± 4.33a	0 ± 3a
MB	10.7 ± 39.67b	16.65 ± 36a	0.31 ± 3.17b	0.73 ± 3a
LSD 5%	18.97	5.57	0.908	1.403

***: الأحرف المختلفة ضمن العمود الواحد تدل على وجود فروق معنوية بين المعاملات (اختبار LSD بعد تحليل التباين أحادي العوامل One Way ANOVA). (M: المعاملة بالنيماتودا فقط، BM: المعاملة بالفطر قبل المعاملة بالنيماتودا، MB: المعاملة بالنيماتودا قبل المعاملة بالفطر).**

تقييم قدرة العزلة N19 في تعزيز نمو نبات البندورة

أظهرت النتائج أنّ المعاملة بالفطر *B. bassiana* قد أثرت معنوياً في الوزن الرطب لكل من المجموعين الجذري والخضري. حققت المعاملة BM أعلى متوسط للوزن الرطب للجذور متفوقة بذلك على بقية المعاملات (باستثناء المعاملة M)، كما لوحظ أن معاملات الشاهد والمعاملات التي تضمّنت الإعداء بالنيماتودا قد تفوقت معنوياً على معاملة الفطر لوحده B حيث سُجّل أقل وزن للمجموع الخضري وبلغ 5.28 ± 0.7غ ($d.f = 2$; $F = 0.386$; $P = 0.686$)، في حين لم تكن هناك أي فروق معنوية في ارتفاع النبات بعد شهرين من الزراعة للمعاملات المختلفة ($d.f = 2$; $F = 0.3929$; $P = 0.681$) (الجدول 3).

الجدول (3): تأثير المعاملة بالفطر *Beauveria bassiana* والنيماتودا *Meloidogyne* في مؤشرات نمو نبات البندورة بعد شهرين من المعاملة

المعاملة	المتوسط ± SE		
	الوزن الرطب للجذور (غ)	الوزن الرطب للمجموع الخضري (غ)	ارتفاع النبات (سم)
C	0.21±1.56b*	1.09±10.15a	61a±4.43
M	0.53±2.3ab	2.29±10.31a	54.33a±5.17
B	0.23±1.05b	0.7±5.28b	56.67a±4.88
BM	0.75±3.34a	1.05±7.97ab	59.33a±2.06
MB	0.35±1.85b	2.36±8.42ab	56.17a±4.22
LSD 5%	1.347	4.8145	12.5137

***: الأحرف المختلفة ضمن العمود الواحد تدل على وجود فروق معنوية بين المعاملات (اختبار LSD بعد تحليل التباين أحادي العوامل One Way ANOVA).**

تقييم قدرة العزلة N19 في استيطان نبات البندورة والانتقال الجهازي ضمنه

أظهرت النتائج تمكّن العزلة N19 من استيطان أوراق وسوق وجذور نبات البندورة بعد حوالي الشهرين من التلقيح سواء من خلال غمر الجذور في المعاملتين B وBM، أو من خلال ري الجذور في المعاملة MB، مع نسب استيطان أعلى معنوياً في المعاملة MB، وقد يعود ذلك إلى الفترة الزمنية الأقصر بين التلقيح والقراءة في هذه المعاملة؛ وبلغت نسب الاستيطان في هذه المعاملة 37.5 و26.78 و50% في كل من الأوراق والسوق والجذور، على التوالي (الجدول 4).

يُلاحظ من هذه النتائج أيضاً انتقال الفطر من مكان المعاملة (الجذور) إلى كل من السوق والأوراق ما يدل على وجود نشاط جهازي للفطر *B. bassiana* داخل نبات البندورة.

الجدول (4): تأثير المعاملة بالفطر *Beauveria bassiana* في استيطان نبات البندورة بعد شهرين من المعاملة

المعاملة	المتوسط (%) ± SE		
	الورقة	الساق	الجذر
C	0c	0c	0c*
B	5.06±25ab	1.65 ±12.5b	11.2 ±25b
BM	3 ±12.75bc	2.35 ±12.5b	9.56 ±28.57b
MB	10.65 ±37.5a	7.58 ±26.78a	23.52 ±50a
LSD 5%	13.58	11.257	19.008

***: الأحرف المختلفة ضمن العمود الواحد تدل على وجود فروق معنوية بين المعاملات (اختبار LSD بعد تحليل التباين أحادي العوامل One Way ANOVA**

المناقشة

بيّنت نتائج الدراسة الحالية بشكل أساسي قدرة العزلة المحلية المعزولة داخلياً من نبات الخيار (N19) على استيطان أجزاء نبات البندورة (أوراق وسوق وجذور) بعد معاملة الجذور، وانتقل الفطر جهازياً داخل نبات البندورة بين الأجزاء المختلفة. ولكن لم تتجاوز نسب استيطان الفطر *B. bassiana* لنبات البندورة في هذه الدراسة 50% في الجذور و40% في الأوراق والسوق. يختلف النشاط الاستيطاني للفطر *B. bassiana* داخل النبات تبعاً للعديد من العوامل، ومنها العائل النباتي والعزلة الفطرية والكائنات الحية الدقيقة الموجودة داخل النبات، وطريقة التلقيح. يُعد دور العزلة أو السلالة الفطرية أساسياً بالنسبة للنشاط الاستيطاني لهذا الفطر نظراً للتنوّع الوراثي الكبير داخل النوع *B. bassiana*. وقد أظهرت العديد من الدراسات قدرة الفطر *B. bassiana* على استيطان نباتات البندورة بعد عملية التلقيح الصنعي [40-42]، ولم تتجاوز نسب استيطان الفطر *B. bassiana* لأنسجة البندورة في دراسة [43] 5% في مختلف أجزاء النبات، وفشلت بعض العزلات في التعايش داخل نبات البندورة في الدراسة المذكورة [43]. في حين أثبتت دراسة [44] استيطان نبات البندورة بالفطر *B. bassiana* بنسب عالية تراوحت بين 44% و91%. كما كانت نسب استيطان البندورة بعزلات أخرى من الفطر *B. bassiana* أعلى من 40% في دراسة [45].

كذلك بينت نتائج الدراسة عدم وجود تأثير معنوي للفطر *B. bassiana* في تحسين نمو نباتات البندورة. لا يزال هذا الدور للفطر في الطبيعة قيد الدراسة، وفي حين ينجح الفطر *B. bassiana* في تعزيز نمو العديد من النباتات، فإنه يفشل في تعزيز نمو نباتات أخرى [46 -49].

لوحظ أيضاً دور واضح للعزلة المختبرة فيما يتعلّق بقدرة الفطر على تعزيز نمو نبات ما، فبالنسبة لنبات البندورة، بيّنت دراسة [42] قدرة عزلات من الفطر *B. bassiana* على استيطان نبات البندورة وتعزيز نموّه؛ إذ أدّت

معاملة النبات بالفطر إلى زيادة في ارتفاع النبات وقطر الساق وطول الجذر والكتلة الحيوية بعد 26 يوماً من التلقيح بطرائق تلقيح مختلفة. في حين لم تؤد العزلة المستخدمة من هذا الفطر في دراسة [50] إلى تعزيز مؤشرات نمو نبات البندورة بما فيها قطر الساق وارتفاع النبات وعدد الأوراق بعد 30 يوماً من المعاملة رغم استيطان الفطر للنبات. أوضح [51] بأنّ تأثير الفطر *B. bassiana* في نمو نبات البندورة يعتمد بشكل أساسي على السلالة الفطرية المستخدمة، فقد بيّنت الدراسة [51] أنّ بعض السلالات المستخدمة أدّت إلى زيادة معنوية في طول نبات البندورة ومساحة الورقة والوزن الجاف للنبات بالمقارنة مع الشاهد، في حين لم تعطِ سلالات أخرى أي تأثير إيجابي.

من حيث تقييم كفاءة العزلة المستخدمة من الفطر *B. bassiana* (N19) في الحدّ من إصابة نبات البندورة بنيماتودا تعقّد الجذور، فلم تكن النتائج مشجعة في هذا المجال، إذ كانت الفروق غير معنوية مع الشاهد في معاملات الفطر في معظم الحالات. ورغم قدرة الفطر *B. bassiana* على إنتاج العديد من المستقلبات الثانوية المضادة للكائنات الحية الدقيقة إلا أن النتائج المتعلقة بجدوى استخدام الفطر في مكافحة نيماتودا تعقّد الجذور متضاربة، وقد أدّت العزلات المستخدمة من الفطر *B. bassiana* إلى زيادة معنوية واضحة في معامل التعقد وعدد كتل البيض لنيماتودا تعقّد الجذور من النوع*M. incognita* على جذور البندورة بدون تفسير واضح في دراسة [52] بعد 60 يوماً من التلقيح بالفطر رغم تمكن العزلات المستخدمة من استيطان أجزاء النبات المختلفة بنسب وصلت إلى قرابة 70% في بعض الأحيان. بينما أُثبتَت كفاءة الفطر *B. bassiana* في الحدّ من إصابة نبات البندورة بنيماتودا تعقّد الجذور في العديد من الدراسات الأخرى مثل دراسة [53] التي نُفّذت عند ظروف البيت المحمي وأظهرت أنّ معاملة نبات البندورة بالفطر *B. bassiana* أدّى إلى خفض عدد العقد المتشكّلة على الجذور وعدد كتل البيض لنيماتودا تعقّد الجذور من النوع *M. hapla*؛ ودراسة [54] التي نُفّذت أيضاً عند ظروف البيت المحمي، وأظهرت كفاءة عالية للفطر *B. bassiana* في خفض معامل تعقّد جذور البندورة من النوعين *M. incognita* و*M. javanica*؛ ودراسة [55] التي أثبتت أنّ معاملة نباتات البندورة بالفطر *B. bassiana* أدّت إلى خفض عدد العقد الناتجة عن النوع *M. incognita*؛ ودراسة [35] التي أثبتت أيضاً قدرة الفطر على خفض معامل تعقّد جذور البندورة المصابة بالنوع *M. incognita*. كذلك أظهر الفطر *B. bassiana* فعالية عالية في خفض عدد العقد وعدد كتل البيض المتشكلة على جذور نباتات البندورة المصابة بالنوع *M. incognita* في دراسة [20].

يتبيّن من نتائج الدراسة الحالية أنّ قدرة الفطر *B. bassiana* على الحدّ من إصابة نبات البندورة بنيماتودا تعقّد الجذور من الجنس *Meloidogyne* لا يزال بحاجة للمزيد من الدراسات المتعمّقة ولا سيّما أنّ هذه النتائج كانت غير مشجّعة. ولا بدّ من البحث عن عزلات أخرى من الفطر قد تكون أكثر كفاءة في مكافحة النيماتودا النباتية، وخصوصاً وأنّ العزلات الفطرية لا تُنتج بالضرورة نفس المستقلبات الثانوية التي تُنتجها عزلات أخرى لنفس النوع. كما يُمكن استخدام هذه العزلات إزاء نيماتودا تعقّد الجذور على نباتات أخرى نظراً للدور الكبير الذي يؤديه العائل النباتي في نجاح أو فشل التفاعل بين الفطر والنيماتودا.

الاستنتاجات والتوصيات:

من خلال نتائج هذا البحث يتبيّن قدرة العزلة N19 من الفطر *B. bassiana* على استيطان أجزاء نبات البندورة المختلفة في الظروف المخبرية، وتمكّنها من الانتقال الجهازي داخل النبات وذلك بعد شهرين من المعاملة

بالفطر. كما يتبيّن أنّ هذه العزلة لم تؤدِّ إلى أية زيادة معنوية في مؤشرات نمو النبات، كما لم تُظهر فروق ذات أهمية معنوية في حماية نبات البندورة من الإصابة بنيماتودا تعقّد الجذور *Meloidogyne* spp.، وإنما كانت الفروق ظاهرية فقط في حال وجودها.

وبناءً على نتائج هذه الدراسة نوصي بنقل هذه التجربة إلى التطبيق الحقلي لمعرفة إمكانية مثابرة الفطر المدروس داخل نبات البندورة المزروعة في ظروف البيت المحمي أو الحقل المكشوف، كما تسلط نتائج الدراسة الضوء على الحاجة إلى دراسات معمقة أكثر من حيث إمكانية استخدامه كوسيلة مكافحة أحيائية ضمن نيماتودا تعقد الجذور خصوصاً والنيماتودا الممرضة للنبات عموماً، وذلك من خلال محاولة فهم الأسباب وراء النتائج غير المشجعة المستحصل عليها في هذه الدراسة، كما أن اختبار كفاءة عزلات محلية أخرى من الفطر *B. bassiana* قد تحقق نتائج مرضية أكثر.

References:

[1]. Agricultural Statistics Group, Syrian Arab Republic, Ministry of Agriculture and Agrarian Reform, Directorate of Planning and International Cooperation, Statistics Department, 244 p, (2019).

[2]. FAO. Faostat Crop, In FAO Statistics Division; Food Agricultural Organization of the United Nations: Rome, Italy, (2017).

[3]. R.S. Hussey, and G.J.W. Janssen, Root-Knot nematodes. *Meloidogyne* species. In "Plant resistance to parasitic nematodes" (starr, J.L.; R. Cook; J. Bridge, eds) C.A.B. International, Wallingford, Oxon, UK. 43-70, (2002).

[4]. S. Abbas, S. Dawar; M. Tariq; and M.J. Zaki, Nematocidal activity of spices against *Meloidogyne javanica.* Pakistan. J. Bot., 41(5): 2625-2632, (2009).

[5]. A. Seid, C. Fininsa; T. Mekete; W. Decraemer; and W.M. Wesemael, Tomato (*Solanum lycopersicum*) and root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.)–a century-old battle. Nematology. 17(9): 995-1009, (2015).

[6]. S. Rawal, A review on root-knot nematode infestation and its management practices through different approaches in tomato. Trop. Agroecosystem, 1, 92-96, (2020).

[7]. N. Shilpa, P. Sharma; V. Thakur; A. Sharma; R.S. Rana; and P. Kumar, A status-quo review on management of root knot nematode in tomato. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 97(4): 403-416, (2022).

[8]. C. Escobar, M. Barcala; J. Cabrera; and C. Fenoll, Overview root-knot nematodes and giant cells. In Advances in botanical research. 73, 1-32. Academic Press. (2015).

[9]. G.C. Bernard, M. Egnin; and C. Bonsi, "The impact of plant-parasitic nematodes on agriculture and methods of control", In Shah, M.M.; and M. Mahamood, (Ed.), Nematology Concepts, Diagnosis, and Control London: Intech Open, pp. 121–51, (2017). https://doi.org/10.5772/intechopen.68958.

[10]. M.Z. Kayani, T. Mukhtar; M.A. Hussain; M.I. Haque, Infestation assessment of Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) associated with cucumber in the Pothowar region of Pakistan. Crop Protection. 47, 49-54, (2013).

[11]. J.T. Jones, A. Haegeman; E.G. Danchin; H.S. Gaur; J. Helder; M.G. Jones; and R.N. Perry, Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. Molecular plant pathology. 14(9): 946-961, (2013). https://doi.org/10.1111/mpp.12057.

[12]. B. Navyashree, C. Dharmashekar; C. Shivamallu; S. Balasubramanian; S.K. Prasad; K.S. Prasad; and K.C. Lath, Plant induced resistance in *Solanacearum lycopersicum* species against root knot nematodes. Journal of Applied Biology & Biotechnology. 9(1): 88-95, (2021).

[13]. I. Cannayane, and C.V. Sivakumar, Nematode egg-parasitic fungus I: *Paecilomyces lilacinus*–A review. Agricultural Reviews. 22(2): 79-86, (2001).
[14]. M. Arif, and G. Parveen, Nematode biocontrol, a review of *Paecilomyces lilacinus*. Advances in Nematology, Scientific Publishers, Jodhpur, India, pp.191-204, (2003).
[15]. A. Moreno-Gavíra, V. Huertas; F. Diánez; B. Sánchez-Montesinos; and M. Santos, *Paecilomyces* and its importance in the biological control of agricultural pests and diseases. *Plants*. 9(12): 1746, (2020).
[16]. P.U.S. Peiris, Y. Li; P. Brown; and C. Xu, Fungal biocontrol against *Meloidogyne* spp. in agricultural crops: A systematic review and meta-analysis. Biological Control, 144, p.104235, (2020).
[17]. S. Subedi, B.Thapa, and J., Shrestha, Root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) and its management: a review. Journal of Agriculture and Natural Resources. 3(2): 21-31, (2020).
[18]. D. Zhao, B. Liu; Y. Wang; X. Zhu; Y. Duan; and L. Chen. Screening for nematicidal activities of *Beauveria bassiana* and associated fungus using culture filtrate. African Journal of Microbiology Research. 7, 974–978, (2013).
[19]. P. Zheng, Y. Xia; S. Zhang; and C. Wang, Genetics of *Cordyceps* and related fungi. Applied microbiology and biotechnology. 97, 2797-2804, (2013). https://doi.org/10.1007/s00253-013-4771-7.
[20]. F.G. Göze Özdemir, A. Uzun Yiğit; and O. Demirözer, Evaluation of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* culture filtrate for *Meloidogyne incognita* on tomato. Journal of Plant Diseases and Protection. 130(2): 271-278, (2023). https://doi.org/10.1007/s41348-022-00698-1.
[21]. G.D. Inglis, M.S. Goettel; T.M. Butt; H. Strasser, Use of hyphomycetous fungi for managing insect pests., in: Fungi as Biocontrol Agents: Progress, Problems and Potential. CABI publishing Wallingford UK, pp. 23–69, (2001).
[22]. F.E. Vega, and M. Blackwell, Insect-fungal associations: ecology and evolution. Oxford University Press. (2005).
[23]. D.W., Roberts, World picture of biological control of insects by fungi. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz. 84, 89–100, (1989).
[24]. L.A. Mwamburi, *Beauveria*. Beneficial Microbes in Agro-Ecology, 1st Edition, Elsevier, 727–748, (2020). https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823414-3.00037-X.
[25]. A. Haj-Hasan, Survey of entomopathogenic fungi in the coastal region and evaluation their efficacy on aphids and whiteflies. Master thesis, Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria, 115 pp, (2011). [In Arabic].
[26]. F., Khatib, A. Karkoukly, A.N. Trissi and M. El-Bouhssini, Genetic diversity of some isolates of entomopathogenic fungi collected from different regions. *Arab* Journal of Plant Protection, 34(1): 52-61, (2016). [In Arabic].
[27]. L.H. Rajab, Effect of some local isolates of the fungus *Beauveria bassiana* on different stages of the cotton leaf worm *Spodoptera littoralis*. Master thesis, Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria, 91 pp, (2017). [In Arabic].
[28]. B. Alshadidi, J. Faddoul, and A. Basheer, Ecological Parameters of Numerical Diversity of Entomopathogenic Fungi in Soils of Beit Saber and Henna, Rif Damascus Governorate, Syria. *Arab Journal of Plant Protection*, 42(2): 234240, (2024). https://doi.org/10.22268/AJPP-001227 [In Arabic].

[29]. L.H. Rajab, Endophytic establishment of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil. in cucumber plants and its effects against some cucumber insect pests. PhD thesis, Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria, 187 pp, (2024). [In Arabic].
[30]. N.H. Alsaoud, Efficacy of native isolates of entomopathogens against potato tuber moth. PhD thesis, Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Engineering, Albaath University, Homs, Syria, 153 pp, (2018). [In Arabic].
[31]. J.T. Walker, and J.D. Wilson, The separation of nematodes from soil by a modied Baermann funnel technique. Plant Disease Reporter. 44:94-97, (1960).
[32]. L. Rajab, W. Habib; E. Gerges; I. Gazal; and M. Ahmad, Natural occurrence of fungal endophytes in cultivated cucumber plants in Syria, with emphasis on the entomopathogen *Beauveria bassiana*. Journal of Invertebrate Pathology. 196, (2023). 107868. https://doi.org/10.1016/j.jip.2022.107868.
[33]. G.D. Inglis, J. Enkerli, and M.S. Goettel, Laboratory techniques used for entomopathogenic fungi: Hypocreales. Manual of techniques in invertebrate pathology, 2, 18–53, (2012).
[34]. T.K. Donga, Vega, F.E.; Klingen, I. Establishment of the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* as an endophyte in sugarcane, *Saccharum officinarum*. Fungal Ecology. 35, 70-77, (2018).
[35]. S. Karabörklü, V. Aydınlı; and O. Dura, The potential of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in controlling the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* in tomato and cucumber. Journal of Asia-Pacific Entomology. 25(1): 101846, (2022). https://doi.org/10.1016/j.aspen.2021.101846.
[36]. L.E. Garcia, & M.V. Sánchez-Puerta, Characterization of a root-knot nematode population of *Meloidogyne arenaria* from Tupungato (Mendoza, Argentina). Journal of nematology, 44(3), 291, (2012).
[37]. L. Huang, N.G. Gebreselassie, L.F. Gagliardo, M.C. Ruyechan, N.A. Lee, J.J. Lee, J.A. Appleton, Eosinophil-derived IL-10 supports chronic nematode infection. Journal of Immunol. 193(8): 4178–4187, (2014).
[38]. A.L. Taylor, and J.N. Sasser, Biology, identification and control of root knot nematodes (*Meloidogyne* species). Raleigh, North Carolina State Graphics, III p., (1978).
[39]. O. Petrini, and P.J. Fisher, Fungal endophytes in *Salicornia perennis*. Transactions of the British Mycological Society. 87, 647–651, (1986).
[40]. W.A. Powell, W.E. Klingeman; B.H. Ownley; K.D. Gwinn, Evidence of endophytic *Beauveria bassiana* in seed-treated tomato plants acting as a systemic entomopathogen to larval *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Entomological Science. 44, 391–396, (2009).
[41]. L. Barra-Bucarei, M.G. González; A.F. Iglesias; G.S. Aguayo; M.G. Peñalosa; P.V. Vera, *Beauveria bassiana* multifunction as an endophyte: Growth promotion and biologic control of *Trialeurodes vaporariorum*,(Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) in tomato. Insects 11, 591, (2020).
[42]. Y. Zheng, Y. Liu; J. Zhang; X. Liu; Z. Ju; H. Shi; A. Mendoza-Mendoza; and W. Zhou, Dual role of endophytic entomopathogenic fungi: induce plant growth and control tomato leafminer *Phthorimaea absoluta*. Pest Management Science. 79(11): 4557-4568, (2023). https://doi.org/10.1002/ps.7657.
[43]. C.A. Omukoko, and L. Turoop, Colonization of tomato varieties by *Beauveria bassiana* isolates in the screen house. International Journal of Science and Research. 6, 1024–1028, (2017).

[44]. P. Gurulingappa, G.A. Sword; G. Murdoch; and P.A. McGee, Colonization of crop plants by fungal entomopathogens and their effects on two insect pests when in planta. Biological control. 55(1): 34-41, (2010). https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2010.06.011.
[45]. G. Resquín-Romero, I., Garrido-Jurado; C. Delso; A. Ríos-Moreno; E. Quesada-Moraga, Transient endophytic colonizations of plants improve the outcome of foliar applications of mycoinsecticides against chewing insects. Journal of invertebrate pathology. 136, 23–31, (2016).
[46]. S. Tall, and N.V. Meyling, Probiotics for Plants? Growth promotion by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* depends on nutrient availability. Microbial Ecology. 76, 1002–1008, (2018). https://doi.org/10.1007/s00248-018-1180-6.
[47]. B.S. Bamisile, C.K. Dash; K.S. Akutse; R. Keppanan; O.G. Afolabi; M. Hussain; M. Qasim; L. Wang, Prospects of endophytic fungal entomopathogens as biocontrol and plant growth promoting agents: An insight on how artificial inoculation methods affect endophytic colonization of host plants. Microbiological Research. 217, 34–50, (2018). https://doi.org/10.1016/j.micres.2018.08.016.
[48]. B.S. Bamisile, J.A. Siddiqui; K.S. Akutse; L.C. Ramos Aguila; Y. Xu, General limitations to endophytic entomopathogenic fungi use as plant growth promoters, pests and pathogens biocontrol agents. Plants. 10, 2119, (2021). https://doi.org/10.3390/plants10102119.
[49]. S. Mantzoukas, I. Lagogiannis; D. Mpousia; A. Ntoukas; K. Karmakolia; P.A. Eliopoulos; and K. Poulas, *Beauveria bassiana* endophytic strain as plant growth promoter: The case of the grape vine *Vitis vinifera*. Journal of Fungi. 7, 142, (2021). https://doi.org/10.3390/jof7020142 .
[50]. A.C.L. Silva, G.A. Silva; P.H.N. Abib; A.T. Carolino; and R.I. Samuels, Endophytic colonization of tomato plants by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* for controlling the South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*. CABI Agriculture and Bioscience. 1, 1-9, (2020). https://doi.org/10.1186/s43170-020-00002-x.
[51]. M. Sinno, M. Ranesi; I. Di Lelio; G. Iacomino; A. Becchimanzi; E. Barra; D. Molisso; F. Pennacchio; M.C. Digilio; S. Vitale; and D. Turrà, Selection of endophytic *Beauveria bassiana* as a dual biocontrol agent of tomato pathogens and pests. Pathogens. 10(10): 1242, (2021). https://doi.org/10.3390/pathogens10101242.
[52]. S. Yerukala, E.C. Bernard; K.D. Gwinn; D.M. Butler; P.S. Grewal; and B.H. Ownley, Endophytic increases galling of 'Rutgers' tomato roots with. Journal of Nematology. 53(1): 1-16, (2021). https://doi.org/10.21307/jofnem-2021-072.
[53]. T. Liu, L. Wang; Y.X. Duan; and X. Wang, Nematicidal activity of culture filtrate of *Beauveria bassiana* against *Meloidogyne hapla*. World Journal of Microbiology and Biotechnology. 24, 113-118, (2008). https://doi.org/10.1007/s11274-007-9446-z.
[54]. I. Kepenekci, H.D. Saglam; E. Oksal; D. Yanar; and Y. Yanar, Nematicidal activity of *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. against root-knot nematodes on tomato grown under natural conditions. https://hdl.handle.net/20.500.12513/4009 (2017).
[55]. H. Pant, and J. Verma, Bio-Management of root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) in tomato (*Lycopersicon esculeutum* L.). ESSENCE International Journal for Environmental Rehabilitation and Conservation. IX (2), pp.60-63, (2018). https://doi.org/10.31786/09756272.18.9.2.209.