

تقويم كفاءة النيماتودا *Steinernema carpocapsa* (Weiser) في قتل شغالات جنود حشرة الأرضة *Microcrotermes diversus* (Silvestri) وسلوكها عند درجات حرارة مختلفة

راضي فاضل الجصاني¹ ومعن عبد العزيز الصالحي²

(1) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة بغداد، بغداد، العراق؛ (2) قسم علوم الحياة، كلية العلوم، الجامعة المستنصرية، بغداد، العراق، البريد الإلكتروني: radhi1957@yahoo.com

المخلص

الجصاني، راضي فاضل ومعن عبد العزيز الصالحي. 2011. تقويم كفاءة النيماتودا *Steinernema carpocapsa* (Weiser) في قتل شغالات جنود حشرة الأرضة *Microcrotermes diversus* (Silvestri) وسلوكها عند درجات حرارة مختلفة. مجلة وقاية النبات العربية، 29: 68-76. اجريت دراسة مختبرية لتقويم كفاءة النيماتودا *Steinernema carpocapsa* بثلاثة تراكيز 10^5 و 10^6 و 10^7 يرقة فعالة/مل ماء مقطر في قتل شغالات جنود حشرة الأرضة *M. diversus* وسلوكها عند درجات الحرارة 20، 25، 30، 35 ± 3 °س. أظهرت نتائج الدراسة أن النيماتودا بكافة تراكيزها تميزت بالقتل التدريجي لأفراد الأرضة مقارنة مع القتل السريع والفوري لمبيد الدورسيان، وأن اليرقات الفعالة للنيماتودا سببت نسب قتل للشغالات والجنود بفروق إحصائية معنوية اعتماداً على التركيز ودرجة الحرارة ومدة التعرض. وقد حققت اليرقات الفعالة للنيماتودا نسبة قتل 100% عند درجة حرارة 25 ± 3 °س وهي أكثر ملاءمة لنشاط النيماتودا في إحداث أعلى نسبة هلاك وبأسرع مدة زمنية وخلال 7-14 يوماً من المعاملة. أما عند درجات الحرارة 20، 30، و 35 ± 3 °س فقد حققت اليرقات الفعالة للنيماتودا نسبة قتل 100% لشغالات و جنود الأرضة بعد 7 و 63 و 98 يوماً بعد المعاملة عند التركيز 10^7 يرقة فعالة/مل ماء مقطر، على التوالي. وفي ظروف درجة حرارة المختبر، لوحظ أن نسبة موت أفراد الأرضة كانت منخفضة في بداية المعاملة إلى أن وصلت (100%) بعد 21 و 14 يوماً من المعاملة بالتراكيز 10^5 و 10^6 و 10^7 يرقة فعالة/مل ماء مقطر، على التوالي. كما اثبتت الدراسة أن مدة بقاء يرقات النيماتودا فعالة في إحداث القتل لأفراد الأرضة بلغت 90 و 120 و 150 يوماً بعد المعاملة عند التراكيز 10^5 و 10^6 و 10^7 يرقة فعالة/مل ماء مقطر، على التوالي في ظروف المختبر، وان أفراد الأرضة استمرت بالموت لمدة 240 يوماً بعد المعاملة، وانعدم الموت بعد 360 يوماً. كما اظهرت نتائج الدراسة أن النيماتودا بكافة تراكيزها سببت طرد أفراد الأرضة خلال مدة التعريض الأولى (7-10 يوماً من المعاملة) فضلاً عن طول المدة الزمنية لتحقيق نسبة قتل 100% إذ بلغت المدة 70-84 يوماً من المعاملة اعتماداً على التركيز. كما اثبتت نتائج الدراسة أن افضل تركيز للنيماتودا في إحداث القتل هو 10^7 يرقة فعالة/مل ماء وأن الشغالات والجنود لها الحساسية نفسها لليرقات الفعالة للنيماتودا.

كلمات مفتاحية: النيماتودا *S. carpocapsa*، الأرضة (النمل الأبيض) *M. diversus*، شغالات، جنود.

المقدمة

يورو خلال عام 2001 (اتصال شخصي مع شركة التجهيزات الزراعية العراقية).

استخدمت مبيدات متعددة لمعاملة التربة بهدف مكافحة الأرضة تحت السطحية خلال الثلاثينات واستخدم مبيد الكلوردين Chlordane كمبيد للأرضة في عام 1952، وفي الوقت الحالي يستخدم المبيد الفسفوري العضوي كلوربايريفوس ومبيدات بيروثروبيدية ومبيد Premise (Imidacloprid) (18)، واستخدام مبيد التيرميديور (Fipronil) الذي ينتمي إلى مجموعة Phebyl parazole كمبيد أمين للإنسان فضلاً عن أنه لا يسبب مشكلات للبيئة أو بطء المفعول على الأرضة (15).

ونظراً للسلبات المسجلة على مبيدات الأرضة تطرق العديد من الباحثين إلى إجراء دراسات لاستخدام النيماتودا في مكافحة الأرضة كأحد البدائل للمبيدات الكيميائية لما تمتاز بها هذه التقنية الحديثة من أمان للبيئة والإنسان، تعد نظم الطعوم الغذائية تقنية مهمة

تعد حشرة الأرضة (النمل الأبيض) (Termites) من الحشرات الاقتصادية المهمة التي تنتمي إلى رتبة متساويات الأجنحة Isoptera، حيث يوجد حوالي أكثر من 2300 نوعاً من الأرضة في العالم، منها 147 نوعاً ذات أهمية اقتصادية حيث تنتشر معظم أنواعها في المناطق الإستوائية من العالم (19). تقدر الخسائر السنوية التي تسببها الأرضة في الولايات المتحدة الأمريكية بما يزيد على 1.7 بليون دولار (6) في حين تقدر الأضرار الاقتصادية السنوية التي تحدثها الأرضة في المباني والمساكن عالمياً بما يزيد على 20 بليون دولار (17). أما في العراق، فقد أشارت إحصائيات الشركة العامة للتجهيزات الزراعية إلى أن إجمالي تكاليف استيراد مبيد الكلوربايريفوس خلال عام 1998 بلغ حوالي مليون دولار وكان إجمالي تكاليف استيراد مبيد التيرميديور (Fipronil) بلغ حوالي مليوناً

ونشارة خشب اليوكالبتوس الرطب (20) ولثلاثة مكررات. أجريت التجارب المذكورة آنفاً جميعها لتحضير المعلق المائي تحت ظروف التعقيم الكاملة في غرفة معقمة. تم التأكد من صلاحية وفعالية المستحضر التجاري من خلال تقدير كفاءة المستحضر التجاري على أساس عدد اليرقات لدودة الشمع الميتة والشغالات الميتة ووصول نسبة القتل إلى 100% وكذلك على أساس وجود اليرقات الفعالة (II) للنيماطودا التي عزلت من جثث يرقات دودة الشمع والشغالات باستخدام مصيدة White Trap وعزل البكتريا من هيموليمف اليرقات لدود الشمع الميتة.

عزل اليرقات الفعالة للنيماطودا بواسطة مصيدة White

تتكون مصيدة White من غطاء طبق بتري مقلوب قطره 10 سم داخل طبق بتري قطره 15 سم يحتوي على 40 مم من الماء المقطر ووضعت ورقة ترشيح رطبة فوق غطاء طبق البتري المقلوب بحيث كان نصف ورقة الترشيح مغموراً في الماء المقطر الموجود في طبق البتري الكبير ونصفها الثاني فوق الغطاء ويجب ألا يصل الماء إلى أعلى الغطاء المقلوب. وضعت جثث يرقات دودة الشمع الكبرى وشغالات الأرضة في مصيدة White فوق ورقة الترشيح الرطبة، وبعد 8-10 أيام بدأت اليرقات الفعالة (II) بالانتقال إلى الماء الموجود في طبق الكبير وتم جمع اليرقات الفعالة للنيماطودا *S. carpocapsae* وحفظت في ظروف الثلجة لغرض إحداث العدوى ليرقات دودة الشمع الكبرى من أجل إكثارها، واستخدامها في إجراء المعاملات اللاحقة (20).

تحضير التراكيز المختلفة من النيماطودا *S. carpocapsae*

أخذت كمية 10 مل من المعلق المائي الذي يحتوي على اليرقات الفعالة للنيماطودا *S. carpocapsae* المعزولة من يرقات دودة الشمع الكبرى وشغالات الأرضة الموضوعة في ظروف الثلجة، ثم أخذت كمية 1 مل من المعلق المائي وتم حساب عدد اليرقات الفعالة (II) بواسطة شريحة خاصة بالعد تحتوي على تدرجات بيانية على شكل مربعات صغيرة ووضعت تحت المجهر الضوئي المركب على قوة تكبير (40 X) حيث تم حساب اليرقات الفعالة الموجودة. وفي حالة وجود أعداد كبيرة من اليرقات الفعالة، تم تخفيفها بإضافة كمية من الماء المقطر، ومن ثم أخذ 4-6 نماذج من 2-3 تخفيفات لحين الوصول على معلق مائي بتركيز 10^7 يرقة فعالة/مل ماء مقطر وبعد هذا المعلق المائي هو المعلق الأساس ويمكن حساب عدد اليرقات الفعالة/مل ماء مقطر في المعلق وفقاً لطريقة Lacey (9). وبهذه الطريقة نحصل على التراكيز المختلفة لليرقات الفعالة وهي 10^5 ،

لمكافحة حشرة الأرضة، وأن عوامل مكافحة الأخرى مثل النيماطودا يجب أن تمتاز بتأثير بطيء، غير طارد، لتتمكن أفراد الأرضة في نقل هذا العامل ونشره بين أفراد الطائفة من خلال تبادل الغذاء أو بواسطة الملامسة والتنظيف (10).

ونظراً لتزايد أضرار الأرضة *Microcrotermes diversus* (Silv, estri) في السنوات الأخيرة في معظم محافظات القطر إذ شملت كثيراً من المنازل والمباني القديمة والحديثة كذلك بصيب هذا النوع معظم الأشجار المزروعة في الحدائق والبساتين وبعض المحاصيل الحقلية (1) فقد استهدفت هذه الدراسة تقويم كفاءة النيماطودا *S. carpocapsae* عند درجات حرارة مختلفة في المختبر بهدف معرفة إمكانية استخدامها في مكافحة الأرضة في الحقل كأحد الطرائق البديلة للمبيدات الكيميائية.

مواد البحث وطرائقه

مصدر النيماطودا *Steinernema carpocapsae*

استخدم في هذه الدراسة المستحضر التجاري (Beneficial Exhibit) (Nematodes) إنتاج شركة Beneficial Insect Company الذي يحتوي على يرقات الطور الثالث، وهي اليرقات الفعالة Infective Juveniles (II) للنيماطودا *S. carpocapsae* وتمتاز بكونها حبيبية وذات غلاف جيلاتيني يظهر بوضوح عند وضعه في الماء. تم الحصول على المستحضر التجاري من مركز الشركة في الولايات المتحدة الأمريكية.

تقويم كفاءة المستحضر التجاري للنيماطودا *S. carpocapsae*

تم تحضير معلق مائي وذلك بأخذ 0.1 غ من المستحضر التجاري وخلطه مع 10 مل ماء مقطر (9)، إذ أن هذا المعلق يحتوي على 200 يرقة فعالة II/مل ماء مقطر للنيماطودا *S. carpocapsae* من المستحضر التجاري، وأخذ 1 مل من المعلق المائي، ونشر في طبق بتري معقم قطره 10 سم ومبطن بورقة ترشيح مرطبة بالماء المقطر وتم أخذ 10 يرقات في الطور الخامس لدودة الشمع الكبرى *Galleria mellonella* من مستعمرة تم تهيئتها في المختبر ووزعت في الطبق بمسافات منتظمة لكي يكون معدل المعاملة 20 يرقة فعالة (II) من النيماطودا/يرقة من دودة الشمع الكبرى. تم وضع الطبق في الحاضنة عند 25 ± 3 °س بعد تغطيته بصورة جزئية للسماح بدخول الهواء إلى داخل الطبق لتوفير كمية ملائمة من الأوكسجين الضروري لإدامة حياة يرقات النيماطودا. ولغرض تقويم كفاءة المستحضر على شغالات الأرضة، استخدمت الطريقة المذكورة آنفاً نفسها لدودة الشمع، إذ وضع في الطبق 20 شغالة مع 1 غ من رقائق

10⁶ و 10⁷ يرقة فعالة/مل ماء مقطر والتي تم استخدامها في المعاملات المختلفة.

عزل البكتريا التكافلية *Xenorhabdus nematophilus* للنيماتودا

S. carpocapsae من هيموليمف يرقات حشرة دودة الشمع الكبرى وضعت 10 يرقات في الطور الخامس لحشرة دودة الشمع الكبرى في طبق بتري قطره 10 سم مبطن بورقة ترشيح رطبة وأضيف 1 مل من معلق النيماتودا الذي يحتوي على 100 يرقة فعالة على يرقات دودة الشمع الكبرى، وبعد 48 ساعة قُلت يرقات دودة الشمع الكبرى وتم أخذ جثثها وطهر سطحها الخارجي بواسطة تغطيسها في محلول من هيبوكلورات الصوديوم التجاري (القاصر) تركيز 10% لمدة دقيقة واحدة ثم غسلت اليرقات 3 مرات بالماء المقطر أو عن طريق تغطيسها بحول إيثيلي تركيز 95% لمدة دقيقة واحدة وغُطست بالماء المقطر لمدة ثلاث دقائق وتم تشريح جثث يرقات دودة الشمع الكبرى بواسطة مشرط معقم أو إبرة معقمة ولكن بدون تمزيق القناة الهضمية. وحضر الوسط الغذائي الآجار المغذي Nutrient Agar بإذابة 31 غ من هذا الوسط في لتر من الماء المقطر، وسخن المحلول في حمام مائي حتى يذوب الآجار، وعقم بجهاز الضغط البخاري (الموصدة) عند درجة حرارة 121 °س وضغط 15 رطل/بوصة ولمدة 20 دقيقة (9) وصب الوسط في أطباق بتري معقمة لحين البرودة والتصلب، ومن ثم نقلت قطرات من هيموليمف يرقات دودة الشمع الكبرى التي تم تشريحها بواسطة ماصة معقمة حجم 2 مل وتم استبعاد جثث اليرقات. حضرت ثلاثة أطباق لتمثل 3 مكررات ووضعت في الحاضنة عند درجة حرارة 25±3 °س لمدة 3 أيام نمت خلالها مستعمرات البكتريا على الوسط الزراعي وتم فحصها تحت المجهر الضوئي المركب وشخصت البكتريا من قبل الدكتور محمد عمر محي الدين/قسم البكتريولوجي التابع لقسم علوم الأغذية والتقانات الأحيائية في كلية الزراعة.

تأثير درجات حراري مختلفة في كفاءة النيماتودا *S. carpocapsae* في قتل أفراد حشرة الأرضة

استعملت تراكيز النيماتودا 10⁵، 10⁶ و 10⁷ يرقة فعالة/مل ماء مقطر ومبيد الدورسبان 48% تي سي من إنتاج شركة Dow Elanco بتركيز 2% (20 مل مبيد/لتر ماء) والماء المقطر كمعاملة مقارنة. حضر الوسط الغذائي الخاص بحشرة الأرضة بخلط 5 غ من رقائق ونشارة خشب اليوكالبتوس المجفف و 10 مل من محلول الآجار بنسبة 4% (0.4 غ من الآجار/10 مل ماء مقطر) في طبق بتري قطره 10 سم معقم ومبطن بورقة ترشيح رطبة وترك إلى حين التصلب، وقد استخدمت 3 مكررات لكل تركيز، إذ أضيف 20 مل

لكل مكرر من المعاملات المختلفة وترك إلى حين تغلغل المحلول بالوسط الغذائي لمدة تصل إلى ساعتين، ونقلت إلى كل مكرر 50 شغالة و 50 جندياً من أفراد الأرضة المؤقلمة وقليلاً من التربة وفتات الخشب المصاب وأغلق الطبق بالغطاء وتم تغليفه برقائق الألمنيوم، ونقلت الأطباق إلى الحاضنات عند درجات حرارة 20، 25، 30 و 35±3 °س كل على حدة، وكانت الأطباق تفحص يومياً لحساب عدد الأفراد الميتة إلى حين الحصول على نسب قتل 100%. وبعد ذلك وضعت 50 شغالة و 50 جندياً أخرى شهرياً وفحصت وسجل عدد الأفراد الميتة، وتم استبعاد الأفراد الحية المتبقية ولمدة 3 أشهر. وفي حالة الحصول على نسبة قتل 100% خلال الشهور الثلاثة لا يضاف أي فرد جديد إلى المكررات. صححت نسب القتل بالإستناد إلى معادلة Abbott (2).

كفاءة تراكيز مختلفة من النيماتودا *S. carpocapsae* في قتل أفراد حشرة الأرضة في ظروف المختبر لمدة سنة كاملة

استعملت تراكيز النيماتودا 10⁵، 10⁶ و 10⁷ يرقة فعالة/مل ماء مقطر ومبيد الدورسبان 48% تي سي بتركيز 2% (20 مل مبيد/لتر ماء) والماء المقطر كمعاملة مقارنة. حضر الوسط الغذائي للأرضة، واستخدمت ثلاثة مكررات لكل تركيز حيث أضيف 20 مل لكل مكرر من المعاملات المختلفة وترك إلى حين تغلغل المحلول في الوسط الغذائي لمدة تصل إلى ساعتين ونقلت إلى كل مكر 50 شغالة و 50 جندياً من أفراد الأرضة المؤقلمة وقليلاً من التربة وفتات الخشب المصاب وأغلق الطبق بالغطاء وغلف بمادة السيلوفين وتم حفظ الأطباق في ظروف المختبر. فحصت الأطباق يومياً لحساب عدد الأفراد الميتة إلى حين حصول نسبة القتل 100%. ولغرض تقويم مدة بقاء المعاملات المختلفة وفعاليتها في إحداث القتل وتقدير الكفاءة النسبية للقتل، أُجري إحداث عدوى اصطناعية لأطباق المعاملات المختلفة بنقل 50 شغالة و 50 جندياً في بداية كل شهر وتم الفحص يومياً، لتسجيل عدد الأفراد الميتة، وإزالتها حتى نهاية الشهر، واستمرت الدراسة لمدة سنة كاملة من 2004/4/12 ولغاية 2005/4/12. صححت نسبة القتل استناداً إلى معادلة Abbott (2).

تأثير اليرقات الفعالة للنيماتودا *S. carpocapsae* في سلوك أفراد حشرة الأرضة

حضر 30 طبق بتري قطرها 10 سم متقبة من أحد جوانبها بتقرب قطره 0.5 سم وتم ربط كل طبقين من جهة التقب بأنبوب بلاستيكي مخصص للمشروبات الغازية بطول 10 سم ونشر في الأطباق الوسط الغذائي الخاص بحشرة الأرضة. استخدمت ثلاثة أطباق تمثل ثلاثة مكررات لكل تركيز من المعاملات، إذ تم أخذ 20 مل من محلول

المعاملات التي شملت على تركيز النيماتودا 10⁵، 10⁶ و 10⁷ يرقة فعالة II/مل ماء مقطر ومبيد الدورسبان 48% تي سي بتركيز 2% والماء المقطر كمعاملة مقارنة وتركت الأطباق كافة إلى حين تغلغل المحلول في الوسط الغذائي لمدة تصل إلى ساعتين، أما الأطباق الثانية المربوطة، فتحتوي على الوسط الغذائي مع محلول الآجار بدون إضافة، ونقلت 50 شغالة و 50 جندياً للطبق الذي يحتوي على الوسط الغذائي بدون معاملة أغلقت الأطباق وغلفت بالسيلوفاين ووضعت الأطباق في الحاضنة عند 30±3°س وتم الفحص يومياً وملاحظة حركة الأفراد بين الأطباق وسلوكها وسجل عدد الأفراد الميتة إذ تم الفحص والمراقبة إلى حين موت جميع الأفراد، وحساب نسب القتل التي صححت استناداً إلى معادلة Abbott (2).

التحليل الإحصائي

استعمل التصميم العشوائي الكامل (C.R.D) وفق تجربة عاملية لدراسة تأثير التراكيز والأفراد (النوع) ودرجة الحرارة والوقت في نسب القتل. كما استعمل التصميم ذاته وبتجاه واحد لدراسة تأثير درجات الحرارة في معدل القتل، واعتمد اختبار أقل فرق معنوي (L.S.D) للتأكد من معنوية الفروقات بين المعاملات المختلفة عند مستوى احتمالية 0.05 لمقارنة النتائج وأجري التحليل الإحصائي باستعمال البرنامج الإحصائي SAS (16).

النتائج والمناقشة

تأثير التراكيز المختلفة للنيماتودا *S. carpocapsae* في نسب قتل شغالات وجنود حشرة الأرضة عند درجات حرارة مختلفة
أوضحت نتائج الدراسة أن اليرقات الفعالة للنيماتودا *S. carpocapsae* أثرت تأثيراً كبيراً في إحداث القتل للشغالات و جنود حشرة الأرضة في المختبر وارتبطت نسب القتل بالإختلاف في التركيز ودرجة الحرارة ومدة التعريض. و يتضح من الجدول 1 أن نسبة القتل عند درجة حرارة 20±3°س للشغالات والجنود بلغت 100% بعد 7 أيام من المعاملة عند التركيز 10⁷ يرقة فعالة/مل ماء مقطر وبعد 14 يوماً عند التركيز 10⁶ يرقة فعالة/مل ماء مقطر، وبعد 21 يوماً عند التركيز 10⁵ يرقة فعالة/مل ماء مقطر. وكان هناك انخفاض في نسب القتل للشغالات والجنود بتقدم الزمن، وأن التركيز العالي من النيماتودا كان أكثر فعالية في إحداث القتل مقارنة بالتركيز المنخفض، وبعد 90 يوماً من المعاملة، انخفضت نسب القتل إذ بلغت للشغالات 19.24%، 42.64% و 63.01% وللجنود 21.20%، 43.18% و 64.38% عند التراكيز 10⁵، 10⁶ و 10⁷ يرقة فعالة/مل ماء مقطر، على التوالي. ويمكن أن يعزى هذا التأثير

الفعال في القتل عند التركيز العالي إلى الكثافة العالية لليرقات الفعالة التي كانت لها فرصة أسرع للوصول إلى الشغالات والجنود واختراق الجسم وإحداث الإصابة والموت، كما أن القتل التدريجي وببطء حدوثه في شغالات و جنود الأرضة عند المعاملة بالنيماتودا يعود إلى الحاجة إلى الوقت الكافي لاختراق ووصول اليرقات الفعالة للنيماتودا إلى جسم العائل عن طريق الفتحات الطبيعية أو عن طريق الغذاء وظهور أعراض الإصابة على شغالات و جنود الأرضة بعد مدة من المعاملة والمتمثلة بالخمول، وقلة الحركة، وتحول لونها إلى الأصفر الغامق المسمر ومن ثم القتل، حيث تم تأكيد القتل نتيجة الإصابة بالنيماتودا من خلال عزل النيماتودا عن جثث الشغالات والجنود. وفي هذا المجال وجد Hazir وآخرون (8) عند مقارنة 5 عزلات مختلفة جغرافياً للنيماتودا *S. feltiae* أن نسبة القتل كانت 100% خلال 3 أيام ليرقات دودة الشمع الكبرى عند درجة حرارة 20°س وكانت نسبة اختراق اليرقات الفعالة عالية لجميع العزلات وظهرت اليرقات الفعالة من جثث يرقات دودة الشمع الكبرى خلال 8 أيام. كما وجد سابقاً (4) أنه عند معاملة 10 شغالات للأرضة *Reticulitermes flavipes* بالنيماتودا *S. carpocapsae* كانت نسبة القتل 100% خلال ثلاثة أيام عند التركيز 500 يرقة فعالة/شغالة، مع حصول الموت السريع لأفراد الأرضة بنسبة قتل 58.2% من خلال التغذية وعمل الأنفاق في الآجار الحاوي على النيماتودا بتركيز 100 يرقة فعالة/فرد من الأرضة عند تغذية 20 شغالة من الأرضة *Reticulitermes tibialis* وأن زيادة التركيز وفترة التعريض سببا زيادة نسبة القتل التي وصلت إلى 100%. وكذلك تتفق مع نتائج سابقة (12، 14) وجدت أن الحشرات المصابة باليرقات الفعالة للنيماتودا *S. carpocapsae* يتغير لونها إلى اللون الأصفر المسمر Brownish-yellow.

أما عند درجة حرارة 25±3°س فيتضح من الجدول 1 أن تأثير التراكيز المختلفة من النيماتودا *S. carpocapsae* كان أكثر فعالية وأسرع في إحداث القتل للشغالات والجنود عند المقارنة مع درجة حرارة 20±3°س. إذ بلغت نسبة القتل للشغالات والجنود 100% بعد 7 أيام من المعاملة عند التركيزين 10⁶ و 10⁷ يرقة فعالة/مل ماء مقطر، على التوالي. وبعد 14 يوماً عند التركيز 10⁵ يرقة فعالة/مل ماء مقطر. أما عن مدى فعالية النيماتودا في إحداث القتل بمرور الزمن من المعاملة فيتضح من الجدول 1 انخفاض نسب القتل للشغالات والجنود بتقدم الزمن إذ بلغت بعد 90 يوماً من المعاملة للشغالات 14.06%، 27.34% و 46.87% وللجنود 14.17%، 29.13% و 50.39% عند التراكيز 10⁵، 10⁶ و 10⁷ يرقة فعالة/مل ماء مقطر، على التوالي.

جدول 1. نسب القتل لشغالات و جنود حشرة الأرضة عند التراكيز المختلفة للنيما تودا *S. carpocapsae* عند درجات حرارة مختلفة. الأرقام بين الأقواس تمثل نسبة القتل لجنود حشرة الأرضة.

Table 1. Mortality rates of termite workers and soldiers treated with different concentrations of nematodes under different temperatures. Values between brackets indicate the percentage mortality of soldiers.

نسب القتل بعد المعاملة (أيام)										درجات الحرارة	المعاملة Treatment
Mortality rates at different periods (days) after treatment										± 3 °C	
91	90	77	63	60	42	21	14	7	3	± 3 °C	
-	19.24	-	-	34.84	-	100	95.77	81.07	63.33	20	تركيز النيما تودا 10 ⁵
-	(21.2)	-	-	(36.4)	-	(100)	(96.4)	(84.3)	(61.3)		يرقة فعالة/مل
-	14.06	-	-	100	-	-	100	92.45	68.0	25	Nematode
-	(14.2)	-	-	(100)	-	-	(100)	(95.2)	(69.3)		concentration of
-	2.89	-	98.44	-	63.57	29.92	19.33	12.0	7.33	30	10 ⁵ infective
-	(2.6)	-	(99.2)	-	(65.5)	(29.5)	(18.7)	(12.0)	(6.0)		juvenile/ml
97.90	-	66.66	47.61	-	25.64	12.58	7.19	5.48	3.33	35	
(98.9)	-	(66.3)	(41.5)	-	(26.0)	(13.1)	(9.0)	(4.7)	(2.67)		
-	42.64	-	-	56.81	-	-	100	89.18	70.66	20	تركيز النيما تودا 10 ⁶
-	(43.2)	-	-	(57.9)	-	-	(100)	(89.1)	(69.3)		يرقة فعالة/مل
-	27.34	-	-	100	-	-	-	100	74.66	25	Nematode
-	(29.1)	-	-	(100)	-	-	-	(100)	(74.7)		concentration of
-	15.21	-	100	-	83.56	45.57	33.33	22.66	16.0	30	10 ⁶ infective
-	(14.3)	-	(100)	-	(84.9)	(45.9)	(32.0)	(20.0)	(15.3)		juvenile/ml
100	-	90.19	64.75	-	40.16	20.73	16.54	13.01	8.66	35	
(100)	-	(89.8)	(63.7)	-	(43.1)	(21.2)	(19.3)	(13.5)	(8.0)		
-	63.01	-	-	77.27	-	-	-	100	80.66	20	تركيز النيما تودا 10 ⁷
-	(64.4)	-	-	(77.0)	-	-	-	(100)	(80.0)		يرقة فعالة/مل
-	46.87	-	-	100	-	-	-	100	82.66	25	Nematode
-	(50.4)	-	-	(100)	-	-	-	(100)	(82.7)		concentration of
-	31.88	-	100	-	98.56	61.89	47.33	35.33	28.0	30	10 ⁷ infective
-	(32.6)	-	(100)	-	(98.6)	(63.0)	(46.7)	(33.3)	(25.3)		juvenile/ml
100	-	99.01	79.04	-	52.12	28.14	23.38	21.92	17.33	35	
-	-	(100)	(75.5)	-	(50.4)	(27.7)	(25.5)	(22.3)	(16.7)		
-	100	-	-	100	100	100	100	100	100	20	مبيد الدورسبان
-	(100)	-	-	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)		تركيز 2%
-	100	-	-	100	-	-	100	100	100	25	Dorsban at 2%
-	(100)	-	-	(100)	-	-	(100)	(100)	(100)		
-	100	-	100	-	100	100	100	100	100	30	
-	(100)	-	(100)	-	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)		
100	-	100	100	-	100	100	100	100	100	35	
(100)	-	(100)	(100)	-	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)		

أقل فرق معنوي للتأثير في الشغالات = 5.42 والجنود = 5.71.

أقل فرق معنوي لتأثير الحرارة في الشغالات = 5.42 والجنود = 5.71.

أقل فرق معنوي لتأثير الفترات بعد المعاملة للشغالات = 9.36 وللجنود = 10.8.

LSD for effect on workers = 5.42 and soldiers 5.71

LSD for temperature effect on workers = 5.42 and soldiers 5.71

LSD for effect of different time periods after treatment on workers = 9.36 and soldiers 10.80

إلى جسم العائل. في هذا المجال ذكر Hazir وآخرون (8) عند مقارنة 5 عزلات مختلفة جغرافياً للنيما تودا *S. feltiae*. أن نسبة القتل كانت 100% ليرقات دودة الشمع الكبرى بعد يومين عند درجة

إلى وصول نسبة القتل إلى 100% خلال مدة أسرع عند مقارنتها مع درجة حرارة 20±3°س قد يعزى إلى ملائمة درجة الحرارة 25±3°س لنشاط وحركة واختراق اليرقات الفعالة للنيما تودا

الدورسبان بالقتل السريع والفوري لأفراد الأرضية منذ بداية المعاملة وحتى نهايتها كما هو موضح في الجدول 1.

تأثير التراكيز المختلفة للنيما تودا *S. carpocapsae* في نسب قتل شغالات وجنود حشرة الأرضة عند ظروف المختبر لمدة سنة كاملة
أوضحت نتائج الدراسة أن اليرقات الفعالة للنيما تودا *S. carpocapsae* أثرت تأثيراً معنوياً كبيراً في إحداث قتل لشغالات وجنود الأرضة في المختبر خلال المراحل الزمنية المتلاحقة من الدراسة. أظهرت النتائج (جدول 2) أن نسب القتل للشغالات والجنود في بداية المعاملة كانت عالية جداً، ولكن بتقدم الزمن قلت تدريجياً، وكان التركيز العالي أكثر كفاءة في إحداث القتل من التركيز المنخفض خلال المراحل الزمنية المختلفة للدراسة، إذ بلغت نسب القتل 100% للشغالات والجنود بعد 14 يوماً من المعاملة عند التركيز 10^7 وبعد 21 يوماً من المعاملة عند التركيزين 10^5 و 10^6 يرقة فعالة/مل ماء مقطر. وقد حقق الدورسبان النتائج السابق الحصول عليها نفسها (جدول 2).

أما عن مدى فعالية النيما تودا في إحداث القتل بتقدم الزمن من المعاملة، فيتضح من الجدول 2 انخفاض نسب القتل للشغالات والجنود بتقدم الزمن، إذ بلغت نسب القتل بعد 240 يوماً من المعاملة للشغالات 0.0%، 5.69% و 9.16% وللجنود 0.0%، 4.30% و 8.86% عند التراكيز 10^5 ، 10^6 و 10^7 يرقة فعالة/مل ماء مقطر، على التوالي. استمر الإنخفاض في نسب القتل بعد فترة 240 يوماً من المعاملة إذ بلغت نسب القتل للشغالات والجنود 0.0% بعد فترة 300 يوم من المعاملة واستمرت إلى نهاية الدراسة البالغة 360 يوماً. يشير الإنخفاض التدريجي في نسب القتل الواضح من نتائج الدراسة بتقدم الزمن إلى قلة كفاءة اليرقات في إحداث الإصابة نتيجة قلة أعدادها الذي قد يحدث نتيجة لإزالة جثث الأفراد الميتة من الأوساط الغذائية للأرضة وتأثرها بالظروف البيئية المختلفة خلال مدة الدراسة في المختبر.

يتضح من نتائج الدراسة أن النيما تودا كانت ذات فعالية عالية بإحداث القتل مدة 120 يوماً عند التركيز 10^5 يرقة فعالة/مل ماء مقطر ولفتره 150 يوماً عند التركيز 10^6 يرقة فعالة/مل ماء مقطر ولفتره 180 يوماً عند التركيز 10^7 يرقة فعالة/مل ماء مقطر، وهذا يتفق مع ما ذكر سابقاً (7) أن اليرقات الفعالة للنيما تودا *S. carpocapsae* الموجودة في جثث حوريات حشرة الكاروب كانت فعالة لمدة 4-5 أشهر. يمكن الإستنتاج من خلال دراسة مدة بقاء يرقات النيما تودا *S. carpocapsae* فعالة في إحداث القتل لشغالات وجنود الأرضة (جدول 2). أن تحقيق نسبة قتل 50% أو قريباً منها يدل على استمرارية تأثير اليرقات الفعالة للنيما تودا في

حرارة 25°س وكانت نسبة اختراق اليرقات الفعالة عالية لجميع العزلات. وذكر سابقاً (20) أن نسبة القتل 100% تنتج عند معاملة الأرضة *Reticulitermes flavipes* بالنيما تودا *S. carpocapsae* بتركيز 1200 يرقة فعالة/فرد من الأرضة وبدأت اليرقات الفعالة بالخروج من جثة الأرضة بعد 5 أيام، واستنتجوا أن النيما تودا تكون فعالة ومؤثرة وتبقى على قيد الحياة في الموطن التي تعيش فيه الأرضة. بينما حصل Mix (12) على نسبة قتل 100% للأرضة تحت السطحية خلال 72 ساعة بعد وضعها في تربة معاملة بالنيما تودا بتركيز 133 يرقة فعالة/فرد من الأرضة.

أما عند درجة حرارة 30 ± 3 °س فيتضح من الجدول 1 الإنخفاض الواضح في بطء إحداث قتل يرقات النيما تودا لشغالات وجنود الأرضة خلال المرحلة الأولى من المعاملة عند مقارنتها بتأثير درجات الحرارة 20 و 25 ± 3 °س. إذ بلغت نسب القتل 100% بعد 63 يوماً من المعاملة عند التركيزين 10^6 و 10^7 يرقة فعالة/مل ماء مقطر. إن انخفاض نسب القتل بتقدم الزمن على الرغم من تميز التركيز العالي 10^7 يرقة فعالة/مل ماء مقطر في إحداث نسبة قتل واضحة قد يعزى إلى تأثير درجة الحرارة 30 ± 3 °س في فعالية ونشاط وحركة واختراق اليرقات الفعالة لجسم العائل وعدم تحملها هذه الدرجة وموتها خلال فترات زمنية قصيرة. في هذا المجال ذكر سابقاً (5) أن معدل الإصابة تكون مرتبطة إيجابياً مع زيادة مدة التعريض، وزيادة أعداد العائل الحشري، فعند زيادة أعداد العائل الحشري يصبحها زيادة معنوية في أعداد اليرقات الفعالة المنتجة من جثة العائل.

أما عند 35 ± 3 °س فيتضح من الجدول 1 أن نسب القتل للشغالات كانت 97.90%، 100% و 100% وللجنود 98.90%، 100% و 100% عند التراكيز 10^5 ، 10^6 و 10^7 يرقة فعالة/مل ماء مقطر، على التوالي، بعد 91 يوماً من المعاملة. إن بطء ظهور الأعراض وقتل أفراد الأرضة باستخدام التراكيز المختلفة من النيما تودا عند درجة حرارة 35 ± 3 °س قد يعزى إلى دور درجة الحرارة العالية في تحجيم نشاط اليرقات الفعالة للنيما تودا وتأخير اختراقها لجسم العائل الأمر الذي يؤدي إلى بطء حدوث الإصابة للعائل وقتل أفراد الأرضة وهذا يتفق مع ما وجدته Amarasighe و Hominik (3) عند معاملتهم الأرضة *Postelectrotermes militaris* بسلالات Biosafe، SSL8، SSL82 و SS109 للنيما تودا *S. carpocapsae*. أن هذه السلالات أثبتت نجاحها في النمو والتكاثر وإنتاج عدد كبير من اليرقات الفعالة داخل جثة الأرضة مما يؤدي إلى استمرارية إصابة الأرضة، وأن إعداد اليرقات الفعالة المنتجة ونسبة الإصابة تزداد بزيادة التركيز وفترة التعريض. وقد تميز مبيد

إن هذا الإنخفاض في نسب القتل في الأيام الأولى من المعاملة وتزايدها بمرور الزمن قد يعزى إلى سلوك الإبتعاد، والتجنب لأفراد الأرضة للأطباق المعاملة باليرقات الفعالة، ولكن تغذي أفراد الأرضة واقتحام الأوساط الغذائية المعاملة أدت إلى تزايد نسب القتل وبخاصة عند التركيز العالي من النيماتودا بسبب تعرض الأفراد إلى يرقات النيماتودا من خلال التماس والتغذي على الأوساط الغذائية المعاملة ووصول اليرقات إلى أجسام أفراد الأرضة واختراقها وإحداث الأصابة. في هذا المجال أشارت أبحاث سابقة (11، 12) أن الأرضة تحت السطحية تتجنب الأطباق الزجاجية الحاوية على النيماتودا *S. carpocapsae* وتتبعدها بعد أسبوع واحد من المعاملة. وبعد 14 اسبوعاً لم يحصل أي قتل لأفراد الأرضة. كما أكد Epsky و Capinera (4) بأن الأرضة *Reticulitermes tibialis* تتجنب الإتصال مع الألواح الخشبية المعاملة بالنيماتودا *S. carpocapsae* ولكن لا تتجنب النيماتودا الموجودة في الوسط الغذائي الذي يحتوي على الآجار بنسبة 4% إذ تقوم بالتغذية على الآجار وعمل الأنفاق في الوسط الغذائي الكامل. كذلك أشارت المنظمة العالمية لمكافحة الآفات (13) إلى تجنب وابتعاد الأرضة عن المناطق المعاملة بالنيماتودا في الأطباق المختبرية. على حين لاحظ Wang وآخرون (20) أن النيماتودا *S. carpocapsae* كانت طاردة للأرضة *R. falvipes* بالتركيز العالية 4000-16000 يرقة فعالة/فرد من الأرضة.

إحداث القتل بشكل فعال في طائفة الأرضة وهذا ماتم تحقيقه بعد 90 يوماً من المعاملة عند التركيز 10^5 يرقة فعالة/مل ماء مقطر وبعد 120 يوماً من المعاملة عند التركيز 10^6 يرقة فعالة/مل ماء مقطر وبعد فترة 150 يوماً من المعاملة عند التركيز 10^7 يرقة فعالة/مل ماء مقطر. وبعد الفترات المذكورة آنفاً، يبدأ تأثير اليرقات الفعالة بالتراجع مما ينشأ عنه انخفاض في نسب القتل عن 50%، وعليه يجب إعادة المعاملة بالنيماتودا بعد هذه المراحل بحسب التراكيز من أجل زيادة نسب القتل واستهداف طوائف الأرضة بشكل كامل.

تأثير التراكيز المختلفة للنيماتودا *S. carpocapsae* في سلوك شغالات وجنود حشرة الأرضة ونسب قتلها

يلاحظ من نتائج هذه الدراسة ابتعاد أفراد الأرضة في بداية المعاملة عن الوسط الغذائي المعامل بالنيماتودا وامتاز سلوكها بالدوران حول الوسط الغذائي المعامل والإبتعاد والعودة إلى الطبق الذي يحتوي على الوسط الغذائي غير المعامل وعدم تقبلها للوسط الغذائي المعامل، ولكن لوحظ أن بعض الأفراد تتقبل الوسط الغذائي المعامل خلال الأيام الأولى من المعاملة واستمرت هذه الحالة 7-10 أيام. وبعد هذه المرحلة، بدأت الأفراد بالحفر في الوسط الغذائي المعامل، والتغذي عليه تدريجياً. ويتضح من الجدول 3 ارتفاع نسب قتل الشغالات والجنود بتقدم الزمن وارتفاع نسب القتل بزيادة التركيز، إذ بلغت نسبة القتل للشغالات والجنود 100% بعد 84، 84 و 70 يوماً عند التراكيز 10^5 ، 10^6 و 10^7 يرقة فعالة/مل ماء مقطر، على التوالي.

جدول 2. نسب القتل لشغالات وجنود حشرة الأرضة عند التراكيز المختلفة للنيماتودا *S. carpocapsae* تحت ظروف المختبر لمدة سنة كاملة. تمثل الأرقام بين الأقواس نسبة القتل لجنود حشرة الأرضة.

Table 2. Mortality rate of termite workers and soldiers treated with different concentrations of nematodes under laboratory conditions for one year. Values between brackets indicate the percentage mortality of soldiers.

Mortality rates at different periods (days) after treatment									المعاملة
نسب القتل بعد المعاملة (أيام)									Treatment
240	210	180	150	120	90	60	21	14	
0.0	5.93	9.73	16.73	33.08	52.93	83.93	100	95.86	تركيز النيماتودا 10^5 يرقة فعالة/مل
(0.0)	(4.1)	(8.6)	(17.0)	(35.1)	(54.6)	(92.3)	(100)	(95.2)	Nematode concentration of 10^5 infective juvenile/ml
5.69	10.75	13.75	34.83	48.70	72.05	92.69	100	99.30	تركيز النيماتودا 10^6 يرقة فعالة/مل
(4.3)	(9.5)	(10.5)	(35.6)	(49.1)	(73.6)	(91.9)	(100)	(98.6)	Nematode concentration of 10^6 infective juvenile/ml
9.16	24.85	30.85	50.56	62.82	81.61	100	-	100	تركيز النيماتودا 10^7 يرقة فعالة/مل
(8.9)	(20.0)	(28.6)	(49.6)	(65.3)	(81.7)	(100)	-	(100)	Nematode concentration of 10^7 infective juvenile/ml
100	100	100	100	100	100	100	100	100	مبيد الدورسيبان تركيز 2%
(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	Dorsban at 2%
1.56	2.19	2.10	2.63	2.69	2.32	1.87	0.92	1.39	أقل فرق معنوي للمعاملة
									LSD for treatment
0.98	1.38	1.33	1.66	1.70	1.47	1.18	0.58	0.88	أقل فرق معنوي للنوع
									LSD for species
2.20	3.10	2.97	3.72	3.80	3.29	2.64	1.30	1.96	أقل فرق معنوي للتداخل
									LSD for interaction

جدول 3. تأثير التراكيز المختلفة للنيماتودا *S. carpocapsae* في سلوك ونسب قتل شغالات و جنود حشرة الأرضة عند درجة حرارة 30 ± 3 °س. تمثل الأرقام بين الأقواس نسبة القتل لجنود حشرة الأرضة.

Table 3. Effect of different concentrations on nematodes behavior and mortality rates of workers and soldiers at the temperature of 30 ± 3 °C. Values between brackets indicated the percentage mortality of soldiers.

Mortality rates at different periods (days) after treatment (نسب القتل بعد المعاملة (أيام)							المعاملة
84	70	56	42	28	14	3	Treatment
100 (100)	85.48 (84.4)	61.82 (61.5)	45.58 (44.9)	31.91 (31.5)	21.76 (21.1)	7.33 (6.7)	تركيز النيماتودا 10^5 يرقة فعالة/مل Nematode concentration of 10^5 infective juvenile/ml
100 (100)	89.51 (89.8)	65.65 (65.9)	50.73 (50.7)	35.45 (35.7)	19.72 (19.1)	9.33 (8.7)	تركيز النيماتودا 10^6 يرقة فعالة/مل Nematode concentration of 10^6 infective juvenile/ml
- -	100 (100)	79.39 (77.8)	55.88 (56.42)	35.45 (35.76)	23.80 (23.1)	11.33 (10.7)	تركيز النيماتودا 10^7 يرقة فعالة/مل Nematode concentration of 10^7 infective juvenile/ml
100 (100)	100 (100)	100 (100)	100 (100)	100 (100)	100 (100)	100 (100)	مبيد الدورسبان تركيز 2% Dorsban at 2%
1.01	3.20	3.29	2.15	1.80	1.46	1.11	أقل فرق معنوي للمعاملة LSD for treatment
0.64	2.02	2.08	1.36	1.13	0.92	0.70	أقل فرق معنوي للنوع LSD for species
1.43	4.53	4.66	3.04	2.54	2.07	1.59	أقل فرق معنوي للتداخل LSD for interaction

مقطر، فقد سبب أقل نسبة قتل إضافة إلى أن الشغالات والجنود لهما الحساسية نفسها لليرقات الفعالة للنيماتودا *S. carpocapsae*.

أما عن التأثير الإجمالي لتراكيز النيماتودا في أفراد الأرضة فيتضح أن أفضل تركيز للنيماتودا في إحداث القتل هو 10^7 يرقة فعالة/مل ماء مقطر، أما التركيز المنخفض 10^5 يرقة فعالة/مل ماء

Abstract

Al-Jassany, R.F. and M.A.A. Al-Salehi. 2011. Efficacy of Entomopathogenic Nematodes *Steinernema carpocapsa* on Mortality and Behaviour of Subterranean Termite *Microcerotermes diversus* (Silv.) (Isoptera: Termitidae) Under Different Temperatures. Arab Journal of Plant Protection, 29: 68-76.

Laboratory studies were conducted to evaluate efficacy of entomopathogenic nematodes *S. carpocapsa*, using concentrations of 10^5 , 10^6 and 10^7 infective juvenile (IJ)/ml distilled water against workers and soldiers of subterranean termite *M. diversus* at 20, 25, 30, 35 ± 3 °C. Results obtained showed that all nematode concentrations used were efficient in infecting and causing high mortality of termite workers and soldiers. However, their efficacy was significantly influenced by nematodes concentrations, exposure time and temperature. Full activity was demonstrated at 25 ± 3 °C at which a 100% mortality rate was achieved 7-14 days after treatment. The termite individuals died gradually when they were artificially exposed to the pathogenic nematodes, while a quick mortality rate 100% was reached when the termicide Dursban 48% TC was applied as a control. However a 100% mortality rate was reached during 21, 21 and 14 days after treatment with 10^5 , 10^6 and 10^7 infective juvenile (IJ)/ml, respectively, under laboratory conditions and the nematodes survival time reached 90, 120 and 150 days after treatment with concentrations of 10^5 , 10^6 and 10^7 infective juvenile (IJ)/ml, respectively, and termite individuals were still dying until 240 days after treatment but no dead ones were observed 360 days after treatment. The termite individuals were repelled during 7-10 days period after treatment to all nematode concentrations, thus a relatively long time was required to reach a 100% mortality, that is 70-84 days after treatment at 30 ± 3 °C. The best nematode concentration for killing termites was 10^7 IJ/ml water and both workers and soldiers had the same sensitivity to IJ of nematodes.

Keywords: Nematodes *Steinernema carpocapsa* termite, *Microcerotermes diversus* workers, soldiers.

Corresponding author: R.F. Al-Jassany, Faculty of Agriculture, Baghdad University, Baghdad, Iraq, Email: radhi1957@yahoo.com

References

المراجع

1. الجصاني، راضي فاضل. 1996. تقويم بعض الإجراءات الفيزيائية ومبيد كلوروفت 48% تي سي في وقاية الأبنية من الإصابة بحشرة الأرضة *Microcerotermes diversus* Salv. (Isoptera : Termitidae). أطروحة دكتوراه، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق. 80 صفحة.
2. Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology, 18: 265-267.
3. Amarasinghe, L.D. and W.M. Hominick. 1993. Efficiency of entomopathogenic nematodes to control

11. **Muldin, J.K. and R.H. Beal.** 1989. Entomopathogenic nematodes for control of subterranean termites *Reticulitermes* spp. . Journal of Economic Entomology, 82: 1638-1642.
12. **Mix, J.** 1985. Beals research shows nematodes don't control subterranean termites. Pest Control, 53: 22-23.
13. **National Pest Control Association.** 1985. Termite control: Use of nematodes Tech. Release ESPC 055047. National Pest Control Association, New York. . Journal of Economic Entomology, 81: 1313-1317.
14. **Pearce, M.J.** 2000. Termite biology and pest management. CABI Publishing, CAB International, Wallingford , Oxon, UK. 172 pp.
15. **Remmen, L.N. and N.Y. Su.** 2005. Termite trends in mortality for thiamethoxam and fipronil against Formosan subterranean termites and eastern subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). . Journal of Economic Entomology, 98: 911-915.
16. **SAS Institute Inc.** 2001. SAS/State guide for personal computer. Version 6 ed. SAS. Institute Cary, NC. USA.
17. **Su, N.Y.** 2002. Novel technologies for subterranean termite control. Sociobiology, 40: 95-101.
18. **Su, N.Y. and R.H. Scheffrahn.** 1998. A review of subterranean termite control practices and prospects for integrated pest management programmes. Integrated Pest Management Review, 3: 1-13.
19. **Su, N.Y. and R.H. Scheffrahn.** 2000. Termites as pests of building. Florida Agricultural Experiment Station. Journal series No. R-06763.
20. **Wang, C., J.E. Powell and K. Nguyen.** 2002. Laboratory evaluations of four entomopathogenic nematodes for control of subterranean termite. Environmental Entomology, 31: 381-387.
4. **Epsky, N.D. and J.L. Capinera.** 1988. Efficacy of the entomogenous nematode *Steinernema feltiae* against a subterranean termite *Reticulitermes tibialis* (Isoptera : Rhinotormatidae). Journal of Economic Entomology, 81: 1313-1317.
5. **Epsky, N.D. and J.L. Capinera.** 1993. Quantification of invasion of two strains of *Steinernema carpocapsae* (weiser) into three Lepidoptera larvae. Journal of Nematology, 25: 173-180.
6. **FAO.** 2000. Termite biology and management workshop, February 1-3, 2000. Geneva, Switzerland, Report of the UNEP/FAO/Global, IPM Faciulity, 60 pp.
7. **Hassanain, T.A., A.A.B. Negwa, A.O. Hamida and M.M. El-Sherif.** 1985. The mole cricket *Gryllotalpa gryllotalpa* as a new host to the two nematodes *Neoaplectane carpocupsa* and *Heterorhabditis bacteriophore*. Bulletin Faculty of Agricultural, University of Cairo, 36: 1492-1504.
8. **Hazir, S., S.P. Stock and H.K. Kaya.** 2001. Development temperature effects on five geographic isolates of the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* (Nematode: Steinernematidae). Journal of Invertebrate Pathology, 77: 243-250.
9. **Lacey, A.L.** 1997. Manual of techniques in insect pathology. Academic Press, New York. 410 pp.
10. **Lenz, M.** 2005. Biological control in termite management: the potential of nematodes and fungal pathogens. Pages 47-52. Proceedings of the 5th International Conference on Urban Pests, Singapore, July 2005.

Received: October 31, 2010; Accepted: August 3, 2011

تاريخ الاستلام: 2010/10/31؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2011/8/3