

تقويم كفاءة الـنيماتودا (*Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar) في قتل عمال وجنود حشرة الارضة (*Rhabditida : Heterorhabditidae*) عند درجات حرارة مختلفة
***Microcrotermes diversus* (Silvestri) (Isoptera : Termitidae)**

معن عبدالعزيز الصالحي راضي فاضل الجصاني
 كلية العلوم / الجامعة المستنصرية كلية الزراعة / جامعة بغداد

الخلاصة:-

اجريت الدراسة لتقويم كفاءة الـنيماتودا *H. bacteriophora* بالتركيز 10^5 ، 10^6 ، 10^7 يرقة فعالة / مل ماء مقطر عند درجات حرارة 20 و 25 و 30 و 35 ± 3 م في قتل عمال وجنود حشرة الارضة . لقد اظهرت الدراسة ان اليرقات الفعالة للـنيماتودا اثرت تأثيراً كبيراً في احداث القتل لعمال وجنود حشرة الارضة وان الاختلاف في نسب القتل يعتمد على الاختلاف في التركيز ودرجة الحرارة ومدة التعرض . وقد اتضح ان الـنيماتودا حققت اعلى نسبة قتل 100% للعمال والجنود عند درجة حرارة 20 ± 3 م بعد 7 و 14 و 7 ايام من المعاملة بالتركيز 10^5 ، 10^6 ، 10^7 يرقة فعالة / مل ماء على التوالي . وان نسب القتل تنخفض بتقدم الزمن في التركيز المختلفة الا ان التركيز العالي كان اكثر كفاءة بعد 90 يوماً من المعاملة . اما عند درجات الحرارة 25 و 30 و 35 ± 3 م فقد تحققت نسبة القتل 100% بعد 14 و 63 و 98 يوماً على التوالي باستخدام التركيز 10^7 يرقة فعالة / مل ماء. اوضحت نتائج الدراسة ان الـنيماتودا بكافة تراكيزها تأثرت بدرجة الحرارة اذ امتازت بسرعتها في احداث القتل في بداية المعاملة عند درجة الحرارة المنخفضة 20 ± 3 م وايضاً حدوث القتل كلما ارتفعت درجة الحرارة. اما في ظروف المختبر فقد حققت الـنيماتودا اعلى نسبة قتل في افراد الارضة بعد مدة 21 و 14 و 14 يوماً من المعاملة عند التركيز 10^5 ، 10^6 ، 10^7 يرقة فعالة / مل ماء مقطر على التوالي . وانخفضت كفاءتها الاهلاكية تدريجياً مع مرور الزمن حتى مدة 240 يوماً وتلاشت الهلاكات عند 360 يوماً من المعاملة. اظهرت الدراسة ان الـنيماتودا بكافة تراكيزها سببت طرد افراد الارضة خلال مدة التعريض الاولى (7-10 يوماً من المعاملة) فضلاً عن طول المدة الزمنية لتحقيق نسبة قتل 100%.

Abstract

The studies were conducted to evaluated the effect of entomopathogenic nematodes *H. bacteriophore* at three concentrations 10^5 , 10^6 , 10^7 infective juvenile (IJ) / ml distilled water under 20 , 25 , 30 , 35 ± 3 °C on mortality of worker and soldiers termite .

The results were showed that nematodes (IJ) had high effects on occurring mortality in the workers and soldiers of the termite while the different in percentage mortality defend on concentration , temperature and exposure time . Nematodes full activity was domenstrated at 20 ± 3 °C temperature at which a 100% mortality rate was reached during 14 , 7 , 7 days after treatment with concentrations of 10^5 , 10^6 , 10^7 IJ / ml distilled water respectively .

The mortality rate was decreased with long exposure time at different concentration while the high concentrations had best effect after 90 days with treatment.

البحث جزء من اطروحة دكتوراه للباحث الثاني قدمت الى قسم وقاية النبات - كلية الزراعة - جامعة بغداد - 2006 .

On the temperatures 25 , 30 , 35 °C the (IJ) nematode was caused 100% mortality after 14 , 63 and 98 days on concentrations 10⁷ IJ / ml distilled water.

The results were showed that all concentrations of nematodes had affected with different temperatures and caused quick mortality in the beginning of treatment in low temperature 20 ± 3°C and caused gradually mortality on the high temperature . At the laboratory conditions a 100% mortality rate was reached during 21 , 14 , 14 days after treatment at the above mentioned concentrations respectively and the efficiency had been gradually loss in causing mortality in termite . However termite individuals were still dying until 240 days but no dead ones were observed after 360 days after treatment . The termite individuals were repelled in the 7-10 days period after the treatment , therefore a relatively long time was required to reach a 100% mortality.

المقدمة

تعد حشرة الارضة (Termites) من الحشرات الاقتصادية المهمة في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية والمعتدلة ويبلغ تعداد انواعها في العالم حوالي 2700 نوع (Culliney و Grace ، 2000). ان المجموع الكلي لمبالغ مكافحة الارضة في الولايات المتحدة الامريكية بدون تكاليف اصلاح المباني المتضررة التي يجب ان يدفعها المستهلك سنوياً بلغت 2.2 مليار دولار سنوياً وان المجموع الكلي للتأثير الاقتصادي السنوي للارضة تحت السطحية تقدر بحوالي 11 مليار دولار في عام 1999 والخسارة الاقتصادية العالمية للارضة تحت السطحية ربما يصل الى 22 مليار دولار وان نسبة تكاليف المكافحة ونسبة تكاليف اصلاح المباني المتضررة تختلف استناداً الى نوع الارضة ومقياس المعيشة في المناطق المختلفة من العالم (Su ، 2002).

اما في العراق فقد اشارت احصائيات الشركة العامة للتجهيزات الزراعية الى ان اجمالي تكاليف استيراد مبيد الكلوربايريفوس خلال عام 1998 بلغ 1 104 000 دولار وكان اجمالي تكاليف استيراد مبيد التيريميديور بلغ 2 021 000 يورو خلال عام 2001 .

استخدم مبيد الكلوردين Chlordane كمبيد للارضة في عام 1952 ومبيدات اخرى مثل Dieldrin و Aldrin و Heptachlor في مكافحة الارضة تحت السطحية لغاية منتصف الثمانينات. وفي الوقت الحالي يستخدم المبيد الفسفوري العضوي كلور بايريفوس Chlorpyrifos واربعة مبيدات بايروثرويديية وهي Bifenthrin و Fenvalerate و Permethrin و Cypermethrin ومبيد Premis من المجموعة الكيميائية Nicotinoid (Su و Scheffrahn ، 1998) . واستخدم مبيد Termidor الذي يعود الى مجموعة Phenyl parazole كمبيد امين للانسان فضلاً عن انه لا يسبب مشاكل للبيئة وبطء المفعول على الارضة (Su و Remmen ، 2005).

ونظراً للسلبات المسجلة على مبيدات الارضة من حيث السمية العالية للانسان واللبائن ومدة البقاء الطويلة في التربة فقد توجه عدد من الباحثين الى اجراء الدراسات والبحث عن بدائل للمبيدات الكيميائية المتمثلة باستخدام المسببات المرضية كالنيماتودا والفطريات ، وفي هذا المجال اكد Johnes وجماعته (1996) ان المسببات المرضية كالنيماتودا والفطريات تكون اكثر استخداماً في الطعوم الغذائية بسبب قدرتها على اعادة نفسها وتكاثرها بشكل طبيعي واحداث وباء مرضي داخل الطائفة وان معيشة الارضة في بيئة محصورة ذات رطوبة عالية تساعد على نمو وبقاء المسببات المرضية على قيد الحياة لمدة طويلة.

وذكر Burnell و Stock (2000) ان اليرقات الفعالة (II) للنيماتودا *H. bacteriophora* حرة المعيشة في التربة تمتاز بالبحث والتفتيش واصابة العائل الحشري عن طريق دخولها في الفتحات الطبيعية وفتحة الفم والمخرج والفتحات التنفسية ، وبعد دخول جسم العائل تبدأ بالنمو والتطور وتصل الى الطور البالغ خلال 3 ايام عند درجة حرارة 23 م ، اما Hazir و اخرون (2003) فقد ذكروا ان النيماتودا *H. bacteriophora* من مسببات المرضية الاجبارية التطفل وان الطور اليرقي الثالث (II) هو الطور غير المتغذي والمحدث للاصابة والمتحمل للظروف البيئية وهو الطور الوحيد الذي يظهر خارج الحشرة (المضيف) واليرقات الفعالة مرتبطة مع البكتريا التكافلية *Photorhabdus luminescens* بطريقة عالية التخصص وتحتفظ بالبكتريا في كيس (حوصلة) موجود في الجزء الامامي لامعاء النيماتودا وان البكتريا التكافلية تتضاعف وتنتج مواد تسرع في قتل المضيف وتساعد على حماية جثة المضيف من تأثير الاحياء المجهرية الاخرى ، والنيماتودا يبدأ نموها وتطورها بتغذيتها على الخلايا البكتيرية وانسجة العائل التي تجري عليها البكتريا عمليات التمثيل الغذائي وتتكاثر لمدة 1-3 اجيال اعتماداً على حجم المضيف واليرقات الفعالة تظهر خارج المضيف الى التربة للبحث عن مضيف جديد.

ان حشرة الارضة ولاسيما النوع *Microcerotermes diversus* (Silvestri) تعد من الحشرات الاقتصادية المهمة في معظم محافظات العراق لما تسببه من خسائر اقتصادية متزايدة في المباني القديمة والحديثة واشجار الفاكهة والمحاصيل الحقلية (العلوي ، 1987). ونظراً لتزايد القيمة الاقتصادية للاضرار التي تحدث للابنية بسبب الاصابة بالارضة ولغرض التوصل الى طرائق مكافحة حديثة امينة على الانسان والبيئة وكبدائل للمبيدات الكيميائية فقد استهدفت دراستنا تقييم كفاءة وتأثير النيماتودا *Heterovhabditis bacteriophora* في احداث القتل على عمال وجنود الارضة.

المواد وطرائق العمل

1- مصدر النيماتودا (*Heterovhabditis bacteriophora* (Poinar)

استخدم في هذه الدراسة المستحضر التجاري Exhibit (Beneficial Nematodes) انتاج شركة Beneficial Insect Company الذي يحتوي على يرقات الطور الثالث ، وهي اليرقات الفعالة Infective Juveniles (II) للنيماتودا *H. bacteriophora* وتمتاز بكونها حبيبية وذات غلاف جيلاتيني يظهر بوضوح عند وضعه في الماء حيث تم الحصول على المستحضر التجاري من مركز الشركة في الولايات المتحدة الامريكية ، اذ تم ايصاله الى العراق بشحنة داخل علبة تحتوي على مادة الـ Gel التي تمتاز باحتفاظها بالبرودة لمدة طويلة بعد تجميدها ، ووضعت العلبة في صندوق فلين يحتوي على ثلج لابقاء مادة الـ Gel جامدة لتوفر البرودة اللازمة والملائمة للمحافظة على حيوية وفعالية اليرقات الفعالة للنيماتودا في المستحضر خلال المسافة البعيدة ومدة الشحن الطويلة لايساله الى العراق ، وعند استلام المستحضر التجاري تم حفظه في ظروف الثلجة الى حين الاستخدام.

لغرض التأكد من فعالية النيماتودا في المستحضر التجاري تم عمل معلق مائي وذلك بأخذ 0.1 غم من المستحضر التجاري وخطه مع 10 مل ماء مقطر (Lacey ، 1997) ، اذ ان هذا المعلق يحتوي على 200 يرقة فعالة II / مل ماء مقطر للنيماتودا *H. bacteriophora* من المستحضر التجاري ، واخذ 1 مل من المعلق المائي ونثر في طبق بتري معقم قطره 10 سم ومبطن بورقة ترشيح مرطبة بالماء المقطر واخذ 10

يرقات في الطور الخامس لدودة الشمع الكبرى *Galleria mellonella* من مستعمرة تم تهيئتها في المختبر ووزعت في الطبقات بمسافات منتظمة لكي يكون معدل المعاملة 20 يرقة فعالة (II) من النيما تودا / يرقة من دودة الشمع الكبرى بعدها وضع الطبقات في الحاضنة على درجة حرارة 25 ± 3 م بعد تغطيته بصورة جزئية للسماح بدخول الهواء الى داخل الطبقات لتوفير كمية ملائمة من الاوكسجين الضروري لادامة حياة يرقات النيما تودا. لغرض تقييم كفاءة المستحضر على عمال الارض استخدمت الطريقة المذكورة انفاً نفسها لدودة الشمع ، اذ وضع في الطبقات 20 عاملة مع 1 غم من رقائق ونشارة خشب اليوكالبتوس الرطب (Wang وجماعته ، 2002) ولثلاث مكررات . اجريت التجارب المذكورة انفاً جميعها لتحضير المعلق المائي تحت ظروف التعقيم الكاملة في غرفة معقمة Hood . تم التأكد من صلاحية وفعالية المستحضر التجاري من خلال تقدير كفاءة المستحضر التجاري على اساس عدد اليرقات لدودة الشمع الميتة والعمال الميتة ووصول نسبة القتل الى 100% وكذلك على اساس وجود اليرقات الفعالة (II) للنيما تودا التي عزلت من جثث يرقات دودة الشمع والعمال باستخدام مصيدة White (White Trap) والسابحة في الماء وعزل البكتريا من هيموليمف يرقات دودة الشمع الميتة.

2- عزل اليرقات الفعالة للنيما تودا بواسطة مصيدة White (White Trap)

تتكون مصيدة White من غطاء طبق بتري مقلوب قطره 10 سم داخل طبق بتري قطره 15 سم يحتوي على 40 ملم من الماء المقطر ووضعت ورقة ترشيش رطبة فوق غطاء طبق البتري المقلوب اذ ان نصف ورقة الترشيش مغمور في الماء المقطر الموجود في طبق البتري الكبير ونصفها الثاني فوق الغطاء ويجب الا يصل الى اعلى الغطاء المقلوب وضعت جثث يرقات دودة الشمع الكبرى وعمال الارض في مصيدة White فوق ورقة الترشيش الرطبة وبعد مدة (8-10) ايام بدأت اليرقات الفعالة (II) بالانتقال الى الماء الموجود في الطبقات الكبير ، حيث ان اليرقات الفعالة تكون شكلها اسطواني خيطي رفيع طولها 600-700 مايكرومتر يمكن ملاحظتها بالمكروسكوب الاعتيادي بقوة تكبير X100 ، تتحرك بواسطة السباحة في الماء والزحف والقفز في التربة بحثاً عن المضيف. وتم جمع اليرقات الفعالة للنيما تودا *H. bacteriophora* وحفظت في ظروف الثلجة لغرض احداث العدوى ليرقات دودة الشمع الكبرى من اجل تكثيرها واستخدامها في اجراء المعاملات اللاحقة (Wang وجماعته ، 2002).

3- تحضير التراكيز المختلفة من النيما تودا *H. bacteriophora*

اخذت كمية 10 مل من المعلق المائي الذي يحتوي على اليرقات الفعالة للنيما تودا *H. bacteriophora* المعزولة من يرقات دودة الشمع الكبرى وعمال الارض الموضوعه في ظروف الثلجة ، ومن ثم اخذ كمية 1 مل من المعلق المائي وتم حساب عدد اليرقات الفعالة (II) بواسطة شريحة خاصة بالعد تحتوي على تدريجات بيانية على شكل مربعات صغيرة ووضعت تحت المجهر الضوئي المركب على قوة تكبير (40 X) حيث تم حساب اليرقات الفعالة الموجودة على يمين واعلى التدرج الرئيس الذي يفصل الشريحة الى (4) اقسام ولم تحسب اليرقات الفعالة على يسار واسفل التدرج لاجل الا تحسب اليرقات نفسها مرتين . اخذ 1 مل من المعلق المائي ونشر في طبق بتري قطره 10 سم وحساب عدد اليرقات الفعالة بواسطة المجهر الضوئي المركب بقوة تكبير (40 X) وفي حالة وجود اعداد كبيرة من اليرقات الفعالة تم تخفيفها باضافة كمية من الماء المقطر ، ومن ثم اخذ 4-6 نماذج من 2-3 تخافيف لحين الحصول على معلق مائي بتركيز 10^7 يرقة فعالة / مل ماء مقطر ويعد هذا المعلق المائي هو المعلق الاساس ويمكن حساب عدد اليرقات الفعالة / مل ماء مقطر

في المعلق على وفق طريقة Lacey (1997) . وبهذه الطريقة نحصل على التراكيز المختلفة لليرقات الفعالة وهي : 10^5 ، 10^6 و 10^7 يرقة فعالة / مل ماء مقطر والتي تم استخدامها في المعاملات المختلفة.

4- عزل البكتريا التكافلية *Photorhabdus iuminescens* للنيما تودا *H. bacteriophora* 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 حيث اضيف 1 مل من معلق النيما تودا التي يحتوي على 100 يرقة فعالة على يرقات دودة الشمع الكبرى وبعد مدة 48 ساعة قتلت يرقات دودة الشمع الكبرى وتم اخذ جثثها وعقم سطحها الخارجي بوساطة تغطيسها في محلول هايبوكلورات الصوديوم (القاصر) تركيز 10% لمدة دقيقة واحدة ثم غسلت اليرقات 3 مرات بالماء المقطر او عن طريق تغطيسها بكحول ايثانول Ethanol تركيز 95% لمدة دقيقة واحدة وغطست بالماء المقطر لمدة ثلاث دقائق وتم تشريح جثث يرقات دودة الشمع الكبرى بوساطة مشروط معقم او ابرة Needle معقمة ولكن بدون تمزيق القناة الهضمية وحضر الوسط الزراعي Nutrient Agar باذابة كمية 31 غم من هذا الوسط في لتر من الماء المقطر ، وسخن المحلول في حمام مائي حتى يذوب الاكار وعقم بجهاز الضغط البخاري (الموصدة) على درجة حرارة 121 م وضغط 15 باوند / انج ولمدة 20 دقيقة (Lacey ، 1997) ، وصب الوسط في اطباق بتري معقمة لحين البرودة والتصلب ومن ثم نقلت قطرات من هيموليمف يرقات دودة الشمع الكبرى التي تم تشريحها بوساطة ماصة معقمة حجم 2 مل وتم رمي جثث اليرقات . حضرت ثلاث اطباق لتمثل 3 مكررات ووضعت في الحاضنة على درجة حرارة 25 ± 3 م لمدة 3 ايام اذ تظهر 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 الاغذية والتقانات الاحيائية في كلية الزراعة .

5- دراسة تأثير الدرجات الحرارية المختلفة على كفاءة النيما تودا *H. bacteriophora* في قتل افراد حشرة الارضة

استعملت تراكيز النيما تودا 10^5 ، 10^6 و 10^7 يرقة فعالة / مل ماء مقطر ومبيد الدورسبان 48% تي سي من انتاج شركة Dow Elanco بتركيز 2% (20 مل مبيد / لتر ماء) والماء المقطر كمعاملة مقارنة. حضر الوسط الغذائي بخلط 5 غم من رقائق ونشارة خشب اليوكالبتوس المجفف و 10 مل من محلول الاكار بنسبة 4% (0.4 غم من الاكار / 10 مل ماء مقطر) في طبق بتري قطره 10 سم معقم ومبطن بورقة ترشيح رطبة وترك الى حين التصلب ، وقد استخدمت 3 مكررات لكل تركيز اذ اضيف 20 مل لكل مكرر من المعاملات المختلفة وترك الى حين تغلغل المحلول بالوسط الغذائي لمدة تصل الى 2 ساعة ، ونقلت الى كل مكرر 50 عاملة و 50 جندياً من افراد الارضة المؤقلمة وقليلاً من التربة وفتات الخشب المصاب واغلق الطبق بالغطاء وتم تغليفه بالسيلوفين ونقلت الاطباق الى الحاضنات على درجات حرارة 20 و 25 و 30 و 35 ± 3 م كل على حدة ، وكانت الاطباق تفحص يومياً لحساب عدد الافراد الميتة الى حين الحصول على نسب قتل 100% وبعد ذلك وضعت 50 عاملة و 50 جندياً اخرى شهرياً وفحصت وسجل عدد الافراد الميتة وازيل الافراد الاحياء المتبقية ولغاية مدة 3 اشهر وفي حالة الحصول على نسبة قتل 100% خلال ثلاثة شهور لا يضاف اي فرد جديد الى المكررات. صححت نسب القتل بالاستناد الى معادلة Abbott (1925).

عدد الافراد الحية في المقارنة - عدد الافراد الحية في المعاملة

$$\% \text{ لفاعلية المبيد} = \frac{\text{عدد الافراد الحية في المقارنة}}{\text{عدد الافراد الحية في المعاملة}} \times 100$$

عدد الافراد الحية في المقارنة

6- دراسة كفاءة تراكيز مختلفة من النيماطودا *H. bacteriophora* في قتل افراد حشرة الارضة في ظروف المختبر لمدة سنة كاملة

لغرض اجراء التقييم الحيوي لفترة بقاء النيماطودا فعالة تحت الظروف البيئية المختلفة خلال فصول السنة فقد اجريت هذه الدراسة في ظروف المختبر الطبيعية بدون أي تحوير خلال جميع اشهر السنة. استعملت تراكيز النيماطودا 10^5 ، 10^6 و 10^7 يرقة فعالة / مل ماء مقطر ومبيد الدروسبان Dursban 48% تي سي بتركيز 2% (20 مل مبيد / لتر ماء) والماء المقطر كمعاملة مقارنة. حضر الوسط الغذائي للارضة واحداث العدوى بتراكيز النيماطودا المختلفة ونقل افراد الارضة كما وصفت في الفقرة 5 . وتم حفظ الاطباق في ظروف المختبر ، فحصت الاطباق يومياً لحساب عدد الافراد الميتة الى حين حصول نسبة القتل 100% ، ولغرض تقييم مدة بقاء المعاملات المختلفة وفعاليتها في احداث القتل وتقدير الكفاءة النسبية للقتل اجري احداث عدوى صناعية لاطباق المعاملات المختلفة بنقل 50 عاملة و 50 جندياً في بداية كل شهر وتم الفحص يومياً ، لتسجيل عدد الافراد الميتة وازالتها حتى نهاية الشهر ، واستمرت الدراسة لمدة سنة كاملة من 2004/4/12 ولغاية 2005/4/12. صححت نسب القتل استناداً الى معاملة Abbott (1925).

7- تأثير اليرقات الفعالة للنيماطودا *H. bacteriophora* في سلوك افراد حشرة الارضة

حضر 30 طبقاً بترياً قطرها 10 سم متقب من احد جوانبها بتقب قطره 0.5 سم وتم ربط كل طبقين من جهة الثقب بانبوب بلاستيكي مخصص للمشروبات الغازية بطول 10 سم نشر في الاطباق الوسط الغذائي المتكون من 5 غم من رقائق ونشارة خشب البيوكالبتوس المجفف مع 10 مل من محلول الاكار بنسبة 4% . استخدمت ثلاث اطباق تمثل ثلاث مكررات لكل تركيز من المعاملات المختلفة ، اذ تم اخذ 20 مل من محلول المعاملات التي شملت على تركيز النيماطودا 10^5 ، 10^6 و 10^7 يرقة فعالة II / مل ماء مقطر ومبيد الدروسبان 48% تي سي بتركيز 2% والماء المقطر كمعاملة مقارنة وتركت الاطباق كافة الى حين تغلغل المحلول بالوسط الغذائي لمدة تصل لى ساعتين ، اما الاطباق الثانية المربوطة فتحتوي على الوسط الغذائي مع محلول الاكار بدون اضافة ، ونقلت 50 عاملة و 50 جندياً للطبق الذي يحتوي على الوسط الغذائي بدون معاملة واغلقت الاطباق وغلفت بالسيلوفين ووضعت الاطباق في الحاضنة على درجة حرارة 30 ± 3 م وتم الفحص يومياً وملاحظة حركة الافراد بين الاطباق وسلوكها من حيث الانجذاب والابتعاد والحركة بين الاطباق المعاملة بالنيماطودا وغير المعاملة. وسجلت عدد الافراد الميتة اذ تم الفحص والمراقبة الى حين موت جميع الافراد ، وحساب نسب القتل التي صححت استناداً الى معاملة Abbott (1925).

حللت جميع نتائج البحث احصائياً وفق التصميم العشوائي الكامل C.R.D بتجربة عاملية واعتمد اختبار اقل فرق معنوي عند مستوى 0.05 لمقارنة النتائج واجري التحليل الاحصائي باستعمال البرنامج الاحصائي SAS (SAS ، 2001).

النتائج والمناقشة

1- تأثير التراكيز المختلفة للنيماتودا *H. bacteriophora* على نسب قتل عمال وجنود حشرة الارضة تحت درجات حرارة مختلفة

لقد اوضحت نتائج الدراسة ان اليرقات الفعالة للنيماتودا *H. bacteriophora* اثرت تأثيراً كبيراً في احداث القتل لعمال وجنود حشرة الارضة في المختبر وقد اثبت التحليل الاحصائي وجود اختلافات احصائية معنوية في نسب القتل لعمال وجنود حشرة الارضة اعتماداً على الاختلاف في التركيز ودرجة الحرارة ومدة التعريض.

يتضح من الجدول (1) ان نسبة القتل عند درجة حرارة 20 ± 3 م للعمال والجنود في بداية المعاملة منخفضة وتزداد تدريجياً بزيادة مدة التعريض وان التركيز العالي يكون اسرع في احداث القتل من التركيز المنخفض اذ يتضح ان نسب القتل اخذت بالتزايد والارتفاع تدريجياً الى ان بلغت 100% للعمال والجنود بعد 14 و 7 و 7 ايام من المعاملة عند التراكيز 10^5 ، 10^6 و 10^7 يرقة فعالة II / مل ماء مقطر على التوالي . وفي هذا المجال وجد Danthanarayana و Vitarana (1987) ان نسبة القتل كانت 100% خلال 1-2 يوماً من معاملة الارضة *Glyptotermes dilatatus* بالنيماتودا *Heterorhabditis DI* بتركيز 2000 يرقة فعالة / طبق بتري يحتوي على 400 فرد من الارضة وعند درجة حرارة 22 م . اما Wang وجماعته (2002) فقد اشاروا الى ان نسبة القتل للارضة *Reticulitermes flavipes* المعاملة بالنيماتودا *H. bacteriophora* بتركيز 1200 يرقة فعالة / فرد من الارضة بلغت 51.9% اما عند تركيز 2000 يرقة فعالة / فرد من الارضة فقد بلغت 65.6% خلال مدة تعريض 8 ايام من المعاملة .

يتضح من نتائج الدراسة ان القتل التدريجي لافراد الارضة عند المعاملة بالنيماتودا يعود الى الحاجة الى الوقت الكافي لاجداث الاختراق ، ووصول اليرقات الفعالة للنيماتودا الى جسم العائل عن طريق الفتحات الطبيعية ، او عن طريق الغذاء ، اذ ان عمال وجنود الارضة تظهر عليها اعراض المرض بعد مدة من المعاملة والمتمثلة بالخمول وقلة الحركة والتحول الى اللون الاحمر القرميدي او الى اللون البني المحمر ومن ثم القتل . وللتأكد من ان القتل نتيجة الاصابة بالنيماتودا تم عزل اليرقات الفعالة من العمال والجنود الميتة واثبات وجودها داخل جثث هذه الافراد . هذا يتفق مع ما وجدته Mix (1985) بأن الحشرات المصابة بالنيماتودا *H. bacteriophora* يتغير لونها الى اللون الاحمر القرميدي ثم الى الارجواني Brick-red to purple . اما Danthanarayana و Vitarana (1987) فقد اكدا ان الحشرات المصابة بالنيماتودا *H. bacteriophora* ومنها الارضة *Glyptotermes dilatatus* يتغير لونها الى اللون الوردي .

يتضح من الجدول (1) وجود انخفاض في نسب القتل للعمال والجنود بتقدم الزمن ، وان نسب القتل تكون مرتفعة في التركيز العالي ، اما بعد 90 يوماً من المعاملة ، بلغت للعمال 35.17% و 50.20% و 69.17% وللجنود 35.50% و 51.02% و 68.16% عند التراكيز 10^5 ، 10^6 و 10^7 يرقة فعالة II / مل ماء مقطر على التوالي ، ان اليرقات الفعالة للنيماتودا نقلت فعاليتها تدريجياً بمرور الزمن من خلال انخفاض نسب القتل للعمال والجنود الامر الذي قد يعزى الى انخفاض نسب كثافة اليرقات الفعالة في كافة التراكيز نتيجة للجوع ، او عدم التحمل والموت في حالة عدم وجود العائل ، او نتيجة لنقل اعداد من اليرقات الفعالة مع جثث الافراد الميتة خارج الوسط الغذائي وعلى الرغم من ذلك فان التركيز العالي ادى الى نسب قتل عالية نوعاً ما بعد 60 و 90 يوماً من المعاملة ، وقد يعزى ذلك الى وجود اعداد من اليرقات الفعالة الباقية في التركيز العالي التي

تكون لها كفاءة في احداث الاصابة والقتل . وفي هذا المجال ذكر Hassanain وجماعته (a 1985) ان اليرقات الفعالة للنيما تودا *H. bacteriophora* استمرت على قيد الحياة مدة 60 يوماً من المعاملة ولكن نسب القتل كانت 0-20% ليرقات دودة اوراق القطن. كما ذكر Gangler (2002) ان اليرقات الفعالة للنيما تودا *H. bacteriophora* التي تكون فعالة في الحركة والبحث عن العائل سوف تنخفض فعاليتها بانخفاض درجة الحرارة عن 20 م[°] ومستويات الاوكسجين وتنقد فعاليتها واستقرارها في حالة انعدام العائل بعد اطلاقها. اما عند درجة حرارة 25 م[°] + 3 م[°] فيتضح من الجدول (1) ان لدرجة الحرارة المذكورة انفاً تأثير واضح في انخفاض نسب القتل لافراد الارضة في بداية المعاملة عند مقارنتها بدرجة الحرارة 20 م[°] + 3 م[°] ، ولكن بدأت نسب القتل بالارتفاع التدريجي بتقدم الزمن وقد اخذت نسب القتل بالتزايد والارتفاع الى ان بلغت 100% للعمال والجنود بعد 14 يوماً من المعاملة عند التركيز 10⁷ يرقة فعالة / مل ماء مقطر وبعد 21 يوماً من المعاملة للتركيزين 10⁵ و 10⁶ يرقة فعالة / مل ماء مقطر على التوالي . في هذه المجال ذكر Wang وجماعته (2002) ان نسبة القتل كانت 100% لكل من نوعي الارضة *Reticulitermes flavipes* و *Coptotermes formosanus* عند معاملتهما بالنيما تودا *H. bacteriophora* بتركيز 400 يرقة فعالة / فرد من الارضة عند درجة حرارة 25 م[°] ومدة تعريض 5 ايام . وجد Hassanain وجماعته (b 1985) عند معاملة حوريات حشرة الكاروب بالنيما تودا *H. bacteriophora* بتركيز 6 × 10⁴ يرقة فعالة / اصيص عند درجة حرارة 23 م[°] + 1 م[°] ومدة تعريض 7 ايام كانت نسبة القتل 100% ولكن عند خفض التركيز الى 15 × 10³ يرقة فعالة / اصيص كانت نسبة القتل 60%. اما عند معاملة الغذاء بتركيز 3 × 10⁴ يرقة فعالة كانت نسبة القتل 80% وان اليرقات الفعالة للنيما تودا تبقى فعالة ومؤثرة لفترة تزيد على 30 يوماً عند درجة حرارة 24 م[°] .

جدول 1 . نسب القتل المئوية لعمال وجنود حشرة الارضة عند التراكيز المختلفة للنيما تودا *H. bacteriophora* تحت درجات حرارة مختلفة

النسب المئوية للقتل خلال الفترات الزمنية المختلفة (يوم بعد المعاملة)											درجات الحرارة + 3م	المعاملة
112	98	90	77	63	60	42	21	14	7	3		
-	-	35.17 (35.50)	-	-	54.54 (51.78)	-	-	100 (100)	96.47 (96.28)	68.07 (68.27)	20	تركيز النيما تودا 10 ⁵ بركة فعالة / مل ماء مقطر
-	-	3.15 (8.52)	-	-	37.29 (40.16)	-	100 (100)	89.46 (86.56)	67.48 (64.53)	50.68 (50.68)	25	
-	-	2.28 (3.31)	100 (100)	76.41 (75.85)	-	36.36 (40.0)	17.04 (14.29)	10.48 (10.71)	8.78 (7.58)	4.66 (3.39)	30	
97.0 (95.65)	65.84 (68.74)	-	45.54 (43.16)	35.35 (33.32)	-	15.32 (16.10)	12.0 (12.0)	6.66 (6.66)	2.66 (3.33)	2.0 (2.0)	35	
-	-	50.20 (51.02)	-	-	74.37 (73.21)	-	-	-	100 (100)	77.24 (76.86)	20	
-	-	18.89 (21.69)	-	-	53.96 (56.55)	-	100 (100)	98.48 (97.76)	79.70 (78.72)	58.33 (58.21)	25	تركيز النيما تودا 10 ⁶ بركة فعالة / مل ماء مقطر
-	-	3.89 (4.31)	100 (100)	95.92 (96.54)	-	50.0 (48.80)	22.05 (22.14)	18.57 (17.14)	16.21 (15.17)	12.0 (10.20)	30	
100 (100)	89.02 (91.24)	-	56.43 (54.73)	42.24 (43.24)	-	23.38 (22.02)	16.0 (16.0)	10.66 (11.33)	4.16 (4.66)	3.33 (4.66)	35	
-	-	69.17 (68.16)	-	-	98.33 (99.10)	-	-	-	100 (100)	85.21 (84.34)	20	
-	-	33.86 (39.53)	-	-	73.80 (76.22)	-	-	100 (100)	90.57 (90.77)	70.13 (69.85)	25	
-	-	13.08 (17.98)	-	100 (100)	-	68.18 (67.99)	31.62 (33.57)	23.77 (22.14)	20.94 (19.99)	17.33 (15.64)	30	تركيز النيما تودا 10 ⁷ بركة فعالة / مل ماء مقطر
-	100 (100)	-	73.26 (73.68)	56.89 (57.64)	-	35.47 (34.74)	17.77 (18.38)	12.76 (13.46)	9.98 (9.71)	9.33 (9.33)	35	
-	-	100 (100)	-	-	100 (100)	-	-	-	-	100 (100)	20	
-	-	100 (100)	-	-	100 (100)	100 (100)	-	-	-	100 (100)	25	
-	-	100 (100)	-	100 (100)	-	100 (100)	-	-	-	100 (100)	30	
-	100 (100)	-	-	100 (100)	-	100 (100)	-	-	-	100 (100)	35	مبيد النورسيبان تركيز 2%
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

الرقم بين القوسين يشير الى نسبة القتل للجنود . والرقم بدون قوس يشير الى نسبة قتل العاملات .

اصغر فرق معنوي لمقارنة تأثير التركيز للشغالات 6.31 وللجنود 6.51.

اصغر فرق معنوي لمقارنة تأثير درة الحرارة على الشغالات 6.31 وللجنود 6.61.

اصغر فرق معنوي لمقارنة تأثير الفترات الزمنية على الشغالات 10.45 وللجنود 9.64.

- عدم وجود عاملات لوصول نسبة القتل الى 100% قبل احداث العدوى الصناعية الشهرية.

كذلك يتبين من الجدول (1) انخفاض نسب القتل بعد 90 يوماً من المعاملة اذ بلغت للعمال 3.15% و 18.89% و 33.86% وللجنود 8.82% و 21.69% و 39.53% عند التراكيز 10^5 ، 10^6 و 10^7 يرقة فعالة II / مل ماء مقطر على التوالي. يتضح ان النيماتودا بكافة تراكيزها نقل فعاليتها في التطفل واحداث الاصابة في عمال وجنود الارضة كلما طالت مدة التعريض . ان زيادة التركيز يكون اكثر كفاءة في احداث القتل لافراد حشرة الارضة . هذه النتائج تتفق مع ما وجدته Hassanain وجماعته (1985 a) عند معاملة يرقات دودة اوراق القطن بالنيماتودا *H. bacteriophora* بتركيز 6×10^4 يرقة فعالة / سندانة عند درجة حرارة 23 ± 1 م ومدة تعريض 7 ايام كانت نسبة القتل 100% ولكن عند خفض التركيز الى 15×10^3 يرقة فعالة / سندانة كانت نسبة القتل 60%. اما عند معاملة الغذاء بتركيز 3×10^4 يرقة فعالة / سندانة كانت نسبة القتل 80% وان اليرقات الفعالة للنيماتودا تبقى فعالة ومؤثرة لفترة تزيد على 30 يوماً عند درجة حرارة 24 م .

اما عند درجة حرارة 30 ± 3 م فيوضح الجدول (1) قلة فعالية يرقات النيماتودا في احداث القتل لافراد حشرة الارضة اذ كانت نسبة القتل قليلة جداً في بداية المعاملة واستمرت بالتزايد التدريجي بتقدم الزمن في جميع التراكيز الى ان بلغت 100% بعد 77 يوماً من المعاملة عند التراكيز 10^5 و 10^6 يرقة فعالة / مل ماء مقطر على التوالي ، وبعد 63 يوماً من المعاملة عند التركيز 10^7 يرقة فعالة / مل ماء مقطر . ان الانخفاض في نسب القتل في التراكيز المختلفة ليرقات النيماتودا يمكن ان يعزى الى تأثير درجة الحرارة 30 ± 3 م على نشاط وحركة يرقات النيماتودا في الوصول الى جسم العائل وحدث الاختراق ومهاجمة يرقات النيماتودا لعائلها الامر الذي يتطلب وقتاً اطول لحدوث الاختراق والاصابة وظهور الاعراض على افراد الارضة المصابة ، فضلاً عن نشاط عمال الارضة العالي عند هذه الدرجة ، الامر الذي يحول دون وصول اليرقات الى جسم العائل . اما عن مدى فعالية النيماتودا في احداث القتل بمرور الزمن من المعاملة فيتضح من الجدول (1) وجود انخفاض في نسب القتل لعمال وجنود الارضة بتقدم الزمن وان التركيز العالي سبب في حدوث نسب قتل عالية ، اذ بلغت نسب القتل للعمال بعد 90 يوماً من المعاملة 2.28% و 3.89% و 13.08% وللجنود 3.31% و 4.31% و 17.98% عند التراكيز 10^5 ، 10^6 و 10^7 يرقة فعالة / مل ماء مقطر على التوالي. هذا يتفق مع ما وجدته Fujii (1975) بأن نسبة عالية من افراد الارضة *Coptotermes formosanus* اصيبت بالنيماتودا *S. carpocapsae* في حالة تخدير افراد الارضة قبل المعاملة بالنيماتودا اذ ان نسبة الاصابة تكون ذات علاقة عكسية مع مستوى نشاط الارضة . على حين ذكر Hassanain وجماعته (1985 a) عند معاملة يرقات دودة اوراق القطن بالنيماتودا *H. bacteriophora* بتركيز 13.5×10^3 يرقة فعالة / سندانة عند درجة حرارة 31 ± 5 م كانت نسبة القتل 8% وعند نقلها الى درجة حرارة 24 م ارتفعت نسبة القتل الى 44%. وفي هذا المجال ذكر Bhatnagar وجماعته (2004) عند معاملة الطور اليرقي الثالث لحشرة *Maladera insanabilis* بالنيماتودا *H. bacteriophora* اذ بلغت قيمة LD50 بحدود 14090 يرقة فعالة / يرقة للحشرة . تتفق هذه النتائج مع نتائج Danthanarayana و Vitarana (1987) اللذان اشارا الى ان سبب القضاء على الارضة *Glyptotermes dilatatus* بوساطة النيماتودا *Heterorhabditis* DI هو نتيجة استمرار اليرقات الفعالة للنيماتودا بالتطور والنمو وتحولها الى بالغات ونتاج اعداد كبيرة من اليرقات الفعالة وخروجها من جثة الارضة واعادة الاصابة مرة ثانية.

اما عند درجة الحرارة 35 ± 3 م فقد كانت الاكثر تأثراً في تقليل فعالية يرقات النيماتودا في احداث القتل لافراد الارضة في بداية المعاملة اذ تميزت بانخفاض نسب القتل في جميع التراكيز ، الا ان التركيز العالي كانت اكثر تأثيراً من التركيز المنخفض ، وان نسب القتل اخذت بالتزايد والارتفاع تدريجياً الى ان بلغت 100% للعمال وللجنود بعد 98 يوماً من المعاملة عند التركيز 10^7 يرقة فعالة / مل ماء مقطر وبعد 112 يوماً من المعاملة للتركيزين 10^5 و 10^6 يرقة فعالة / مل ماء مقطر على التوالي (جدول 1). يتضح من نتائج الجدول ان النيماتودا *H. bacteriophora* بكافة تراكيزها تأثرت تأثيراً واضحاً وكبيراً بدرجة الحرارة ، اذ امتازت بسرعتها في احداث القتل وارتفاع نسب القتل في بداية المعاملة عند درجة الحرارة المنخفضة 20 ± 3 م وببطء حدوث القتل وانخفاض نسب القتل في بداية المعاملة كلما ارتفعت درجة الحرارة اذ كانت نسب القتل ضعيفة وطفيفة جداً في بداية المعاملة عند درجة حرارة 35 ± 3 م فضلاً عن استغراقها وقت طويل جداً لتحقيق القضاء التام على افراد الارضة ، وهذا يعكس مدى تأثير يرقات النيماتودا بدرجة الحرارة ، ومدى نجاح مكافحة الارضة في الحقل.

2- تأثير التراكيز المختلفة للنيماتودا *H. bacteriophora* على نسب قتل عمال وجنود حشرة الارضة عند ظروف المختبر لمدة سنة كاملة

اوضحت نتائج الدراسة ان اليرقات الفعالة للنيماتودا *H. bacteriophora* اثرت تأثيراً كبيراً في احداث القتل لعمال وجنود الارضة في درجة حرارة المختبر ، وقد اثبت التحليل الاحصائي وجود اختلافات احصائية معنوية في نسب القتل للعمال والجنود اعتماداً على الاختلاف في التركيز ومدة التعريض . يتضح من الجدول (2) ان يرقات النيماتودا كانت ذات فعالية عالية لاحداث القتل في افراد الارضة في بداية المعاملة من خلال نسب القتل العالية الا ان الفعالية بدأت بالتناقص التدريجي مع تقدم الزمن وان التركيز العالي اثبت كفاءته في احداث القتل واسرع من التركيز المنخفض اذ بلغت نسب القتل بعد 14 يوماً من المعاملة للعمال 96.36% و 100% و 100% وللجنود 94.23% و 100% و 100% عند التراكيز 10^5 ، 10^6 و 10^7 يرقة فعالة II / مل ماء مقطر على التوالي ، وقد اخذت بالتزايد والارتفاع تدريجياً الى ان بلغت 100% بعد 21 يوماً من المعاملة عند التركيز 10^5 يرقة فعالة / مل ماء مقطر ، وقد استمرت نسب القتل بالتناقص التدريجي بتقدم الزمن ، اذ بلغت نسب القتل للعمال بعد 240 يوماً من المعاملة 0.0% و 0.66% و 0.66% وللجنود 0.0% و 0.33% و 0.66% عند التراكيز 10^5 ، 10^6 و 10^7 يرقة فعالة II / مل ماء مقطر على التوالي . هذا يؤكد على عدم وجود اي تأثير لليرقات الفعالة بعد هذه الفترة واستمرت نسب القتل بالانخفاض الى ان وصلت 0.0% للعمال والجنود بعد 360 يوماً من المعاملة.

يتضح من الجدول (3) ان النيماتودا بكافة تراكيزها نقل فعاليتها في التطفل واحداث الاصابة في عمال وجنود الارضة كلما طال مدة المعاملة اذ تميز التركيز العالي 10^7 يرقة فعالة / مل ماء مقطر باحداث القتل لافراد الارضة بنسبة واضحة بعد 150 يوماً من المعاملة بينما التركيز 10^6 يرقة فعالة / مل ماء مقطر بعد 120 يوماً من المعاملة ولكن التركيز المنخفض 10^5 يرقة فعالة / مل ماء مقطر بعد 90 يوماً من المعاملة. في هذا المجال ذكر Amarasinghe و Hominick (1993) ان نجاح مكافحة الارضة *Postelectrotermes militaris* بوساطة النيماتودا *H. bacteriophora* ناتج من قدرة اليرقات الفعالة على النمو والتطور وتكاثر البالغات وانتاج اعداد كبيرة من اليرقات الفعالة داخل جثث الارضة مما يؤدي الى استمرارية اصابة الارضة ، وان اعداد اليرقات الفعالة المنتجة ونسبة الاصابة تزداد بزيادة التركيز ومدة التعريض. اما طول عمر العمال (اناث وذكور) فقد وجد الجصاني وآخرون (2002) ان طول العمال المعزولة عن المستعمرة عند درجة حرارة المختبر ورطوبة التربة 4-5% يستغرق 96-249 يوماً وان سلوكها طبيعي متمثل بالعمل والتغذية وبناء

جدول 2 . نسب القتل المئوية لعمال وجنود حشرة الارضة عند التراكيز المختلفة للنيما تودا *H. bacteriophora* تحت ظروف المختبر لمدة سنة كاملة

نسب القتل (يوم بعد المعاملة)									المعاملة
240 (كانون اول)	210 (تشرين ثاني)	180 (تشرين اول)	150 (ايلول)	120 (اب)	90 (تموز)	60 (حزيران)	21 (مايس)	14 (نيسان)	
0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	1.33 (2.35)	7.0 (6.95)	8.32 (8.68)	26.73 (24.90)	52.58 (51.12)	100 (100)	96.36 ** (94.23)	تركيز النيما تودا 10 ⁵ يرقة فعالة / مل ماء مقطر
0.66 (0.33)	1.33 (2.0)	7.33 (6.66)	11.36 (10.94)	28.79 (28.29)	41.38 (38.28)	65.92 (64.65)	- -	100 (100)	تركيز النيما تودا 10 ⁶ يرقة فعالة / مل ماء مقطر
0.66 (0.66)	4.0 (5.33)	16.66 (16.0)	25.0 (23.02)	47.72 (46.03)	59.70 (57.62)	81.74 (79.73)	- -	100 (100)	تركيز النيما تودا 10 ⁷ يرقة فعالة / مل ماء مقطر
100 (100)	100 (100)	100 (100)	100 (100)	100 (100)	100 (100)	100 (100)	100 (100)	100 (100)	مبيد الدورسبان تركيز 2%
1.10	1.75	1.52	2.11	1.81	2.10	2.12	1.79	1.94	* اقل فرق معنوي للمعاملة
0.69	1.10	0.96	1.33	1.41	1.33	1.34	1.13	1.22	* اقل فرق معنوي للنوع
1.56	2.47	2.15	2.98	2.56	2.98	3.0	2.53	2.74	* اقل فرق معنوي للتداخل

** الرقم بين القوسين يشير الى نسبة القتل للجنود .

LSD *

جدول 3 . تأثير التراكيز المختلفة للنيما تودا *H. bacteriophora* على سلوك ونسب قتل عمال وجنود حشرة الارضة.

نسب القتل (يوم بعد المعاملة)							المعاملة
84	70	56	42	28	14	3	
87.28 (86.66)	61.23 (59.20)	35.60 (39.13)	23.18 (25.17)	11.96 (13.78)	5.37 (3.37)	1.33 ** (0.66)	تركيز النيما تودا 10 ⁵ يرقة فعالة / مل ماء مقطر
97.45 (97.50)	73.63 (70.39)	44.69 (48.54)	27.53 (32.16)	13.38 (17.92)	6.03 (7.42)	2.0 (3.33)	تركيز النيما تودا 10 ⁶ يرقة فعالة / مل ماء مقطر
100 (100)	83.72 (81.59)	56.81 (60.14)	36.95 (38.46)	21.12 (21.38)	14.09 (11.08)	6.66 (5.33)	تركيز النيما تودا 10 ⁷ يرقة فعالة / مل ماء مقطر
100 (100)	100 (100)	100 (100)	100 (100)	100 (100)	100 (100)	100 (100)	مبيد الدورسبان تركيز 2%
2.50	3.43	3.15	2.52	2.32	1.69	1.0	* اقل فرق معنوي للمعاملة
1.58	2.17	1.99	1.59	1.47	1.07	0.63	* اقل فرق معنوي للنوع
3.54	4.85	4.45	3.57	3.29	2.39	1.41	* اقل فرق معنوي للتداخل

** الرقم بين القوسين يشير الى نسبة القتل للجنود .

* LSD

يمكن الاستنتاج من خلال دراسة مدة بقاء اليرقات الفعالة لنيماتودا *H. bacteriophora* (جدول 2) ان تحقيق نسبة قتل 50% او قريباً منها يدل على استمرارية تأثير اليرقات الفعالة للنيماتودا في احداث القتل بشكل فعال في افراد الارضة وهذا ماتم تحقيقه بعد 60 يوماً من المعاملة عند التركيزين 10^5 و 10^6 يرقة فعالة / مل ماء مقطر وبعد 120 يوماً من المعاملة عند التركيز 10^7 يرقة فعالة / مل ماء مقطر . بعد هذه المدد المبينة انفاً يبدأ تأثير اليرقات الفعالة بالتراجع مما ينشأ عنه انخفاض نسب القتل عن 50% وعليه يجب اعادة المعاملة بالنيماتودا بعد هذه الفترات بحسب التراكيز من اجل زيادة نسب القتل واستهداف طوائف الارضة بشكل كامل.

3- تأثير التراكيز المختلفة للنيماتودا *H. bacteriophora* على سلوك عمال وجنود حشرة الارضة ونسب قتلها

لوحظ من نتائج الدراسة ابتعاد افراد الارضة في بداية المعاملة (7-10 ايام من المعاملة) عن الوسط الغذائي المعامل بالنيماتودا وامتاز سلوكها بالدوران حول الوسط الغذائي المعامل والابتعاد والعودة الى الطبق الذي يحتوي على الوسط الغذائي غير المعامل وعدم تقبلها للوسط الغذائي المعامل وبعد هذه المرحلة بدأت الافراد بالحفر في الوسط الغذائي المعامل والتغذي عليه تدريجياً . ووضحت نتائج الدراسة ان نسب القتل للعمال والجنود في بداية المعاملة كانت منخفضة جداً ، واخذت بالتزايد تدريجياً بزيادة مدة التعريض وان التركيز العالي يكون اسرع في احداث القتل من التركيز المنخفض (جدول 3) ، اذ يتضح ان نسب القتل بعد 84 يوماً من المعاملة فبلغت نسبة القتل للعمال 87.28% و 97.45% و 100% وللجنود 86.66% و 97.50% و 100% عند التراكيز 10^5 ، 10^6 و 10^7 يرقة فعالة / مل ماء مقطر على التوالي. ان الانخفاض في نسب القتل في الايام المبكرة من المعاملة وتزايدها بمرور الزمن قد يعزى الى سلوك الابتعاد والتجنب لافراد الارضة للاطباق المعاملة باليرقات الفعالة ولكن تغذي افراد الارضة واقتحام الاوساط الغذائية المعاملة خاصة في التركيز العالي ادت الى تزايد نسب القتل حسب تعرض افراد الارضة ليرقات النيماتودا وزيادة الفرص المتاحة لليرقات في التماس والاختراق من خلال حركة الافراد وحفرها في الوسط الغذائي المعامل. اتفقت هذه النتائج مع نتائج Wang وجماعته (2002) من ان نسبة القتل للارضة *Reticulitermes flavipes* بلغت 37% خلال فترة 30 يوماً عند درجة حرارة 25 م عند ربط طبقين احدهما معامل بالنيماتودا *H. bacteriophora* بتركيز 1000 يرقة فعالة / فرد من الارضة مع طبق اخر بدون معاملة ووجدوا ان التراكيز المرتفعة $4 \times 10^3 - 16 \times 10^3$ يرقة فعالة كانت طاردة للارضة خلاف التراكيز الواطئة $2 \times 10^3 - 3 \times 10^3$ يرقة فعالة / فرد من الارضة.

اوضحت نتائج الدراسة ان افضل تركيز للنيماتودا *H. bacteriophora* في احداث القتل هو 10^7 يرقة فعالة / مل ماء مقطر ويليه التركيز 10^6 يرقة فعالة / مل ماء مقطر واقل نسبة قتل عند التركيز 10^5 يرقة فعالة / مل ماء مقطر . كما ان للعمال والجنود يمتلكون حساسية متماثلة لليرقات الفعالة للنيماتودا *H. bacteriophora* اذ اثبت التحليل الاحصائي انعدام الاختلافات الاحصائية المعنوية بين المتوسطات الاجمالية لنسب القتل.

المصادر

العلوي ، سعدي عبدالمحسن . 1987. دراسات تصنيفية وبيئية للارضة (Insecta : Isoptera) في العراق . اطروحة دكتوراه . كلية الزراعة . جامعة بغداد.

الجصاني ، راضي فاضل وخالد محمد العادل وعدنان ابراهيم السامرائي . 2002. عمر شغالات حشرة الارضة *Microcerotermes diversus* المعزولة عن المستعمرة تحت ظروف المختبر. مجلة الزراعة العراقية . 7 (7) : 114-118.

Abbott , W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entom. 18 : 265-267.

- Amarasighe , L.D. and W.M. Hominik . 1993. Efficacy of entomopathogenic nematodes to control up – country live – wood termite *Postelectrotermes militaris* . Srilank J. Tea Sci. 62 (1) : 16-24.
- Bhatnagar , A. ; V. Schindle and S.S. Bareth. 2004. Evaluation of entomopathogenic nematodes against White grub , *Maladera insanabilis*. International J. Pest management 50 (4) : 285-289.
- Burnell , A.M. and S.P. Stock . 2000 . *Heterorhabditis* , *Steinernema* and their bacterial symbionts – lethal pathogens of insects. J. Nematology 2 : 1-12.
- Culliney , T. W. and J.K. Grace. 2000 . Prospects for the biological control of subterranean termites (Isoptera : Rhinotermitidae) with special reference to *Coptotermes formosanus*. Bull. Entom. Res. 90 : 9-21.
- Danthanarayan , W. and S.I. Vitarana. 1987. Control of the live-wood tea termite *Glyptotermes dilatatus* using *Heterorhabditis* sp. Agriculture Ecosystems and Environmental 19 : 333-342.
- Fujii , J.K. 1975. Effects of an entomogeneous nematode *Neouplectona carpocapsae* on the Formosan subterranean termite , *Coptotermes formosanus*. J. Environm . Entom. 31 : 381-387.
- Gangler , R. 2002. Entomopathogenic Nematology. Turk. J. Biol. 27 : 181-202.
- Hassanain , T. A. ; A. A. B. Negwa ; A.O. Hamida and M.M. El-Sherif . 1985 a. Factors affecting infectivity of *Heterorhabditis bacteriophore* as a biological control agent of cotton leafworm *Sodoptera littoralis*. Bulletin Faculty of Agriculture , University of Cairo , 36 (2) : 1479-1491.
- Hazir , S. ; N. Keskin and S.P. Stock . 2003. Diversity and distribution of entomopathogenic nematodes (Rhabditidae : Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Turkey. Biodiversity Conserv. 12 : 375-386.
- Hassanain , T.A. ; A.A.B. Negwa ; A.O. Hamida and M.M. El-Sherif . 1985 b. The mole cricket *Gryllotalpa gryllotalpa* as a new host to the two nematodes *Neouplectane carpocapsa* and *Heterorhabditis bacteriophore*. Bulletin Faculty of Agricultural, University of Cairo , 36 (2) : 1492-1504.
- Jones , W.E. ; J.K. Grace and M. Tamashiro. 1996. Virulence of seven isolates of *Beauveria bassiene* and *Metarhizium anisopliae* to *Coptotermes formosanus* Environ . Entom. 25 : 481-487.
- Lacey , A.L. 1997. Manual of techniques in insect pathology . Academic Press , New York . 410 pp.
- Mix , J. 1985. Beals research shows nematodes don't control subterranean termites. Pest Control 53 (2) : 22-23.
- Remmen , L.N. and N.Y. Su. 2005. Time trends in mortality for thiamethoxam and fipronil against Formosan subterranean termite and eastern subterranean termite (Isoptera : Rhinotermitidae). J. Econ. Entomol. 98 (3) : 911-915.
- SAS Institute Inc. 2001. SAS / State guide for personal computer. Version 6 ed. SAS. Institute Cary , NC. USA.
- Su , N.Y. 2002. Novel technologies for subterranean termite control . Sociobiology 40 (1) : 95-101.
- Su , N.Y. and R.H. Scheffrahn. 1998. Elimination of subterranean termites population from the statue of liberty national monument using abait matrix containing an insect regulator , hexaflumukou. J. Amer. Institute of Conserva . 37 : 282-292.
- Wang , C. ; J.E. Powell and K. Ngugen. 2002. Laboratory evaluations of four entomopathogenic nematodes for control of subterranean termite. Environ. Entom. 31 (2) : 381-387.