

In vitro Studying of Predacity Efficiency of Nematod-Trapping Fungi, *Arthrobotrys oligospora*, *Dactylaria haptotyla* and *Monacrosporium* spp.

دراسة الكفاءة الافتراضية للفطريات

‘ *Dactylaria haptotyla* ‘ *Arthrobotrys longispora*

Monacrosporium spp

المفترسة للنيماتود، مختبريا

عادل عدنان علي

معهد الهندسة الوراثية والتقنيات الاحيائية للدراسات العليا

الخلاصة

اجريت هذه الدراسة لتقييم الكفاءة الافتراضية لثلاث انواع من الفطريات المفترسة للنيماتود والتي عزلت من بين 80 عينة تم جمعها من ترب زراعية مختلفة في الفترة من شهر نيسان ولغاية شهر ايلول 2008, اذ تم عزل الفطريات :

Monacrosporium spp. و *Dactylaria haptotyla*, *Arthrobotrys longispora*

اظهرت النتائج بان هذه الفطريات ذات كفاءة افتراضية عالية ضد انواع النيماتود المستخدمة في هذه الدراسة وهي وجود فروقات معنوية في الكفاءة الافتراضية لكل من الفطرين *A. longispora* و *Monacrosporium* spp. ولكن وجد بينهما وبين النوع *D. haptotyla* فروقا معنوية في القابلية الافتراضية.

كانت النسب المئوية للاقتراس 100%، 98.3% و 99.3% للفطر *A. longispora* و 100%، 98.6% و 100% للفطر *Monacrosporium* spp ، اما بالنسبة للفطر *D. haptotyla* فكانت 89%، 91.6% و 88.3% لكل من النيماتود *M. javanica* ، *T. semipenetrans* و *A. tritici* على التوالي.

Abstract

This study was conducted to evaluate the predacity efficiency for three species of nematode –trapping fungi were isolated among 80 sample collected from different agricultural soils during April to September 2008, these fungi were: *Arthrobotrys longispora*, *Dactylaria haptotyla* and *Monacrosporium* spp.

The results of this study revealed that these fungi have had a high predacity efficiency against the nematodes were used in this study :, *Meloidogyne javanica* , *Tylenchulus semipenetrans* and *Anguina tritici* and the statistical analysis showed no significant differences between *A. longispora* and *Monacrosporium* but they differed with *D. haptotyla* in the predacity ability.

The predacity percentages were 100%, 98.3% and 99.3 for *A. longispora* , and 100%, 100% and 98.6% for *Monacrosporium* spp. whereas for *D. haptotyla* were 89%, 91.6% and 88.3% for each of nematodes *Meloidogyne javanica* , *Tylenchulus semipenetrans* and *Anguina tritici*, respectively.

المقدمة

الفطريات المفترسة للنيما تود هي مجموعة من الكائنات الدقيقة التي تعيش بصورة رمية saprophytic وتتحول الى الطور الافتراضي predaceous phase تحت ظروف بيئية معينة كوجود النيما تود مثلا، مكونة تراكيب محورة متخصصة قد تكون لاصقة او غير لاصقة تسمى أدوات الاصطياد trapping devices تمسك بها النيما تود ومن ثم تقتلها وتهضم وتستهلك محتوياتها الداخلية عن طريق الخيوط الفطرية التي تنمو داخل جسم الفريسة بعد الإصابة (1، 2).

تختلف المصائد traps التي تكونها الفطريات المفترسة للنيما تود باختلاف الانواع الفطرية، فهناك الخيوط الفطرية اللاصقة adhesive hyphae وفي هذه الحالة لا توجد اعضاء اصطياد متخصصة، بل ان جميع الخيوط الفطرية وعلى اي نقطة منها تعتبر أداة الاصطياد، والتي تكونها الفطريات الواطئة التابعة لصف Zygomycetes، وهناك الفروع اللاصقة adhesive branches وهي عبارة عن أعضاء متخصصة بشكل فروع قصيرة تنشأ من الخيوط الفطرية تمسك بها النيما تود في حالة التماس بها. ومن ادوات الاصطياد الاخرى هي العقد اللاصقة adhesive knobs (مثل Dactylaria haptotyla و Monacrosporium spp.)، الشباك اللاصقة adhesive networks (مثل Arthrotrichum longispora)، الحلقات المتقلصة Constricting rings والحلقات غير المتقلصة non-constricting ring (3، 4).

تقدر الخسائر التي تسببها النيما تود المتطفلة على النباتات في العالم ما بين (5-12)% سنويا، وتقدر الخسائر السنوية لعموم المحاصيل في الولايات المتحدة مثلا حوالي ملياري دولار (5). وفي انكلترا وويلز وصلت الخسائر في محصول البطاطا فقط الناجمة عن النيما تود Heterodera rostochiensis الى مليوني جنيه استرليني (6). وعليه فان النيما تود تعد أحد مسببات المرضية الخطيرة جدا والتي تسبب امراضاً مختلفة، ولذلك كان لابد من مكافحتها للمحافظة على انتاج محصول اقتصادي، وتهدف عملية المكافحة الى خفض كثافة النيما تود في التربة الى مستوى منخفض دون الحد الاقتصادي الحرج economic threshold وتشمل الكثير من الطرائق الفيزيائية، الزراعية الكيميائية والاحيائية باستخدام الاحياء الاخرى كاعداد طبيعية والموجودة أصلاً ضمن النظام البيئي.

ان المصادر الغنية بالفطريات المفترسة للنيما تود هي تربة فناء المزرعة farmyard وهي الارض المخصصة لجمع الفضلات الحيوانية على جانب من الحقل، كذلك الخضراوات المتعفنة المتروكة في الحقل، بقايا النباتات في التربة، الاخشاب المتعفنة ومختلف انواع الترب الزراعية (7، 15). تنتج الفطريات المفترسة للنيما تود مواد كيميائية جاذبة attractive materials تساعد على جذب النيما تود نحو موقع المصائد (8، 9).

ان سلوك الافتراض لهذه الفطريات على سطح الوسط الزراعي مختبريا أثار اهتمام الباحثين، مما جعلها تستحق اجراء دراسات مستفيضة لأجل فهم حياتية هذه الفطريات والذي يعد عاملاً أساسياً في فهم استعمالها في المكافحة الاحيائية (10، 14). فمنذ البدء بدراسة هذه الفطريات، فان استعمالها كمبيدات احيائية ضد النيما تود المتطفلة على النبات قد نال اهتمام الكثير من الباحثين. من الصعب تحديد ماهية الافتراضية predacity، وما هي العوامل التي تحدد كفاءة الافتراض لهذه الفطريات، الا انه يمكن القول بان الافتراضية تعني قابلية الفطر على اصطياد اكبر عدد ممكن من النيما تود واختزال اعدادها في الوسط الذي تعيش فيه خلال مدة زمنية معينة (11، 18).

استهدفت هذه الدراسة عزل بعض انواع الفطريات المفترسة للنيما تود وتقييم الكفاءة الافتراضية لها ضد بعض انواع النيما تود المتطفلة على النبات وامكانية استخدامها مستقبلا كمبيدات احيائية ضد النيما تود.

المواد وطرائق العمل

جمع العينات: Collection of samples

جمعت 80 عينة خلال الفترة من شهر نيسان لغاية شهر ايلول 2008، من ترب مختلفة من المناطق الزراعية، والترب الملاصقة لأكوام المخلفات الحيوانية. أخذت العينات من التربة بعمق (15-30) سم، وتم أخذ (100-200) غم من كل عينة ووضعت في اكياس البولي ايثيلين وجلبت الى المختبر.

الايوساط الزراعية المستخدمة: Culture media

1- وسط اكر-ماء (2%) water agar

استعمل هذا الوسط في عزل الفطريات المفترسة للنيما تود، وقد حضر باذابة 20 غم من الاكر agar في لتر ماء مقطر في دورق زجاجي وعقم في جهاز التعقيم البخاري Autoclave عند درجة حرارة 121°م وضغط 1.5 كغم/م² لمدة 20 دقيقة.

2- وسط اكر مستخلص الذرة (CMA) Corn-meal agar

حضر هذا الوسط باذابة 17 غم CMA التجاري 10 غم اكر مع 2 غم من مادة K₂HPO₄ في لتر ماء مقطر في دورق زجاجي وعقم في جهاز التعقيم الحراري Autoclave، وبعدها تم صبه في اطباق زجاجية معقمة بقطر 9 سم.

عزل الفطريات من التربة

لعزل الفطريات المفترسة للنيماطود من التربة، أنبعت طريقة الطعوم baiting method وذلك بنثر (1-0.5) غم من التربة على الوسط الزراعي وفقا للطريقة المتبعة من قبل (1940) Drechsler (16). اذ حضرت اطباق زجاجية بقطر 9 سم حاوية على الوسط الزراعي (W.A) water agar وأضيف لها قطرات من عالق يرقات النيماطود بمعدل 1000 يرقة/طبق، باستخدام شريحة عدّ النيماطود 1 ml eelworm counting slide وحسب طريقة (1963) Goodey (13). ووضعت الاطباق في المختبر تحت درجة حرارة (25±1)°م، وفي اليوم التالي نثرت عينات التربة بمعدل (1-0.5) غم بشكل متجانس على كل طبق وحضنت عند درجة حرارة (25±1)°م، واستعملت 3 مكررات لكل معاملة.

الفحص والتشخيص

تم فحص الاطباق الحاوية على عينات التربة بعد ثلاثة ايام من الحضن وبشكل يومي تحت القوة الصغرى للمجهر المركب لملاحظة الفطريات المفترسة للنيماطود وقد شخصت الفطريات بالاعتماد على نوع وشكل ادوات الاصطياد والصفات المظهرية للكونيدات والحوامل الكونيدية وبالاعتماد على المفاتيح التصنيفية المعتمدة (1964) Godfrey & Cook (17)، و تم أخذ صور فوتوغرافية بالكاميرا المثبتة على المجهر للفطريات المعزولة في هذه الدراسة.

استخلاص النيماطود

استعملت في هذه الدراسة طريقتان لاستخلاص النيماطود من التربة وهما طريقة قمع بيرمان Baermann funnel وطريقة المناخل sieves technique وكالاتي:

طريقة قمع بيرمان

يتألف الجهاز من قمع يتصل به انبوب مطاطي، ترتبط به انبوبة اختبار لجمع النيماطود، يثبت القمع على حامل معدني ويملاً بالماء، توضع عينة التربة (100 غم) داخل نسيج من القماش وتوضع في مشبك معدني داخل القمع، بحيث يلامس القماش سطح الماء في القمع، وعندما تتحرك النيماطود الموجودة في عينة التربة فانها تغرق في الماء وتنزل للأسفل بفعل الجاذبية الارضية لتستقر في قعر انبوبة الاختبار. وبعد 24 ساعة ترفع انبوبة الاختبار الحاوية على عالق النيماطود.

طريقة المناخل

استعملت في هذه الطريقة عدد من المناخل ذات فتحات اقطارها 45، 63، 75، 150، 212، 250، 300 و 600 مايكرومتر مع حوضين سعة 5 لتر لخلط العينة واستقبال الرائق وباستعمال (2-3) غم من مادة او كزالات الصوديوم لتفتيت الكتل الكبيرة من التربة، اضافة الى قطرات من مادة السيبارين لتسريع ترسيب دقائق التربة والحصول على الرائق. وقد استعملت في هذه الدراسة 3 انواع من النيماطود استخدمت كطعوم للفطريات المفترسة للنيماطود وهي (*Meloidogyne javanica* و *Tylenchulus semipenetrans* و *Anguina tritici*) ، وقد استخلص النوعين الاول والثاني من النيماطود بكل من الطريقتين المذكورة أعفاً، اما النوع الثالث *A. tritici* فقد تم استخلاصها من ثأليل الحنطة التي تكونها هذه النيماطود والتي تم الحصول عليها من مخازن الحنطة. وتحتوي كل ثألولة على عدة الاف من يرقات الطور الثاني لهذه النيماطود، تم تنقيع الثأليل لمدة 24 ساعة في وعاء صغير سعة صغير (25) مل يحوي ماء مقطر معقم، بعد تعقيم الثأليل سطحياً بمادة Sodium hypochloride بتركيز 10% لمدة 2 دقيقة ووضعت في درجة حرارة الغرفة، وفي اليوم التالي تم فتح الثأليل باستعمال مشروط وأبرة معقمتان وبذلك تحررت عدة الاف من النيماطود في الماء، وبهذا أمكن الحصول على عالق مركز جدا من النيماطود التي استعملت كطعوم للفطريات المفترسة للنيماطود.(12).

تحضير المزارع النقية للفطريات المعزولة

حضرت المزارع النقية للفطريات المعزولة باستعمال أطباق زجاجية حاوية على وسط (CMA)، اذ نقلت كونيدات الفطر النامي على وسط (W.A) الى الاطباق الحاوية على وسط (CMA) وذلك بالنقاطها تحت المجهر باستعمال أبرة دقيقة معقمة، اذ ان الحوامل الكونيدية لمعظم الفطريات المفترسة للنيماطود ترتفع نسبياً عن سطح الوسط. حضنت الاطباق بعد تلقيحها عند درجة حرارة (25)°م لمدة اسبوع.

تقييم الكفاءة الافتراضية للفطريات المفترسة للنيماطود

استعملت في هذا الاختبار، الاوساط الزراعية الحاوية على الاكر المائي (W.A) اذ تم اضافة (100) نيماطود حية/طبق من كل من النيماطود *M. javanica* ، *T. semipenetrans* و *A. tritici*. وفي اليوم التالي تم نقل جزء من مستعمرة الفطر النامي على وسط (CMA) الى مركز كل من الاطباق الحاوية على النيماطود وحضنت الاطباق عند درجة حرارة (25)°م واستعملت 3 مكررات لكل معاملة، اضافة الى معاملة السيطرة (نيماطود بدون فطر). ولغرض تجهيز الاطباق بالعدد المعلوم من النيماطود، استعملت شريحة عدّ النيماطود وحسب طريقة (1963) Goodey (13)، اذ تم أخذ 1 مل من عالق النيماطود ووضعت على الشريحة التي مررت على اللهب بسرعة لتثبيط حركة النيماطود، وحسبت

اعداد النيماتود في الشريحة، واستعملت 3 مكررات لكل قراءة وأخذ المعدل و عدّل التركيز في العالق الاصلي الى (100) نيماتود/ 1 مل.
تم تقييم الكفاءة الافتراضية للفطريات المفترسة عن طريق حساب عدد افراد النيماتود المقتولة من قبل الفطر تحت المجهر وحساب النسبة المئوية للقتل الحاصل في افراد مجتمع النيماتود في الاطباق بعد 72 ساعة من حضنها عند درجة حرارة (25)°م.

النتائج والمناقشة

أوضحت نتائج هذه الدراسة بان الفطريات المفترسة للنيماتود والمعزولة من التربة تعود للاجناس *Arthrobotrys*، *Monacrosporium* و *Dactylaria*. وقد تم تحديد النوع *A. longispora* والنوع *D. haptotyla* بالاعتماد على نوع وشكل أدوات الاصطياد والصفات المظهرية للكونيدات والحوامل الكونيدية وبالاعتماد على المفتاح التصنيفي المعتمد Godfrey & Cook (1964).

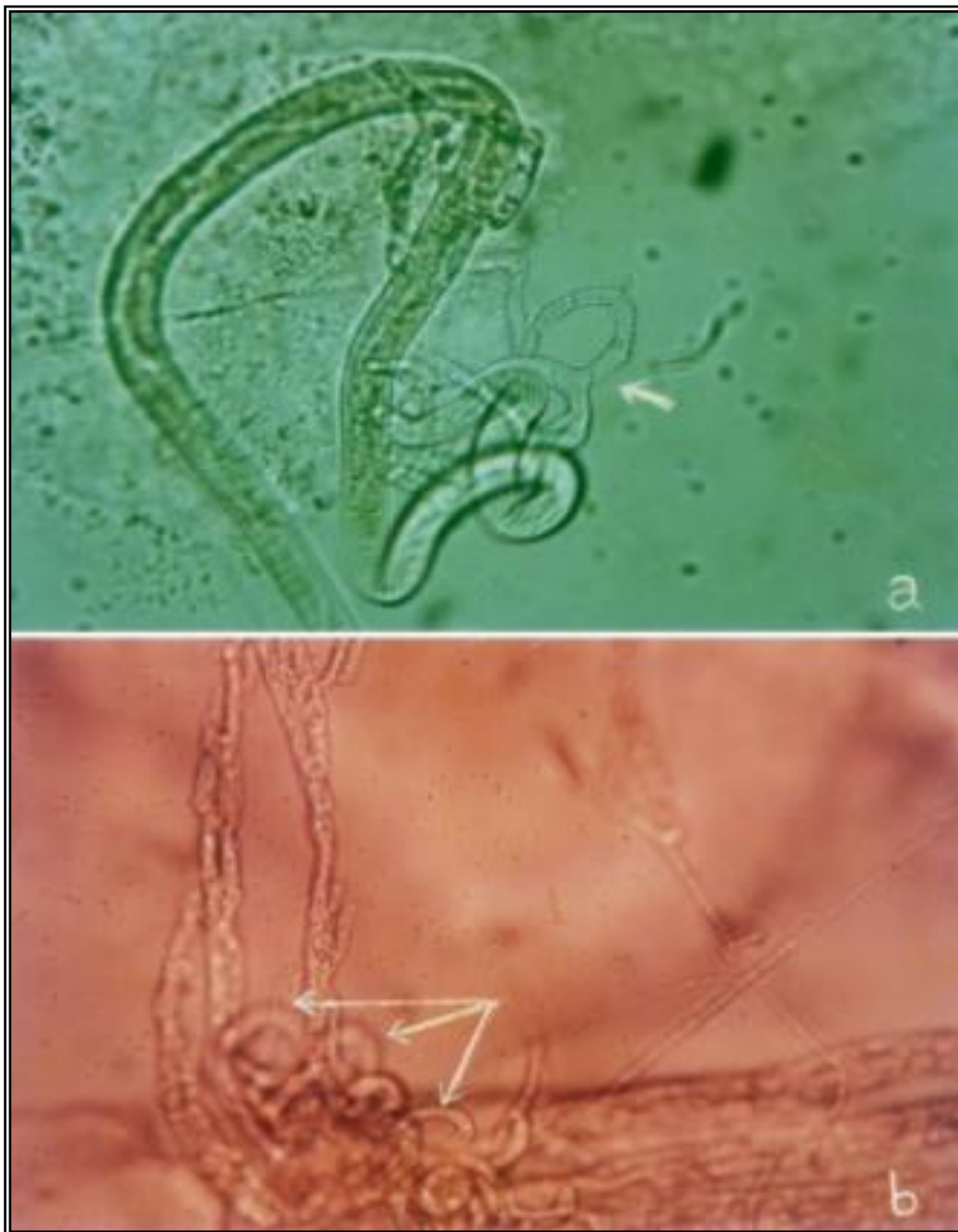
اذ ان الفطر *A. longispora* قد كوّن خيوطاً فطرية شفافة مقسمة، الحوامل الكونيدية شفافة، قائمة، مقسمة، متفرعة، طولها (300-650) مايكرومتر، الكونيدات شفافة، طويلة ابعادها (20-38 × 9-14) مايكرومتر، ذات حاجز واحد، يوجد تخصر عند الحاجز الذي يقسم الكونيدة الى خليتين غير متساويتين في الحجم والشكل، الخلية القمية أكبر حجماً من الخلية القاعدية المستدقة النهائية وتحوي على نتوء قاعدي (شكل 1)، وتحمل الحوامل الكونيدية (4-8) كونيدة. وسيلة الاصطياد هي الشباك اللاصقة adhesive networks (شكل 2) وهذه المواصفات تتطابق مع ما جاء في Godfrey & Cook (1964).
اما الفطر *D. haptotyla* فقد كوّن خيوطاً فطرية شفافة مقسمة، الحوامل الكونيدية شفافة، قائمة، مقسمة، تتفرع عند القمة، طولها (100-275) مايكرومتر. الكونيدات شفافة، مغزلية طويلة ابعادها (34-45 × 6-11) مايكرومتر، ذات (3-5) حواجز عرضية. الخلية الوسطية اكبر حجماً من بقية الخلايا ويحمل الحامل الكونيدي في قمته (2-5) كونيدة. وسيلة الاصطياد هي العقد اللاصقة adhesive knobs (شكل 3).



شكل (1) : كونيدات الفطر *Arthrobotrys longispora*

وهذه الصفات تتفق مع ما جاء في Godfrey & Cook (1964) مع وجود فارق واحد هو ان الكونيدات قد تصل الى اطول مما عليه في قياساتها، اذ تصل ابعادها الى (55 × 13) مايكرومتر، وهذا قد يعزى الى عدة اسباب منها الاحتمالية، اذ ربما بتكرار وزيادة تركيز الكونيدات قد نعثر على كونيدات بهذا الحجم، او ربما لاسباب اخرى ومع ذلك فان هذا لا يؤثر على نتيجة التشخيص على مستوى النوع، اذ ان جميع المواصفات تتفق مع ما جاء في المفاتيح التصنيفية المعتمدة.
اما فيما يخص الفطر *Monacrosporium* فقد أوضحت النتائج بان هذا الفطر المعزول قد كوّن خيوطاً فطرية شفافة مقسمة وكونيدات مغزلية الشكل تحوي في الغالب ثلاث حواجز عرضية، الخلية الوسطية هي الاكبر حجماً، والكونيدات ذات ابعاد (24-45 × 9-18) مايكرومتر، الحوامل الكونيدية بطول (75-200) مايكرومتر غير متفرعة بشكل عام، وأحياناً قليلة قد تحوي تفرعاً واحداً. وسيلة الاصطياد عبارة عن عقد لاصقة adhesive knob محمولة على حامل قصير (شكل 4).
ومن خلال نتائج هذه الدراسة فانه من الصعب تحديد نوع الفطر المعزول، اذ ان تشخيص الفطر قد تم على اساس الاعتماد على الشكل المظهري للكونيدات والحوامل الكونيدية ونوع اداة الاصطياد، ومن خلال تلك المعلومات تم التوصل الى مستوى

الجنس، وان الفطر يعود الى جنس *Monacrosporium* spp. ، اذ ان التشخيص على مستوى النوع species يتطلب دراسة جزيئية على مستوى DNA وباستخدام مجسات probs وتقنيات الهندسة الوراثية. حيث ان هناك اكثر من نوع تابعة لجنس *Monacrosporium* تحمل نفس الصفات المظهرية الانفة الذكر اعلاه. وان النوع قد يكون أحد الانواع التالية: *M. drechsleri* ، *M. lysipagum* ، *M. elliposporum* او *M. parvicollis* والتي تتشابه جميعها على المستوى المورفولوجي، وعليه فقد تم تشخيص الفطر في هذه الدراسة على مستوى الجنس فقط.



شكل (2) : a- نيماتود مصطادة بشباك الفطر *Arthrobotrys longispora*
b- بقايا أجساد النيماتود الميتة بفعل الفطر

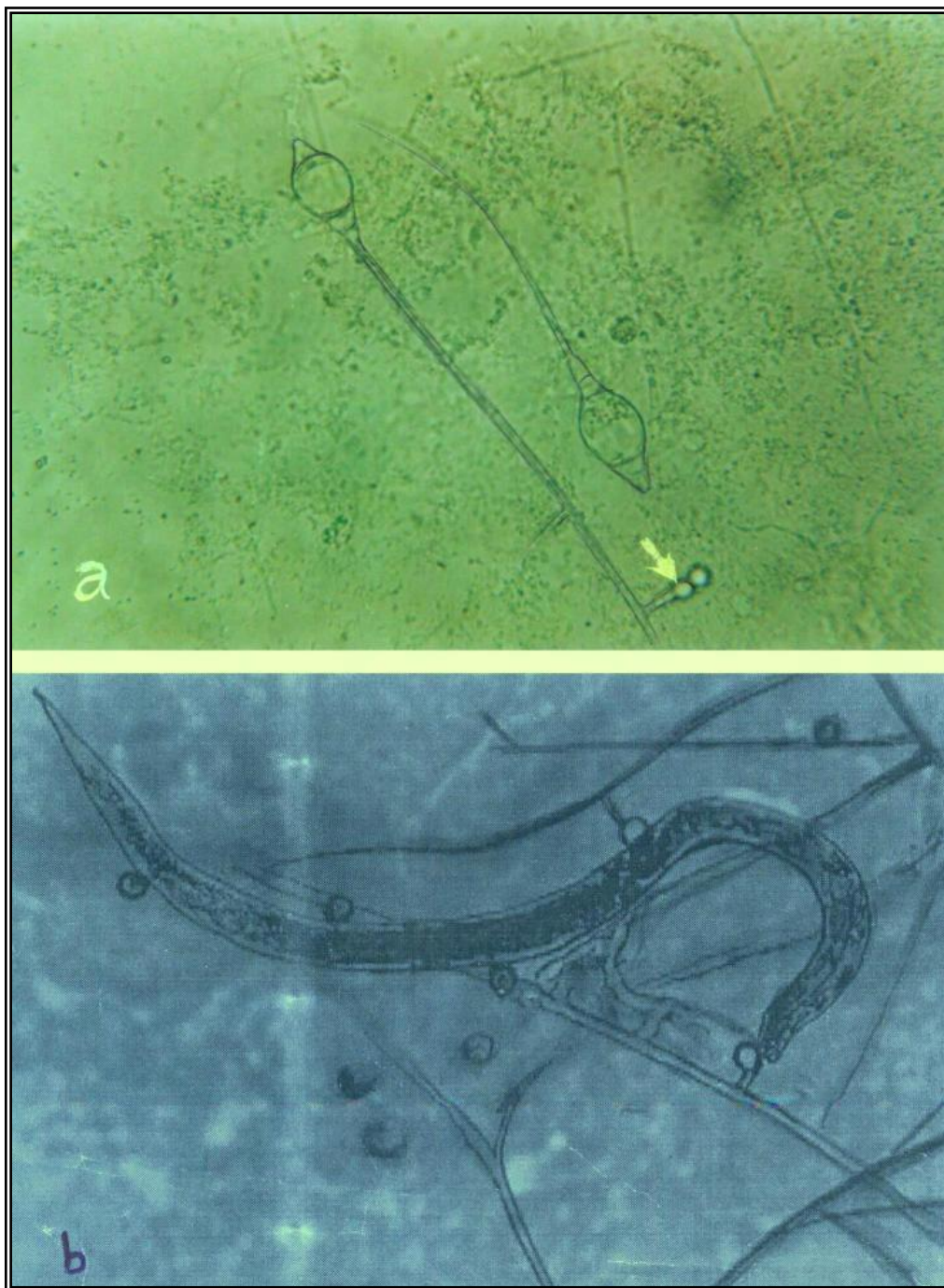
وفيما يخص الكفاءة الافتراضية للفطريات المعزولة في هذه الدراسة، فقد بينت النتائج، (جدول 1) بان الفطريات المعزولة ذات كفاءة افتراضية عالية، وانها تقتصر جميع يرقات وبالغات النيماتود ذات الشكل الخيطي filiform بغض النظر عن نوع النيماتود، ولا يوجد تخصص في الافتراض ولكنها تختلف فيما بينها في شدة الافتراض، وهذا يتفق مع الدراسات السابقة (1، 14)، اذ ان التصاق النيماتود بأدوات الاصطياد الفطرية يعتمد على تفاعل "إشارة-استجابة" signal-response reaction عن طريق

ارتباط الـ glycoprotein الموجود على سطح الفطر مع الكربوهيدرات الموجودة على كيو تكل النيماتود والتي تعد جزيئات مكملة بعضها بعضا على كل من سطح المصائد وجدار جسم النيماتود.



شكل (3) : نيماتود مصطادة من قبل العقد اللاصقة للفطر *Dactylaria haptotyla*

أوضحت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية في الكفاءة الافتراضية لنوع الفطر بين مختلف انواع النيماتود قيد الدراسة. كما أوضحت النتائج عدم وجود فروق معنوية في الكفاءة الافتراضية لكل من الفطر *A. longispora* والفطر *Monacrosporium spp.* ، بينهما اختلف كلاهما عن الفطر *D. haptotyla* اذ كانت هناك فروق معنوية في الكفاءة الافتراضية عند مستوى $p < 0.05$ (جدول 1).



شكل (4) : (a) الفطر *Monacrosporium* spp. ، الكونيدات مغزلية الشكل والحامل الكونيدي مع العقد اللاصقة.
(b) نيماتود مصطادة من قبل الفطر *Monacrosporium* spp. المكوّن للعقد اللاصقة.

جدول (1): اعداد الـنيماتود المقتولة في الاطباق من قبل الفطريات المقترسة للـنيماتود بعد 72 ساعة من حضنها عند درجة حرارة (1±25)°م.

النيماتود المقتولة %				الفطريات
المعدل	<i>Anguina tritici</i>	<i>Tylenchulus semipenetrans</i>	<i>Meloidogyne javanica</i>	
99.2	99.3	98.3	100	<i>Arthrobotrys longispora</i>
99.3	98.6	100	100	<i>Monacrosporium spp.</i>
89.6	88.3	91.6	89	<i>Dactylaria haptotyla</i>
	95.4	96.6	96.3	المعدل
2.974				LSD < 0.05

- كل رقم يمثل ثلاث مكررات

المصادر:

1. Nordbring-Hertz, B. (1988). Ecology and recognition in the nematode-Nematophagos fungus system. In "Advances in microbial ecology". Ed Marshall, K.C
2. Jansson, H.B. and Lopez Iloxc, V. (2004). Control of nematodes by fungi. In "Fungal Biotechnology in Agriculture, Food and Environmental Applications" (Aroa, D.K. ed.) pp. 205-215. New York
3. Belder, M. (1994). Trapping of root-knot nematodes by adhesive hyphae-forming fungus *Arthrobotrys oligospora*. Abstract, WAU. Dissertation No. 1776..
4. Wang, K.H. (2002). Nematode-Antagonistic fungi. University of Florida, department of Entomology and Nematology. P.O. Box. 110620, Gainesville, FL 32611-6620, U.S.A.
5. اسطيفان, زهير عزيز, 2000. المكافحة الاحيائية للـنيماتود المتطفلة على النباتات. مجلة الزراعة العراقية. (2): 27-29.
6. Southy, J.F. and Samuel, G.G. (1954). Potato root eelworm. 1. A review of the situation. 2. Research in progress. Min. Agric. & Fish. N.A.A.S. 12 pp..
7. Dowsett, R. and Reid, (1979). Observations on the trapping of nematodes by *Dactylaria scaphoides* using optical transmission and scanning-electron microscopic technique. Mycologia. 71: 379-391.
8. Cayrol, J.C. (1983). Biological control of *Meloidogyne* by *Arthrobotrys irrvularis* Rev. Nematol. 6: 265-274.
9. Kerry, B.R. and Jaffee, B.A. (1997). Fungi as biological nematode. In: The Mycota, K. Esser and P.A. Lemke, Vol. IV. Pp. 204-218. Springer, Verlag Berlin Heidelberg.
10. Mankau, R. (1980). Biological control of nematode pests by a natural enemies. Annu. Rev. Phytopathol, 18: 415-440.
11. Heintz, (1978). Assessing the predacity of nematode-trapping fungi in vitro. Mycologia, 70: 106-110.
12. البياتي, عادل عدنان علي, 2005. التحري عن الفطريات المقترسة للـنيماتود المتطفلة على النبات في بعض ترب المنطقة الوسطى من العراق. رسالة ماجستير - كلية الزراعة - جامعة بغداد .

13. Goodey, T. (1963). Soil and freshwater nematodes. (Rev. Edn. By J.B. Goodey) pp. 544. Mathuen & Co. Ltd, London.
14. Barron, G.L. (1977). The nematode-destroying fungi topics in Mycobiology No 1. Canadian Biological Publication, Guelph. Ont. Canada. p 140
15. سعدابي, عبد المنعم محمد والنور الامين, 2001. عزل وتعريف بعض الفطور داخلية التطفل والصائدة للنيما تود في التربة الزراعية بالسودان. مجلة وقاية النبات العربية. 19: 55-58.
16. Drechsler, C. (1940). Three new hyphomycetes preying on free-living terricolous nematode. Mycologia, 32: 448-470.
17. Cook, R.C. and Godfrey, B.E. (1964). A key to the nematode-destroying fungi. Trans. Brit. Mycol. Soc. 47: 61-74.
18. Nordbring-Hertz, B.; Jansson, H.B. and Tunlid, A. (2006). Nematophagous Fungi. In "Encyclopedia of Life Science". John Wiley and Sons. Ltd. Chichesler..