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

دراسة الكفاءة الافتراسية 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 الافتراسية لثلاث انواع من الفطريات المفترسة للنيماتود والتي عزلت من بين 80عينة 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 افتراسية عالية ضد انواع النيماتود المستخدمة في هذه الدراسة وهي *Tylenchulus semipenetrans, Meloidogyne javanica* و *Anguina tritici* , وبينت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروقات معنوية في الكفاءة الإفتراسية لكل من الفطرين *A. longispora* و *Monacrosporium* spp. ولكن وجد بينهما وبين النوع *D. haptotyla* فروقا معنوية في القابلية الافتراسية.
كانت النسب المئوية للافتراس 100%، 98.3% و 99.3% للفطر *A. longispora* و 100% ، 100% و 98.6% 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.

المقدمـــــة

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

تختلف المصائد traps التي تكونها الفطريات المفترسة للنيماتود 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 النيماتود في حالة التماس بها. ومن ادواة الاصطياد الاخرى هي العقد اللاصقة adhesive knobs (مثل *Dactylaria haptotyla* و *Monacrosporium* spp.)، الشباك اللاصقة adhesive networks (مثل *Arthrobotrys longispora*)، الحلقات المتقلصة Constricting rings والحلقات غير المتقلصة non-constricting ring(3 ,4).

تقدر الخسائر التي تسببها النيماتود 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 النيماتود *Heterodera rostochiensis* الى مليوني جنيه استرليني (6).وعليه فان النيماتود تعد أحد المسببات المرضية الخطيرة جدا والتي تسبب امراضاً مختلفة، ولذلك كان لابد من مكافحتها للمحافظة على انتاج محصول اقتصادي، وتهدف عملية المكافحة الى خفض كثافة النيماتود 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 للنيماتود 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(15,7). تنتج الفطريات المفترسة للنيماتود مواد كيميائية جاذبة attractive materials تساعدها على جذب النيماتود نحو موقع المصائد (8، 9).

ان سلوك الافتراس لهذه الفطريات على سطح الوسط الزرعي مختبريا أثار اهتمام الباحثين، مما جعلها تستحق اجراء دراسات مستفيضة لأجل فهم حياتية هذه الفطريات والذي يعد عاملاً اساسياً في فهم استعمالها في المكافحة الاحيائية (14,10). فمنذ البدء بدراسة هذه الفطريات، فان استعمالها كمبيدات احيائية ضد النيماتود المتطفلة على النبات قد نال اهتمام الكثير من الباحثين.

من الصعب تحديد ماهية الافتراسية predacity ، وما هي العوامل التي تحدد كفاءة الافتراس لهذه الفطريات، الا انه يمكن القول بان الافتراسية تعني قابلية الفطر على اصطياد اكبر عدد ممكن من النيماتود واختزال اعدادها في الوسط الذي تعيش فيه خلال مدة زمنية معينة (18,11).

استهدفت هذه الدراسة عزل بعض انواع الفطريات المفترسة للنيماتود وتقييم الكفاءة الافتراسية لها ضد بعض انواع النيماتود المتطفلة على النبات وامكانية استخدامها مستقبلا كمبيدات احيائية ضد النيماتود.

المواد وطرائق العمل

-جمع العينات: Collection of samples

جمعت 80عينة خلال الفترة من شهر نيسان لغاية شهر ايلول2008، من ترب مختلفة من المناطق الزراعية، والترب الملاصقة لاكوام المخلفات الحيوانية. أخذت العينات من التربة بعمق (15-30) سم، وتم أخذ(100-200) غم من كل عينة ووضعت في اكياس البولي اثيلين وجلبت الى المختبر.

-الاوساط الزرعية المستخدمة: Culture media

1- وسط اكر-ماء (2%) water agar

استعمل هذا الوسط في عزل الفطريات المفترسة للنيماتود، 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^{o}م وضغط 1.5 كغم/م^2 لمدة 20 دقيقة.

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

حضر هذا الوسط باذابة 17 غم CMA التجاري0 1غم اكر مع 2 غم من مادة K_2HPO_4 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 للنيماتود من التربة، أتبعت طريقة الطعوم baiting method وذلك بنثر (0.5-1) غم من التربة على الوسط الزرعي وفقا للطريقة المتبعة من قبل Drechsler (1940) (16). اذ حضرت اطباق زجاجية بقطر 9 سم حاوية على الوسط الزرعي water agar (W.A) وأضيف لها قطرات من عالق يرقات النيماتود بمعدل 1000 يرقة/طبق، باستخدام شريحة عدّ النيماتود eelworm counting slide 1 ml وحسب طريقة Goodey (1963) (13).

ووضعت الاطباق في المختبر تحت درجة حرارة (25±1)°م، وفي اليوم التالي نثرت عينات التربة بمعدل (0.5-1) 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 للنيماتود وقد شخصت الفطريات بالاعتماد على نوع وشكل ادوات الاصطياد والصفات المظهرية للكونيدات والحوامل الكونيدية وبالاعتماد على المفاتيح التصنيفية المعتمدة Godfrey & Cook (1964) (17)، و تم أخذ صور فوتوغرافية بالكاميرا المثبتة على المجهر للفطريات المعزولة في هذه الدراسة.

استخلاص النيماتود

استعملت في هذه الدراسة طريقتان لاستخلاص النيماتود من التربة وهما طريقة قمع بيرمان Baermman funnal وطريقة المناخل sieves technique وكالاتي:

طريقة قمع بيرمان

يتألف الجهاز من قمع يتصل به انبوب مطاطي، ترتبط به انبوبة اختبار لجمع النيماتود، يثبت القمع على حامل معدني ويملأ 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 النيماتود الموجودة في عينة التربة فانها تغرق في الماء وتنزل للاسفل بفعل الجاذبية الارضية لتستقر في قعر انبوبة الاختبار. وبعد 24 ساعة ترفع انبوبة الاختبار الحاوية على عالق النيماتود.

طريقة المناخل

أستعملت 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 اوكزالات 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 النيماتود استخدمت كطعوم للفطريات المفترسة للنيماتود وهي (*Meloidogyne javanica* و *Tylenchulus semipenetrans* و *Anguina tritici*) ، وقد استخلص النوعين الاول والثاني من النيماتود بكل من الطريقتين المذكورة آنفاً، اما النوع الثالث *A. tritici* فقد تم استخلاصها من ثآليل الحنطة التي تكونها هذه النيماتود والتي تم الحصول عليها من مخازن الحنطة. وتحتوي كل ثألولة على عدة الاف من يرقات الطور الثاني لهذه النيماتود، تم تنقيع الثآليل لمدة 24 ساعة في وعاء صغير سعة صغير (25) مل يحوي ماء مقطر معقم، بعد تعقيم الثآليل سطحيا بمادة Sodium hypochloride بتركيز 10% لمدة 2 دقيقة ووضعت في درجة حرارة الغرفة، وفي اليوم التالي تم فتح الثآليل باستعمال مشرط وأبرة معقمتان وبذلك تحررت عدة الاف من النيماتود في الماء، وبهذا أمكن الحصول على عالق مركز جدا من النيماتود التي أستعملت كطعوم للفطريات المفترسة للنيماتود.(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 بالتقاطها تحت المجهر باستعمال أبرة دقيقة معقمة، اذ ان الحوامل الكونيدية لمعظم الفطريات المفترسة للنيماتود ترتفع نسبيا عن سطح الوسط. حضنت الاطباق بعد تلقيحها عند درجة حرارة (25)°م لمدة اسبوع.

تقييم الكفاءة الافتراسية للفطريات المفترسة للنيماتود

استعملت في هذا الاختبار، الاوساط الزرعية الحاوية على الاكر المائي (W.A) اذ تم اضافة (100) نيماتود حية/طبق من كل من النيماتود *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 النيماتود وحضنت الاطباق عند درجة حرارة (25)°م واستعملت 3 مكررات لكل معاملة، اضافة الى معاملة السيطرة (نيماتود بدون فطر).

ولغرض تجهيز الاطباق بالعدد المعلوم من النيماتود، استعملت شريحة عدّ النيماتود وحسب طريقة Goodey (1963) (13)، اذ تم أخذ 1 مل من عالق النيماتود ووضعت على الشريحة التي مررت على اللهب بسرعة لتثبيط حركة النيماتود، وحسبت

اعداد النيماتود في الشريحة، واستعملت 3 مكررات لكل قراءة وأخذ المعدل وعدّل التركيز في العالق الاصلي الى (100) نيماتود/ 1 مل.

تم تقييم الكفاءة الافتراسية 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 حجما من الخلية القاعدية المستدقة النهاية وتحوي على نتوء قاعدي (شكل1)، 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 حجما من بقية الخلايا ويحمل الحامل الكونيدي في قمته (2-5) كونيدة. وسيلة الاصطياد هي العقد اللاصقة adhesive knobs (شكل 3).

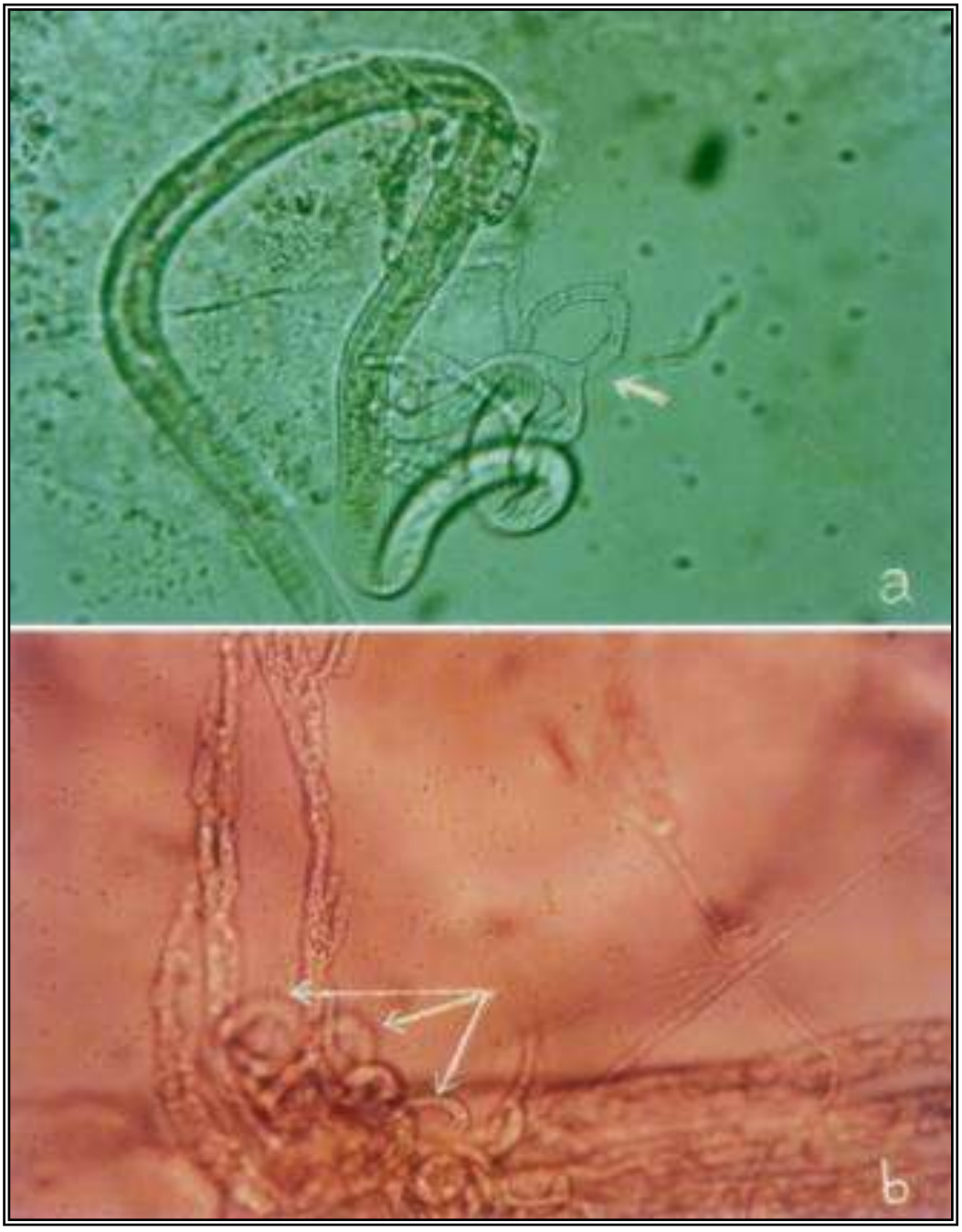
شكل (1) : كونيدات الفطر *Arthrobotrys longispora*

وهذه الصفات تتفق مع ما جاء في Godfrey & Cook (1964) مع وجود فارق واحد هو ان الكونيدات قد تصل الى اطول مما عليه في قياساتنا، 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 خيوطا فطرية شفافة مقسمة وكونيدات مغزلية الشكل تحوي في الغالب ثلاث حواجز عرضية، الخلية الوسطية هي الاكبر حجما، والكونيدات ذات ابعاد (24-45 × 9-18) مايكرومتر، الحوامل الكونيدية بطول (75-200) مايكرومتر غير متفرعة بشكل عام، وأحيانا 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

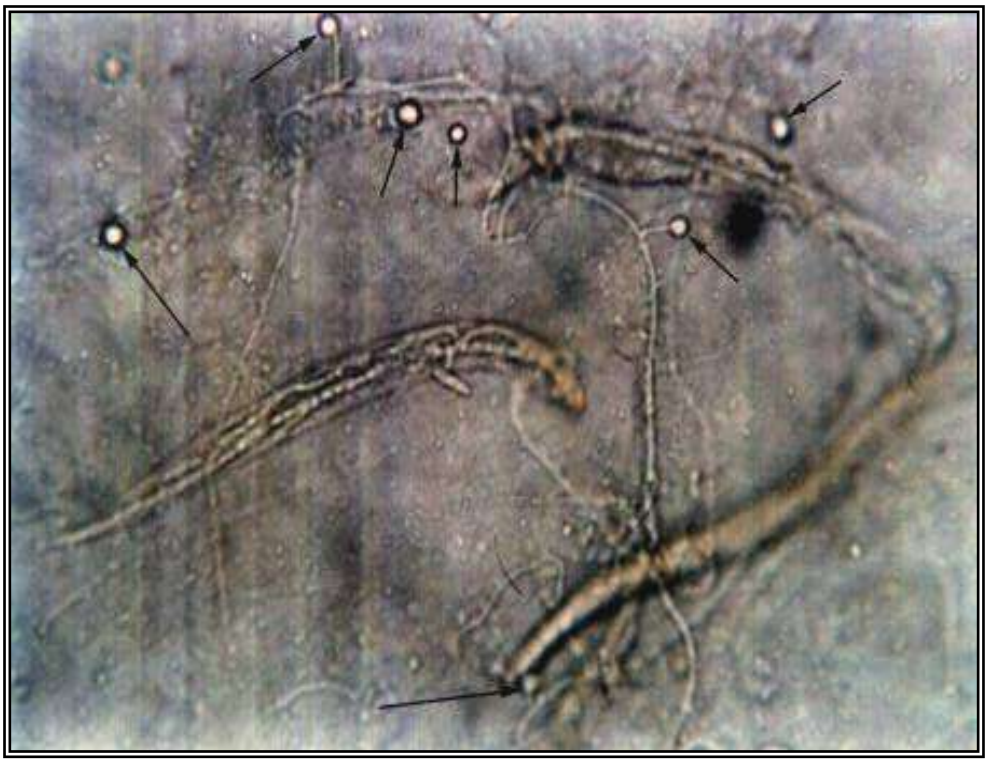
الجنس، وان الفطر يعود الى جنس *Monacrosporium* spp. ، اذ ان التشخيص على مستوى النوع species يتطلب دراسة جزيئية على مستوى DNA وباستخدام مجسات probs وتقنيات الهندسة الوراثية. حيث ان هناك اكثر من نوع تابعة لجنس *Monacrosporium* تحمل نفس الصفات المظهرية الانفة الذكر اعلاه. وان النوع قد يكون أحد الانواع التالية: *M. drechsleri* ، *M. lysipagum* ، *M. ellipsosporum* 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

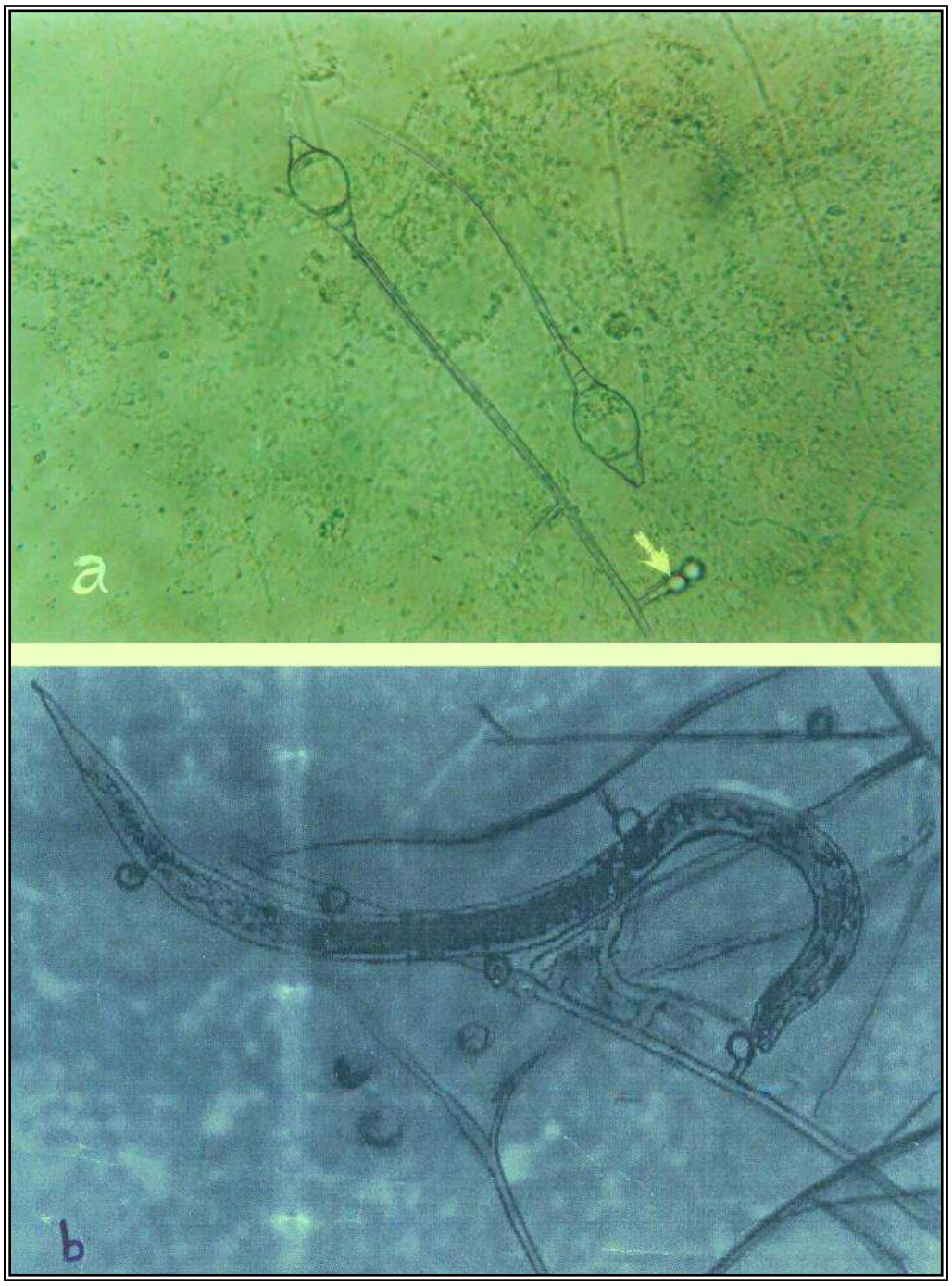
وفيما يخص الكفاءة الافتراسية للفطريات المعزولة في هذه الدراسة، فقد بينت النتائج، (جدول 1) بان الفطريات المعزولة ذات كفاءة افتراسية عالية، وانها تفترس جميع يرقات وبالغات النيماتود ذات الشكل الخيطي filiform بغض النظر عن نوع النيماتود، ولا يوجد تخصص في الافتراس ولكنها تختلف فيما بينها في شدة الافتراس، وهذا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

ارتباط الـ glycoprotein الموجود على سطح الفطر مع الكاربوهيدرات الموجودة على كيوتكل 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 الافتراسية لنوع الفطر بين مختلف انواع النيماتود قيد الدراسة. كما أوضحت النتائج عدم وجود فروق معنوية في الكفاءة الافتراسية لكل من الفطر *A. longispora* والفطر *Monacrosporium* spp. ، بينهما اختلف كلاهما عن الفطر *D. haptotyla* اذ كانت هناك فروق معنوية في الكفاءة الافتراسية 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. المكّون للعقد اللاصقة.

جدول (1): اعداد النيماتود المقتولة في الاطباق من قبل الفطريات المفترسة للنيماتود بعد72 ساعة من حضنها عند درجة حرارة (25±1)°م.

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

- 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 Iloxcal, 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 للنيماتود 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 irrvalaris* 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 المفترسة للنيماتود 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 للنيماتود 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..