دراسة مستويات حدود الضرر لنيماتودا الحوصلات *Heterodera avenae* Wollenweber, 1924 على محصولي القمح والشعير تحت ظروف البيت البلاستيكي والعدوى الاصطناعية

Study of Damage Threshold Levels of *Heterodera avenae* Wollenweber, 1924 on Wheat and Barley Under Plastic House Conditions and Artificial Infestation

م. غسان عبدالباقي حسن[1] د. خالد العسس [2] د. تيسير أبو الفضل [3]

G. Abdul Al-Bakey Hassan K. Al-Assas T. Abo Al-Fadil

(1) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، الحسكة، سورية. ghassan-79@hotmail.com.

(2) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق، دمشق، سورية.

(3) إدارة بحوث وقاية النبات، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

الملخص

تمت دراسة تأثير كثافات أولية مختلفة (Pi) من نيماتودا الحوصلات *Heterodera avenae* (1، 3، 5، 7، 9، 10، 15، 20، 25، 30، 35 و 40 يافعة طور ثاني/غ تربة) في نمو وغلة القمح القاسي (صنف شام3) والقمح الطري (صنف شام6) والشعير (صنف عربي أسود)، بهدف تحديد مستويات حدود الضرر لهذه النيماتودا على أصناف الحبوب السابقة. أجريت الدراسة في مركز البحوث العلمية الزراعية في محافظة الحسكة/ سورية، ضمن أصص بلاستيكية وُضعت داخل ظروف البيت البلاستيكي وتمت العدوى الاصطناعية بيافعات النيماتودا بعد أسبوع من الزراعة، وذلك خلال الموسم الزراعي 2011/2010. أظهرت النتائج قدرة الكثافات المختلفة من النيماتودا *H. avenae* على التأثير سلباً في عناصر الإنتاج المختلفة للقمح القاسي والطري والشعير، وبلغت حدود الضرر لغلة الحبوب 5 يافعات/غ تربة بالنسبة للقمح القاسي، و7 يافعات/غ تربة بالنسبة للقمح الطري والشعير. ازدادت نسب الانخفاض في عناصر الإنتاج لأصناف الحبوب السابقة بازدياد الكثافة الأولية للنيماتودا، وبلغت نسب الانخفاض عند الكثافة الأولية الأعلى (40 يافعة/غ تربة) (54.29، 48.68، 45.88 %) في عدد السنابل/نبات، و (42.4، 43.62، 41.24 %) في ارتفاع النبات، و (64.23، 58.73، 54.7 %) في غلة الحبوب، و (56.72، 52.09، 49.52 %) في غلة القش، و (53، 50.85، 43)% في وزن الـ 1000 حبة في القمح القاسي والطري والشعير على التوالي. ارتبطت الكثافات النهائية (Pf) للنيماتودا *H. avenae* بشكل إيجابي مع كثافاتها الأولية (Pi)، بينما ارتبطت معدلات التكاثر (Rf= Pf ÷ Pi) بشكل سلبي مع كثافاتها الأولية (Pi) سواءً على القمح القاسي أو الطري أو الشعير.

الكلمات المفتاحية: حدود الضرر، خسائر غلة، قمح، شعير، نيماتودا الحوصلات *H. avenae*.

Abstract

Pot experiment was conducted at the Center of Scientific Agricultural Research in Al-Hassakah province /Syria under green house conditions and artificial infestation to assess the effects of different levels of initial population densities (Pi) of *H. avenae* (1, 3, 5, 7, 9, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40 second-stage juveniles (J2)/g soil) on growth and yield components of durum wheat (cv. $Sham_3$), bread wheat (cv. $Sham_6$) and barley (cv. Arabi Aswad) to determine the damage threshold levels of *H. avenae* on wheat and barley. The second-stage juveniles were added one week

©2016 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved.

ISSN:2305 - 5243 ; AIF(NSP)-316

after planting during the growing season 2010/ 2011. The different densities of *H. avenae* caused reductions in yield components of durum, bread wheat and barley. The damage threshold levels of *H. avenae* for grain yield were found to be 5 J2/g soil for durum wheat and 7 J2/g soil for bread wheat and barley. The reduction of yield components of each cultivar increased with the increase of Pi of *H. avenae* and reached at the greatest initial population density (40 J2/g soil) up to (54.29, 48.68, 45.88)% for number of spikes/plant, (42.4, 43.62, 41.24)% for plant height, (64.23, 58.73, 54.7)% for grain yield, (56.72, 52.09, 49.52)% for straw yield and (53, 50.85, 43)% for weight of 1000 kernels in durum, bread wheat and barley, respectively. Final population densities (Pf) of H. avenae were positively correlated with Pi, whereas reproduction factors (Rf= Pf/Pi) were negatively correlated with Pi on durum, bread wheat and barley.
Key words: Damage thresholds, Yield losses, Wheat, Barley, Cyst nematode, *H. avenae*.

المقدمة

يشغل محصولا القمح والشعير موقعاً استراتيجياً مهماً بين بقية المحاصيل المزروعة في سورية، إذ يسهمان في دعم الاقتصاد الوطني وتأمين بعض احتياجات الاستهلاك اليومي للسكان (غزال، 1990). بصورة عامة، تتعرض زراعة محاصيل الحبوب في العالم إلى إجهادات أحيائية ولا أحيائية عديدة، وتُسهم النيماتودا بدور مهم في انخفاض غلة هذه المحاصيل، وتعد نيماتودا الحوصلات *H. avenae* الأكثر ضرراً وتأثيراً اقتصادياً في المستوى العالمي (McDonald و Nicol، 2005)، إذ قدرت الخسارة في استراليا بنحو 20 % في غلة الشعير، و 23 إلى 50 % في غلة القمح (Meagher، 1972)، وبلغت نسبة الفقد في القمح والشعير في اسبانيا نحو 79 و 80 % على التوالي (Romero وزملاؤه، 1991). بينما تراوح الفقد في محصولي القمح والشعير في السعودية بين 40 - 92 % و 17 - 77 %، على التوالي (Ibrahim وزملاؤه، 1999)، وبين 26 و 96 % و 19 و 86 % في غلة القمح والشعير على التوالي في تونس (Namouchi-Kachouri وزملاؤه، 2008). تنتج الخسائر السابقة عن تأثير النيماتودا في جوانب فيزيولوجية متعددة في النباتات المصابة، والذي ينعكس بشكل سلبي على النمو وعناصر الإنتاج في هذه النباتات، ويتجلى ذلك بانخفاض عدد الإشطاءات وعدد السنابل/نبات، وعدد ووزن الحبوب/سنبلة ووزن الـ 1000 حبة ما يؤدي في النهاية إلى خسائر في الغلة الحبية (Romero وزملاؤه، 1991؛Zancada و Althöfer، 1994).

تسهم الكثافة الأولية Initial population density (pi) للنيماتودا *H. avenae* كثيراً في تحديد مدى تأثيرها في نمو وغلة القمح والشعير، وبشكل عام يزداد الفقد في غلة هذه المحاصيل بزيادة الكثافة الأولية لهذه النيماتودا (Smiley وزملاؤه، 2007). فقد تبين أن كل زيادة في الكثافة الأولية بمقدار بيضة واحدة/غ تربة تؤدي إلى فقد في غلة القمح بنحو 2 % (Fisher، 1987)، وفي دراسة أخرى تبين أن كل زيادة بمقدار 10 بيوض/غ تربة تسبب فقداً بمقدار 188 و 75 كغ/هـ في غلة القمح والشعير على التوالي (Dixon، 1969). وفي المناطق المعتدلة شبه الجافة من استراليا، بلغ الفقد في غلة القمح والشعير 20 % عند كثافة أولية قدرها 2 بيضة ويافعة/غ تربة، و 40 % عند كثافة أولية قدرها 16 بيضة ويافعة/غ تربة (Meagher وBrown، 1974)، بينما قُدر الفقد في غلة القمح والشعير بنحو 45 إلى 48 % في الترب الخفيفة عند وجود 6 بيوض/غ تربة (Swarup وSosa-Moss، 1990). وتشير معظم الدراسات المرجعية إلى أن الكثافة النهائية Final population density (pf) لهذه النيماتودا تزداد بزيادة كثافتها الأولية (Pi)، بينما ينخفض معدل التكاثر Reproduction factor (Rf= Pf ÷ Pi) لهذا النوع بزيادة كثافتها الأولية(Pi) (Al-Hazmi وزملاؤه، 1999؛ Namouchi-Kachouri وزملاؤه، 2009؛ Hassan وزملاؤه، 2010). يُعد تحديد حدود الضرر للنيماتودا *H. avenae* على محاصيل الحبوب، أي أقل عدد من البيض واليافعات لكل غرام من التربة يحدث عندها فقدٌ معنوي في غلة هذه المحاصيل، أفضل طريقة لتقدير مدى الحاجة إلى إجراء المكافحة في الحقول المصابة (Andersson، 1982؛Nicol وزملاؤه، 2003)، وتختلف حدود الضرر لهذه النيماتودا باختلاف النوع، والصنف النباتي، ونوع التربة، ومدى توفر الماء والعناصر الغذائية، والنمط المرضي والبيئي للنيماتودا، ووجود ممرضات أو أنواع نيماتودية أخرى، والظروف المناخية السائدة في منطقة الإصابة (Simon، 1980؛ Williams و Beane، 1982)، وبشكل عام تراوحت مستويات حدود الضرر بين 1 و 40 بيضة ويافعة/غ تربة (Al-Hazmi وزملاؤه، 1999).

ونظراً لأهمية نيماتودا الحوصلات *H. avenae* كإحدى الآفات المهمة على محصولي القمح والشعير في سورية، إذ بلغت نسبة الإصابة بهذا النوع نحو 31 % من مجموع الحقول التي تم مسحها في المناطق الشمالية والشرقية من سورية عام 2009، وتراوح متوسط العدد الكلي من الحوصلات/200غ تربة بين 2 و 89 حوصلة، وسبب هذا النوع، تحت الظروف الحقلية ومستوى عدوى 40 بيضة ويافعة/غ تربة، انخفاضاً قُدر بنحو 57 و 50 % في غلة القمح القاسي والطري على التوالي (Hassan وزملاؤه، 2010)، وانطلاقاً من أهمية معرفة حدود الضرر لنيماتودا الحوصلات كخطوة أولية لتطوير أساليب مكافحة فعالة لهذه الآفة، فقد هدفت هذه الدراسة إلى تحديد مستويات حدود الضرر لهذه الآفة على محصولي القمح والشعير تحت ظروف البيت البلاستيكي والعدوى الاصطناعية.

مواد البحث وطرائقه

تم تحضير اللقاح المعدي من يافعات الطور الثاني بدءاً من حوصلات النوع *H. avenae*، فاستخلصت هذه الحوصلات باستخدام جهاز فينويك Fenwick can (Southey، 1986)، من تربة تمجمعها من أحد حقول قرية أم الرؤوس، الواقعة في منطقة الاستقرار الثانية في محافظة الحسكة (سورية)، والمعروف بإصابته العالية بالنوع *H. avenae* كنوع منفرد، وذلك قبل بداية الموسم الزراعي 2011/2010. حُضنت الحوصلات المستخلصة مع قليل من الماء على درجة حرارة 8±2س°، وذلك لحث يافعات الطور الثاني على الفقس والخروج منها، حيث تمَ جمع اليافعات بشكل دوري، وحُضر اللقاح المعدي منها على شكل معلق مائي متجانس تمَّ حفظه على درجة حرارة 4م° لحين الاستخدام (عبيدو، 2008).

تمت دراسة حدود الضرر لنيماتودا الحوصلات *H. avenae* على صنف القمح القاسي شام3 وصنف القمح الطري شام6 وصنف الشعير عربي أسود، التي تم الحصول عليها من مركز بحوث الحسكة، وذلك ضمن أصص بلاستيكية بقطر 18سم ومثقوبة من الأسفل بعدة ثقوب صغيرة، مُلء كل أصيص بخليط من التراب والرمل المعقمين (1:1) وبمعدل 2 كغ/أصيص، وأضيف إليه الوحدات السمادية المناسبة (N)، ثم زُرعت الأصص بحبوب الأصناف المذكورة سابقاً في منتصف شهر كانون الأول(ديسمبر) من عام 2010، وذلك بمعدل خمس حبوب من كل صنف في الأصيص الواحد، ووُضعت الأصص داخل بيت بلاستيكي في مركز بحوث الحسكة، عند درجة حرارة 10±2س° لمدة سبعة أسابيع ثم عند 18±2 س° لمدة عشرة أسابيع، وأخيراً عند 24±2 س° حتى تمام النضج، وتمت سقايتها بوساطة مرش يدوي حسب الحاجة. أجريت العدوى الاصطناعية للأصص بعد أسبوع من الزراعة، وذلك بحقن معلق اللقاح المعدي (يافعات الطور الثاني) بالقرب من جذور البادرات على عمق 5سم من سطح التربة بوساطة ماصة زجاجية، وكانت تراكيز العدوى المستخدمة كالتالي: (1، 3، 5، 7، 9، 10، 15، 20، 25، 30، 35، 40) يافعة طور ثاني/غ تربة، حيث تمَ تطبيق مستويات العدوى هذه على كل صنف من أصناف الحبوب السابقة كلاً على حدة، إضافةً إلى معاملة تُركت دون عدوى باليافعات استُخدمت شاهداً، ووُزعت المعاملات على المكررات بصورة عشوائية وبمعدل أربعة مكررات لكل معاملة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة.

عند وصول النباتات إلى مرحلة النضج التام، تم تسجيل عدد السنابل/نبات، وقياس ارتفاع النبات بدءاً من نقطة ملامسة النبات لسطح التربة (قرص الإشطاء) حتى قمة السنبلة باستثناء السفا وحساب متوسطاتها في كل معاملة، وعند الحصاد، قُلعت نباتات كل أصيص بالكامل مع جذورها في بداية شهر حزيران(يونيو) من عام 2011، وفُرطت السنابل يدوياً، ثم حُسبت متوسطات غلة الحبوب والقش (غ/أصيص)، ووزن الـ 1000 حبة (غ) لكل معاملة، بالإضافة إلى نسب الانخفاض في عناصر الإنتاج السابقة لكل صنف على حدة، بهدف تحديد أقل كثافة نيماتودية يحدث عندها فقدٌ معنوي في عناصر الإنتاج، وذلك مقارنة بمعاملة الشاهد (Scholz، 2001).

تمَّ تحديد الكثافة النهائية للنيماتودا (Pf) في كل معاملة، إذ تم خلط تربة كل أصيص بشكل جيد، وأُخذت منها أربعة مكررات (كل مكرر 200غ تربة)، اُستُخلصت منها الحوصلات باستخدام جهاز فينويك، ثم هُرست هذه الحوصلات ضمن زجاجة ساعة بوساطة قضيب زجاجي وبوجود 20مل من الماء، نُقل بعدها المعلق المائي إلى كأس زجاجي وأُكمل الحجم إلى 100سم. تم خلط المعلق بشكل جيد لضمان تجانسه، وأُخذت منه ثلاثة مكررات (كل مكرر 1مل) حُدد فيها عدد اليافعات تحت المجهر، وحُسب متوسط أعدادها في غرام من التربة، ثم تم حساب متوسطاتها في كل معاملة، كما تم حساب معدل التكاثر (Rf= Pf ÷ Pi) في كل معاملة.

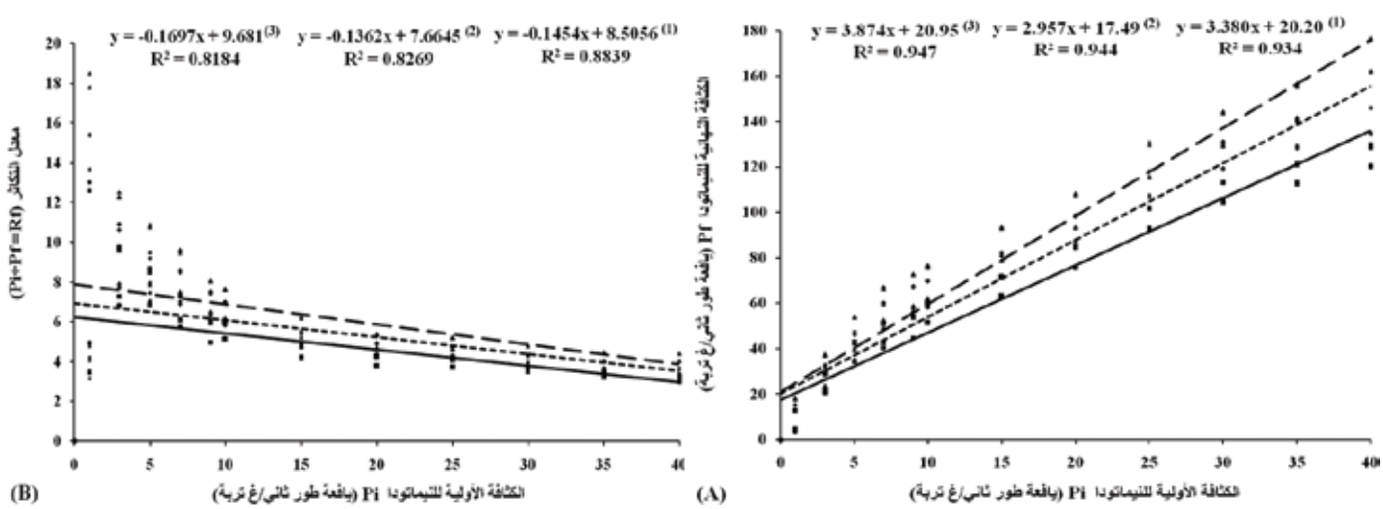
دُرست علاقات الارتباط بين الكثافات الأولية للنيماتودا (Pi)، وكلاً من عناصر الإنتاج المختلفة لكل صنف، والكثافة النهائية للنيماتودا (Pf) ومعدل تكاثرها (Rf)، وتمَ تحليل النتائج إحصائياً باستخدام برنامج التحليل الإحصائي VSN GenStat Release 21.1 Copyright 2009، International Ltd, Registered to: The NULL Corporation، ومقارنة المتوسطات باستخدام اختبار أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى معنوية 0.05.

النتائج والمناقشة

تأثر النمو وعناصر الإنتاج في كل من صنف القمح القاسي شام3 والقمح الطري شام6 وصنف الشعير عربي أسود سلباً بالعدوى الاصطناعية بنيماتودا الحوصلات *H. avenae*، وأدت الكثافات المختلفة من يافعات الطور الثاني لهذه النيماتودا، حتى القليلة منها، إلى انخفاض في عناصر الإنتاج لأصناف الحبوب السابقة، فبلغت نسب الانخفاض عند الكثافة الأولية الأقل (يافعة/غ تربة) 1.43، 1.32، 1.18 % في عدد السنابل/نبات و 0.74، 1.14، 1.26 % في ارتفاع النبات، و2.23، 2.88، 1.92 % في غلة الحبوب، و 3.07، 0.99، 2.08 % في غلة القش، و 1.34، 1.55، 0.86 % في وزن الـ 1000 حبة في القمح القاسي والطري والشعير على التوالي (الجداول 1 و 2 و 3). وعلى الرغم من ذلك فإن الانخفاض المعنوي في عناصر الإنتاج المختلفة لم يحدث إلا عند كثافات أولية أعلى، إذ انخفض عدد السنابل في نباتات القمح القاسي والطري بشكل معنوي (P<0.001) مقارنةً بمعاملة الشاهد عند وجود 9 يافعات/غ تربة، وبلغت نسب الانخفاض 10 و 10.53 % في القمح القاسي والطري على التوالي (الجدولان 1 و2)، بينما سببت كثافة 10 يافعات/غ تربة انخفاضاً معنوياً (P<0.001) في عدد سنابل الشعير بلغ 11.76 %، وذلك مقارنةً بمعاملة الشاهد (الجدول 3).

وظهر الانخفاض المعنوي (P<0.001) في ارتفاع النبات للقمح القاسي عند كثافة 9 يافعات/غ تربة (9.25 %) (الجدول 1)، في حين ظهر هذا الانخفاض في القمح الطري والشعير عند كثافة 10 يافعات/غ تربة وبلغ 11.61 و 9.16 % على التوالي (الجدولان 2 و3). وسُجل أول انخفاض معنوي (P<0.001) في غلة القمح القاسي، والذي بلغ 7.95 % مقارنةً بمعاملة الشاهد، عند العدوى بـ 5 يافعات/ غ تربة (الجدول 1)، بينما سُجل هذا الانخفاض في غلة القمح الطري والشعير عند العدوى بـ 7 يافعات/غ تربة وبلغ 9.41 و 7.05 % على التوالي (الجدولان 2 و3). كما بدأ الفقد المعنوي (P<0.001) في غلة القش للقمح القاسي عند المستوى نفسه من العدوى (7 يافعات/غ تربة)، وبلغ هذا الفقد 9.6 % مقارنةً بغلة القش في معاملة الشاهد (الجدول 1)، في حين حدث الفقد المعنوي (P<0.001) في غلة القش للقمح الطري والشعير عند العدوى بـ 9 يافعات/غ تربة وبلغ 9.11 و 8.17 % على التوالي (الجدولان 2 و3). أما بالنسبة لوزن الـ 1000 حبة فقد سُجل بداية الانخفاض المعنوي فيه (P<0.001) عند كثافة 9 يافعات/غ تربة في القمح القاسي وبلغ 9.51 % (الجدول 1)، وعند كثافة 10 يافعات/غ تربة في القمح الطري والشعير، وبلغ 10.44 و 8.73 % على التوالي (الجدولان 2 و 3).

أظهرت نتائج تحاليل الانحدار وجود علاقة ارتباط عكسية قوية جداً (R^2>0.90) وعالية المعنوية (P<0.001) بين الكثافات الأولية من نيماتودا الحوصلات *H. avenae* وعناصر الإنتاج سواء للقمح القاسي أو الطري أو الشعير، إذ تبين أنه مع ازدياد الكثافة الأولية (Pi) ازدادت نسب الانخفاض في عناصر الإنتاج المختلفة. وبشكل عام، تراوحت نسب الانخفاض بين 1 و 3 % مع ازدياد الكثافة الأولية (Pi) بمعدل يافعتين/غ تربة (الجداول 1 و2 و3)، إذ سبب وجود ثلاث يافعات/غ تربة انخفاضاً بلغ 2.86، 3.95، 2.35 % في عدد السنابل، و 3، 2.5، 2.12 % في الطول النباتي، و 5.25، 3.49، 2.99 % في غلة الحبوب، و 5.76، 3.2، 2.88 % في غلة القش، و 2.65، 1.8، 1.53 % في وزن الـ 1000 حبة وذلك في القمح القاسي والطري والشعير على التوالي (الجداول 1 و2 و3). بينما تراوحت الزيادة في نسب انخفاض عناصر الإنتاج بين 4 و 10 % مع ازدياد الكثافة الأولية (Pi) بمعدل 5 يافعات/غ تربة (الجداول 1 و2 و3)، فعند كثافة 15 يافعة/غ تربة بلغت نسب الانخفاض 17.14، 18.42، 17.65 % في عدد السنابل/نبات، و16.16، 15.52، 14.91 % في الطول النباتي، و 24.64، 20.94، 17.31 % في غلة الحبوب، و19.21، 17.36، 15.71 % في غلة القش، و 18.9، 16.74، 17.58 % في وزن الـ 1000 حبة، وذلك في القمح القاسي والطري والشعير على التوالي (الجداول 1 و2 و3). وازدادت تلك النسب عند كثافة 20 يافعة/غ تربة لتبلغ 25.71، 22.37، 22.35 % في عدد السنابل/نبات، و 23.14، 20.49، 21.48 % في الطول النباتي، و 33.86، 30.5، 25.64 % في غلة الحبوب، و 26.38، 22.54، 23.4 % في غلة القش، و27.01، 25.35، 22.4 % في وزن الـ 1000 حبة وذلك في القمح القاسي والطري والشعير على التوالي (الجداول 1 و2 و3). بينما بلغت نسب الانخفاض في عناصر الإنتاج عند الكثافة الأولية الأعلى (40 يافعة/غ تربة) 54.29، 48.68، 45.88 % في عدد السنابل/نبات، و 42.4، 43.62، 41.24 % في الطول النباتي، و64.23، 58.73، 54.7 % في غلة الحبوب، و 56.72، 52.09، 49.52 % في غلة القش، و53، 50.82، 43 % في وزن الـ 1000 حبة وذلك في القمح القاسي والطري والشعير على التوالي (الجداول 1 و2 و3).



الشكل 1. الخط البياني لعلاقة الارتباط بين الكثافة الأولية للنيماتودا *H. avenae* وكل من كثافتها النهائية (A)، ومعدل تكاثرها (B) على القمح القاسي (صنف شام$_3$)، والقمح الطري (صنف شام$_6$)، والشعير (صنف عربي أسود) تحت ظروف البيت البلاستيكي والعدوى الاصطناعية خلال الموسم الزراعي 2011/2010.

(1): معادلة خط الانحدار ومعامل التحديد على القمح القاسي.

(2): معادلة خط الانحدار ومعامل التحديد على القمح الطري.

(3): معادلة خط الانحدار ومعامل التحديد على الشعير.

وأظهرت نتائج تحاليل الانحدار ارتباط الكثافات النهائية (Pf) لنيماتودا الحوصلات *H. avenae* بشكل إيجابي وقوي مع كثافتها الأولية (Pi) سواء على القمح القاسي ($y= 3.38x+20.2$، $R^2= 0.934$) أو الطري ($y= 2.96x+17.49$، $R^2= 0.944$) أو الشعير ($y= 3.87x+20.95$, $R^2= 0.947$) (الشكل 1-A)، إذ لوحظ عموماً ازدياد الكثافات النهائية لهذه النيماتودا وبشكل معنوي ($P<0.001$) مع ازدياد كثافاتها الأولية، عدا المعاملات ذوات الكثافات الأولية 7 و9 و10 يافعات/غ تربة فلم تكن هناك فروق معنوية بين كثافاتها النهائية سواء على القمح القاسي أو الطري أو الشعير (الجداول 1 و2 و3). بينما ارتبط معدل التكاثر (Rf= Pf ÷ Pi) بشكل عكسي وقوي مع الكثافة الأولية ليافعات هذه النيماتودا سواء على القمح القاسي ($y= -0.13x+7.66$، $R^2= 0.8269$)، أو الطري ($y= -0.15x+8.51$، $R^2= 0.8839$)، أو الشعير ($y= -0.17x+9.68$، $R^2= 0.8184$) (الشكل 1-B)، إذ انخفضت معدلات التكاثر على أصناف الحبوب الثلاثة مع ازدياد الكثافات الأولية ليافعات نيماتودا الحوصلات *H. avenae*، ولكنها كانت دائماً أكبر من الواحد (الجداول 1 و2 و3)، وتناسب وصول معدل تكاثر اليافعات إلى أعلى مستوياته (Rf= 9.1 و8.5 و11.3 مرةً على القمح القاسي والطري والشعير على التوالي) مع وجود العدد الأقل من اليافعات (يافعة/غ تربة) في بداية التجربة، وبالمقابل انخفض ذلك المعدل بشدة (Rf= 3.5 و3.12 و4.23 مرة على القمح القاسي والطري والشعير على التوالي) عند التركيز الأعلى من العدوى (40 يافعة/غ تربة) في بداية التجربة (الجداول 1 و2 و3).

أظهرت نتائج هذه الدراسة قدرة نيماتودا الحوصلات *H. avenae* على التأثير بشكل واضح ومهم في نمو وغلة كل من القمح القاسي (صنف شام3) والطري (صنف شام6) والشعير (صنف عربي أسود)، وبشكل عام اختلفت نسب الانخفاض في عناصر الإنتاج تبعاً للصنف المختبر، والكثافة الأولية من يافعات هذه النيماتودا (Pi). إذ سببت مستويات العدوى المختلفة من النيماتودا انخفاضاً واضحاً في عدد السنابل، وارتفاع النبات، وغلة الحبوب والقش ووزن الـ 1000 حبة في كل من القمح القاسي والطري والشعير، مما يدل على قابلية الإصابة ومستوى المقاومة المنخفض في أصناف الحبوب هذه تجاه النيماتودا *H. avenae*، وهو ما أكدته دراسات سابقة (حسن، 2008؛ عبيدو، 2008).

بشكل عام، لم تتجاوز مستويات حدود الضرر لنيماتودا *H. avenae* بالنسبة لعناصر الإنتاج المختلفة في أصناف الحبوب المختبرة 10 يافعات/غ تربة، إذ بلغ حد الضرر بالنسبة للغلة الحبية 5 يافعات/غ تربة في القمح القاسي، و7 يافعات/غ تربة في القمح الطري والشعير. وسجلت الدراسات السابقة اختلافاً كبيراً في مستويات حدود الضرر، وقد عُزيت تلك الاختلافات إلى عوامل أحيائية ولا أحيائية عديدة تتعلق بالنيماتودا والعائل النباتي والظروف البيئية، وتؤثر في عمليات تقدير حدود الضرر لهذه النيماتودا على محاصيل الحبوب (Rivoal وCook، 1993؛ McDonald وNicol، 2005). فبلغت حدود الضرر للنيماتودا *H. avenae* على القمح القاسي بيضةً واحدةً/غ تربة في ايطاليا (Greco وBrandonisio، 1987)، وتراوحت بين 1.2 و 1.4 بيضة/غ تربة على القمح القاسي في تونس (Namouchi-Kachouri وزملاؤه، 2009)، و3 بيوض/غ تربة على الشعير في السويد (Andersson، 1982)، و5 بيوض و يافعات/غ تربة على القمح في الهند (Dhawan وNagesh، 1987)، و7 يافعات/غ تربة على القمح في السعودية (Al-Hazmi وزملاؤه، 1999). وفي سورية، حدد Scholz (2001) عتبة الضرر للنوع *H. latipons* بوجود 5 بيوض ويافعات/غ تربة على الشعير في المناطق الجافة، و 10 بيوض ويافعات/غ تربة على القمح القاسي في المناطق الرطبة. وعلى الرغم من كل هذه الاختلافات فإن مستويات حدود الضرر المسجلة في هذه الدراسة تؤكد الدراسات السابقة التي ذكرت بأن حدود الضرر للنيماتودا *H. avenae* بالنسبة للقمح والشعير تتراوح بين 5 و 20 بيضةً ويافعةً/غ تربة في المناطق المعتدلة شبه الجافة من آسيا (Gill وSwarup، 1971؛ Dhawan وNagesh، 1987).

إن ازدياد نسب الانخفاض في عناصر الإنتاج للقمح القاسي والطري والشعير مع ازدياد الكثافة الأولية لنيماتودا *H. avenae*، يدل على علاقة الارتباط السلبية بينهما، وبشكل عام ازدادت نسب الانخفاض في عناصر الإنتاج بشكل معنوي عند كل زيادة في الكثافة الأولية بمعدل 5 أو 10 يافعات/غ تربة مقارنةً بالكثافة التي تسبقها، وهذا ما أثبته العديد من الدراسات السابقة (Fisher، 1987؛ Al-Hazmi وزملاؤه، 1999؛ Namouchi-Kachouri وزملاؤه، 2008). ومن ناحية أخرى، أظهرت نتائج هذه الدراسة قدرة نيماتودا الحوصلات *H. avenae* على التأثير بشكل أكبر نسبياً في نمو وغلة القمح القاسي (صنف شام3) مقارنةً بالقمح الطري (صنف شام6) والشعير (صنف عربي أسود)، إذ كانت نسب الانخفاض في عناصر الإنتاج للقمح القاسي أعلى بقليل مقارنةً بمثيلاتها في القمح الطري والشعير، مما يوحي أن مستوى التحمل في القمح القاسي، تجاه الإصابة بهذا النوع من نيماتودا الحوصلات، أخفض نسبياً من القمح الطري والشعير، وهذا يتفق مع ما ذكره Meagher (1977) و Ibrahim وزملاؤه (1999) و Namouchi-Kachouri وزملاؤه (2008) وحسن (2008) وعبيدو (2008)، حول المقاومة المنخفضة في القمح عموماً وإمكانية تأثره بالإصابة النيماتودية بشكل أكبر من الشعير. وعلى الرغم من ارتفاع نسب الانخفاض في عناصر الإنتاج المختلفة سواءً للقمح القاسي أو الطري أو الشعير، ولاسيما عند الكثافة الأولية الأعلى (40 يافعة/غ تربة)، ظلت تلك النسب أقل من نسب الانخفاض المسجلة في مناطق عديدة من العالم (Rivoal و Cook، 1993)، وهذا يُعزى على الأغلب إلى عوامل عديدة تتعلق بنوع وصنف الحبوب، والنمط المرضي للنيماتودا، والظروف المناخية السائدة، ونوع التربة (Swarup وSosa-Moss، 1990؛ McDonald وNicol، 2005)، لكن هذه النسب تُنذر بإمكانية تفاقم الضرر وازدياد الخسائر في هذه المحاصيل تحت الظروف الحقلية والإجهاد المائي للنباتات وتزامن هذه الآفة مع ممرضات أخرى

الجدول 1. تأثير كثافات مختلفة من يافعات الطور الثاني لنيماتودا الحوصلات *H. avenae* في عناصر الإنتاج للقمح القاسي (صنف شام$_3$) تحت ظروف البيت البلاستيكي والعدوى الاصطناعية خلال الموسم الزراعي 2011/2010 [1].

الكثافة الأولية للنيماتودا Pi [2]	عدد السنابل		الطول النباتي		غلة الحبوب		غلة القش		وزن الـ 1000 حبة		الكثافة النهائية للنيماتودا Pf[2]	معدل تكاثر النيماتودا [3]
	سنبلة/نبات	الانخفاض (%)	سم	الانخفاض (%)	غ/أصيص	الانخفاض (%)	غ/أصيص	الانخفاض (%)	غ	الانخفاض (%)		
0	3.5 h		57.73 h		6.29 i		7.81 h		34.28 h		0 a	0
1	3.45 h	1.43	57.3 h	0.74	6.15 hi	2.23	7.57 gh	3.07	33.82 h	1.34	9.1 b	9.1
3	3.4 gh	2.86	56 gh	3	5.96 ghi	5.25	7.36 fgh	5.76	33.37 gh	2.65	26.37 c	8.79
5	3.3 fgh	5.71	55.07 fgh	4.61	5.79 fgh	7.95	7.34 fgh	6.02	32.63 fgh	4.81	41.5 d	8.3
7	3.25 fgh	7.14	53.78 fgh	6.84	5.56 efg	11.61	7.06 fg	9.6	32.14 fgh	6.24	54.18 e	7.74
9	3.15 efg	10	52.39 fg	9.25	5.35 ef	14.94	6.83 ef	12.55	31.02 fg	9.51	61.71 ef	6.86
10	3.05 ef	12.86	51.46 ef	10.86	5.27 e	16.22	6.77 ef	13.32	30.45 ef	11.17	64.13 f	6.41
15	2.9 e	17.14	48.4 e	16.16	4.74 d	24.64	6.31 de	19.21	27.8 e	18.9	76.8 g	5.12
20	2.6 d	25.71	44.37 d	23.14	4.16 c	33.86	5.75 cd	26.38	25.02 d	27.01	92.87 h	4.64
25	2.3 c	34.29	39.57 c	31.46	3.71 c	41.02	5.14 c	34.19	21.94 c	36	112.5 i	4.5
30	1.95 b	44.29	37.5 bc	35.04	3.05 b	51.51	4.41 b	43.53	19.57 bc	42.91	125 j	4.17
35	1.75 ab	50	34.79 ab	39.74	2.62 ab	58.35	3.9 ab	50.06	18.06 ab	47.32	134.36 k	3.84
40	1.6 a	54.29	33.25 a	42.4	2.25 a	64.23	3.38 a	56.72	16.11 a	53	140.2 k	3.51
$LSD_{0.05}$	**0.2954**		**3.963**		**0.476**		**0.629**		**2.651**		**8.850**	
y	-0.050x + 3.555		-0.658x+57.94		-0.101x + 6.305		-0.110x + 7.819		-0.483x+34.83		3.38x+20.2	-0.15x+8.51
R^2	**0.924**		**0.922**		**0.948**		**0.929**		**0.935**		**0.934**	**0.8839**

(1): المتوسطات المتبوعة بأحرف متشابهة عمودياً في كل مقارنة لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

(2): عدد يافعات الطور الثاني من نيماتودا الحوصلات *H. avenae*/غ تربة.

(3): معدل التكاثر Rf= Pf ÷ Pi.

الجدول 2. تأثير كثافات مختلفة من يافعات الطور الثاني لنيماتودا الحوصلات ***H. avenae*** في عناصر الإنتاج للقمح الطري (صنف شام$_6$) تحت ظروف البيت البلاستيكي والعدوى الاصطناعية خلال الموسم الزراعي **2011/2010** [(1)].

الكثافة الأولية للنيماتودا Pi [(2)]	عدد السنابل		الطول النباتي		غلة الحبوب		غلة القش		وزن الـ 1000 حبة		الكثافة النهائية للنيماتودا Pf[(2)]	معدل تكاثر النيماتودا [(3)]
	سنبلة/نبات	الانخفاض (%)	سم	الانخفاض (%)	غ/أصيص	الانخفاض (%)	غ/أصيص	الانخفاض (%)	غ	الانخفاض (%)		
0	3.8 i		61.6 h		6.59 h		8.12 i		31.6 g		0 a	0
1	3.75 hi	1.32	60.9 h	1.14	6.4 gh	2.88	8.04 hi	0.99	31.11 g	1.55	8.5 b	8.5
3	3.65 ghi	3.95	60.06 gh	2.5	6.36 gh	3.49	7.86 ghi	3.2	31.03 g	1.8	25.11 c	8.37
5	3.6 ghi	5.26	58.1 fgh	5.68	6.18 fgh	6.22	7.51 ghi	4.93	30.57 fg	3.26	38.45 d	7.69
7	3.5 ghi	7.89	57.34 fgh	6.92	5.97 fg	9.41	7.51 ghi	7.51	29.78 fg	5.76	46.31 e	6.62
9	3.4 fgh	10.53	56.53 fgh	8.23	5.89 fg	10.62	7.38 fgh	9.11	29.02 efg	8.16	49.41 ef	5.49
10	3.35 fg	11.84	54.45 efg	11.61	5.72 ef	13.2	7.23 fg	10.96	28.3 ef	10.44	55.7 f	5.57
15	3.1 ef	18.42	52.03 ef	15.52	5.21 e	20.94	6.71 ef	17.36	26.31 e	16.74	67.3 g	4.49
20	2.95 de	22.37	48.98 de	20.49	4.58 d	30.5	6.29 de	22.54	23.59 d	25.35	80.4 h	4.02
25	2.7 cd	28.95	44.75 cd	27.35	4.01 cd	39.15	5.72 cd	29.56	21 cd	33.54	97.25 i	3.89
30	2.45 bc	35.53	41.81 bc	32.13	3.47 bc	47.34	5.02 bc	38.18	18.74 bc	40.7	108.9 j	3.63
35	2.2 ab	42.11	38 ab	38.31	3.16 ab	52.05	4.5 ab	44.58	16.77 ab	46.93	117 k	3.34
40	1.95 a	48.68	34.73 a	43.62	2.72 a	58.73	3.89 a	52.09	15.53 a	50.85	124.6 l	3.12
$LSD_{0.05}$	**0.3830**		**6.370**		**0.570**		**0.716**		**2.717**		**7.175**	
y	-0.045x + 3.81		-0.674x+61.85		-0.098x + 6.666		-0.105x + 8.237		-0.433x+32.30		2.96x+17.49	-0.13x+7.66
R^2	**0.925**		**0.840**		**0.915**		**0.905**		**0.919**		**0.944**	**0.8269**

(1): المتوسطات المتبوعة بأحرف متشابهة عمودياً في كل مقارنة لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

(2): عدد يافعات الطور الثاني من نيماتودا الحوصلات *H. avenae*/غ تربة.

(3): معدل التكاثر Rf= Pf ÷ Pi.

الجدول 3: تأثير كثافات مختلفة من يافعات الطور الثاني لنيماتودا الحوصلات *H. avenae* في عناصر الإنتاج للشعير (صنف عربي أسود) تحت ظروف البيت البلاستيكي والعدوى الاصطناعية خلال الموسم الزراعي 2011/2010 [1].

الكثافة الأولية للنيماتودا Pi [2]	عدد السنابل		الطول النباتي		غلة الحبوب		غلة القش		وزن الـ 1000 حبة		الكثافة النهائية للنيماتودا Pf[2]	معدل تكاثر النيماتودا [3]
	سنبلة/نبات	الانخفاض (%)	سم	الانخفاض (%)	غ/أصيص	الانخفاض (%)	غ/أصيص	الانخفاض (%)	غ	الانخفاض (%)		
0	4.25 h		54.8 g		4.68 i		6.24 f		30.14 f		0 a	0
1	4.2 gh	1.18	54.11 fg	1.26	4.59 i	1.92	6.11 ef	2.08	29.88 ef	0.86	11.3 a	11.3
3	4.15 gh	2.35	53.64 fg	2.12	4.54 hi	2.99	6.06 ef	2.88	29.68 ef	1.53	30.42 b	10.14
5	4.05 gh	4.71	52.77 fg	3.7	4.47 hi	4.49	6.01 ef	3.69	29.26 ef	2.92	46.85 c	9.37
7	3.95 fgh	7.06	51.07 efg	6.81	4.35 gh	7.05	5.91 ef	5.29	28.74 ef	4.64	59.5 d	8.5
9	3.9 fgh	8.24	50.12 efg	8.54	4.24 g	9.4	5.73 de	8.17	28 ef	7.1	65.63 d	7.29
10	3.75 fg	11.76	49.78 ef	9.16	4.14 g	11.54	5.65 de	9.46	27.51 e	8.73	69.18 d	6.92
15	3.5 ef	17.65	46.63 de	14.91	3.87 f	17.31	5.26 d	15.71	24.84 d	17.58	85.95 e	5.73
20	3.3 de	22.35	43.03 cd	21.48	3.48 e	25.64	4.78 c	23.4	23.39 cd	22.4	100.6 f	5.03
25	3 cd	29.41	39.65 bc	27.65	3.03 d	35.26	4.37 c	29.97	20.9 bc	30.66	123 g	4.92
30	2.8 bc	34.12	37.07 b	32.35	2.68 c	42.74	3.79 b	39.26	19.53 ab	35.2	136.8 h	4.56
35	2.55 ab	40	35 ab	36.13	2.37 b	49.36	3.55 ab	43.11	17.82 a	40.88	148.75 i	4.25
40	2.3 a	45.88	32.2 a	41.24	2.12 a	54.7	3.15 a	49.52	17.18 a	43	169.2 j	4.23
LSD 0.05	**0.4630**		**4.865**		**0.212**		**0.475**		**2.651**		**11.57**	
y	-0.049x+4.277		-0.585x+55.15		-0.064x + 4.772		-0.080x + 6.358		-0.358x+30.66		3.87x+20.95	-0.17x+9.68
R^2	**0.940**		**0.871**		**0.950**		**0.922**		**0.952**		**0.947**	**0.8184**

(1): المتوسطات المتبوعة بأحرف متشابهة عمودياً في كل مقارنة لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوى معنوية 0.05.

(2): عدد يافعات الطور الثاني من نيماتودا الحوصلات *H. avenae*/غ تربة.

(3): معدل التكاثر Rf= Pf ÷ Pi.

(Al-Hazmi وزملاؤه، 1999؛ Nicol وزملاؤه، 2003). ومن ناحية أخرى، فإن الخسائر في الغلة الحبية تعكس وبشكل مباشر مقدار الضرر والفقد الكبير في عناصر الإنتاج الأخرى، ولاسيما عدد السنابل/نبات، ووزن الـ 1000 حبة، وتبين مدى التأثير السلبي لهذه لنيماتودا في العمليات الحيوية والفيزيولوجية المختلفة في نباتات القمح والشعير المُعداة (Al-Yahya وزملاؤه، 1998؛ Sharma وزملاؤه، 2007).

أثبتت العديد من الدراسات العلاقة الطردية بين الكثافتين الأولية والنهائية ليافعات نيماتودا الحوصلات *H. avenae*، والعلاقة العكسية بين كثافتها الأولية ومعدل تكاثرها على محاصيل الحبوب، واللتين تتحكمان بتأسيس مجتمعها في الحقول الملوثة بها (Rivoal وSarr، 1987؛ Fisher وHancock، 1991). إذ أن مجتمع النيماتودا يخضع لمقدار كميات الأغذية المتوفرة وتنافس اليافعات عليه عند تطورها على عائلها القابل للإصابة. فبوجود عدد قليل من اليافعات يتضاءل التنافس فيما بينها، ما يسمح بتطور عدد كبير من الإناث وتضاعف أعداد اليافعات في نهاية الموسم، بينما يغدو هذا التنافس قوياً مع زيادة أعدادها، فيتضرر جزء كبير من الجذور بوجود تلك الأعداد، ما يقلل من حجم المساحة المتاحة لتغذيتها جميعاً، وبالتالي يتطور عدد أقل من الإناث واليافعات في نهاية الموسم (عبيدو، 2008). كما أشار Seinhorst (1983) إلى وجود ارتباط سلبي ومعنوي بين تضرر الجذور وانخفاض محتوى الحوصلات المتطورة عليها من البيض، وأوضح أن المنافسة العالية بين اليافعات والبالغات على الغذاء هو الذي يقود إلى ذلك، وهذا ما يُفسر ارتفاع معدلات تكاثر النيماتودا على الشعير مقارنةً بالقمح القاسي والطري في هذه الدراسة، إذ كانت نباتات الشعير أقل تضرراً من نباتات القمح القاسي والطري، الأمر الذي أكدته دراسات سابقة أخرى من قبل Wolny (1990) وAl-Hazmi وزملاؤه (1994) وIbrahim وزملاؤه (1999) وNamouchi-Kachouri وزملاؤه (2008).

الاستنتاجات والمقترحات

يتضح من هذه الدراسة مدى أهمية نيماتودا الحوصلات *H. avenae*، من خلال قدرتها على التأثير وبشكل معنوي في نمو وغلة القمح القاسي والطري والشعير عند وجود أعداد قليلة من يافعاتها في التربة، وعلى الرغم من أن تجارب الأصص توفر معلومات أساسية عن الخسائر التي يمكن أن يُحدثها ممرضٌ ما، فإنه وأمام واقع نسب الإصابة العالية بهذه الآفة، وإمكانية ازدياد انتشارها وتفاقم خطورتها في تهديد إنتاج القمح والشعير، ولاسيما تحت ظروف الجفاف والزراعة الأحادية لمحاصيل الحبوب السائدة في أغلب مناطق انتشار هذه الآفة، فإنه لابد من دراسة حدود الضرر لهذه الآفة تحت الظروف الحقلية، وربط تلك الحدود بالتكاليف الاقتصادية لزراعة المحصول، بغية اعتماد استراتيجيات مكافحة متكاملة وفعالة وذات جدوى اقتصادية لحماية هذا المحصول.

المراجع

- حسن، غسان. 2008. دراسة بيئية وحيوية لنيماتودا الحوصلات .*Heterodera* spp على محصول القمح في محافظة الحسكة. أطروحة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة دمشق، دمشق، سورية، 114 ص.
- عبيدو، حسام. 2008. الديدان الثعبانية الحويصلية على محاصيل الحبوب في سورية: انتشارها، تحديد أنواعها، ومكافحتها. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة حلب، حلب، سورية، 107 ص.
- غزال، حسن. 1990. تربية المحاصيل (الجزء النظري). مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، منشورات جامعة حلب، حلب، سورية، 463 ص.

- Al-Hazmi, A.S., A.A.M. Ibrahim and F.A. Al-Yahya. 1999. Development of the cereal cyst nematode on wheat and barley under field conditions in Central Saudi Arabia. Journal of King Saudi University, 11: 39 - 46.
- Al-Hazmi, A.S., A.A.M. Ibrahim and A.T. Abdul-Razig. 1994. Occurrence, morphology and reproduction of *Heterodera avenae* on wheat and barley in Saudi Arabia. Pakistan Journal of Nematology, 12: 117 - 129.
- Al-Yahya, F.A., A.A. Alderfasi, A.S. Al-Hazmi, A.A. M. Ibrahim and A.T. Abdul-Razig. 1998. Effects of cereal cyst nematode on growth and physiological aspects of wheat under field conditions. Pakistan Journal of Nematology, 16(1): 55 - 62.
- Andersson, S. 1982. Population dynamics and control of *Heterodera avenae* – A review with some original results. EPPO Bulletin, 12(4): 463 - 475.
- Dhawan, S.C. and M. Nagesh. 1987. On the relation-ship between population densities of *Heterodera avenae*, growth of wheat and nematode multiplication. Indian Journal of Nematology, 17: 231 - 236.
- Dixon, G.M. 1969. The effect of cereal cyst eelworm on spring sown cereals. Plant Pathology, 18: 109 - 112.
- Fisher J.M. and T.W. Hancock. 1991. Population dynamics of *Heterodera avenae* Woll., in South Australia. Australian Journal of Agricultural Research, 42: 53 - 68.

- Fisher, J.M. 1987. Aspects of the biology of *Heterodera avenae*. :12 - 19. In: Cereal cyst nematode, Wheat research council, Workshop report series.
- Gill, J.S. and G. Swarup. 1971. On the host range of cereal cyst nematode, *Heterodera avenae*, the causal organism of "molya" disease of wheat and barley in Rajasthan. Indian Journal of Nematology, 1: 63 - 67.
- Greco, N. and A. Brandonisio. 1987. Investigation on *Heterodera avenae* in Italy. Nematologia Mediterranea, 15: 225 - 234.
- Hassan, G, Kh. Al-Assas and M. Jamal. 2010. Damage potential and reproduction of *Heterodera avenae* on wheat under Syrian field conditions. Nematologia Mediterranea, 38: 73 - 78.
- Ibrahim, A.A.M., A.S. Al-Hazmi, F.A. Al-Yahya and A.A. Alderfasi. 1999. Damage potential and reproduction of *Heterodera avenae* on wheat and barley under Saudi field conditions. Nematology, 1(6): 625 - 630.
- McDonald, A.H. and J.M. Nicol. 2005. Nematode Parasites of Cereals. :131 - 191. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture, 2nd Edition (Luc, M. R.A. Sikora and J. Bridge, eds.). CAB International, Wallingford, England.
- Meagher, J.W. 1972. Cereal cyst nematode (*Heterodera avenae* Woll). Studies on ecology and content in Victoria. Technical Bulletin 24. Victoria, Australia, Department of Agriculture, 50Pp.
- Meagher, J.W. and R.H. Brown. 1974. Microplot experiment on the effect of plant hosts on populations of the cereal cyst nematode (Heterodera avenae) and on the subsequent yield of wheat. Nematologica, 20: 337 - 346.
- Meagher, J.W. 1977. World dissemination of the cereal-cyst nematode (*Heterodera avenae*) and its potential as a pathogen of wheat. Journal of Nematology, 9: 9 - 15.
- Namouchi-Kachouri, N., M.M. B'Chir and A. Hajji. 2008. Effects of initial populations of *Heterodera avenae* on wheat and barley yield components and on final nematode populations under Tunisian field conditions. Tunisian Journal of Plant Protection, 3: 19 - 26.
- Namouchi-Kachouri N., S. Kallel and M.M B'Chir. 2009. Incidence d'*Heterodera avenae* sur le blé dur, *Triticum durum*, sous les conditions naturelles tunisiennes. Nematologia Mediterranea, 37: 3 - 10.
- Nicol, J., R. Rivoal, S. Taylor and M. Zaharieva. 2003. Global importance of cyst (*Heterodera* spp.) and lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.) on cereals: Distribution, yield loss, population dynamics, use of host resistance, and integration of molecular tools. Nematology Monographs and Perspectives, 2: 1 - 19.
- Rivoal, R. and E. Sarr. 1987. Field experiments on *Heterodera avenae* in France and implications for winter wheat performance. Nematologica, 33: 460 - 479.
- Rivoal, R. and R. Cook. 1993. Nematode pests of cereals. :259 - 303. In: plant parasitic nematodes in temperate agriculture (Evans, K. D.L. Trudgill and J.M. Webster, eds.). CAB International, Wallingford, England.
- Romero M.D., A. Valdeolivas and C. Lacasta. 1991. Incidence of *Heterodera avenae* on the growth and yield of cereals in Spain. Nematologia Mediterranea, 19: 77 - 79.
- Seinhorst, J.W. 1983. Relation between population density of potato cyst nematodes and measured degree of susceptibility (resistance) of resistant potato cultivars and between this density and cyst content in the new generation. Nematologica, 29: 66 - 76.
- Scholz, U. 2001. Biology, pathogenicity and control of the cereal cyst nematode *Heterodera latipons* Franklin on wheat and barley under semiarid conditions, and interactions with common root rot Bipolaris sorokinana (Sacc.) Shoemaker [teleomorph: *Cochliobolus sativum* (Ito et Kurib.) Drechs. ex Dastur.]. Ph.D. thesis, University of Bonn, Germany, 159Pp.
- Sharma, S.N., R.S. Sain, B.N. Mathur, G.L. Sharma, V.K. Bhatnagar, H. Singh and R.L. Midha. 2007. Development And validation of the first cereal cyst nematode (*Heterodera avenae*) resistant wheat CCNRV 1 for Northern India. Sabrao Journal Of Breeding And Genetics, 39(1): 1 - 16.
- Simon, A. 1980. A plant assay of soil to assess potential damage to wheat by *Heterodera avenae*. Plant Disease, 64: 917 - 919.

- Smiley R.W., J. Sheedy, J. Pinkerton, S. Easley, A. Thompson and G.P. Yan. 2007. Cereal cyst nematode: distribution, yield reduction, and crop management strategies. Oregon Agricultural Experiment Station Special Report 1074: 15 - 29.
- Southey, J.F. 1986. Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. Reference Book 402, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 202Pp.
- Swarup, G. and C. Sosa-Moss. 1990. Nematode parasites of cereals. :109 - 136. In: Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. (Luc, M., R.A. Sikora and J. Bridge, eds.). CAB International, Wallingford, UK.
- Williams, T.D. and J. Beane. 1982. Variation in cereal yield losses associated with *Heterodera avenae* in England and Wales. EPPO Bulletin. 12: 485 - 490.
- Wolny, S. 1990. Changes in population density of cereal eelworm (*Heterodera avenae* Woll.) in cereal monocultures. Materialy Sesji instytutu Ochrony Rostlin, 30: 295 - 298.
- Zancada , M.C. and M.V. Althöfer. 1994. Effect of *Heterodera avenae* on the yield of winter wheat. Nematologica, 40: 244 - 248.

Nº Ref- 359