

الكفاءة التثبيطية للفورفورال في مكافحة مسببات المرضة للنبات

د. محمد عبد الخالق الحمداني

قسم أمراض النبات/دائرة البحوث الزراعية/وزارة العلوم والتكنولوجيا

بغداد/ العراق

Email: ma_alhamdany@yahoo.com

ينتج الفورفورال (C₅H₄O₂) محليا (14) من معاملة مدى واسع من المخلفات الزراعية كسعف النخيل وكوالح الذرة وقصب السواقي والمنخفضات مع حامض الكبريتيك المخفف وملح الطعام بنسبة 1:1.75:0.4 على التوالي اعتمادا على فكرة تحول البنتوسان الموجود في المخلفات إلى سكر خماسي (بنتوس) ثم يتحول هذا السكر إلى فورفورال (18).. تبلغ درجة غليان الفورفورال 161 م° مع قابلية عالية للذوبان بالماء (19). يستخدم الفورفورال بشكل أساسي في إنتاج زيت المحركات بينما يوضف بنجاح في الهند كبديل لثاني أكسيد الكبريت المائي المستخدم في عملية تصفية الكيروسين (21). سجل وجود فعل مبيد فطري للفورفورال عام 1965 حيث أثرت على نمو بعض الفطريات المرضة مثل *Helminthosporium*, *Fusarium solani*, *Botrytis cinerea*, *(Drechslera)sativum* في الوسط الأزري السائل من خلال حساب الحدود الدنيا التي تستطيع فيها مزارع تلك الفطريات من النمو في الوسط (22).

وعلى الرغم من بساطة التجارب التي أعتمدها المصدر الأخير في وقت كانت فيه المبيدات الكيميائية سائدة في مكافحة جميع الآفات الزراعية وليس هناك أي نوع من الحديث عن مقاومة بعض الآفات للمبيدات أو المخاطر الأخرى كما لوحظ مؤخرا، فإنها قد تكون مؤشرا جيدا للبحث عن البدائل. ولغرض الوقوف على كفاءة الفورفورال في منع أو اختزال ضرر بعض مسببات المرضة فقد استخدم الفورفورال المنتج محليا في العراق في دراسات عديدة وكما يلي:

1. تأثير الفورفورال على نمو بعض الفطريات المرضة: استخدمت خمسة فطريات ممرضة وأحد عوامل مكافحة الإحيائية (5، 9) وهي:

Pythium debaryanum Hesse المعزول من جذور الخيار والفطر *Rhizoctonia solani* (Kuhn) المعزول من جذور القطن والفطر *Macrophomina phaseoli* (Maubl.) Ashby المعزول من جذور زهرة الشمس والفطر *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. المعزول من جذور الباذنجان وأخيرا الفطر *F. moniliforme* Sheldon المعزول من جذور الباذنجان وأخيرا الفطر الإحيائي *Trichoderma harizianum* Rafi. خلط الفورفورال مع الوسط قبل التعقيم بعد أن ثبت تحمله لظروف تعقيم الأوساط الزرعية (121م° مع ضغط 15 باوند على الإنج المربع). نمت تلك الفطريات في الوسط الأزري Malt Extract Agar الحاوي على 0 و 500 و 1000 و 1500 و 2000 جزء بالمليون من الفورفورال. حضنت الأطباق (قطر 5سم) على درجة حرارة 25 م° وقيست أقطار المستعمرات الفطرية بعد 2 و 3 و 4 و 5 و 6 يوم.

أثبتت هذه الدراسة الفعل المبيدي الفطري للفورفورال، فقد حصل تثبيط كامل لنمو النوع *P. debaryanum* عند وجود 500 جزء بالمليون من الفورفورال بينما اكتمل نمو المستعمرة (قطر 5سم) في اليوم الثالث عند عدم وجود الفورفورال (شكل 1a). أما النوع *R. solani* المعروف بسرعة نموه، فقد اكتمل نموه خلال يومين عند غياب الفورفورال بينما تطلب 5 و 6 يوم لاكتمال النمو عند وجود 500 و 1000 جزء بالمليون من الفورفورال على التوالي. سبب التركيز 1500 جزء بالمليون تثبيط كامل للنمو (شكل 1b). يمكن اعتبار النوع *F. avenaceum* في المرتبة الثالثة

حيث بلغت أقطار المستعمرات 3.5 و 2.75 و 2 سم في اليوم السادس بسبب وجود 500 و 1000 و 1500 جزء بالمليون على التوالي مع تثبيط كامل عند المستوى 2000 (شكل 1c). لوحظ بأن النوعين *F.moniliforme* و *M. phaseoli* أكثر تحملا للفورفورال، انعكس بحدوث نمو محدود بقطر 3 و 2 سم في اليوم السادس على التوالي عند وجود 2000 جزء بالمليون بينما اكتمل النمو لكليهما في نفس المدة عند غياب الفورفورال (شكل 1d,e).

لوحظ عدم تأثر نمو الفطر الإحيائي *T.harizianum* بالفورفورال عند وجود 1500 جزء بالمليون في الوسط أزرعي (شكل 2a).

تعكس نتائج هذه الدراسة الفعل المبيدي للفورفورال حيث سبب تثبيط كامل للفطر الممرض *P.debaryanum* الذي يعد واحدا من أخطر الفطريات الممرضة المسؤولة عن أمراض سقوط البادرات (Damping-off) لمحاصيل عديدة. إن مدى تأثر نمو الفطر *R.solani* أحد أبرز مسببات أمراض الجذور بالفورفورال، فسيتمين لنا بأن التحجيم الواضح لنموه بوجود 500 و 1500 جزء بالمليون وتثبيط كامل بوجود 1500 جزء بالمليون وقدرة الفطر الإحيائي على النمو بهذه التراكيز لا بد أن يفتح لنا آفاقا رحبة باتجاه توظيف هذه النتائج في برامج مكافحة متكاملة لمسببات أمراض الجذور. فقد يمثل استخدام 1500 جزء بالمليون من الفورفورال في تربة ملوثة بالنوعين الممرضين مع إضافة الفطر الإحيائي إسلوبا ملائما للمكافحة من خلال فسح المجال للفطر الإحيائي بالتكاثر والنمو. وضم مثل هذا الإسلوب في أحد الدراسات، حيث استخدم مستوى معين من المعلق المائي لأوراق نبات النيم لدعم وتشجيع نمو الفطر الإحيائي *Paecilomyces lilacinus* في التربة مما ساعد في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور (23).

2. مكافحة نيماتودا تعقد الجذور بواسطة الفورفورال:

أجريت تجربتان في البيت الزجاجي (24-26 م °) لدراسة كفاءة مادة الفورفورال في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور على كل من الخيار (*Cucumis sativus* L.) والباذنجان (*Solanum melongena* L.) (6،8). حضرت محاليل مائية للفورفورال بتركيز 0 و 1000 و 2000 و 3000 و 4000 و 5000 جزء بالمليون. استخدمت أصص بلاستيكية سعة 500 و 250 سم تربة (خليط من 80% رمل و 20% طين) وروعي في التربة أن تكون خالية من أي نوع من الوحدات اللقاحية للنيماتودا من خلال فحص نماذج منها بالمناخل المخصصة لذلك. حقنت بيوض نيماتودا تعقد الجذور المستخلصة (20) من جذور نباتات باذنجان. لوثت تربة كل أصيص في التجربة الثانية بـ 5 سم³ من البيض المستخلص (10000 بيضة) من خلال وضعها في حفر صغيرة. أضيف 30 مل ماء بعد التلوين لتوفير مستوى مناسب من الرطوبة لفقس البيض. عوملت التربة بالفورفورال بعد 48 ساعة من التلوين وبخمس تراكيز 0 و 1000 و 2000 و 3000 و 4000 جزء بالمليون وبخمس مكررات، كما استخدمت تربة غير ملوثة وغير معاملة بالنيماتودا. روعي استخدام نفس الكمية من المحاليل تكفي لتثبيط تربة أصيص واحد (خروج أول قطرات المحلول عبر ورق ترشيح وضعت في قعر كل أصيص. فحصت القطرات للتأكد من عدم فقدان الوحدات اللقاحية. زرعت في كل أصيص بادرة خيار واحدة صنف بيتا (الطور ألقلي) وحفظت الأصص في البيت الزجاجي لمدة 45 يوم. قومت درجات الإصابة على جذور النباتات من خلال قياس معامل تعقد الجذور (Root Galling Index (RGI)) حسب المقياس 1-5 حيث: 1= عدم وجود أي أثر للتعقد، 2= وجود عقد جذرية على 1-25% من مساحة الجذور، 3= وجود عقد على 26-50% من مساحة الجذور وهكذا حيث 5= وجود عقد على أكثر من 75% من مساحة الجذور (17). حلت النتائج إحصائيا (27).

اما التجربة الثانية، فقد لوثت تربة كل أصيص ب5000 بيضة واستخدمت التراكيز 0 و1000 و3000 و5000 جزء بالمليون. زرعت الأصص ببادرات خيار بالعمر الورقي الثالث والأخرى ببادرات باذنجان بنفس العمر الورقي. استعملت خمسة أصص لكل تركيز/ محصول.

لوحظ في نتائج التجربة الأولى امتلاك الفورفورال تأثير إبادي على نيماتودا تعقد الجذور إنعكس بخفض معامل تعقد الجذور (جدول 1). تتناسب اختزال المعامل طرديا مع زيادة تركيز الفورفورال ، حيث لم يلاحظ أي أثر للإصابة عند استخدام 4000 جزء بالمليون ، مع العلم إن معامل تعقد الجذور عند 3000 جزء بالمليون لم تختلف معنويا عن معامل نباتات النامية بتربة غير ملوثة. تم تأكيد هذه النتائج في التجربة الثانية حيث حدث نفس المستوى من الاختزال في معامل تعقد الجذور على الخيار. أما في الباذنجان، فإن 3000 جزء بالمليون من الفورفورال كانت أقل تأثيرا من مما حدث في الخيار. أحدث الفورفورال بتركيز 5000 اختفاء أي أثر للإصابة، وقد يكون التركيز المثالي الفورفورال في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور لا يزيد عن 4000 جزء بالمليون.

ولما كان معامل التعقد يرتبط بكل من مستوى اللقاح وحيوية الوحدات اللقاحية وحساسية العائل والظروف البيئية، فإن خفض هذا المعامل لا بد وأن يكون قد حدث نتيجة لفقدان حيوية الوحدات اللقاحية أو أعدادها بسبب الفورفورال طالما كانت الظروف البيئية والعائل مناسبة لتأسيس علاقة ناجحة بين العائل والمتطفل.

ولكون الفورفورال مادة عضوية سهلة الذوبان والتحلل في الماء والتربة (19)، فهي غير ملوثة للبيئة. إن نتائج هذه الدراسة والفعل ألمبيدي الفورفورال ضد الفطريات الممرضة *F.solani*, *F.avenaceum*, *P.debaryanum*, and *R.solani* وعدم تأثر نمو الفطر الإحيائي *T.harizianum* (9,5) قد يؤهل هذه المادة لأن تسهم بدور مهم في مكافحة المعقد المرضي (Disease Complex) الذي تسهم فيه كل من نيماتودا تعقد الجذور والفطريات المسبب لأمراض الجذور. إن مكافحة المطلقة لنيماتودا تعقد الجذور بواسطة الفورفورال لم تلاحظ في جميع التجارب الخاصة بمكافحة نيماتودا تعقد الجذور سواء بالمستخلصات النباتية أو البدائل الأخرى أو المواد العضوية وحتى بعض المبيدات (15,16,23-26).

3. مكافحة الفطر المسبب لمرض التفحم اللوائي في الحنطة *Urocystis agropyri*: أ: المحاليل المائية للفورفورال:

درست كفاءة الفورفورال في مكافحة الفطر المسبب لمرض التفحم اللوائي (12). عوملت ستة مجاميع من حبوب الحنطة للصنف مكسيبيك والملوثة بالأبواغ التيلية (2غم من مسحوق أوراق حنطة مصابة لكل 100 غم من الحبوب كأفضل مستوى تلوين (11) بتركيز مختلفة من الفورفورال وحسب المعاملات التالية:

1. حبوب ملوثة فقط (للمقارنة)
2. حبوب ملوثة غمرت لمدة 5 دقائق بالماء (للمقارنة)
3. حبوب ملوثة غمرت بـ 1000 جزء بالمليون فورفورال لمدة 5 دقائق.
4. = = = = = 3000 = = = = =
5. = = = = = 5000 = = = = =
6. = = = = = 10000 = = = = =

تركت حبوب المعاملات 2 إلى 6 لتجف في المختبر قبل زراعتها. زرعت الحبوب في صحن بلاستيكية تحوي تربة رطبة وبواقع 100 حبة للمكرر الواحد وبثلاث تكرارات لكل معاملة. حضنت

الصحون في غرفة النمو على درجة 20م±2 و 12 ساعة/يوم إضاءة باستخدام المصابيح الزئبقية. سجلت أعداد البادرات المصابة ونسب الإصابة .

ب. تحميل الفورفورال على مواد مختلفة:

عوملت حبوب صنف الحنطة مكسيبيك ملوثة بالأبواغ التيلية للفطر *U.agropyri* بالفورفورال المحمل على مسحوق الفحم المنشط (Activated Charcoal) وطحين الذرة الصفراء وحسب المعاملات التالية:

1. حبوب حنطة ملوثة فقط
 2. حبوب حنطة ملوثة ومعاملة بمسحوق الفحم المشبع بالماء
 3. ===== ومعاملة بتركيز 5000 جزء بالمليون من الفورفورال.
 4. ===== ومعاملة بتركيز 10000 جزء بالمليون من الفورفورال.
 5. ===== ومعاملة بمسحوق الفحم المشبع بـ10000 جزء بالمليون من الفورفورال.
 6. ===== ومعامل بطحين ذرة مشبع بـ10000 جزء بالمليون من الفورفورال.
- جففت الحبوب في المعاملات 2 إلى 6 في ظروف المختبر قبل الزراعة. زرعت الحبوب في أصص تحوي على تربة رطبة وبواقع 20 حبة/أصيص ولثلاث مكررات. حضنت الأصص في الحاضنة على درجة حرارة 20 م±1. حسبت نسب الإصابة في نباتات كل معاملة.

ج. إعاقة تطور الإصابة بمسبب مرض التفحم اللوائي في صنف الحنطة مكسيبيك بواسطة الفورفورال:

لغرض دراسة تأثير الفورفورال على تطور الإصابة بمرض التفحم اللوائي في الحنطة ، فقد عوملت حبوب حنطة ملوثة بالأبواغ التيلية للفطر *U.agropyri* بمسحوق فحم مشبع بالتراكيز 0 و1000 و3000 و5000 و10000 جزء بالمليون من الفورفورال. زرعت الحبوب في تربة رطبة داخل صحون بلاستيكية وبواقع 100 حبة للمكرر الواحد وبثلاث مكررات. حضنت الصحون في غرفة النمو على درجة حرارة 20 م° و 12 ساعة/يوم فترة إضاءة. سجلت نسب الإصابة على مرحلتين:

1. البادرات المصابة في مرحلتي الورقتين الثالثة والرابعة كإصابة مبكرة
2. البادرات المصابة في مرحلتي الورقتين الخامسة والسادسة كإصابة متأخرة.

تعكس النتائج المدونة في جدول 2 ثلاث حقائق مهمة، الأولى حصول مستوى عالي من الإصابة بمرض التفحم اللوائي (أكثر من 80%) مما يدل على توفر العناصر الأساسية لنجاح الإصابة أو المرض وهي العائل الحساس والمسبب الفعال والظروف لبيئية المثالية. تكمن الحقيقة الثانية بحصول اختزال كبير في نسب الإصابة بفعل الفورفورال، تراوحت نسبه من 77.38 و 75.85 و 82.41 و 84.76% عند غمر الحبوب الملوثة بالتراكيز 1000 و3000 و5000 و10000 جزء بالمليون من الفورفورال على التوالي (جدول 2). مما يدل على نجاح الفورفورال في تقليل أضرار هذا المرض ، وبأن لهذه المادة فعل مبيدي فطري تأكيدا لما وجد سابقا (9،5،22). أما الحقيقة الثالثة فهي عدم وجود أية تأثيرات سلبية للفورفورال على إنبات الحبوب وعلى البادرات.

تم تأكيد الفعل المبيدي للفورفورال عند تحميله على مسحوق الفحم أو طحين الذرة حيث تراوحت نسب اختزال للإصابة من 83.33 إلى 95.90% (جدول 3) . إن معاملة حبوب الحنطة بمسحوق الفحم المشبع بالفورفورال قد تكون أكثر عمليا من طريق الغمر بالمحاليل

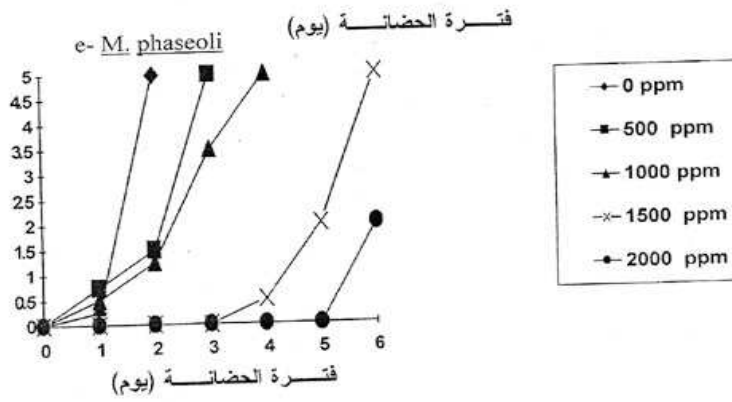
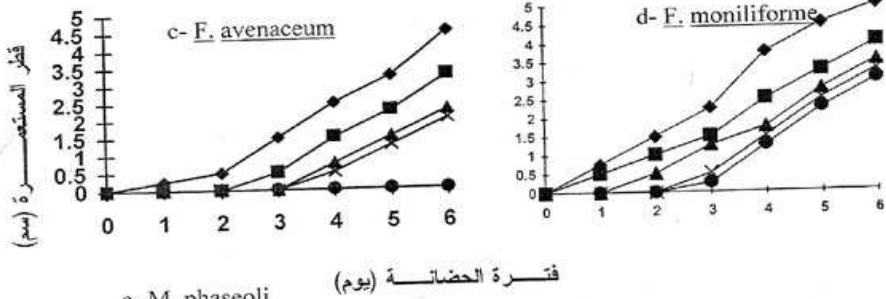
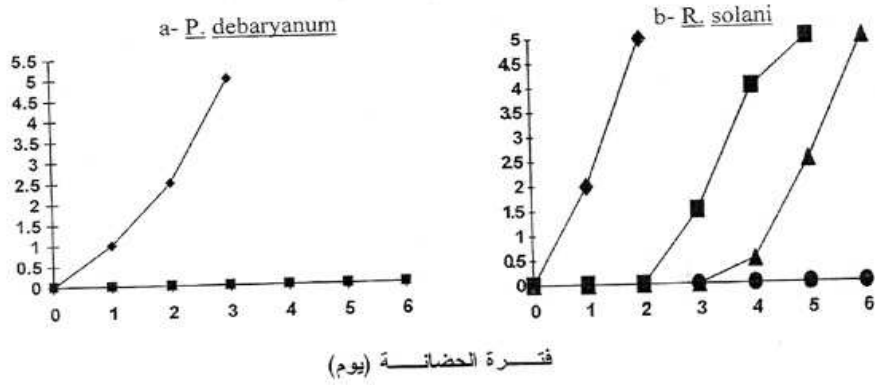
المائية للفورفورال. ومن الجدير بالذكر إن معاملة الحبوب الملوثة بالفحم المشبع ثم تجفيف الحبوب قبل الزراعة أفضل بكثير من تجفيف الفحم المشبع قبل معاملة الحبوب.

تشير نتائج جدول 3 إلى كفاءة الفورفورال في تحجيم مستوى الإصابة. تظهر أعراض الإصابة على بادرات الصنف مكسيبيك على الورقتين الثالثة والرابعة من بادرات الحنطة مع أغلبية واضحة للإصابة على الورقة الثالثة وندرة مشاهدتها على الورقتين الخامسة والسادسة وذلك بسبب حساسية الصنف (7،10،11). ظهرت أعراض الإصابة على الورقتين الثالثة والرابعة فقط للبادرات الناتجة من زراعة حبوب ملوثة وغير معاملة بالفورفورال وبنسبة 82%، بينما اختزلت هذه النسبة في البادرات الناتجة من حبوب ملوثة ومعاملة بالفورفورال إلى 27 و 8 و 7% عند استخدام 1000 و 3000 و 10000 جزء بالمليون من الفورفورال على التوالي مع انعدام ظهورها على الورقتين الخامسة والسادسة في التركيز الأخير المحمل على مسحوق الفحم (جدول 4). ومما تجدر الإشارة إليه بأن نسب الإصابة الملاحظة على الورقتين الثالثة والرابعة من بادرات الحنطة غالبا ما تماثل النسب المئوية للإصابة في ظروف الحقل بينما لا تتكشف الإصابات المتأخرة (على الورقتين الخامسة والسادسة) في الحقل (10 و 11).

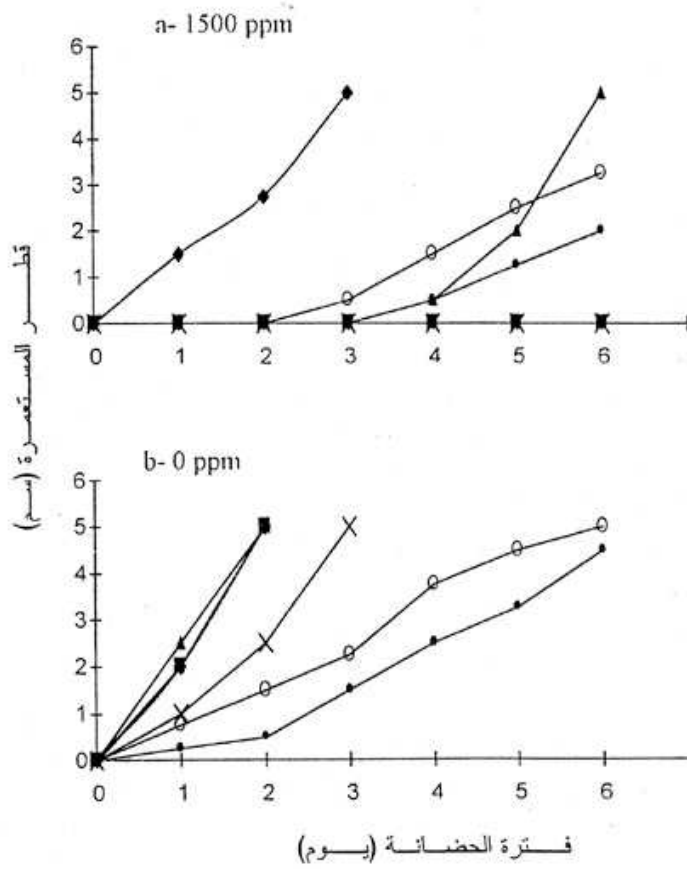
ولغرض توظيف الفورفورال في الدراسات التي تجرى في الهيئة العامة للبحوث الزراعية التطبيقية التابعة لوزارة الزراعة العراقية، فقد سلمت كمية من الفورفورال للدكتور زهير عزيز إسطفان المعني بالمكافحة الإحيائية للنيما تودا والمعقد المرضي في الهيئة والوزارة. وكما توقعت، فقد تفوق الفورفورال في مكافحة مرض الذبول وتعقد الجذور في محصولي الباذنجان والطماطة (3). كما درست رجاء العنكي في أطروحة ماجستير الكفاءة التثبيطية للفورفورال ضد مجموعة من الفطريات الممرضة والفطر الإحيائي *Trichoderma spp.* تحت إشراف كل من الدكتور خالد عبد الرزاق والدكتور هيثم ناجي (13) حيث تم تأكيد الفعل التثبيطي للفطريات الممرضة وعدم تأثر الفطر الإحيائي بالتراكيز المثبطة للممرضة.

درس إسطفان وآخرون (2) سبل المكافحة الإحيائية لنيما تودا تعقد الجذور والفطر *Rhizoctonia solani* في محصولي الباذنجان والخيار، تم فيها تأكيد تفوق الفورفورال في مكافحة. وفي دراسة مقارنة (1) بين الفورفورال والمبيدين فير تيميك و كاربوفورال في اختزال نسب الإصابة لنيما تودا تعقد الجذور في الخيار والباذنجان وبعدم وجود أية فروق معنوية مع المبيد الإحيائي Biocont في النسب المئوية للنباتات المصابة و الميته وأعداد العقد الجذرية (جدول 5). وضمن هذه السلسلة من الدراسات، فقد أكدت باسمة جورج أنطوان على تفوق الفورفورال في مكافحة الإصابة بنيما تودا تعقد الجذور والفطرين الممرضين *Fusarium solani* و *Macrophomina phaseolina* على نباتات التبغ (4).

نستنتج من جميع الدراسات السابقة على أهمية تطوير مبيد من الفورفورال يعمل بكفاءة عالية ضد مختلف المسببات الممرضة سواء من المجموعة الطحلبية (البيضية) أو الأسكية والبازيدية إضافة لفعاليتها العالية ضد نيما تودا تعقد الجذور. إن المكافحة العالية التي تم تحقيقها بالفورفورال لا يمكن تحقيقها إلا بجمع ثلاث مبيدات وهي على سبيل المثال كخلط المبيدات بنليت وريدوميل ومبيد نيما تودا.



شكل 1 - تأثير الفورفورال على نمو مستعمرات بعض الفطور النباتية الممرضة في الوسط الزراعي MEA



- | | |
|------------------|-----------------|
| ◆ T. harizianum | ■ R. solani |
| ▲ M. phseoli | × P. debaryanum |
| ○ F. moniliforme | ● F. avenaceum |

الشكل رقم 2: مقارنة نمو الفطر الحيوي *T. harizianum* مع بعض القطور في البيئة الغذائية MEA بوجود وبعدهم وجود 1500 جزء بالمليون من الفورفورال .

جدول 1. تأثير الفورفورال¹ على قيم معامل تعقد الجذور² بعد 45 يوم من تلويث ترب الأوص³ تحت ظروف البيت الزجاجي.

| التجربة الثانية بادنجان | | التجربة الأولى (خيار صنف بيتا) | المعاملات على التربة الملوثة ببيض نيماتودا تعقد الجذور |
|----------------------------|-----------------|-----------------------------------|---|
| 4.6 a | 4.4 a | 4.6 a | ماء فقط |
| 3.4 b | 3.4 b | 3.2 b | فورفورال 1000 |
| NT | NT ⁴ | 2.4 c | فورفورال 2000 |
| 2.4 c | 1.6 c | 1.4 d | فورفورال 3000 |
| NT | NT | 1.0 d | فورفورال 4000 |
| 1.0 d | 1.0 c | NT | فورفورال 5000 |
| 1.0 d | 1.0 c | 1.0 | تربة غير ملوثة بالبيض |

1. تمثل الأرقام تركيز الفورفورال في المحاليل مقاسه ب جزء بالمليون.
2. استخدم مقياس 1-5 لتقييم مستويات الإصابة حيث 1 = عدم وجود العقد، بينما 5 تمثل إصابة أكثر من 75% من مساحة الجذور (16)
3. لوثت تربة كل أصيص في التجربة الأولى (500غم تربة) ب 10000 بيضة، بينما أستخدم 5000 بيضة في التجربة الثانية ولخمسة مكررات (5،9).
4. لا توجد معاملة
5. الحروف المتشابهة في العمود الواحد يشير إلى عدم وجود أي فروق معنوية اعتمادا على اختبار دنكن المضاعف (DMRT) (27).

جدول 2. تأثير غمر حبوب الحنطة (صنف مكسيك) الملوثة بأبواغ مسبب مرض التفحم اللوائي في محاليل مخففة من الفورفورال على نسب الإصابة تحت ظروف البيت الزجاجي¹.

| نسب الإصابة النسبية % ⁴ | المعاملات |
|---------------------------------------|---|
| 85.3 a* | حبوب حنطة ملوثة ² |
| 86.8 a | حبوب ملوثة غمرت بالماء فقط ³ |
| 19.3 b | حبوب ملوثة غمرت ب 1000 جزء بالمليون فورفورال |
| 20.6 b | حبوب ملوثة غمرت ب 3000 جزء بالمليون فورفورال |
| 15.0 c | حبوب ملوثة غمرت ب 5000 جزء بالمليون فورفورال |
| 13.0 c | حبوب ملوثة غمرت ب 10000 جزء بالمليون فورفورال |

1. زرعت حبوب الحنطة في تربة رطبة بعمق 3 سم ، وحضنت الصحنون في ظروف 20 م و 12 ساعة ضوء/يوم وبواقع 100 حبة/مكرر وبثلاثة مكررات.
2. أستخدم 2 غم من مسحوق أوراق حنطة مصابة بالفطر المسبب لمرض التفحم اللوائي كمستوى تلويث.
3. غمرت الحبوب الملوثة لمدة 5 دقيقة في كل معاملات الغمر.

4. النسب المئوية للإصابات المبكرة والمتأخرة.
* الحروف المتشابهة في العمود تدل على عدم وجود فروق معنوية استنادا على اختبار دنكن المضاعف.

جدول 3. تأثير الفورفورال المحمل على مسحوق الفحم وطحن الذرة على نسب الإصابة بمرض التفحم اللوائي في صنف الحنطة مكسيبيك تحت ظروف غرفة النمو

| النسب المئوية للإصابة % ⁴ | المعاملات |
|--------------------------------------|---|
| 85.75 a* | حبوب ملوثة بالأبواغ التيلية ² |
| 86.10 a | حبوب ملوثة ومعاملة بفحم مشبع بالماء ³ |
| 14.28 b | حبوب ملوثة ومعاملة بفحم مشبع بـ5000 جزء بالمليون فورفورال |
| 3.51 c | حبوب ملوثة ومعاملة بفحم مشبع بـ10000 جزء بالمليون فورفورال |
| 4.30 c | حبوب ملوثة ومعاملة بفحم منشط مشبع بـ10000 جزء بالمليون فورفورال |
| 6.50 c | حبوب ملوثة ومعاملة بطحن ذرة مشبع بـ10000 جزء بالمليون فورفورال |

1. زرعت الحبوب الملوثة في تربة رطبة وبواقع 200 حبة/مكرر وبتلات مكررات تحت ظروف درجة الحرارة 20 م و12 ساعة ضوء/يوم
 2. أستخدم 2 غم من مسحوق أوراق حنطة مصابة لكل 100 غم حبوب .
 3. خلطت الحبوب الملوثة بمسحوق الفحم المشبع بالفورفورال لمدة 10 دقيقة ثم جففت قبل الزراعة قبل الزراعة.
 4. تمثل النسب الإصابة المبكرة والمتأخرة.
- * الحروف المتشابهة في العمود دليل على عدم وجود فروق معنوية * الحروف المتشابهة في العمود دليل على عدم وجود فروق معنوية استنادا لاختبار دنكن المضاعف(27).

جدول 4. كفاءة الفورفورال في إعاقة تطور الإصابة بمسبب مرض التفحم اللوائي في الحنطة

| النسب المئوية للإصابة % | | | | | مواقع تكشف الإصابة على بادرات الحنطة |
|---|------|------|------|------|--|
| تراكيز الفورفورال المحمل (جزء بالمليون) | | | | | |
| 10000 | 5000 | 3000 | 1000 | 0.0 | |
| 0.0 | 7.0 | 8.0 | 27.0 | 82.2 | الورقتين الثالثة والرابعة (إصابة مبكرة) |
| 12.0 | 25.0 | 26.0 | 18.0 | 0.0 | الورقتين الخامسة والسادسة (إصابة متأخرة) |
| 12.0 | 32.0 | 34.0 | 45.0 | 82.2 | المجموع |

لوثت حبوب الصنف مكسيبيك بالأبواغ التيلية قبل معاملتها بالفورفورال المحمل على مسحوق الفحم.

جدول 5. النسب المئوية لنباتات الخيار المصابة والميتة وأعداد العقد الجذرية لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* للنباتات المعاملة بالمبيدات الإحيائية والكيميائية ومسحوق القرنبيط في منطقتي أبو غريب والرشيديية قرب بغداد.

| المعاملات | التراكيز | نباتات مصابة % | نباتات ميتة % | عقدة / نبات |
|------------------------|-------------------------------------|----------------|---------------|-------------|
| منطقة أبو غريب | | | | |
| تربة ملوثة بالنيماتودا | ---- | 52.83 c | 41.43 d | 91.90 d |
| مسحوق قرنبيط | 4غم/م ² | 14.29 a | 6.19 a | 5.80 a |
| Biocont | غم/م ² | 12.86 a | 6.19 a | 5.30 a |
| فورفورال | 4سم ³ /م ² | 12.38 a | 7.62 a | 6.4 a |
| فيرتيميك | 0.3 سم ³ /م ² | 38.43 b | 18.39 c | 10.20 b |
| كاربوفوران | 20غم/م ² | 36.67 b | 14.29 b | 17.70 c |
| منطقة الرشيديية | | | | |
| تربة ملوثة بالنيماتودا | ---- | 42.92 d | 51.20 c | 114.80 c |
| مسحوق قرنبيط | 4غم/م ² | 12.10 a | 13.16 b | 10.80 a |
| Biocont | غم/م ² | 11.83 a | 10.10 a | 12.60 a |
| فورفورال | 4سم ³ /م ² | 10.83 a | 10.80 a | 13.20 a |
| فيرتيميك | 0.3 سم ³ /م ² | 20.10 a | 16.17 b | 26.40 b |
| كاربوفوران | 20غم/م ² | 26.30 c | 12.18 b | 30.10 b |

كل قيمة هي متوسط خمسة مكررات
الأرقام ضمن العمود الواحد المتبوعة بالأحرف نفسها لا يوجد بينها اختلافات معنوية عند مستوى
0.05 حسب اختبار دنكن المضاعف (27).

المصادر

1 . . إسطفان، زهير عزيز وآخرون . 2006. كفاءة مسحوق أوراق القرنبيط في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* على الباذنجان والخيار. مجلة الزراعة العراقية، 11(2): 67-60.

2 . . إسطفان، زهير عزيز وكامل سلمان جبر و باسمة جورج أنطوان وهديل بدري داود. 2002. مكافحة الإحيائية لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne spp.* والفطر رايزوكتونيا في نباتات الباذنجان والخيار. مجلة الزراعة العراقية، 7(5): 1-8.

3 . إسطفان ، زهير عزيز و محمد عبد الخالق الحمداني و سعد الدين شمس الدين وهديل بدري داود. 2001. فعالية مادة الفورفورال في مكافحة الذبول وتعقد الجذور الذي يصيب الباذنجان والطماطة/البندورة تحت ظروف الظلة الخشبية في العراق. مجلة وقاية النبات العربية، 19: 97-100.

4. أنطوان، باسمة جورج. 2006. حساسية بعض أصناف التبغ للإصابة بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* والفطرين *Fusarium solani* و *Macrophomina phaseolina* ومكافحتها إحيائيا وكيميائيا. مجلة الزراعة العراقية، 11(2): 68-80.

5. الحمداني، محمد عبد الخالق الحمداني و هيثم ناجي النعيمي. 2000. تثبيط نمو فطور نباتية في البيئة الغذائية بواسطة الفورفورال. مجلة دراسات/العلوم الزراعية، 27: 465-470.

6. الحمداني، محمد عبد الخالق و هيثم ناجي النعيمي و هادي مهدي عبود و حمود مهدي صالح. 1999. استخدام مادة الفورفورال (Furfural) في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* على كل من الخيار والباذنجان تحت ظروف البيت الزجاجي. مجلة وقاية النبات العربية، 17(2): 84-87.

7. الحمداني، محمد عبد الخالق و محمد محي الدين صالح و أياد حسن كاظم و حسن عبد الواحد عباس و فضيلة سليم عودة و نهى رجب شريدة. 1998. طريقة سريعة لغربلة التراكيب الوراثية الحنطة ضد مرض التفحم اللوائي. مجلة الزراعة العراقية. 3: 28-34.

8. الحمداني، محمد عبد الخالق و هيثم ناجي النعيمي و هادي مهدي عبود و حمود مهدي صالح . 1997. مكافحة نيماتودا العقد الجذرية بواسطة الفورفورال. صفحة 336 في وقائع المؤتمر العربي السادس لوقاية النبات العربية. بيروت/لبنان، 1997.

9. الحمداني، محمد عبد الخالق و هيثم ناجي النعيمي . 1997. تثبيط نمو الفطريات الممرضة في الوسط الغذائي. صفحة 456 في وقائع المؤتمر العربي السادس لوقاية النبات العربية، بيروت/لبنان. 1997.

10. الحمداني ، محمد عبد الخالق و إسماعيل عباس الدليمي و محمد محي الدين صالح. 1990. تقويم وانتخاب التراكيب الوراثية المقاومة لمرض التفحم اللوائي في الحنطة. منظمة الطاقة الذرية العراقية، تقرير داخلي 6150- ب 45- 90.

11. الحمداني ، محمد عبد الخالق ، إسماعيل عباس الدليمي، محمد محي الدين صالح . 1988. إيجاد الظروف الملائمة لإحداث الإصابة في مرضي التفحم اللوائي على الحنطة والتفحم المغطى على الشعير. منظمة الطاقة الذرية العراقية، تقرير داخلي 6420- ب 15- 88 .

12. الحمداني، محمد عبد الخالق ، هيثم ناجي النعيمي. 1999. فعالية الفورفورال في مكافحة مسبب مرض التفحم اللوائي في الحنطة. مجلة الزراعة العراقية، 4(1): 164-176.

13. العنكبي، رجاء عبد الرزاق. 2001. تأثير الفورفورال في النشاط الحيوي لبعض الفطريات الممرضة للنبات تحت ظروف المختبر. رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة بغداد، العراق.

14. النعيمي، هيثم ناجي، حمودي عباس حميد، ساهرة حسان كريم، أياد محمد صكار. 1993. إنتاج مادة الفورفورال من كوالح الذرة وقصب السواقي والأنهر. منظمة الطاقة الذرية العراقية /دائرة بحوث الكيمياء، تقرير داخلي.

15. Akhtar, M. 1993. Utilization of plant-origin waste materials for the control of plant parasitic nematodes. *Bioresource Technology*, 46: 255-257.
16. Akhtar, M. and I.Mahmood. 1994. Potentiality of photochemical in nematode control. *Bioresource Technology*, 48: 189-201.
17. Brodie, B.B. and J.M. Good. 1972. Relative efficacy of selected volatile and non-volatile nematicides for control of *Meloidogyne incognita* on tobacco. *J. of Nematology*, 5:14-18.
18. Eisner, K. 1966. The manufacture of furfural from pentosan containing raw materials. *Drevo*. 21:79-81.
19. Gallant, R.W. 1969. Physical properties of hydrocarbons. *Hydrocarbon Process*, 48:153-160.
20. Hussey, R.S. and K.R. Barker. 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. *Plant Dis. Rept.*, 57: 1025-1028.
21. Krishna, P.V. 1966. Refining of kerosene fractions in India. *Chem. Ag. India*, 17:211-214.
22. Lesnikov, E.P. 1965. Fungicidal effect of furfural. *Vestn. Dermatol. L.Venerol.* 39:49-51. In *Chemical Abstract*, 63:10352.
23. Rao, M.S.; P.P. Reddy and Sukhadamohandas. 1996. Bioefficacy of natural pesticides from Neem and intensive use of Neem in integrated pest management of root-knot nematode on eggplant. *Neem Newsletter*, 13: 37-38.
24. Salih, H.M.; H.M. Aboud and F.A. Fattah. 1992. Biological and chemical control of the plant parasitic nematode *Meloidogyne javanica*. *Iraqi J. Agric.Sci.*, 23:20-25.
25. . Stephan, Z.A.; I.K. Hasson and B.G. Anton 1998. Use of biocontrol agents and nematicides in the control of *Meloidogyne javanica* root-knot nematode on tomato and eggplant. *Pak. J. Nematol.* 16(2):151-155.

26. Stephan, Z.A. 1995. The efficacy of nematicides and horse manure in controlling root-knot nematodes on tomato and eggplant. *Nematol. Medit.* 23:29-30.
27. Snedecor, G.W. and W.G. Cochran. 1978. *Statistical Methods*. The Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa, P.593.