وبائية تعفن التاج وجذور الطماسة الفيوزاري المتسبب عن
Fusarium oxysporum f. sp. radialis lycopersici Jarvis & Shoemaker
 في منطقة ربيعة

خالد حسن طه
 قسم وقاية النبات / كلية الزراعة والغابات
 جامعة الموصل – العراق

وزير علي حسن
 قسم الغابات / كلية الزراعة
 جامعة دهوك – العراق

الخلاصة

اظهر المسح الحقل لمشروع ري الجزيرة في ربيعة عن انتشار تعفن تاج وجذور الطماسة خلال ٢٠٠٥ و ٢٠٠٦ بعد الاسبوع الخامس من الشتل بهيئة تلون داخلي للجذور بالبني – الشوكولاتي ولكلا الموسمين ، وظهرت اعراض ذبول النباتات بعد الاسبوع الثامن من الشتل أي في مرحلة اكتمال الثمار وبدء نضجها ، رغم ارتفاع درجات حرارة الجو خلالها في تموز خلافا كما معروف عن تفضيل المسبب للمناطق الباردة . ارتبط معامل تطور المرض (r) مع تقدم عمر النبات ، وبلغ اقصاه خلال ٨ – ١٢ اسبوعا بعد الشتل حيث استوطن الممرض أنسجة البشرة والقشرة الخارجية للجذور مسببا ذبول معظم النباتات ، وانخفض تطور الإصابة بشكل حاد خلال ١٢-١٦ اسبوعا (جني الثمار) .

المقدمة

يسبب المرض خسائر فادحة في حاصل الطماسة سواء في البيوت المحمية ام في الحقل (Sivan و Chet ، ١٩٩٣ ، Brayford ، ١٩٩٦) انتشر المرض بشكل وبائي في صقلية بايطاليا عام ١٩٨٦ مسببا موت ٦٠% من النباتات (Franceschini وآخرون ، ١٩٩٦) ، وفي جنوب تركيا (Can وآخرون ، ٢٠٠٤) واليابان (Yamamoto وآخرون ، ١٩٧٤). ينتشر المرض في معظم الولايات الأمريكية (Jones وآخرون ، ١٩٩٠) ، وفي بريطانيا (Hartman و Fletcher ، ١٩٩١). وفي العراق تأخر تسجيل الفطر من قبل حلم (٢٠٠١) في محافظة دهوك، الا ان المشاهدات المسبقة للمرض في ربيعة والبيوت المحمية في وسط العراق وجنوبه دقت ناقوس الخطر على زراعة وانتاج الطماسة.

يصعب السيطرة على الانتشار الوبائي للفطرناتجة لفشل المبيدات التقليدية في المقاومة ، ولم تجد تخير او تدخين التربة الملوثة في ابادته ، رغم كلفتها العالية ، وذلك لقدرة الممرض الفائقة في اعادة استيطانه للتربة المبخرة (Rowe و Farley ، ١٩٨١) لا تمتلك اصناف الطماسة الشائع زراعتها مقاومة للمرض كما تتعدد طرائق انتشار ابواغ الفطر الكونيدية بواسطة المياه والتربة والهواء وتسكن في التربة والاسمدة العضوية حية بهيئة ابواغ كلاميدية لعدة سنوات عند غياب العائل (Couteaudier وآخرون ، ١٩٨٥) ، اضافة الى الاصابات المحمولة باليدور والحشرات (Krikun وآخرون ، ١٩٨٣) والادغال مثل مصالة واذان الصخلة وكيس الراعي والحميضة.

ولم يعد اصابة المرض مقتصر على الطماسة بل تهاجم بقية نباتات العائلة الباذنجانية دون البطاطا اضافة الى القرعيات و البقوليات (Menzies وآخرون ، ١٩٩٠). يتزامن تطور المرض مع زيادة معدلات النمو والنشاط الفسلجي للطماسة ويصل حده الأعلى خلال نضج الثمار ويبدأ ظهور أعراض الذبول البطيء ويستوطن الممرض عندها معظم أنسجة الجذر وتنخفض معها كمية الدفاعات النباتية في هذه المرحلة وقد ينعقد النشاط الفطري المضاد التي تنافس المسبب (Fahy و Hoitink ، ١٩٦٨).

تهدف الدراسة للتعرف بمقدار التغير في شدة المرض ولقاح الممرض وتطور المرض خلال مراحل نمو الطماسة تحت الظروف البيئية السائدة في الربيعة.

مواد البحث وطرقه

المسح الحقل وبيان تأثير العوامل المناخية في ظهور المرض وتطوره الزمني - المكاني :اجري المسح الحقل في أربعة حقول في الموسمين ٢٠٠٥ و ٢٠٠٦ ضمن الوحدات الاروائية الاولى والثانية

والثالثة

دمستل من إطروحة دكتوراه للباحث الأول ٢٠٠٧

تاريخ تسلّم البحث ٢٠٠٨/٤/١٥ وقبوله ٢٠٠٨/٦/١٩

لمشروع ري الجزيرة في ربيعة ؛ وذلك لتباين مواعيد زراعة الطماسة في حقول الوحدات المذكورة :-

١- حقول المرحلة الأولى ١ و ٢ في موقع تل الهوى، وتزرع فيها الطماسة مبكراً أي في الأسبوع الأول من ايار

٢- حقل (٣) في موقع تل اسمير ضمن المرحلة الثانية وتزرع فيها الطماسة في منتصف ايار .

٣- حقل (٤) في موقع ابطخ ، المرحلة الثالثة ، تتم الزراعة فيها متأخراً خلال النصف الثاني من أيار.

أخذت العينات باختبار خمس وحدات في الدوم الواحد وبمساحة ٢٥م^٢/وحدة ، وتم فيها حساب نسبة النباتات المصابة على جانبي المصطبة الواحدة وذلك بعد ٥ و ٨ و ١٢ و ١٦ اسبوعاً من الشتل باعتماد المفتاح الحقل Field key ، الذي يعد النبات مصاباً بعد الكشف عن جذوره وملاحظة تلون قشرته الداخلية باللون البني-الشوكولاتي بعد قشطه بسكين حادة معقمة ويعبر عن هذه العينات بـ Systemic sampling كما تم حساب نسبة النباتات الذابلة (ذبولا بطيئاً Collapse) بعد مرحلة تعفن التاج والجذور عندما يتقدم النبات بالعمر الى (٨) اسابيع بعد الشتل ، وتم قياس شدة المرض اعتماداً على درجات التلون البني لنسيج قشرة الجذور والساق السفلية وذبول النبات وفقاً لما وصفه Rowe (١٩٨٠) كما يأتي :

الفئات	تلون الجذور باللون البني – الشوكولاتي	الدليل المرضي
١	جذور سليمة	صفر
٢	تلون بني طفيف	١
٣	تلون بني متوسط – شديد	٢
٤	تلون بني شديد واتساعه الى الساق السفلية	٣
٥	موت النبات	٤

استخدمت معادلة Trapero- Casas و Jimenez – Diaz (١٩٨٥) لحساب شدة المرض كما يأتي :

مجموع (عدد النباتات من كل فئة x دليلها المرضي)

شدة المرض (x) =

العدد الكلي للنباتات في المكرر x أعلى دليل مرضي

كما تم حساب معامل تطور المرض Infection rate (r) تبعا للمعادلة اللوجستية Logistic model الخاصة بتطور المرض للمسببات متعددة الدورة (Polycyclic disease) Vanderplank (١٩٦٣) :

$$r = \frac{2.3}{T_2 - T_1} \log_{10} \left(\frac{x_2}{1 - x_2} - \frac{x_1}{1 - x_1} \right) \quad \text{معامل تطور المرض} = r$$

x_1 = شدة الإصابة أولاً عند الزمن T_1

x_2 = شدة الإصابة ثانياً عند الزمن T_2 .

اعتمدت قراءات الانواء الجوية الشهرية لدرجات الحرارة والرطوبة الجوية النسبية ، ومعدلات سقوط امطار ، وسرعة الرياح وساعات سطوع الشمس ومعدل تبخر الماء الصادرة من دائرة الانواء الجوية في ربيعة و الهيئة العامة للانواء الجوية / وزارة العلوم والتكنولوجيا في بغداد .

حددت مواعيد المسح الدوري تبعا لمرحل نمو الطماسة وتطور نشاطها الفسلجي الموضح من قبل Thompson و Kelly (١٩٥٧) ، وذلك بعد ٥ و ٨ و ١٢ و ١٦ اسبوعاً من الشتل ، حيث تظهر

اعراض الاصابة بعد الاسبوع الخامس (بدءا بتلون وتغفن الجذور) وانتهاءا بذبول النباتات في مرحلة اكتمال نمو الثمار بعد (٨) اسابيع ومراحل جني الحاصل في (٨-١٦) اسبوعا بعد الشتل . لبيان دور اللقاح الفطري المحمول بالهواء في زيادة ظهور المرض وشدته في موسم النمو استخدمت مصيدة Davis و Sechler (١٩٦٦) لصيد الابواغ الكونيدية المحمولة بالهواء .

تطور مرض تغفن التاج وجذور الطماسة المصابة بالفطر Forl في مراحل نموه المختلفة: اجريت التجربة لتحديد مقدار تطور المرض عند وجود لقاح الفطر في مراحل نمو الطماسة المختلفة ابتداءً من مرحلة الشتل ولحين نضج الثمار لتوضيح العلاقة بين كمية المرض والوقت اللازم لتكاثر لقاح الفطر . نقلت شتلات الطماسة (صنف Berk) بعمر خمسة اسابيع الى اصص بلاستيكية تحتوي تربة مزيجية ومادة عضوية حيوانية معقمة ونسبة ١:١ وذلك بوضع شتلة واحدة في حفرة مركزية لتربة الاصيص ، وبعد يومين اجري التلويت بالمعلق البوغي للفطر وفقا لطريقة Marios و Mitchell (١٩٨١a) المحورة وذلك بعمل حفرتين بواسطة عمود خشبي بقطر ٣سم على جانبي الشتلة بمسافة تبعد ٧ سم ، وخلطت محتويات الطبق الواحد مع ٥٠ سم^٣ ماء مقطر باستخدام خلاط كهربائي لمدة ٣٠ ثانية بسرعه البطيئة ، اما معاملات المقارنة فقد تركت بدون تلويت . اضيف اللقاح الفطري عند بلوغ النباتات الاعمار الاتية ابتداء من زراعة البذور وفقا لما اجراه Hartman و Fletcher (١٩٩١) :

- ١- عند الشتل (بعمر ٥ اسابيع) أي عندما يكون للنبات ٤-٥ اوراق حقيقية . ٢- مرحلة التزهير (بعمر ٩ اسابيع) عند تفتح النورات الزهرية السفلية . ٣- بدء عقد الثمار (بعمر ١١ اسبوعا) . ٤- اكتمال نمو الثمار وبدء نضجها (بعد ١٣ اسبوعا) .

نفذت تجربة عاملية في البيت الزجاجي باستخدام التصميم العشوائي الكامل CRD وبثلاث مكررات ، واحتوت المعاملة على عشر نباتات . استمرت ادارة العمليات الزراعية للنباتات من ري وتسميد وفق الحاجة .

اخذت النتائج اعتمادا على نسب الذبول (البطئ) للنباتات لجميع مراحل النمو اعلاه وبثلاثة فترات الاولى مع بدء ظهوره بعد ٨ اسابيع من الشتل ، الثانية بعد اسبوعين من الاولى (١٠ اسبوع من الشتل) والثالثة بعد اسبوع من الثانية (١١ اسبوعا بعد الشتل) ، اما نسب ظهور المرض وشدته فقد حسبت مع اخر قراءة لنسب الذبول وذلك بعد ١١ اسبوعا من الشتل (١٢١ يوما) . حسب معامل تطور المرض (r) لمراحل نمو النبات ابتداء من الشتل ولحين نضج الثمار . تم ايجاد معادلات الانحدار الخطية للتنبؤ بمقدار الزيادة في النباتات الذابلة مع زيادة عمر النبات يوميا ابتداءً من ١٠٠ يوم بعد زراعة البذور (٨ اسابيع بعد الشتل) للنباتات المعدة وقت الشتل والتزهير ومرحلة العقد ، اما النباتات المعدة وقت نضج الثمار فقد احتسبت ابتداءً من ١١٤ يوما بعد الزراعة أي بعد الأسبوع العاشر من الشتل .

النتائج والمناقشة

المسح الحقلّي وتأثيرات العوامل المناخية السائدة في ظهور المرض وتطوره الزمني - المكاني : أظهرت نتائج مسح حقول الطماسة ضمن وحدات مشروع ري الجزيرة في ربيعة في الموسمين ٢٠٠٥ - ٢٠٠٦ (الشكل ١) وجود اعراض المرض على المجموع الجذري بهيئة تلون انسجتها داخليا بالبنّي - الشكولاتي بعد ٥ اسابيع من الشتل ، وانتشر المرض بنسب محدودة في كلا الموسمين فبلغ أقصاه ١١.٤ و ١١.٦ % في حقلي تل اسمير وابطخ وبشدتين مرضية ٠.٠٧٧ و ٠.٠٧٩ على التوالي في الموسم الاول ، وتوزعت الاصابة عشوائيا في هذه المرحلة في جميع الوحدات الممسوحة .

بعد ٨ أسابيع عند اكتمال نمو الثمار وبدء نضجها ، ظهرت أعراض ذبول النباتات في معظم الحقول الممسوحة في الموسمين وبالنسب ١١.٧-٢.٨ % في ٢٠٠٥ و ٤.٥ - ٨.٧ % وفي ٢٠٠٦ ، وازدادت شدة المرض تبعاً لذلك ولاسيما في الحقلي المذكورين في الموسم الاول حيث بلغت ٠.٢٢٦ و ٠.٢٢٤ على التوالي.

يمكن الاستدلال من أعراض الذبول كعلامة مرضية لزيادة لقاح المسبب واستيطانه الكامل لانسجة البشرة والقشرة الخارجية للجذور المحيطة باللحاء فتتلف ويذبل النبات (Lagopody) وآخرون، (٢٠٠٢) ، ويحدث ذلك بالتزامن مع زيادة نشاط النبات ومعدلات نموه الى ٧٢% في هذا العمر (Thompson و Kelly ، ١٩٥٧) ، ويظهر فيها دور ماء الري السحي كوسيلة فعالة في نقل لقاح

الفطر بين النباتات المجاورة لبدء اصابات جديدة على طول خطوط الزراعة في نفس المصطبة أو القريبة منها .

الشكل (١): نسبة ظهور المرض وشدة وذبول النباتات في بعض حقول مشروع ري الجزيرة في ربيعاً للموسمين ٢٠٠٥ و ٢٠٠٦

تضاعفت نسب ذبول النباتات وظهور المرض في مرحلة الجني الممتدة بين ٨ - ١٦ أسبوعاً، وتدرجت معها زيادات شدة المرض على الرغم من لجوء المزارع كثيراً إلى تسميد النباتات بدفعة ثالثة اضافية من الفوسفات ؛ لان تقدم الاصابة وعمر النبات يؤدي الى تناقص انسجة الجذور المعرضة للأصابة x-١ ابتداءً من ١٢-١٦ اسبوعاً والذي يعتمد عليه حساب معامل تطور المرض (r) .

أستمرت إصابات النباتات وذبوله وشدة المرض بالزيادة بعد ١٦ أسبوعاً حيث تجاوزت ٦٥ و ٨٠% للموسمين على التوالي . عموماً فان زيادة نشاط النبات في ٨ - ١٢ أسبوعاً قابله هجوم واستيطان الممرض لانسجة الجذور الداخلية دون الوعائية منها مؤدياً الى ذبوله ببطء ويشمل ذلك خلايا البشرة والقشرة الخارجية وأنسجة اللحاء المتداخلة معها مسبباً تمزق وفقدان الصفائح الوسطى

بفعل أنزيمات تحلل البكتين Pectolytic وينتهي بموت نهايات الجذور الرئيسة وتفرعاتها، ويمثل ذلك المسار العام لطبيعة تطفل Forl في مراحل نمو النبات سواءاً تحت ظروف الإصابة الطبيعية في الحقل أو بالعدوى الصناعية ، ويؤكد ذلك Benhamou و Belanger (١٩٩٨) .

يلاحظ من الشكل (٢) ان معامل تطور المرض (r) ازداد بشكل لافت للنظر عند انتقال النبات من مرحلة النمو الخضري الى مرحلة الحمل الغزير للثمار (٥ - ٨ أسابيع) في جميع الحقول ولكلا الموسمين وخاصة في الحقل (١) بمنطقة تل الهوى في الموسم الثاني الذي بلغ ٠.٢١٢٧. وانخفضت معدلات تطور المرض بشكل حاد في مرحلة الجني (١٢ - ١٦ أسبوعاً) باستثناء الحقل (٢) تل الهوى في ٢٠٠٦ ويرتبط ذلك مع معدل (r) المنخفضة نسبياً في الفترة التي سبقتها (٨ - ١٢ أسبوعاً) ، ووفرة انسجة الجذور المهيئة للإصابة بكثافة لقاحية عالية في المنطقة المحيطة بها .

الشكل (٢) : معامل تطور المرض في بعض حقول مشروع ري الجزيرة في ربيعة للموسمين ٢٠٠٥

تأثير العوامل المناخية السائدة في ظهور المرض وشدته ومعامل تطوره :

أعتمدت نسب ظهور وشدته المرض في الحقل (٣) بمنطقة تل الهوى في المسح الحقلية لمعرفة تأثير درجات الحرارة ورطوبة الجو المحيط بالنبات وسرعة الرياح وذلك في الفترة من ايار حيث موعد الشتل واشهر حزيران وتموز وآب وأيلول للموسمين الزراعيين ٢٠٠٥ - ٢٠٠٦ .

يلاحظ من الشكل (٣) ظهور المرض بعد ٥ اسابيع من الشتل أي في مرحلة التزهير وبنسب محدودة ، ولم يسجل انتقال أبواغ الفطر بالرياح التي بلغت سرعتها ١.٩١ م/ثا على الرغم من اعتدال درجات الحرارة وملائمة رطوبة الجو للمسبب ، وبذلك ساد تأثير عمر النبات لتحديد انتشار المرض بدرجة اكبر مقارنة مع تأثير العوامل البيئية (غير الحيوية) الملائمة في هذه الفترة .

ازداد معامل تطور المرض (r) في ٥ - ٨ أسابيع في كلا الموسمين وبلغ ٠.١١٦٦ و ٠.١٢٣٥ على التوالي ، وذلك لزيادة مساحة انسجة الجذور القابلة للإصابة في هذا العمر . وفي مرحلة اكتمال حمل الثمار وبدء نضجها في تموز بعد مرور ٨ أسابيع على الشتل ارتفعت درجة حرارة الجو الى ٤٢.٢ °م ، وانخفضت رطوبة الجو الى ٢٩.٧٥ % وازدادت معها نسب النباتات الذابلة حيث بلغت ٧.٦ و ١٣.٢ % في الموسمين على الترتيب ، بينما تقارب نسب المرض وشدته في كلا الموسمين . نستدل من الزيادة المفاجئة في مسار المرض في هذه المرحلة زيادة كثافة اللقاح الفطري التي تستوطن أنسجة القشرة الخارجية واللحاء فيذبل النبات ، ويتضاعف بعدها اللقاح المنقول بواسطة ماء الري من بؤر الإصابة لتكون مصدراً لإصابات جديدة للنباتات المجاورة المزروعة في نفس جهة المصطبة أو الجهتين معاً والمصاطب القريبة .

أظهر المسبب قدرته العالية في التكيف على المعيشة في الأجواء الشديدة الحرارة في الوقت الذي تشير الدراسات البيئية للفطر على تفضيله للأجواء الباردة ١٠ - ٢٠°، وتبعاً لهذه الدراسات فأُن ٢٠° م هي المثالية لتطور المرض ويقل ظهوره وشدته عند ارتفاع درجة الحرارة إلى ٣٠° م (Jones وآخرون ، ١٩٩٠) . علماً أن أعلى تطور للمرض في ربيعة كان في مدى حراري تجاوز ٤٠° م .

أزادت نسب ظهور المرض وشدته في مرحلة نضج وجني الثمار في تموز وأب بعد ١٢ أسبوعاً من الشتل وبدرجات متقاربة في كلا الموسمين وذلك لزيادة معدلات ذبول النباتات لأكثر من ١٦% وانتشر المرض في هذه المرحلة على النباتات المجاورة لبؤر الإصابة أيضاً في الأشهر الأكثر حرارة في حياة النبات ليؤكد قدرة الممرض على النمو والتكاثر في هذه الأجواء الحارة ، فقد بلغت معدل حرارة الجو أكثر من ٤٠° م ووصلت الرطوبة النسبية ٢٩.٧٥ - ٣١.٣٠% فقط وهذه تعني زيادة الحرارة ونقص الرطوبة كثيراً عن المديات الحرارية والرطوبة الملائمة للممرض المشار إليه آنفاً ، ومع ذلك فقد يكون لدرجات الحرارة الأقل ارتفاعاً في أيلول ذات تأثير واضح في زيادة شدة المرض بعد ١٦ أسبوعاً ، فقد بلغت درجة الحرارة ٣٦° م ، ولكنها بقيت أيضاً أعلى من المعدلات المثلى لنشاط المسبب علماً أن حقول ربيعة تنفرد في إنتاج الطماطة في أيلول وتشرين الأول . لم تظهر سرعة الرياح دوراً كبيراً في نقل لقاح الفطر وذلك لقلة أعداد الأبواغ الكونيدية المصطادة التي لم تتجاوز ٢٤.٣ بوغ كويندي في مدة اكتمال نمو الثمار و ٤٤.١ بوغ في مراحل الجني ، لأن طبقة الأبواغ الكونيدية على السيقان السفلية المنقولة مع الهواء لا تتكون إلا في ظروف الرطوبة العالية ، كما وتقعد نسبة من هذه الأبواغ لحيويتها في الأجواء الحارة والرياح الجافة السائدة التي بلغت سرعتها ١.٩٦ م / ثا والتي عملت على تخفيف كثافة الأبواغ إلى حد كبير . انخفض معامل r إلى ٠.٣١٣ و ٠.٣٦٣ في الموسمين على الترتيب ، ويرتبط هذا الانخفاض في تطور الإصابة مع مساحة انسجة الجذور المعرضة للإصابة 1-x وحالة النبات الصحية بدرجة أكبر من ارتباطها بأمراضية المسبب ونشاطه . بعد مرور ١٦ أسبوعاً من الشتل تضاعفت نسب ظهور المرض والنباتات الذابلة التي عادت لتتوزع عشوائياً في وحدات المسح ، وظهرت جذور النبات الذابل متعفنة وعارية من الشعيرات الجذرية مع تقصف الجذور الثانوية ، وعليه ازدادت شدة المرض إلى أكثر من ٠.٥ في الموسم الأول ، وهذا يعني استمرار زيادة معامل (r) في هذا العمر الذي يهاجم الممرض فيه الجذر الرئيس مسبباً تعفنه من الطرف وبعد أن تتحد المساحات المتقرحة حوله وبذلك يتقطع الجذر بسهولة عندما يراد قلع النبات ، كما يلاحظ تلون النسيج المصاب الملامس للجزء السليم منه باللون البني ، وقد تنمو جذوراً عرضية مشوهة في وأعلى منطقة التاج للنباتات المريضة بعد الدفعة الثالثة من السماد الفوسفاتي في مراحل الجني بهدف إكمال نضج الثمار الخضراء مكتملة النمو ، إلا أن هذه الجذور تتعرض للإصابة بالفطر أيضاً ولكنها تؤخر موت النبات الذابل ، ولهذا يوصف ذبول الفطر Forl بالبطيء .

تحليل الانحدار: يهدف التحليل للتنبؤ بمقدار تطور المرض في ظروف الإصابة الطبيعية في الحقل (٣) بموقع تل الهوى - ربيعة ، وتم إيجاد معادلات الانحدار الخطية بين كمية المرض ممثلة بنسبة ظهوره ، ونسبة ذبول النباتات بعد تحويل البيانات وفقاً للمعادلة اللوجستية $\ln(x/100 - x)$ وتبعاً لما استخدمه (Gregory ، ١٩٤٨) ، وكذلك شدة المرض اعتماداً على $\ln(x/1 - x)$ مع تقدم عمر النبات بعد (٥ و ٨ و ١٢ و ١٦) أسبوعاً بعد الشتل، ظهرت المعادلات الآتية الموضحة في الشكل (٤) ، ويشير فيها y_1 و y إلى كمية المرض في الموسمين على التوالي .

نسبة ظهور المرض:

$Y = 0.2171 X - 3.1606$, $R^2 = 0.9025$ $Y_1 = 0.1852 X - 2.856$, $R^2 = 0.9446$
توضح المعادلتان أن تقدم النبات بالعمر أسبوعياً ، فالمتوقع زيادة نسب الإصابة بالمرض بمقدار ٠.٢١٧١ و ٠.١٨٥٢ بقيمة $\ln(x/100 - x)$ للموسمين على التوالي ولمدة ٥-١٦ أسبوعاً ، وعند اختبار كفاءة المعادلتين بواسطة قيم معامل التحديد R^2 فإن عمر النبات ساهم بنسب ٩٠.٢٥ و ٩٤.٤٦% في زيادة نسب ظهور المرض في الموسمين على التوالي ، وابتداءً من الأسبوع الخامس بعد الشتل .

نسبة ذبول النباتات:

$$Y = 0.4761 X - 7.916$$
 , $R^2 = 0.7401$ $Y_1 = 0.4501 X - 7.5086$, $R^2 = 0.6385$

تشير المعادلتان الى زيادة ذبول النباتات بمقدار ٠.٤٧٦١ و ٠.٤٥٠١ أسبوعياً بقيمة $\ln(x/100-x)$ (مع تقدم عمر النبات ٨-١٦ أسبوعاً واعتماداً على قيم R^2 فان عمر النبات أثر بنسب ٧٤.٠١ و ٦٣.٨٥ % على زيادات نسب النباتات الذابلة في الموسمين على التوالي .

الشكل (٣): تأثير العوامل المناخية السائدة في ربيعة (حقل ٣ تل الهوى) في نسبة ظهور المرض وشدة اصابته وكثافة الابواغ في الهواء ومعامل تطور المرض في الموسمين ٢٠٠٥ و ٢٠٠٦.

الشكل (٤): العلاقة اللوجستية لتأثير عمر النبات على تطور المرض في حقل (٣ - شل الهوى) في ربيعة للموسمين ٢٠٠٥ و ٢٠٠٦ .

شدة المرض:

$Y = 0.2497 X - 3.7815$, $R^2 = 0.9375$ $Y_1 = 0.2101X - 3.1843$, $R^2 = 0.9571$
نتوقع زيادة شدة المرض بمقدار ٠.٢٤٩٧ و ٠.٢١٠١ أسبوعياً في الموسمين وكان لتقدم عمر النبات تأثيره في هذه الزيادة بنسب ٩٣.٧٥ و ٩٥.٧١% في الموسمين على التوالي وذلك تبعاً لقيم R^2 ، ومن قيم المعادلات وبالرجوع الى قيم ظهور المرض وشدة وذبول النباتات ، فان أعلى الزيادات المرضية كانت بعد مرور ١٦ أسبوعاً من الشتل .

معامل تطور اصابة الطماطة صنف Berk بوجود لقاح الممرض في مراحل نموه المختلفة : يوضح الجدول (١) زيادة نشاط الممرض في العدوى الصناعية مع وصول النبات مرحلة اكتمال نمو الثمار وذلك بعد ٨ اسابيع من الشتل وبغض النظر عن موعد اضافة اللقاح ، وتطورت الاصابة معنوياً في فترة التزهير وعقد الثمار وبلغت ٠.٠٥ يقابلها ٠.٠٢ و ٠.٠١٨ لمرحلتى الشتل والنضج على التوالي ، وعلى الرغم من تفاوت فترات العدوى حيث بلغت ١٤ يوماً لمرحلة التزهير - العقد ويقابلها ٣٠ يوماً لمرحلة الشتل - التزهير ، وربما يكون بسبب الانعكاس السلبي لزيادة النشاط الفسلجي والتمثيلي للغذاء في هذه المرحلة على وقف هجوم الممرض التي تلعب نواتج التمثيل من الاحماض الامينية والسكريات المتعددة المفروزة مع نواضح الجذور دوراً مهماً في تزايد سرعة نمو وتكاثر اللقاح ، كما ان غزل الفطر يتضاعف بكثرة ليستوطن معظم انسجة الجذر الذي يشغل حيزاً كبيراً من حجم الاصيل ، ويستوجب

على النبات زيادة كثافة وتعمق جذوره ليصبح على اتصال مباشر مع العناصر الغذائية المحدودة في التربة ولاسيما النتروجين والفوسفور ، لانهما يساهمان بالدور الاكبر في انقسام الخلايا وتكوين البروتين وتحرير الطاقة وتكون السكريات والفوسفوليبيدات (Jungk و Barbar ، ١٩٧٤) ، كما ان خفض كمية الدفاعات النباتية في هذه المرحلة ، وانعدام النشاط الفطري المضاد وفقا لظروف التجربة التي تنافس المسبب على المغذيات (Fahy و Hoitink ، ١٩٨٦) تجعل من غزل الفطر يتضاعف ويمتد مسببا تلفا للجدر الخلوية وتعطيل الساييتوبلازم وعدم تكامل عضيات خلايا البشرة والقشرة المستوطنة وينتج عنها ظهور اعراض بقع ميتة متطاولة على امتداد الجذر الرئيس والجذور الجانبية ، ومن ثم تعفن الجذور .

الجدول (١): معامل تطور المرض (r) في المراحل المختلفة لنمو الطماطة صنف Berk

مراحل النمو	معامل r / يوم
مرحلة الشتل - التزهير (٣٠* يوم)	٠.٢٠٣** ب
مرحلة التزهير - عقد الثمار (١٤ يوم)	٠.٥٠٠ أ
مرحلة العقد - النضج (١٤ يوم)	٠.١٧٧ ب

* مدة نمو لقاح الفطر Forl وتكاثره .

** الحروف المختلفة تعني وجود فروقات معنوية عند مستوى احتمال $P \leq 0.05$. والارقام في الجدول تمثل متوسط ٣ مكررات

تحليل الانحدار: لاجل التنبؤ بمقدار تطور المرض بوجود اللقاح المعدي في مراحل نمو مختلفة للنبات فقد تم ايجاد معادلات الانحدار بين كمية الذبول وعمر النباتات بعد ١٠٠ و ١١٤ و ١٢١ يوما من الزراعة بعد اجراء العدوى في اربع مراحل لنمو الطماطة وهي الشتل والتزهير والعقد والنضج ، وتم تحويل نسب الذبول تبعا للمعادلة الجزئية الاحادية $\ln(1/1-x)$ ، وظهرت المعادلات الاتية (الشكل ٥) :

$$Y_1 = 0.0259x - 2.5242 \quad R^2 = 0.7945$$

وتعني المعادلة ان نسبة الذبول زاد بمقدار ٠.٢٥٩ يوميا عند اجراء العدوى لجذور الطماطة وقت الشتل . وتشير قيمة معامل التحديد R^2 ان وجود لقاح الفطر حول الجذور وقت الشتل اسهم بنسبة ٧٩.٤٥% في زيادة ذبول النباتات بعد تكاثره لمدة ٦٠ يوما من تاريخ العدوى . وكانت معادلة الانحدار لنسبة الذبول (كمية المرض) عند اضافة اللقاح وقت التزهير كما يأتي : $R^2 = 0.9225$

$$Y_2 = 0.0139x - 1.1617$$

الشكل (٥): تأثير عمر النبات على ذبول نباتات الطماطة صنف Berk المعدة بالفطر Forl في مراحل نمو مختلفة للنبات .

وتعني ان مقدار ذبول النباتات زاد بمقدار ٠.٠١٣٩ يوميا عند اضافة اللقاح الممرض وقت التزهير ، وعند اختبار كفاءة معادلة الانحدار باستخدام معامل التحديد R^2 تبين ان ٩٢.٢٥% من اسباب الذبول كان بسبب وجود اللقاح وقت التزهير وتكاثره لمدة ٣٠ يوما .

$$Y_3 = 0.014x - 0.3404 \quad R^2 = 0.7813$$

وتبعا لهذه المعادلة فان مقدار الذبول المتوقع زيادته بين النباتات ٠.٠١٤ لكل يوم ، عند اضافة اللقاح المعدي وقت عقد الثمار ، اسهم وجود اللقاح في مرحلة عقد الثمار بنسبة ٧٨.١٣% في زيادة الذبول بعد تكاثره لفترة ١٤ يوما .

$$Y_4 = 0.0118x - 1.2118 \quad R^2 = 0.7248$$

عند اجراء العدوى وقت نضج الثمار فان كمية الذبول المتوقع زيادته كانت ٠.٠١١٨ يوميا . وتبعا لقيمة R^2 فان ٧٢.٤٨% من هذه الزيادات تعود الى اللقاح الممرض بعد مرور ١٤ يوما على تكاثره.

EPIPHYTOTIC OF FUSARIUM CROWN AND ROOT ROT ON TOMATO CAUSED BY *Fusarium oxysporium* f. sp. *radicis* – *lycopersici* Jarvis & Shoemaker in Rabbia

Wazeer A. Hassan

Khalid H. Taha

College of Agric. , Univ. of Duhok   College of Agric. & Foresty, Univ. of
Mosul

ABSTRACT

Field survey conducted during 2005 and 2006 at Al – jazeera project (Rabbia), showed the prevalence of tomato Fusarium crown and root rot (FCRR), which is characterized by a chocolate – brown internal discoloration of the roots after 5 week of transplanting . Wilting symptoms developed after 8th week (fruiting stage), under highly temperature conditions in July contradictory as known that the cold weather was favorable to the pathogen .The rate of infection (r) was developed according to plant growth progress, most plants were collapsed throughout 8-12 week , since the pathogen colonized the epidermis and root cortex tissues. The (r) values were actually decreased during the harvesting stage after 12-16 week of transplanting .

المصادر

حليم ، رائد عبد الجبار (٢٠٠١) . تعفن التاج وجذور الطماطة الفيوزاري المتسبب عن الفطر *F. oxysporum* f.sp. *radicis* – *lycopersici* في محافظة دهوك ومقاومته . رسالة ماجستير ، كلية الزراعة، جامعة دهوك .

Benhamou, N. and R.R., Belanger (1998). Benzothiadiazole – mediate induce resistance to *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis* – *lycopersici* in tomato. Plant Physiology 118: 1203-1212.

Brayford, D. (1996). *Fusarium oxysporum* f.sp. *radici* – *lycopersici*. Mycopathologia 133: 61-63.

Can, C. S. Yucel; N. Korolev and T. Katan (2004). First report of fusarium crown and root rot of tomato caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* in Turkey. Plant Pathology 53:814

- Couteadier, Y.; C. Alabouvette and M.L. Soulas (1985). Necrose di collet et pourriture des raciness de tomate. Revue Horticole (Paris) 254: 39-42.
- Davis, D.R. and D. Sechler (1966). A simple, inexpensive, continuous sampling spore trap. Plant. Dis. Repr. 50: 906.
- Franceschini, A.; I. Maddau; P. Corda and G. Lonta (1996). Observation on Fusarium crown and root rot of tomato and it's control in Sardinia (Itlay). La Difesa Delle Plante 19: 125-138.
- Gregory, P.H. (1948). The multiple infection transformation. Ann. Appl. Biol. 35: 412-417.
- Hartman, J.R. and J.T. Fletcher (1991). Fusarium crown and root rot of tomatoes in U.K. Plant Pathology 40: 85-92.
- Hoitink, H.A.J. and P.C. Fahy (1986). Basis of the control of soilborne plant phatogens with composts. Ann. Rev. phytopathol. 24: 93-114.
- Jones, J.P.; S.S. Woltz and J.W. Scott (1990). Factors affecting development of Fusarium crown rot of tomato. Pro. Fla. State Hort. Soc. 103: 142-148.
- Jungk, A. and S.A. Barber (1974). Phosphate uptake of corn roots as related to the proportion of the roots exposed to phosphate. Agron. 66: 554-557.
- Krikun, J.; A., Nachmias; R., Offenbach and O., Ucko (1983). Establishment of the crown and root rot pathogen of tomato in the Negev region. Phytoparasitica 11: 201-202.
- Lagopody, A.L.; A.F.J. Ram; G.E.M. Lamers; P.J. Punt; C.A.M.J.J., Van den Hodel; B.J.J., Lugetnberg and G.V., Bloemberg (2002). Novel aspects of tomato root colonization and infection by *Fusarium oxysporum f.sp. radicis – lycopersici* revealed by Confocal Laser Scanning Microscopic Analysis using the Green Fluorescent Protein as a marker. Molecular Plant – Microbe Interactions 15: 172-179.
- Marios, J.J. and D.J. Mitchell (1981a). Effect of fumigation and fungal antagonism on the relationship of inoculum density crown rot of tomato. Phytopathology 71: 167-170.
- Menzies, J.G.; C. Koch and F. Seywerd (1990). Additions to host range of *Fusarium oxysporum f.sp. radicis – lycopersici*. Plant. Dis. Repr. 74: 569-572.
- Rowe, R.C. (1980). Comparative pathogenicity and host ranges of *Fusarium oxysporum* isolates causing crown and root rot of greenhouse and field – grown tomatoes in North America and Japan. Phytopathology 70: 1143-1148.
- Rowe, R.C. and J.D. Farley (1981). Strategies for controlling Fusarium crown and root rot in greenhouse tomatoes. Plant Dis. 65: 107-112.
- Sivan, A. and I. Chet (1993). Integrated control of Fusarium crown and root rot of tomato with *Trichoderma harzianum* in combination with methyl bromide or soil solarization. Corp Protection. 12: 380-386.
- Thompson, H.G. and W.C. Kelly (1957). Vegetable Corps. McGraw – Hills Book Company, 5th ed., USA. 611pp.
- Trapero- Casas, A. and R.M. Jimenez Diaz (1985). Fungal wilt and root rot disease of chickpea in Southern Spain. Phytopathology 75: 1146-1151.
- Vanderplank, J.E. (1963). Plant Diseases: Epidemics control. New York Academic Press. 349pp.

Yamamoto, I.; H.K. Komada; K. Kuniyasu; M. Saito and A. Ezuka, (1974). A new race of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* root rot of tomato. Plant. Prot. 16: 17-29.