و – أن تكون العدوى بمعدل ١٠ مل من معلق جراثيم الفطر لكل ٥ر٢ سم من خط الزراعة .

ز– أن يضاف معلق الجراثيم بالقرب من خط الزراعة قدر الإمكان .

ح – إضافة الماء إلى الرمل المستخدم فى الزراعة – قبل العدوى – بمعدل ٨ر١ – ٧ر٢ لتراً لكل ٢ر١٦ كجم من الرمل .

ط – تشبيع الرمل بالماء مرة أخرى بعد العدوى بالفطر .

ى – حفظ درجة حرارة الرمل عند ٢٤°م .

كفاءة عملية التقييم والعوامل المؤثرة فيها

تتأثر كفاءة عملية التقييم لمقاومة الأمراض بعدد من العوامل التى تجب مراعاتها والاستفادة منها – إن وجدت – ليمكن تقييم أكبر عدد من البناتات فى أقصر وقت ممكن ، وبأسهل طريقة ممكنة ، ولتكون نتائج التقييم صحيحة ، ويمكن تكرارها والاعتماد عليها فى انتخاب النباتات المقاومة خلال مراحل برامج التربية .

ولن نتطرق حاليا إلى الجوانب التقنية المؤثرة فى كفاءة عملية التقييم ، فذلك موضوع العناوين التالية من هذا الفصل ، وإنما سيكون اهتمامنا بالخصائص النباتية المورفولوجية والوراثية ، والعوامل البيئية المؤثرة فى هذا المجال .

تأثير عمر النبات فى مقاومته للأمراض

تتأثر المقاومة فى كثير من الأمراض بعمر النبات ، وهو أمر يجب وضعه فى الحسبان عند إجراء اختبارات التقييم ، ومن أمثلة ذلك ما يلى (عن Yarwood ١٩٥٩) :

١ – تكون النباتات عموما أكثر قابلية للإصابة بالذبول الطرى فى طور البادرات ، وبالأصداء فى عمر متوسط ، وبالفطر رايزوبس Rhizopus فى طور الشيخوخة .

٢ – تزداد مقاومة بعض الأمراض بتقدم النبات فى العمر ، كما فى مقاوم البكتيريا Erwinia فى الخس ، ومقاومة الفطر Phytopthora فى البطاطس .

٣ – تزداد القابلية للإصابة ببعض الأمراض بتقدم النبات فى العمر ، كما فى حالتى

البياض الزغبى (Pseudoperonospora) فى الخيار أو البياض الدقيقى (Erysiphe) فى الخس .

٤ – تزداد القابلية للإصابة بالمرض فى الأطور المبكرة والمتأخرة من النمو ، بينما تزداد المقاومة فى الأعمار المتوسطة كما فى حالة المقاومة لفطر الفيوزاريم فى البطاطس .

٥ – تزداد مقاومة المرض فى الأطوار المبكرة والمتأخرة ، بينما تزداد القابلية للإصابة فى الأعمار المتوسطة فى بعض الأمراض ، كما فى حالة مقاومة البطاطس للبكتيريا Erwinia ، ومقاومة الفاصوليا لكل من فطر الصدأ (Uromyces)، وفيرس موزايك الدخان.

وعموما .. يمكن – بشىء من التحفظ – القول بأن المقاومة للرميات الاختيارية Facultative Saprophytes تزيد بزيادة عمر أنسجة العائل ، بينما تنقص مقاومة الطفيليات الإجبارية Obligate Parasites بتقدم النبات فى العمر .

الارتباط بين مقاومة البادرات ومقاومة النباتات البالغة

يفضل دائما إجراء اختبارات المقاومة للأمراض فى طور البادرة ، حيث يمكن تقييم أعداد كبيرة من النباتات بسهولة ، خلال فترة قصيرة ، وفى مساحة صغيرة . ولا ضير فى ذلك إذا كان المرض من تلك التى تظهر على البادرات مثل الذبول الطرى ، أما فى حالة الأمراض الخاصة بالنباتات البالغة فإنه يلزم توفر ارتباط قوى بين مقاومة البادرات ومقاومة النباتات البالغة ، ليمكن إجراء التقييم فى طور البادرة . ومن أمثلة ذلك حالة المقاومة للفطر Phytophthora parasitica المسبب لمرض عفن الجذر والتاج الفيتوفثورى فى الطماطم، حيث قيم Blaker & Hewitt (١٩٨٧) النباتات بعدوى البادرات وهى فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى ، وكان التقييم للمقاومة على أساس موت أو بقاء البادرات ، ووجدا أن هذا الاختبار يفيد فى التنبوء بمقاومة النباتات البالغة .

كذلك أوضحت دراسات Dickson & Hunter (١٩٨٧) أن سلالة الكرنبP.I.436606 تقاوم البكتيريا Xanthomonas campestris pv. campestris – المسببة لمرض العفن الأسود – فى كل من طورى البادرة والنبات البالغ ، وقد اكتشفا مقاومة هذه السلالة لدى اختبارهما لمعظم مجموعة أصناف وسلالات الكرنب العالمية التى تحتفظ بها وزارة الزراعة

الأمريكية.

وقد توصل Thomas وآخرون (١٩٨٧) إلى أن شدة الإصابة بالبياض الزغبى فى القاوون على الورقتين الحقيقيتين الأولى والثانية (معبرا عنها برقم زوجى تمثل فيه خانة الآحاد شدة الإصابة على الورقة الأولى، وتمثل خانة العشرات شدة الإصابة على الورقة الثانية) تحت ظروف الصوبة يمكن أن تستخدم فى التنبؤ بشدة الإصابة فى النباتات البالغة تحت ظروف الحقل. وقد أعطيت شدة الإصابة أرقاما من ١ - ٤، علما بأن ١ يمثل القابلية للإصابة، و٢ - ٤ تمثل درجات متزايدة من المقاومة يقل فيها إنتاج جراثيم الفطر تدريجيا.

ويذكر Lower & Edwards (١٩٨٦) أنه تجرى اختبارات - فى طور البادرة - لثمانية من المسببات المرضية فى الخيار، وهى:

نوع المسبب المرضى	المرض	المسبب المرضى
فطر	الأنثراكنوز	Colletotrichum lagenarium
فطر	البياض الزغبى	Pseudoperonospora cubensis
فطر	الذبول الفيوزارى	Fusarium oxysporum
فطر	الجرب	Cladosporium cucumerinum
فطر	البياض الدقيقى	Sphaerotheca fuliginea
بكتيريا	الذبول البكتيرى	Erwinia tracheiphila
بكتيريا	تبقع الأوراق الزاوى	Pseudomonas lachrymans
فيرس	تبرقش الخيار	Cucumber Mosaic Virus

يجرى الاختبار ضد الذبول الفيوزارى بزراعة البذور فى أحواض مملوءة بالرمل الملوث بالفطر المسبب للمرض، ويجرى التقييم ضد مرضى البياض الدقيقى والتبرقش فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى أو الثانية، أما بقية المسببات المرضية .. فتجرى اختبارات التقييم لها فى مرحلة نمو الأوراق الفلقية.

هذا .. وقد لفت Rahe (١٩٨١) الانتباه إلى الحالات المرضية التى لا ترتبط فيها نتائج اختبارات المقاومة فى الحقل بنتائج الاختبارات المعملية .

وقد يُحدث المسبب المرضى الواحد مرضين مختلفين للمحصول الواحد ، ولا يشترط – فى هذه الحالة – أن تكون المقاومة الوراثية واحدة لكلا المرضين . ومن أمثلة ذلك الفطر Rhi-zoctona solani الذى يصيب نباتات الخيار بمرضين هما : الذبول الطرى ، وعفن الثمار الرايزكتونى (أو عفن وسط الثمرة Belly Rot) ، حيث وجد Booy وآخرون (١٩٨٧) تباينا كبيرا بين ٣٥ سلالة من الخيار فى شدة إصابتها بالذبول الطرى التى تراوحت من ١ر٥ – ٩ر٥ على مقياس من صفر (لا توجد أية إصابة) إلى ٩ (موت النباتات) ، بينما لم يجدوا أى ارتباط بين المقاومة لهذا المرض والمقاومة لعفن الثمار الرايزكتونى .

تقييم المقاومة على اساس انها مرتبطة بصفات نباتية اخرى ظاهرة

من أبرز الأمثلة على الارتباط بين صفة المقاومة وصفة نباتية ظاهرة مقاومة البصل لمرض التهبب أو الاسوداد ؛ حيث ترتبط المقاومة العالية بلون الأبصال الأحمر ، والمتوسطة بلون الأبصال الوردى ، بينما ترتبط القابلية للإصابة بلون الأبصال الكريمى والأبيض (عن Jones & Mann ١٩٦٣) ، وهو ما شرح بالتفصيل تحت موضوع وراثة المقاومة للأمراض. ومن الأمثلة الأخرى ما لاحظه Laterrot (١٩٨٥) من أن نباتات الطماطم الحاملة للجين Pto (المسئول عن مقاومة البكتيريا Pseudomonas solanacearum المسببة لمرض الذبول البكتيرى) بحالة أصيلة أو خليطة تكون حساسة للمبيد الحشرى Lebaycid (الذى يحتوى على المادة الفعالة Fenthion) ، حيث تظهر على أوراقها وأزهارها وثمارها بقع متحللة كثيرة بعد أربعة أيام من المعاملة . وقد كانت النباتات الأصيلة للجين Pto أكثر تأثرا بالمبيد . ويعيب هذه الحالة أن النباتات المقاومة – التى يؤمل انتخابها – تضار من المبيد .

تقييم المقاومة لاكثر من مرض على نبات واحد

يمكن فى حالة التربية لمقاومة عديد من الأمراض عدوى النبات الواحد بأكثر من مسبب مرضى ، فمثلا .. تمكن Frazier من عدوى نباتات الطماطم – فى تتابع – بكل من مسببات

أمراض الذبول الفيوزارى (فطر) ، والذبول المتبقع (فيرس) ، وتبقع أوراق استمفيليم (فطر) ، وتعقد الجذور (نيماتودا) (عن Andrus ١٩٥٣) . إلا أنه يجب توخى الحرص عند إجراء اختبارات كهذه ؛ إذ قد يوجد تنافس بين مختلف مسببات الأمراض ، وقد تؤدى الإصابة بأحد الأمراض إلى جعل النبات أكثر مقاومة ، أو أكثر قابلية للإصابة بأمراض أخرى . هذا .. ونلقى مزيدا من الضوء على . هذا الموضوع فى كل من الفصلين الخامس والثامن من هذا الكتاب .

تأثير العوامل البيئية فى مقاومة النباتات للأمراض

تتأثر مقاومة النباتات للأمراض بعديد من العوامل البيئية سواء أكانت جوية (مثل : الحرارة ، والرطوبة ، والضوء) أم أرضية (مثل : درجة حرارة التربة ، و الرطوبة الأرضية ، وقوام التربة ، والعناصر الغذائية) .كما يدخل موعد الزراعة ضمن العوامل البيئية المؤثرة فى المقاومة ، لما لموعد الزراعة من علاقة مباشرة بمختلف العوامل البيئية . ويلزم التمييز بين تأثير العوامل البيئية السابقة للعدوى والإصابة المرضية ، وتأثير العوامل أثناء حدوث الإصابة المرضية .

أولاً : تأثير العوامل البيئية السابقة للعدوى فى المقاومة

تؤثر الظروف البيئية السابقة للعدوى على قابلية النباتات للإصابة بالأمراض ، وهو ما يعرف باسم Predisposition ، كما يلى :

١ – درجة الحرارة :

تتأثر قابلية النباتات للإصابة بالأمراض كثيرا بدرجة الحرارة التى تتعرض لها النباتات قبل العدوى ، و من أمثلة ذلك ما يلى :

أ – يؤدى غمس جذور الطاطم فى الماء الساخن قبل العدوى بفطر الفيوزاريم إلى تقليل الإصابة بالذبول .

ب – يؤدى تعريض أوراق الفاصوليا لدرجة حرارة ٥٥°م لمدة ١٠ ثوان إلى خفض إصابتها بفيرس موزايك الدخان .

جـ – يؤدى تعريض نباتات الفول الرومى والخس للصقيع إلى زيادة أضرار الإصابة بفطر Botrytis .

د – وجد أن تعريض النباتات لدرجة حرارة ٣٦°م – لمدة تتراوح من يوم إلى يومين – يزيد من قابليتها للإصابة بالفيروسات التى تنتقل ميكانيكيا (Yarwood ١٩٥٩).

٢ – شدة الضوء والفترة الضوئية :

يؤدى تظليل النباتات ، أو تعريضها للظلام إلى زيادة قابليتها للإصابة بالفيروسات التى تنقل إليها بالطرق الميكانيكية . وبرغم أن التظليل يخفض سمك طبقة الأديم بخلايا البشرة ؛ مما يجعلها أكثر قابلية للتجريح والإصابة بالطرق الميكانيكية ، إلا أن الأمر ليس بهذه البساطة ؛ إذ إن التعريض للظلام لمدة يوم واحد يكون فعالا أيضا فى زيادة القابلية للإصابة، بينما لا تكفى تلك الفترة لإحداث تغيرات أساسية فى أنسجة الورقة .

كذلك وجد أن خفض شدة الإضاءة قبل العدوى يزيد من قابلية الطماطم للإصابة بالذبول الفيوزارى ، وقابلية الخس والطماطم للإصابة بالفطر Botrytis .

كما وجد أن تعريض نباتات الطماطم لنهار قصير قبل العدوى يزيد من قابليتها للإصابة بالذبول الفيوزارى .

٣ – العناصر السمادية :

تؤثر جميع العناصر الغذائية – سواء أكانت عناصر كبرى ، أم صغرى – فى قابلية النباتات للإصابة بالأمراض ، وأهمها عناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم، التى يمكن إيجاز تأثيرها – السابق للعدوى – فيما يلى :

أ – تؤدى زيادة النيتروجين إلى زيادة القابلية للإصابة بالأمراض بصورة عامة ، إلا أنها تقلل القابلية للإصابة بأمراض معينة ؛ كما فى الذبول الفيوزارى فى الطماطم .

ب – تؤدى زيادة الفوسفور إلى زيادة القابلية للإصابة فى بعض الحالات ، مثل : فيرس موزايك الخيار فى الخيار ، وفيرس موزايك الدخان فى الفاصوليا ، كما أنها تؤدى إلى ضعف القابلية للإصابة فى حالات أخرى ؛ كما فى الذبول الفيوزارى فى الطماطم .

جـ – تؤدى زيادة البوتاسيوم إلى خفض القابلية للإصابة بالأمراض بصورة عامة ، إلا أنها تزيد القابلية للإصابة فى أمراض معينة ؛ كما فى الذبول الفيوزارى فى الطماطم .

ثانياً : تأثيرالعوامل البيئية السائدة أثناء وبعد العدوى فى المقاومة

من أهم العوامل البيئية المؤثرة فى المقاومة للأمراض فى النباتات ما يلى :

١ – درجة الحرارة :

لدرجة الحرارة تأثير كبير فى مقاومة الأمراض فى النباتات ، ومن أبرز الأمثلة على ذلك ما يلى :

أ – المقاومة للاصفرار (الذبول الفيوزارى) فى الكرنب :

يتوفر نوعان من المقاومة للفطر Fusarium oxysporum f . conglutinans المسبب لمرض الاصفرار فى الكرنب ؛ إحداهما كمية (طراز B) وتمثلها المقاومة التى توجد فى الصنف Wisconsin Hollander، والأخرى بسيطة (طراز A) ، وهى توجد – مصاحبة للمقاومة الكمية – فى الصنف Wisconsin All Seasons .

ويمكن التمييز بسهولة بين نوعى المقاومة بالتحكم فى درجة حرارة التربة أثناء اختبار المقاومة فى مرحلة نمو البادرة . ففى درجة حرارة ثابتة مقدارها ٢٤°م .. تصاب جميع النباتات القابلة للإصابة ، وكذلك جميع النباتات التى تحمل المقاومة الكمية ، بينما لا تصاب النباتات التى تحمل المقاومة البسيطة ، سواء أكانت أصيلة ، أم خليطة . وإذا ارتفعت درجة الحرارة إلى أكثر من ٢٨°م .. فإن جميع التراكيب الوراثية تصاب بالمرض ، بما فى ذلك النباتات الحاملة للمقاومة البسيطة ، ولا تكون المقاومة الكمية فعالة إذا ارتفعت درجة حرارة التربة عن ٢٢°م، بينما إذا انخفضت درجة الحرارة عن ٢٢°م .. فإنه لا تصاب سوى النباتات القابلة – وراثيا – للإصابة ؛ أى التى لاتحمل أيا من طرازى المقاومة . وإذا استمر انخفاض الحرارة إلى ١٨°م .. تتوقف إصابة النباتات القابلة للإصابة كذلك .

ويمكن التمييز بين النباتات القابلة للإصابة والنباتات ذات المقاومة الكمية بإجراء اختبار المقاومة فى درجة حرارة مقدارها ٢٤°م (عن Walker ١٩٧٩) .

وقد احتفظت أصناف الكرنب المقاومة (التى أنتجها J.C.Walker ومعاونوه) بمقاومتها لأكثر من ٧٠ عاما ، واستخدمت تلك الأصناف كمصدر لمقاومة المرض فى عديد من برامج التربية . ولكن اكتشفت مؤخرا سلالة جديدة من الفطرفى كاليفورنيا (السلالة رقم ٢)، كانت قادرة على إصابة النباتات الحاملة لطراز المقاومة البسيطة (طراز A) حتى عند انخفاض درجة حرارة التربة إلى ١٤°م ، بينما لم تكن السلالة الأولى قادرة على إحداث الإصابة فى تلك الظروف (Bosland & Williams) .

وقد درس Bosland وآخرون (١٩٨٨) تأثير درجة حرارة التربة – عندما تراوحت من ١٠ – ٢٤°م – على أعراض المرض، مع استخدام خمس سلالات فسيولوجية من الفطر المسبب للاصفرار . أجريت الدراسة فى أحواض زراعة حرارية خاصة Temperature Tanks Soil ، كما اختبرت عدة أصناف من الكرنب تحت الظروف الطبيعية فى كاليفورنيا فى حقول مصابة بالسلالة رقم ٢ من الفطر .

وقد أوضحت هذه الدراسة أن جميع السلالات المستعملة زادت قدرتها على إحداث الإصابة جوهريا – فى عوائلها القابلة للإصابة – بارتفاع درجة حرارة التربة . وعند درجة ١٠°م .. أحدثت السلالة رقم ٢ من الفطر F. oxysporum f. conglutinans إصابة طفيفة فى صنف الكرنب Golden Acre ، وأحدث الفطر F.oxysporum f. raphani إصابة طفيفة كذلك فى صنف الفجل White Icicle . وكانت المقاومة البسيطة (طراز A) فى الكرنب عالية الكفاءة ضد السلالة رقم ١ من الفطر المسبب للاصفرار ، إلا أن كفاءة تلك المقاومة ضعفت ضد السلالة رقم ٢ ، مع ارتفاع درجة حرارة التربة من ١٤°م إلى ٢٠°م ، وفقدت المقاومة فاعليتها تماما فى حرارة٢٢°م ، و ٢٤°م . أما المقاومة الكمية (طراز B) .. فقد كانت عالية الكفاءة ضد السلالة رقم ١ من الفطر فى درجة حرارة ٢٠°م ، والأقل منها ، بينما لم تكن فعالة ضد السلالة رقم ٢ إلا فى درجتى ١٠ ، و ١٢ °م فقط .

ب – مقاومة نيماتودا تعقد الجذور فى الطماطم :

تعد السلالة P.I.128657 من L.peruvianum هى مصدر المقاومة الأصلى لكل من M.incognita ، و M.javanica ، و M.arenaria . وقد نقل منها الجين Mi الذى يتحكم فى المقاومة لهذه الأنواع إلى جميع أصناف الطماطم التجارية

المعروفة بمقاومتها للنيماتودا .

وقد أوضحت نتائج الدراسات التى قورنت فيها مقاومة هذه السلالة بمقاومة الصنف التجارى فى إف إن VFN8 أن مستوى تكاثر السلالة رقم ١ من M. incognita لم يختلف بينهما ، سواء أكان الاختبار على درجة ٢٥°م ، أم ٣٢°م ، مما يدل على أن الخلفية الوراثية للطماطم لم تؤثر فى المقاومة . كان كل من السلالة والصنف مقاوماً للنيماتودا فى درجة حرارة ٢٥°م ، ولكنهما كانا قابلين للإصابة فى درجةحرارة ٣٢°م .

أما السلالة رقم P.I.126443 من النوع L. glandulosum والسلالة رقم P.I.270435 من النوع L.peruvianum (وكلاهما مقاوم لكل من M.hapla ، وM.incognita) ، والسلالتان أرقام P.I.129152 ، و LA 2157 من L.peruvianum (وكلاهما مقاوم للنوع M.incognita فقط) فقد كانت جميعها على درجة عالية من المقاومة للسلالة رقم ١ من M.incognita فى كل من درجتى الحرارة ٢٥° و ٣٢°م . كما وجد أن سلالتين خضريتين (هما : 1-MH. و 5-MH) من السلالة P.I.126440 للنوع L.glandulosum (وكلاهما مقاوم للنوع M.hapla كانت متوسطتين فى قابليتهما للإصابة بالنوع M.javanica فى درجة ٢٥°م وشديدتى القابلية للإصابة فى درجة حرارة ٣٢°م . وتدل هذه النتائج على وجود جين أو جينات أخرى غير الجين Mi تعطى مقاومة فى درجات الحرارة المرتفعة (Ammati وآخرون ١٩٨٦).

جـ - المقاومة لفيرس موزايك الفاصوليا الأصفر فى البسلة :

يتحكم فى مقاومة فيرس موزايك الفاصوليا الأصفر Yellow Bean Mosaic Virus فى البسلة عامل وراثى واحد يتأثر كثيرا بدرجة الحرارة . فنعد اختبار نباتات الجيل الثانى فى درجة حرارة ١٨°م أو أقل .. تظهر أعراض المرض على النباتات الأصيلة القابلة للإصابة فقط ، وبذا .. تكون المقاومة سائدة . ولكن إذا اختبرت نباتات الجيل الثانى فى درجة حرارة ٢٧°م .. فإن أعراض المرض تظهر على جميع النباتات ما عدا النباتات الأصيلة فى صفة المقاومة فقط ، وبذا .. تكون المقاومة متنحية . أى إنه يمكن عن طريق التحكم فى درجة الحرارة التمييز بين النباتات الأصيلة والنباتات الخليطة فى صفة المقاومة (Walker ١٩٦٦) .

د - المقاومة لفيرس موزايك الخيار فى السبانخ :

تظهر على نباتات السبانخ المقاومة لفيرس موزايك الخيار فى درجة ١٦ - ٢٠°م أعراض جهازية للمرض فى درجة حرارة ٢٨°م (عن Kiraly وآخرين ١٩٧٤) .

٢ - الرطوبة الأرضية :

ترتبط المستويات المرتفعة من الرطوبة الأرضية عادة بزيادة شدة الإصابة بالأمراض ، وربما يرجع ذلك إلى أن توفر أغشية من الرطوبة يساعد على تحرك الجراثيم المتحركة . وبالنسبة لصفة المقاومة فإن التربة الغدقة تضعف المجموع الجذرى بالاختناق ، مما يضعف مقاومته للأمراض .

ولمزيد من التفاصيل عن تأثير العوامل البيئية على المقاومة للأمراض .. يراجع Yarwood (١٩٥٩) ، و Walker(١٩٦٥) ، و Colhoun (١٩٧٣) .

اختبارات التقييم الحقلية

يعتمد إجراء اختبارات التقييم الحقلية على انتشار المرض فى الحقل إما بصورة طبيعية ، وإما بعد إحداث عدوى صناعية بالمسبب المرضى .

الاعتماد على الأوبئة الطبيعية

تجرى اختبارات التقييم تحت الظروف الطبيعية فى المناطق والمواسم التى يتواجد فيها المرض بحالة وبائية ، ومن أمثلة ذلك ما يلى :

١ - تختبر سلالات بنجر السكر لمقاومة فيرس تجعد القمة فى الولايات المتحدة فى الحقول المجاورة للحبوب الصغيرة التى تتكاثر فيها نطاطات الأوراق الناقلة للفيرس ، وفى الربيع .. تنتقل النطاطات الحاملة للفيرس من الحشائش المصابة إلى حقول التقييم ؛ حيث تنقل إليها الفيرس ، وتتكاثر عليها .

٢ - تختبر سلالات البطاطس لمقاومة الندوة المتأخرة فى وادى تولكا Toluca بالمكسيك؛ حيث تتواجد عديد من سلالات الفطر المسبب للمرض فى المنطقة التى يسودها دائما جو مثالى لحدوث الإصابة (Russell ١٩٧٨) .