

الباب الرابع

علاقة الآفات النباتية بالإجهاد  
البيئي والتربية للمقاومة للآفات



# علاقة الآفات النباتية بالإجهاد البيئي والتربية للمقاومة للآفات

## أولاً : امراض النبات

### ١ - العوامل المؤثرة على المقاومة للمرض :

تعتبر صفة المقاومة للمرض صفة متغيره بدرجة كبيرة وتعتمد على : العائل - المسبب المرضي - الظروف البيئية وفترة تفاعل هذه العوامل مع بعضها. ويعتبر فشل تقدير هذه التفاعلات سبباً في إحباط المجهودات التي تبذل لإحداث مقاومة ثابتة على الأخص تحت الظروف البيئية الغير ملائمة. ويختص هذا الجزء بدراسة تأثيرات التباينات البيئية على مقاومة النباتات للأمراض. وحتى تكون الدراسة مكتملة فيجب معرفة الدور الذي يلعبه العائل والمسبب المرضي للعمل على تغيير المقاومة طبقاً لما ذكره (Bell 1982).

### أ - تأثيرات العائل :

تعتمد المقاومة للمرض على التركيب الوراثي للعائل وعمره والظروف الفسيولوجية (التي تتحكم فيها البيئة بدرجة كبيرة). كما تعتمد مقاومة أى عشيرة نباتية لمرض ما على درجة انتشار المرض بالإضافة إلى التباين في التركيب الوراثي للنباتات. ويقصد بالمقاومة مقدرة النباتات على منع أو تلافى أو تأخير نمو

المرض. ويمكن أيضاً أن تربي النباتات للهروب من المرض. وفي هذه الحالة يتغير التركيب المورفولوجي للنبات لكي يجعل الظروف البيئية أقل ملائمة لانتشار المرض أو يتغير سلوك تطور النبات ليجعل الوقت اللازم للتداخل بين المسبب المرضي والعائل قصيراً تحت الظروف البيئية الملائمة للمرض. ويمكن تنشيط المقاومة والهروب بالتربية للتأقلم تحت الظروف البيئية الغير ملائمة.

وعلى سبيل المثال فإن صنف البطاطس Epicure الذي يستطيع النمو على ٢م في استكتلندا يمكنه الهروب أو مقاومة الإصابة باللفحة لعذة أسابيع لأن هذه المسببات المرضية تكون غير نشطة بدرجة كبيرة اذا كانت درجة الحرارة أقل من ١٠م.

وتتغير مقاومة النبات أو أى جزء منه خلال مرحلة النمو والتطور فعلى سبيل المثال تكون الجذور والسويقه الجنينية السفلى أكثر حساسية للإصابة بالفطريات الاختياريه ولكن بتقدم العمر تصبح أكثر مقاومة. وعلى العكس تكون الأوراق أكثر مقاومة عندما تكون صغيرة وعندما تكبر وتتقدم فى العمر تصبح أكثر قابلية للإصابة. ويكون النبات كله غالباً مقاوماً فى مرحلة متوسط العمر قبل تكون أعضاء التكاثر (البذور - الدرناات - الريزومات). وربما تؤدي الإجهادات البيئية إما إلى زيادة أو نقص المقاومة كلية للمرض.

ويؤدي عدم معرفة التغيرات فى المقاومة وتفاعلها مع البيئة إلى الخطأ فى معرفة مستويات المقاومة فى الأصناف المختلفة. فعلى سبيل المثال تعتبر الأصناف المحدوده النمو أكثر قابلية للإصابة بأمراض المجموع الخضري عن الأصناف الغير محدوده عندما يقارنوا فى وقت واحد. ولكن اذا تمت المقارنة عند مرحلة تكون أعضاء التكاثر تحت نفس الظروف البيئية فربما تظهر الأصناف المحدوده مقاومة متساوية أو مقاومة عالية بالمقارنة بالأصناف الغير محدوده النمو.

## ب - تأثيرات المسبب المرضى :

يؤثر المسبب المرضى على المقاومة للمرض من خلال قدرته على إحداث المرض وكثافة بيئة العدوى والحاله الفسيولوجيه المحكومة بالبيئة بدرجة عاليه، ويقصد بالـ Virulence أو الشراسه هي المقدرة على التغلب على مقاومة العائل. وهناك تبايناً كبيراً بين المسببات المرضيه فى شراستها على إحداث المرض للعوائل النباتيه المختلفه. وتسمى عزلات الفطر التي تختلف فى تخصصها وشراستها على إحداث الإصابة للأصناف المختلفه بإسم السلالات الفسيولوجيه Physiological races بينما تسمى السلالات التي تختلف فقط فى درجة شراستها لكل الأصناف races. وتسمى عزلات الأنواع المرضية التي تختلف فى شراستها المتخصصة للأنواع المختلفه للعائل باسم *Formae speciales*. هذا على الرغم من استخدام اصطلاح race أحياناً عندما تكون الأنواع النباتيه بينها درجة قرابة عاليه.

ولا تتأثر المقاومة لأي سلاله فسيولوجيه بدرجة كبيرة بالبيئة ولكن مثل هذه المقاومة تكون غالباً محدودة الاستخدام فى الحقل نظراً لتكون سلالات فسيولوجيه جديدة تنشأ عن الطفرات وتكون لها مقدرة عاليه على إحداث الإصابة.

وتتناسب المقاومة عادة تناسباً عكسياً مع تركيز اللقاح. وتكون هذه العلاقة واضحة مع المسببات المرضيه التي تنتقل عن طريق التربة مثل فطريات الذبول التي تتكاثر بدرجة كبيرة فى بعض أنواع الأراضى. وتتوقف درجة المقاومة التي يؤثر عندها تركيز اللقاح على العائل المتخصص والمسبب المرضى. وتتلاشى المقاومة المنخفضة بسهولة جداً عن المستويات العاليه للمقاومة. ولهذا فإن المقاومة المتوسطة المتعددة العوامل الوراثيه لذبول الفيرتسيليم فى البطاطس تتلاشى بسرعة بزيادة

تركيز اللقاح. ولكن المقاومة العاليه أحادية الجين للذبول فى الطماطم من الصعب أن تتأثر حتى فى وجود التركيزات العاليه لللقاح فى الأراضى العاديه.

### جـ - تأثيرات البيئة :

تعتبر تأثيرات العوامل البيئيه على تطور المرض معقده وغالباً ما يصعب التنبؤ بها. وربما يغير عامل بيئى واحد معدل النمو أو القدرة على التمثيل الغذائى للمسبب المرضى أو العائل أو ربما يؤثر على العوامل البيئية الأخرى التى بدورها تؤثر على نمو وتطور المرض.

وتوقع تأثيرات الإجهاد البيئى على المرض يعتبر معقداً ويتأتى ذلك نتيجة أن عامل الإجهاد قبل إحداث العدوى ربما يكون له تأثيراً مخالفاً عن تأثير نفس العامل بعد العدوى. وعلى سبيل المثال نقص الرطوبة قبل العدوى ربما يزيد من المقاومة لمرض ذبول الفيرتسيليم ولكنه يشجع الذبول اذا حدث بعد العدوى.

ويمكن أن يؤثر أى إجهاد بيئى على :

مدة بقاء بيئة العدوى - انبات جراثيم الفطر فى بيئة العدوى - اختراق وتطور المسبب المرضى - معدل ومدى انتشار الإصابة

### ٢- تغير المقاومة بالإجهادات المتخصصة :

#### ١- درجة الحرارة :

تعتمد مقاومة النباتات للمرض على ميكانيكية الدفاع النشط التى تحدث بعد أن يلامس المسبب المرضى العائل. وهذه الميكانيكيات النشطة تشتمل على -

خروج بعض المضادات الحيوية من الفراغات البيئية - تكون مضادات حيوية جديدة مثل الفيتوالاكسن - تكون بعض الانزيمات الفينولية - تكون بعض العوائق المورفولوجية وتكون بعض السموم.

وتقييم المقاومه بأنها النسبة بين سرعة المقاومة النشطة للعائل إلى سرعة انتشار المسبب المرضي داخل أنسجة العائل.

$$\frac{\text{سرعة المقاومة النشطة للعائل (HR)}}{\text{سرعة تكون المستعمرات المرضية داخل أنسجة العائل (PC)}} = \text{المقاومة (R)}$$

(Bell, 1982)

ويؤدي الاجهاد الناشئ عن ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة إلى قلة أو زيادة المقاومة وبالتالي فهناك عدة أنظمة لتغير مقاومة النبات بتغير درجات الحرارة وتأثيرها على سرعة المقاومة النشطة للعائل وسرعة تكون المستعمرات المرضية داخل أنسجة العائل وأهم هذه الأنظمة النظامين التاليين :-

### (النظام الأول)

قلة المقاومة على درجات الحرارة المرتفعة

لا تظهر المحاصيل المتأقلمه على درجة الحرارة المنخفضة نقصاً في المقاومة للمرض عندما ترتفع درجة الحرارة من ١٥-٢٥م. وتقل مقاومة البسله لفطر pythium وفطر الذبول Fusarium solani عند التعرض لدرجة حرارة ١٨-٢٤م بالمقارنة بالتعرض لـ ١٣م. كما تقل المقاومة لمرض الذبول Fusarium oxysporum عندما ترتفع درجة الحرارة من ٢١ إلى ٢٤-٢٧م بالمقارنة بدرجة ١٨م. وقد ظهر فقد في المقاومة لمرض ذبول الفيوزاريوم في الكرنب والسبانخ بارتفاع درجة الحرارة.

وتفقد المقاومة لبعض المسببات المرضية غالباً على درجات الحرارة المرتفعة ٣٠-٤٥ م بغض النظر عن العائل لأن المسببات المرضية غير معتاده على مثل هذه الدرجات من الحرارة العالية التي يصاحبها في العادة نقصاً في الرطوبة.

### (النظام الثاني)

#### قلة المقاومة على درجات الحرارة المنخفضة

تعتبر المحاصيل المتأقلمة على المناخ الاستوائي وشبه الاستوائي مثل الفاصوليا والقاوون - الباذنجان - الفلفل مقاومة بدرجة عالية للأمراض عند ٣٥-٤٠ م ولكن تقل مقاومتها تدريجياً عند درجات الحرارة المنخفضة.

وتتوقف درجة الحرارة المنخفضة التي تبدأ عندها المقاومة في القلة على درجة مقاومة الصنف نفسه. وتنخفض المقاومة في الأصناف القابلة للإصابة والمتحملة والمقاومة جزئياً عند انخفاض درجات الحرارة إلى ٢٩-٢٧-٢٥ م على التوالي.

وتكون الفاصوليا قابلة للإصابة بدرجة كبيرة بفطر الـ *pythium* عند درجة حرارة ١٥-١٨ م وتزداد مقاومتها تدريجياً على درجات الحرارة العالية عند ٢٦-٢٧ م. ونقل النباتات مباشرة من ١٥ إلى ٢٧ م يزيد المقاومة بسرعة ويقلل من مخاطر المرض.

### ٢- الرطوبة :

#### الاحتياجات الرطوبية للمسببات المرضية

تحتاج بعض المسببات المرضية إلى مستوى رطوبي حرج حتى يمكنها النمو والتكاثر وانبات الجراثيم. وتؤدي الرطوبة الغير مناسبة إلى قلة فعالية بيئة الحقن

ونسبة حدوث الإصابة. وعلى الرغم من ذلك فتحتاج معظم المسببات المرضية ساعات عديدة على الأقل للتعرض لرتوبة نسبية مرتفعة حوالى ١٠٠٪ حتى تستطيع جراثيمها الانبات وإحداث اصابة للعائل.

قلة المقاومة بزيادة الرطوبة :

فشلت معظم الدراسات فى تحديد ما اذا كانت الرطوبة تؤثر على نمو المسبب المرضى قبل العدوى أو أن التأثيرات تكون على مقاومة العائل بعد حدوث العدوى. على الرغم من وجود دراسات قليلة أوضحت قلة المقاومة نتيجة زيادة الرطوبة بدرجة عالية.

وتزداد المقاومة لبعض الأمراض على مستويات الرطوبة المنخفضة بالمقارنة بالمستويات الوسطية أو العاليه لمحتوى التربة من الماء. ويؤدى زيادة الرى إلى ضعف مقاومة الفاصوليا لمرض ذبول وتعفن الجذور.

قلة المقاومة مع الجفاف:

لاحظ العلماء أن نباتات الطماطم النامية فى محتوى رطوبى منخفض من التربة قبل إحداث العدوى تكون أكثر قابليه للإصابة لمرض ذبول الفيوزاريوم عن النباتات النامية فى تربة مبتله.

٣. الضوء :

قلة المقاومة بتقليل الإضاءة

باستثناء بعض الحالات القليلة فقد وجد أن تقليل الكثافة الضوئية أو طول الفترة الضوئية يقلل من مقاومة النبات للمرض. وعلى سبيل المثال فيؤدى النهار القصير أو الإضاءة المنخفضة إلى تقليل مقاومة نباتات الطماطم لمرض ذبول

الفيزيولوجيا. كما تؤدي الإضاءة المنخفضة أيضاً إلى تقليل مقاومة البطاطس لمرض اللفحة.

ويحدث تفاوت بين الأصناف المختلفة في مدى تأثرها بالضوء فعلى سبيل المثال فإن أصناف الطماطم التي تحمل الجين  $V_e$  لمقاومة ذبول الفيرتسيليم تظل مقاومة إذا تعرضت لفترة ضوئية ٤ ساعات. بينما هناك أصناف أخرى تنكسر مقاومتها إذا تعرضت لهذه الفترة الضوئية. وقد اتضح أن المقاومة العامة لصنف البطاطس Katahdin & Sebago لمرض اللفحة يقل تدريجياً عند التظليل بنسبة ٤٧ إلى ٨٠٪. بينما لا يتغير سلوك الصنف القابل للإصابة Russett Rural. ولهذا فإن شدة الإضاءة العالية تكون ضرورية للتعبير الكامل عن المقاومة العامة.

قلة المقاومة بزيادة الإضاءة :

ومثال ذلك انخفاض مقاومة الكرنب لمرض تشوه الجذور تحت ظروف الإضاءة العالية بالمقارنة بالإضاءة المنخفضة.

#### ٤. التركيب والمحتوى الغذائي للتربة

تختلف شدة الأمراض النباتية في الأنواع المختلفة للأراضي تبعاً لدرجة الـ PH والمحتوى الغذائي في التربة. وبالرغم من ذلك فإن عوامل التربة هذه تؤثر على بعض المتغيرات البيئية الأخرى مثل درجة الحرارة والنشاط الميكروبي، ولهذا فمن المستحيل تحديد التأثيرات المباشرة لتركيب التربة ومحتواها الغذائي على المقاومة للمرض.

وعادة تلائم التربة الطميية والطينية انتشار المسببات المرضية التي يناسبها درجات الحرارة المنخفضة والرطوبة العالية. بينما تزداد الكائنات المرضية التي يناسبها الجفاف ودرجات الحرارة العالية في الأراضي الرملية.

ويؤدى التسميد بسلفات الأمونيوم إلى انخفاض درجة الـ PH بينما يؤدى التسميد بنترات الكالسيوم - الصوديوم أو البوتاسيوم إلى زيادة درجة الـ PH حول منطقة الجذور. ويؤدى النتروجين فى صورة أمونيا إلى زيادة قابلية الطماطم للإصابة بمرض الذبول وأيضاً ذبول الجذور فى الفاصوليا.

وعلى العكس فيؤدى النتروجين التتراتى إلى زيادة الاصابة بمرض الجرب فى البطاطس. ولهذا فربما يرجع تأثيرات الأسمدة الآزوتيه على المرض إلى انخفاض درجة الـ PH على سطح الجذور.

ويظهر التسميد بالأسمدة البوتاسية تأثيراً ملحوظاً على الأمراض المتسببة بالفطريات الاختيارية ولكن نادراً ما يشاهد تأثيره على الفطريات الاجباريه.

وتظهر أمراض الذبول المتسببه عن الفطريات التى تسد الحزم الوعائية بشدة عندما يكون هناك نقص فى البوتاسيوم. وعلى العكس فإن زيادة البوتاسيوم تزيد غالباًالمقاومة وعلى الأخص فى الأصناف التى تكون مقاومتها متوسطة، ويؤدى التسميد الآزوتى العالى أو التسميد الآزوتى مع الفوسفاتى إلى نقص المقاومة لأمراض الذبول وعلى الأخص عندما تكون مستويات البوتاسيوم منخفضة ومثال ذلك نقص المقاومة لمرض التعفن البكتيرى الطرى فى الطماطم عندما تتضاعف معدلات التسميد الآزوتى مع ثبات البوتاسيوم.

وبالنسبة للتسميد الفوسفاتى فإنه يظهر تفاعلاً قوياً مع الأصناف. وتؤدى زيادة معدل التسميد بسماد السوبر فوسفات الثلاثى من ٨٤ الى ٣٣٦ كيلوجرام  $P_2O_5$  للهكتار إلى زيادة المقاومة لمرض الجرب فى البطاطس. كما يؤدى اضافة الفوسفور الى المستويات العالیه من النتروجين مع مستويات بوتاسيوم منخفضة إلى نقص المقاومة لأمراض ذبول الفيرتسيليم.

## العمليات الزراعية :

### الاستخدام لكيمائيات فى المقاومة :

تعتمد الزراعة الحديثة على بعض الكيمائيات لمقاومة الكائنات الممرضة وتنظيم نمو النبات. وقد ثبت أن مبيدات الحشائش والمبيدات الحشرية ومثبطات النمو لها تأثير على المقاومة للأمراض. وكما هو الحال فى المتغيرات البيئية الأخرى فربما تزداد المقاومة أو تقل أو لا تتأثر ويتوقف ذلك على نوع المادة الكيمائية - تركيزها - العائل - المسبب المرضى وأى متغيرات بيئية أخرى. وقد لوحظ أن مقاومة البادرات لبعض المسببات المرضية مثل *Pythium Fusarium solani* و *Rizoctonia* يقل عند استخدام مبيدات الحشائش المختلفة. وفى الحقيقة لوحظ أن مقاومة الطماطم والباذنجان لمرض الذبول ازداد بدرجة كبيرة عند استخدام الـ *nitralin* & *trifluralin* حيث أن ذلك أدى إلى نقص الإصابة بنسبة ٩٧٪. وقد حدث ذلك على الرغم من حدوث سمية للنبات ونقص السمية للكائنات الممرضة.

### الزراعة وعمليات الحصاد :

تؤدى الزراعة وعمليات الحصاد إلى حدوث جروح عديدة فى النباتات وربما يؤدى ذلك إلى نقص مقاومة النباتات للأمراض. وقد لوحظ أن فطر ذبول الفيوزاريوم يخرق النبات خلال الجذور المجروحة لأن هذه العملية تزيد من تجانس وشدة الإصابة.

## طبيعة المقاومة للأمراض :

تدافع النباتات عن نفسها ضد مسببات المرضية إما بتحاشي الإصابة بالمرض أو مقاومة المرض (Parlevliet, 1977). وتحاشي الإصابة يقلل من فرصة ملامسة الطفيل لأنسجة العائل. بينما تحدث المقاومة عندما يحدث تلامس الطفيل بأنسجة العائل. وترجع ميكانيكية تحاشي أو تجنب الإصابة إلى إنتاج بعض المواد الطيارة الطاردة للطفيل أو وجود بعض الظواهر على أسطح الأوراق مثل الشعيرات - الأشواك - سمك الكيوتيكل - شكل وحجم الثغور - وجود بعض الافرازات الصمغية ومعظم الميكانيكيات الدفاعية عبارة عن صفات مورفولوجية.

أما ميكانيكيات المقاومة فهي غالباً كيميائية في طبيعتها وربما تتواجد طبيعياً في أنسجة العائل أو تستحدث عند حدوث الإصابة. وعادة تتواجد المركبات الطبيعية المسؤولة عن المقاومة في أنسجة العائل قبل ملامسة المسبب المرضي لأنسجة العائل. بينما تكون المركبات المستحدثة بعد ملامسة الطفيل لأنسجة العائل .

وتقييم المقاومة بعدة طرق :

١- نسبة النباتات المصابة للعدد الكلي للنباتات.

٢- نسبة الأنسجة المصابة في النبات بالنسبة للمساحة الكلية للأنسجة

(James, 1974).

## المقاومة البيوكيميائية للأمراض :

وترجع هذه المقاومة إلى حدوث بعض التغيرات الكيميائية داخل أنسجة العائل تؤدي إلى وقف نشاط الطفيل وتغلغله داخل أنسجة العائل وقد ترجع المقاومة إلى واحد أو أكثر مما يلي :

١- الأنزيمات المؤكسدة.

٢- الفينولات.

٣- الفيتوالأكسن.

٤- السكريات.

### ١- الأنزيمات المؤكسدة :

أشار بعض العلماء مثل Hare (1966) على أن وجود أنزيم الـ Polyphenol oxidase عند نقطة اختراق المسبب المرضي لأنسجة العائل قد ينتج عنه فينولات توقف تقدم المسبب المرضي وعند حدوث الإصابة يزداد نشاط بعض الانزيمات مثل الـ Peroxidase & Polyphenol oxidase وتتجمع المواد الناتجة من أكسدة الفينولات في الخلايا المصابة والتي تتحول الى اللون البنى أو الأسود وتؤدي إلى موت الأنسجة - ويعتبر موت الأنسجة حساسية زائدة وتعتبر هذه الحساسية عاملاً مسؤولاً عن عزل الطفيل الممرض داخل حدود المنطقة المصابة.

كما وجدت (1992) Abd - El - Bary ارتباط بين المقاومة لمرض البياض الدقيقى فى القاوون والنشاط الانزيمى العالى لكل من البولى فينول أو كسيديز والبيروكسيديز فى أنسجة التراكيب الوراثية المقاومة وذلك بعد العدوى بالفطر مقارنة بالتركيب الوراثى القابل للإصابة. وذكرت أن هذا النشاط الانزيمى العالى فى التراكيب الوراثية المقاومة ربما يمنع العدوى بالفطر ويثبط تطوره ونموه داخل أنسجة الصنف المقاوم.

### ٢- الفينولات :

وجد (1966) Hare أن تركيز الفينولات وعلى الأخص حمض الكلوروجينيك يكون عالياً فى أنسجة الأصناف المقاومة بالمقارنة بالأصناف القابلة للإصابة. وقد

وجد أنه عند عدوى نباتات البطاطس بالفطر المسبب لمرض اللفحة المتأخرة -Phytophthora infestans فإن أوراق الأصناف المقاومة تظهر تراكمًا عاليًا للفينولات ومشتقاتها بالمقارنة بالأصناف القابلة للإصابة. كما أن مقاومة البطاطس لمرض ذبول الفيرتسليم يرتبط أيضاً بالمستوى العالي للفينولات. وهذا يدل على أن الفينولات لها تأثير سام على المسبب المرضي حيث توقف تطوره داخل أنسجة العائل. وقد وجد Helal (1976) أن أحد أسباب المقاومة لمرض الذبول في البطيخ هو وجود مستوى عالي من الفينولات الكلية في النباتات المقاومة، وهذه الفينولات تعطل من حدوث الإصابة.

ويعتبر مرض اسوداد البصل المتسبب عن الفطر Collitotricum Ciranons وهو من فطريات التربة التي لا تصيب الأبصال التي تتميز بحراشيف حمراء أو صفراء اللون من أكثر الأمراض التي درست. وتعتبر الأصناف الملونة مقاومة للمرض. أما الأبصال ذات الحراشيف البيضاء فتعتبر قابلة للإصابة.

ويرجع اللون الأصفر إلى وجود صبغة الـ Flavones التي توجد في صورة جليكوسيدات غير قابله للذوبان في الماء - أما الصبغة الحمراء فترجع إلى مادة الاتوسيانين ودائماً يصاحب الفلافونات فينولات عديمة اللون قابلة للذوبان في الماء تنتشر في منطقة الإصابة وتمنع اختراق المسبب المرضي للعائل.

### ٣- الفيتوأكسين Phytoalexins :

وضع Muller & Burger سنة (1956) نظرية الفيتوأكسين Phyto alexin لتفسير ردود الفعل وتشير النظرية إلى أن المواد التي تكونها الخلايا الحية للعوائل الشديدة الحساسيه للإصابة كرد فعل للمهاجمة بواسطة الطفيل توقف نمو الطفيل وتلخص النظرية عند إعادة عرضها بواسطة Cruickshank (1963) كما يلي:

- ١- تتكون الفيتوأكسين وهي مواد مثبطه لنمو الفطر داخل الأنسجة الحيه عندما تتداخل أنسجة العائل مع المسبب المرضي فقط.
  - ٢- يحدث هذا النظام الدفاعي في الأنسجة الحيه فقط.
  - ٣- هذه المواد المثبطة مواد كيميائيه تنتج كرد فعل لإصابة خلايا العائل.
  - ٤- هذه المواد ليست متخصصه في سميتها تجاه الفطريات وبالرغم من ذلك فتختلف حساسية الأنواع المختلفه للفطريات تجاه هذه المركبات.
  - ٥- تحدث الاستجابه في العوائل المقاومه والقابله للإصابة بدرجة واحده ولكن يرجع الاختلاف الى سرعة تكوين العوائل المقاومه لهذه المركبات.
  - ٦- يتركز النظام الدفاعي في أنسجة العائل المحيطه بالفطر والخلايا المجاورة لها.
  - ٧- حالة المقاومه لا تورث ولكنها تكون فقط عند محاوله الفطر احداث العدوى وترجع حساسية أنسجة العائل التي تتحكم في سرعة استجابة العائل الى الناحية الوراثية.
- وقد أمكن عزل هذه المركبات الكيماويه السامة بعد احداث العدوى الصناعيه بالفطريات التي تصيب بعض محاصيل الخضروات فمثلاً أمكن فصل وتصنيف مركب الـ Pisatin من قرون البسله بعد عدواها بفطر *Monolinia aucticola* - كذلك أمكن فصل مركب الـ Ipomeamarone من جذور البطاطا بعد عدواها بالفطر *Ceratocystis Fimbriata* وفصل مركب الـ Isocoumarin من جذور نبات الجزر بعد عدواه بالفطر *C. Fimbriata* ومركب الـ Phaseolin من ثمار الفاصوليا بعد عدواها بـ *N. Fructicola* ومركب الـ Weyerone من ثمار الفول الرومي بعد عدوى النباتات بالـ *Botrytis Faba* .

#### ٤- السكريات :

قد يلعب محتوى أنسجة العائل من السكريات الذائبة دوراً في المقاومة للأمراض حيث أثبتت الأبحاث أن المستوى المنخفض من السكريات يثبط المسبب المرضي ويحد من تغلغه داخل أنسجة العائل . وقد وجد Helal et al (1978) أن أوراق صنف الخيار Poinsett المقاوم لمرض البياض الدقيقى تحتوى على كمية قليلة من السكريات الذائبة بالمقارنة بأوراق الصنف Beit Alpha القابل للإصابة .

#### التربية للمقاومة للأمراض

على الرغم من الزيادة الكبيرة فى استعمال الكيماويات والمبيدات لمقاومة الأمراض هذه الأيام فإن تربية أصناف جديدة من الخضر مقاومة للأمراض والحشرات مازالت تمثل الحل الاقتصادى والعملى ضد بعض الأمراض الواسعة الانتشار ومما يزيد من أهمية تربية أصناف مقاومة انتشار نظام التكايف الزراعى حيث تزرع مساحات كثيرة من الأراضى بعدد قليل من أصناف النوع الواحد. وهذا مما يعطى ظروفا مناسبة لانتشار العدوى بأى مرض أو حشرة مما قد يقضى على المحصول فى المنطقة كلها... هذا علاوة على ما قد يتعرض له الإنسان والحيوان من أخطار استعمال المبيدات ومن هنا تتضح أهمية استنباط مقاومة وراثيا.

#### بعض المصطلحات المتعلقة بالتربية للمقاومة للأمراض :

##### ١ - قوة التحمل Tolerance

يمكن تعريف قوة التحمل بأنها مقدرة العائل على النمو والأثمار واعطاء محصول مناسب بالرغم من اصابته. وتعتبر المعلومات المتاحة عن هذه الظاهرة

قليلة سواء من الناحية العملية والنظرية. ولكن لا يعتبر العائل الذى يتميز بقوة الاحتمال مقاوما بل يعتبر قابلا للإصابة ومع ذلك لا يتأثر كثيرا بالمسبب المرضى وتكون النتيجة النهائية لقوة الاحتمال هى تقليل حساسية العائل للمرض. ويعبر علماء الفيرس عن قوة التحمل بعدم ظهور أعراض الإصابة أو قلة ظهورها بالرغم من تواجد الفيرس داخل أنسجة النبات.

## ٢ - الهروب Escape

والمقصود بها أن يكون العائل قابلا للإصابة بمرض معين ولكن لا يصاب بالمرض لعدم وجود المسبب المرضى وتعتبر ظاهرة الهروب من المخاطر التى يتعرض لها برنامج التربية للمقاومة للأمراض الذى يهدف إلى استنباط أصناف مقاومة عندما لا تتوفر كل الظروف المناسبة لحدوث الإصابة وانتشارها والتى تمكن للمربي التمييز بين النباتات المقاومة والقابلة للإصابة وبذلك تكون البيانات التى يتحصل عليها المربي غير حقيقية.

ويمكن استغلال ظاهرة الهروب من المرض بتجنب حدوث الإصابة تحت الظروف الطبيعية وقد يكون الهروب راجعا إلى عوامل متعلقة بالمسبب المرضى أو العائل أو الظروف البيئية. فقد يهرب العائل من الإصابة لغياب المسبب أو لوجوده على مستوى أقل من المستوى الحرج اللازم لتوافره لنجاح الإصابة أو لوجوده بحاله غير نشطة ومدى ملائمة الظروف البيئية للإصابة.

فمثلا تهرب أصناف البطاطس القابلة للإصابة بمرض الجرب المسحوقى عند زراعتها فى الأماكن الدافئة. كما أن الكرنب عند زراعته مبكرا فانه يهرب من الإصابة بالذبول حيث تتمكن أصناف الكرنب القابلة للإصابة من تكوين مجموع جذرى قوى وكبير قبل حلول الوقت الذى تكون فيه الظروف مهيئة لحدوث الإصابة وانتشارها.

وكذلك قد يرجع الهروب من الإصابة إلى طبيعة نمو النبات نفسه فمثلا تعتبر أصناف الطماطم المحدودة النمو أكثر عرضه للإصابة بمرض اللقحة عن الأصناف الغير محدودة التي تتميز بارتفاع ساقها ويرجع ذلك إلى عدم ارتفاع الرطوبة النسبية حول النباتات القائمة.

ومع أن الهروب لا يعتبر من صفات المقاومة إلا أن وجود هذا السلوك لصنف معين في منطقة معينة قد يجعله ذا قيمة خاصة في تلك المنطقة.

### ٣. المقاومة الرأسية (المقاومة المتخصصة) (V R) Vertical resistance

والمقصود بها مقاومة الصنف ضد سلالة معينة ولكنه يكون قابلاً للإصابة بإحدى السلالات الأخرى لنفس المسبب المرضي. وهذا النوع من المقاومة يرجع إلى زوج واحد من العوامل الوراثية كما أن المقاومة قد تكون سائدة أو متنحية.

### ٤. المقاومة الأفقية (المقاومة الغير متخصصة)

Horizontal resistance (H R)

والمقصود بها مقاومة العائل لعدد كبير من السلالات ولهذا يرجع ثباتها من موسم زراعي إلى آخر. ومثل هذا النوع من المقاومة يرجع الى الفعل المشترك لعدد كبير من الجينات.

### ٥ - المناعة Immunity

والمقصود بها خلو النبات تماما من المرض وبالتالي يكون منيعا لا يصاب وهذه حالة نادرة في الطبيعة.

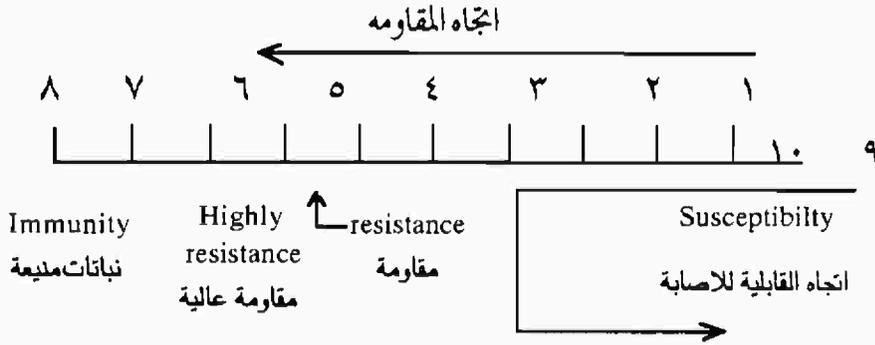
### ٦ - القدرة على الإصابة Pathogenicity

هي قدرة المسبب المرض على أحداث المرض

## ٧ - الشراسة Virulence

يعبر عنها بكمية المرض الحادثة نتيجة الإصابة.

وعموما فإنه يمكن توضيح الدرجات المختلفة للمقاومة للأمراض في الرسم التالي



فإذا فرض وأعطينا درجات للمقاومة من ١ — ١٠ فإن النباتات المنيعة التي نادرا ما تتواجد في الطبيعة يمكن أن تأخذ رقم ١٠

نباتات عالية المقاومة يمكن أن تأخذ رقم ٩

نباتات مقاومة يمكن أن تأخذ رقم ٦, ٧, ٨

نباتات مقاومة نسبيا يمكن أن تأخذ رقم ٥

نباتات متحملة للإصابة يمكن أن تأخذ رقم ٤

نباتات قابلة للإصابة بدرجة عالية يمكن أن تأخذ رقم ١ & ٢ & ٣ .

## تأثير البيئة على السلوك الوراثي لصفة المقاومة

من المحتمل أن تورث صفة المقاومة للمسببات المرضية كصفة سائدة سيادة غير كاملة (incompletely dominant) باستثناء الفطريات اجبارية التطفل.

وقد درس (Alon et al, 1974) العوامل المؤثرة على مدى ظهور المقاومة لمرض الذبول في الطماطم والمسؤول عنها الجين السائد I. وقد وجدوا أن درجة تعبير الجين المسؤول عن المقاومة يختلف باختلاف عمر النبات - الأب القابل للإصابة - تركيز بيئة العدوى ودرجة حرارة التربة. ولهذا فإن المقاومة تظهر فقط كصفة سائدة سيادة كاملة تحت ظروف معينة.

وتظهر مقاومة الخيار لمرض الانثراكنوز كصفة متنحية يحكمها جين واحد عند التحكم في البيئة بدقة (Abul - Haylia et al, 1978).

وقد وجد (Sidhu & Webster, 1979) أن وجود النيماتودا في حقول الطماطم المصابة بمرض الذبول يغير من نسبة انعزال النباتات المقاومة للذبول في الجيل الثانى. فإذا لم توجد النيماتودا بالحقل تظهر نسبة المقاومة لمرض الذبول كنسبة 3 سليم : 1 مصاب ولكن اذا وجدت النيماتودا يكون انعزال المقاومة بنسبة 9 سليم: 7 مصاب.

وقد أجريت أيضاً تهجينات بين صنف الطماطم VFN8 (الذى يحتوى على جينات سائدة مستقلة للمقاومة لكل من مرضى الفيوزاريوم والفييرتسليم) وصنف قابل للإصابة. وقد وجد أن الفيوزاريوم يحدث مقاومة للفييرتسليم فى وجود الجين المسؤول عن المقاومة للفيوزاريوم. ولهذا فإن الجيل الثانى (F<sub>2</sub>) الناتج عن هذا التهجين انعزلت فيه صفة المقاومة بنسبة 9 : 3 : 3 : 1 لكل فطر على

حدة. ولكن عند العدوى بخليط من الفطرين كانت نسبة الانعزال ١٢ : ٣ : ١ . وهذه حالة من حالات التفوق السائد (dominant epistasis) .

وبالنسبة للعدوى بفطر الفيرتسيليم منفرداً فإن نسبة انعزال المقاومة كانت ٣ : ١ وعند العدوى بخليط من الفطرين كانت النسبة ١٥ : ١ . ومرة أخرى فإن العدوى بخليط الفطرين يعطى انطباعاً بأن المقاومة للفيرتسيليم صفة يحكمها عديد من العوامل الوراثية بينما فى الحقيقة فإن صفة المقاومة لهذا الفطر يحكمها جين واحد سائد. وقد اشتملت معظم التقارير الناتجة عن الدراسات الحقلية المتعلقة بمقاومة الأمراض على انعزال صفة المقاومة بنسبة ٩ مقاوم : ٧ قابل للإصابة أو ١٥ : ١ ولا تكون هذه النتائج حقيقية لاحتلال وجود خليط من المسببات المرضية بالتربة. ولهذا فإنه فى معظم الأحيان يكون هناك جينات منفردة مسؤولة عن المقاومة بينما يظن أن هناك جينات عديدة متحكمة فى المقاومة.

وتدل هذه الدراسات السابقة على أهمية معرفة التفاعل بين المسببات المرضية عند وضع أى برنامج تربية للمقاومة للأمراض. ويتضح هذا جيداً عندما يكون هناك صنف طماطم قابل للإصابة بالنيماتودا والفيرتسيليم (يحتوى على جينات منتجة للمقاومة) ولكنه مقاوم للفيوزاريوم (يحتوى على جينات سائدة للمقاومة). فعندما يكون الحقل به فطر الفيرتسيليم فقط فإن هذا الصنف يكون قابلاً للإصابة به ولكن عند وجود كلا من الفيرتسيليم والفيوزاريوم بدرجة متجانسة فى الحقل فإنه يكون مقاوماً لكلا منهما. وفى حالة وجود النيماتودا بالإضافة للفطرين فإن الصنف لا يظهر أى مقاومة لهذه المسببات المرضية الثلاثة. وبالنسبة للحالة الأخيرة فيمكن استنتاج أن المقاومة قد كسرت أو أن سلالة جديدة من الفيوزاريوم لها قدرة عالية على أحداث الإصابة قد ظهرت بينما فى الحقيقة يكون ذلك راجعاً إلى وجود خليط من المسببات المرضية المختلفة. ويوضح

هذا المثال أهمية استنباط أصناف مقاومة لعديد من الأمراض في وقت واحد (Bell, 1982).

### استخدام البيئة لتصين مستوى المقاومة :

قد تستخدم التغيرات البيئية لتفسير أو لايضاح وراثية المقاومة أو ربما تستخدم لتمييز مستويات المقاومة في الأصناف المختلفة والسلالات والهجن.

وتعتبر التغيرات في درجات الحرارة على الأخص مفيدة لتمييز الدرجات المختلفة للمقاومة.

وقد استخدمت درجات الحرارة المختلفة للتمييز بين مستوى المقاومة المتوسط لمرض الذبول في الكرنب. حيث اكتشف Walker (1965) أن هناك نظامين وراثيين يتحكمان في صفة المقاومة. النظام الأول وتكون هنا صفة المقاومة سائدة على صفة القابلية للإصابة ويتحكم فيها عامل وراثي واحد (monogenic) وهذا الطرز تظهر فيه المقاومة على مدى واسع من درجات الحرارة. والنظام الثاني يكون فيه وراثية صفة المقاومة معقد ويختلف التأثير باختلاف درجات الحرارة وجميع نباتات هذا الطرز قابلة للإصابة على درجات حرارة من ٢٢ - ٢٤ م. وعند درجة ٢٤ م تموت جميع نباتات هذا الطرز بينما تعيش نباتات الطرز الأول التي ترجع فيه المقاومة الى عامل وراثي واحد. وبالتالي فيمكن التمييز بين هذه المستويات المختلفة من المقاومة بتغيير درجات الحرارة.

كما استخدم أيضاً تغيير درجات الحرارة للتمييز بين مستويات المقاومة لمرض الذبول في الفاصوليا والسبانخ

. DelDRibeiro and Hagedorn (1979) & Obrien and winters (1978)

وقد تستخدم التغيرات في طول الفترة الضوئية أو شدة الضوء للتمييز بين مستويات المقاومة فقد وجد Jones et al (1975) أن استخدام فترة ضوئية مدتها ٤ ساعات يمكن بها تمييز المستويات العالية من المقاومة لمرض ذبول الفيرتسيليم في الطماطم والتي ترجع الى عامل وراثي واحد (monogenic). وقد استخدم Ben-Yephet and Pilowsky (1979) شدة اضاءة منخفضة للتمييز أيضاً بين مستويات المقاومة لنفس المرض.

ويعتبر استخدام الفترات الضوئية الطويلة والكثافة الضوئية العالية مفيداً لتمييز المقاومة العامة للندوة المتأخرة في البطاطس (Schumann and Thurston, 1977).

### مصادر المقاومة للأمراض Sources of resistance

قد يكون البحث عن مصادر المقاومة أمراً صعباً خاصة عندما يظهر مرض جديد أو حشرة جديدة أو عندما تتغلب سلالات المسببات المرضية على وسائل المقاومة.

وفي معظم المحاصيل توجد قوائم بأسماء الأصناف المقاومة للأمراض المختلفة ويمكن أن نجد هذه القوائم في كتاب Year Book of Agriculture وتمتد منظمة الأغذية والزراعة F.A.O. بروما بإيطاليا مربو النباتات بأسماء هذه الأصناف.

وعند الرغبة في نقل صفة المقاومة إلى أي صنف يجب الحصول على مصدر ذات مقاومة عالية. وإذا كانت المقاومة كاملة فإنها تتحد من نشاط المسبب المرضي أو الحشري وتوقفه. وتعتبر مهمة مربو النبات سهلة لحد ما إذا وجد الصنف المقاوم من نفس الأنواع للمحصول.

وعندما لا تتوافر لدينا المقاومة الكافية في الأصناف التجارية المنزرعة ولكنها تتوفر في الأصناف الغير تجارية أو البرية فإن طريقة التلقيح الرجعى Backcross أو طريقة الانتخاب بالنسب Pedigree method تكون هي طريقة التربية المتبعة. وفي كلا الحالتين ينتخب أحد الأبوين بحيث يكون ذا مقاومة عالية جدا ضد مجموعة عديدة من السلالات الفسيولوجية للكائن المسبب للمرض Pathogen ويكون الأب الآخر ذا صفات زراعية أو بستانية ممتازة.

وتختار طريقة التلقيح الرجعى Back cross إذا ما كان الأب المقاوم صنف برى غير منزرع تماما وليس فيه ما يصلح من الصفات الزراعية لادخاله فى الهجين الناتج.

أما إذا كان المربى مقتنعا بأن الأب الذى يحمل صفة المقاومة يحمل أيضا بعض الصفات الزراعية المرغوبة التى تساعد فى تحسين صفات الهجين فإن طريقة الانتخاب بالنسب Pedigree method أو طريقة الانتخاب الاجماعى Bulk meth- od تكون أنسب طرق التربية الممكن اتباعها.

وسنذكر فيما يلى بعض الأمثلة لمصادر المقاومة التى تستخدم فى نقل صفة المقاومة للأمراض فى القرعيات والطماطم كأمثلة لبعض محاصيل الخضر التى يمكن للباحث الاسترشاد بها فى مجال التربية للمقاومة للأمراض.

جدول (١) بعض مصادر المقاومة للأمراض الفطرية والفيروسية في القرعيات

المحصول	اسم المرض	المسبب المرضي	مصادر المقاومة
الخيار	البياض الدقيقى	<i>Erysiphe cichoracearum</i>	Yomaki, Poinsett Spartan Salad
	موزايك الخيار	C.M.V.	Table green 65
	موزايك الكوسة	Sq.M.V.	Surinam
	موزايك البطيخ	W.M.V.	Hot Long
	موزايك الزوكينى	ZYMV.	T.M.G
	الأصفر		Palmetto
قرع الكوسة	البياض الزغبي	<i>Pseudomonas Cupensis</i>	C.martinezii
	البياض الدقيقى	<i>Erysiphe Cichoracearum</i>	
	موزايك الكوسة	Sq.M.V.	Nigerian Squash C.moschata
	موزايك البطيخ ١	WM.V.1	Libian Squash
البطيخ	موزايك البطيخ ٢	WM.V.2	
	الذبول	<i>F.oxysporum F.niveum</i>	Citron, Giza - 1 Freska
	موزايك البطيخ ١	WM.V.1	Egun
	موزايك الزوكينى الأصفر	Z.Y.M.V.	Tamuvlde
القاوون	البياض الدقيقى	<i>Sphaerotheca Fuliginea</i>	P.M.R.6
	موزايك الخيار	C.M.V.	Freeman Cucum- ber
	موزايك البطيخ ١	WM.V.1	
	موزايك الزوكينى الأصفر	ZYMV.	Webbss B665
			PI 414723-4
	لفحة الساق الصمغية	<i>Mycospharella melonis</i>	PI 140471 (Texas) PI266935 (Japan)
	الذبول	<i>F.oxysporum F.melonis</i>	Delicious 51
			Charaentais F.R.
	البياض الزغبي	P.Cupensis	Perlita

(Provvidenti and Gonsalves, 1984 and Munger, 1985).

بعض الأمراض الرئيسية التي تصيب الطماطم ومصادر  
المقاومة لها في الأنواع البرية

المصدر المقاوم	المسبب	المرض
		البكتريا
L. hirsutum, peruvianum, Pimpi-Corynebacterium michiganese nelli folium		التمسوس البكتيري
L. pimpinelli folium	Pseudomonas Solanacearum	الذبول البكتيري
L. esculentum Var. Cerasiforme	Xanthomonas campestris Var Vesicatoria	التبقع البكتيري
L. pimpinelli folium	Pseudomonas toomato	النقط البكتيرية
		الفطريات
L. hirsutum, peruvianum, pimpi-Alternaria solani nelli folium		اللدوة المبكرة
L. esculentum Var. Cerasiforme	Cladosporium Fulvum	تلطخ الأوراق
L. esculentum Var. cerasiforme	Colletotrichium coccodes	الأنثراكوز
L. pimpinelli folium	FUsarium oxysporum	ذبول الفيوزاريوم
L. pimpinelli folium	Phytophthora infestans	اللدوه المتأخرة
L. peruvianum	Pyrenochaeta Lycopersici	الجنر الفليني
L. esculentum Var. Cerasiforme,Septoria Lycopersici hirsutum, pimpinelli Folium		تبقع الأوراق السبوري
L. pimpinelli Folium	Stemphylium Solani	تبقع الأوراق الرمادي
L. esculentum Var., Cerasiforme	Verticillium albo-atrum	ذبول الفيوتسليم

تابع : بعض الأمراض الرئيسية التي تصيب الطماطم ومصادر  
المقاومة لها في الأنواع البرية

المرض	المسبب	مصدر المقاومة
<b>النيماتودا</b>		
نيماتودا البطاطس المتحوصلة	<i>Globodera pallida</i>	<i>L. hirsutum</i>
نيماتودا بنجر السكر	<i>Heterodera schachtii</i>	<i>L. pimpinelli folium</i>
نيماتودا تعقد الجذور	<i>Meloidogyne incognita</i>	<i>L. peruvianum</i>
<b>الفيرس</b>		
فيرس موزايك الخيار	CMV	<i>L. peruvianum</i>
		<i>S. lycopersicoides</i>
فيرس التفاف القمه	CTV	<i>L. peruvianum</i>
فيرس البطاطس Y	PYV	<i>L. esculentum</i> Var. <i>cerasiforme</i>
فيرس الذبول المتبقع	SMV	<i>L. pimpinelli folium</i>
فيرس موزايك الدخان	TMV	<i>L. peruvianum</i>
فيرس تجعد والتفاف الأوراق الأصفر	TYLCV	<i>L. cheesmanii</i> , <i>hirsutum</i> , <i>peruvianum</i> , <i>pimpinelli folium</i>
عيوب فسيولوجية لا تنشأ من مسببات مرضية		معظم الأنواع البرية
تعفن الطرف الزهري		<i>L. cheesmanii</i> , <i>hirsutum</i> ,
الدموات الفضية		<i>S. pennellii</i>

Rick (1986)

عن

بعض الأمراض الرئيسية التي تصيب الطماطم ومصادر المقاومة لها  
في الأصناف المزروعة

المراجع	طبيعة عمل الجين	مصدر المقاومة	المسبب	المرض
Porte and walker, 1941	سائد	Pan American watter, peto	Fusarium oxysporum	ذبول الفيوزاريوم
Stal] and watter, 1965		95 Floradade	F.Sp. lycopersici (Sacc.)	
Clark et al 1968 walter, 1967	سائد	V R Moscow	Verticillium albo-arum	ذبول الفيتريليم
			Reinke & Berth.	
Acosta et al 1964, Kel- man, 1953	متلحمي أو عديد	P.I 127805A	Pseudo monas	الذبول البكتيري
		Satum Venus	Solanacearum	
			(E.F.Sm) E F Sm.	
Thyr, 1968	عديد	Bulgarian lz	Coryne bacterium	التسوس البكتيري
			michiganese	
Gallegly, 1960	عديد	West virginiab3	(E. F. Sm.) H. L. Jens	
Hassan, 1988	سائد	Nova	Phyto Phthora infestans	الندوة المتأخرة
	سائد	New Yorker	(Mont.) D B y.	
Barksdate, 1969	سائد	68 B 134	Alternaria solani	الندوة المبكرة
Reynard and Andrus 1944	سائد جزئياً	South land	(El. & G. Martin) Sor.	
Andrus and Reynard 1945	سائد	Targinnie Red	Septoria lycopersici Speg.	نبتع الأوراق السفوري
Guba, 1956 Kerr, 1955		Waltham Mold Proof	Cladosporium Fulvum cke.	تلطخ الأوراق
		Forcing vendor Tropic		
Hendrix and Frazier, 1944	سائد	Manalucie	Stemphylium Solani Weber	نبتع الأوراق الرمادي
Barks dale, 1970	عديد	P.I. 272636	Colletotrichum Phomoides	الانثراكوز
Hoadley, 1960.			(Sacc.) chester	
Pelham, 1966	سائد أو متلحمي	ohio M-R q	Tomato mosaic virus	موزيك الطماطم
Frazier et al 1950	سائد وعديد	Pearl Harbor Hawaii N-65	Spotted wilt virus	الذبول المتبقع

بعض الأمراض الرئيسية التي تصيب الطماطم ومصادر المقاومة لها  
في الأصناف المنزوعة

المراجع	طبيعة عمل الجين	مصدر المقاومة	المسبب	المرض
Cannon and waddoups, 1951, Martin, 1969.	سائد	C V F 4	Curly top virus	التفاف القمة
Dropkin and webb, 1967, Harrison, 1960	سائد	Anahu	Meloidogyne spp.	نيماتودا تعقد للجذور
Boyie and Bergman 1967, Stall and Hall, 1969	غير معروف		فسيولوجي	الجدار الرمادي أو الضج المتبقع
Geraldson, 1957 Young, 1942	غير معروف		فسيولوجي	تغفن الطرف الزهري

### وراثة صفة المقاومة للأمراض

تختلف سلوك وراثه صفة المقاومة للأمراض من مرض إلى آخر فقد تكون الصفة سائدة وقد تكون متنحية. وقد يتحكم في وراثه هذه الصفة زوج واحد من العوامل الوراثية البسيطة أو قد تكون صفة كمية يتحكم فيها أكثر من زوج من العوامل الوراثية وعلى ذلك يجب على المربي أن يكون ملما بنظام وراثه الصفة التي يريد دراستها حتى يتبين له وضع البرنامج السليم لكي يتم له نقل الصفة المراد نقلها بكفاءة عالية.

وسنحاول فيما يلي سرد بعض الأمثلة عن كيفية وراثه صفة المقاومة لبعض الأمراض الهامة :—

## ١ - مرض الذبول فى الكرنب :

اكتشف العلماء أن هناك نظامين وراثيين يتحكمان فى المقاومة لهذا المرض. النظام الأول A وهى صفة يتحكم فيها عامل وراثى واحد monogenic وتكون المقاومة هنا صفة سائدة على صفة القابلية للإصابة وهذا الطراز تظهر فيه المقاومة على مدى واسع من درجات الحرارة. والنظام الثانى B وهنا نظام وراثى المقاومة معقد ويختلف التأثير باختلاف درجات الحرارة وجميع نباتات الطراز B قابلة للإصابة على درجات حرارة من ٢٢ - ٢٤ م ويمكن اختيار نباتات الطرز A باستخدام درجات حرارة ٢٤ م.

## ٢ - البياض الدقيقى فى الفاصوليا :

وصفة المقاومة فيه سائدة وترجع إلى عامل وراثى واحد.

## ٣ - مرض موزايك الفاصوليا العادى :

صفة المقاومة فيه سائدة وترجع إلى عامل وراثى واحد.

## ٤ - مرض الذبول فى البطيخ :

اختلف العلماء فى عدد العوامل الوراثية التى تتحكم فى وراثى صفة المقاومة لمرض الذبول فى البطيخ فبعضهم مثل العالم (1936) Bennett يعتقد أنها صفة كمية يحكمها عديد من العوامل الوراثية والبعض الآخر يعتقد أنه يحكمها زوجين من العوامل الوراثية.

ويرجع تضارب الآراء فى وراثى صفة المقاومة لمرض الذبول إلى وجود عديد من السلالات الفسيولوجية للفطر *Fusarium Oxysporum F.niveum* المسبب لمرض الذبول فقد ثبت أن هناك سلالتين للفطر على الأقل هما race 1 و race2 ، وعدم تحديد ومعرفة نوع السلالة التى تصيب النباتات هو الذى

يرجع له السبب فى اختلاف نتائج وراثه صفة المقاومة للذبول. فعلى سبيل المثال اذا درست وراثه المقاومة لـ race1 فقد تظهر على أنها صفة وراثية بسيطة بينما يختلف الوضع كثيرا بالنسبة لـ race2 فقد تظهر المقاومة على أنها صفة كمية.

لذلك فمن الضرورى على المربى تحديد ومعرفة نوع السلالة التى يجرى عليها دراسته لتحديد كيفية وراثه صفة المقاومة.

وبصفة عامة عند الرغبة فى نقل صفة المقاومة للأمراض فإنه تستخدم احدى طرق التربية السابق ذكرها وهى التهجين الرجعى أو انتخاب النسب مع اجراء الانتخاب للنباتات المقاومة تحت ظروف العدوى الصناعية بالمسبب المرضى. وتعتبر طريقة التهجين الرجعى هى أهم طرق التربية للمقاومة للأمراض حيث أنها تتطلب وقتاً أقل من الطرق الأخرى وتعتبر هذه الميزة لها أهميتها عندما تنتشر الأمراض بسرعة.

وفى العادة يكون نقل صفة المقاومة أو استنباط الأصناف الجديدة المقاومة سهلاً إذا كانت صفة المقاومة سائدة ويتحكم فيها عدد قليل من العوامل الوراثية. بينما يطول برنامج التربية إذا كانت صفة المقاومة متنحية ويحكمها عديد من أزواج العوامل الوراثية.

### مدى كفاءة نجاح مقاومة الأمراض بالطرق الوراثية

لا يمكن اعتبار الطرق الوراثية الحل النهائى لجميع المشاكل المرضية للنبات ولا تكون هذه الطرق فعالة عند نخلو الأصناف التجارية والأنواع القريبه لها من جينات المقاومة. وقد اتضح أنه ليس من الشائع وجود جينات للمقاومة ضد مسبب مرضى يسبب عدد كبير من العوائل ونبذو هذه الظاهرة اكثر وضوحاً

على الأمراض متعددة العوائل والتي توجد مسبباتها فى التربة مثل بعض أمراض عفن الجذور والذبول.

وكثيراً ما تتحدد فائدة جينات المقاومة بالأجزاء النباتية التى تتأثر بالمرض فالتربية لأمراض التعفن الذى يصيب بعض نباتات الخضر ليست من وسائل المقاومة الأساسية لهذا المرض. لأن أعضاء التخزين مثل الكورمات والدرنات لا تكون استجابتها نشطه للكائنات التى تهاجمها حيث لا تكون هذه الكائنات بوجه عام على درجة عالية من التخصص مع أنها تكون شديدة الشراسه وتصيب هذه الأجزاء بوجه عام عن طريق الجروح والعديسات كما أنها لا تمتلك القدرة على الاختراق المباشر.

وتختلف أصناف البطاطس فى مواصفات العديسات من صنف إلى آخر وليس معلوماً إلى أى مدى تتسبب هذه الصفات فى اختفاء صفة المقاومة للصنف. كما أنها لا تعتبر من وسائل المقاومة حيث أنها لاتسهم اسهاماً فعالاً فى الدفاع ضد المسبب. وبناء على ذلك فإنه يمكن القول بأن التربية لمقاومة المسببات المرضية التى ليست على مستوى عالى من التخصص والتى تهاجم الأجزاء النباتية التى لا تستجيب استجابة نشطه فى الدفاع ضد المسبب المرضى تكون محدوده من حيث نجاحها كوسيلة للمقاومه.

وكثيراً ما تكون المقاومة الوراثية موجوده فى أنواع ليست بدرجة كافية من القرابة تسمح بنجاح التهجين بين الأنواع البريه والأنواع المنزرعه كما هو الحال فى بعض الأنواع النباتية التابعة للجنس Cucurbita مثل الأنواع Moschata & Maxima.

فمثلاً لايقبل النوع Moschata التهجين بسهولة مع النوع النباتى Pepo الذى تنتمى إليه كل أصناف قرع الكوسه التجارية ويفشل هذا التهجين غالباً عند

الرغبة فى نقل صفة المقاومة للفيرس والموجودة فى النوع النباتى Moschata إلى أصناف قرع الكوسه التجارىه القابلة للإصابة بالفيرس. ويلجأ مربو النبات فى مثل هذه الأحوال للتغلب على فشل التهجينات الناتجة إلى ما يسمى بال-bridge cross وفيه يتم تهجين القرع النيجيرى الذى ينتمى الى النوع Moschata مع أحد أصناف قرع الكوسه التجارىه وهو الصنف White Bush scallop الذى ينتمى إلى النوع Pepo ثم يهجن الجيل الأول الناتج مع صنف قرع الكوسه القابل للإصابة بالفيرس والمراد نقل صفة المقاومة للفيرس له ويكون التهجين كالتالى:

Nigerian squash (C. moschata) x white Bush scallop (C. Pepo) x C. pepo  
أى أن الصنف White Bush Scallop يستخدم ك-bridge للتغلب على فشل التهجينات إذا أجريت مباشرة بين النوع Moschata وأصناف قرع الكوسه التجارىه التابعة للنوع النباتى Pepo.

ومن العقبات التى تصادف أيضاً مربى النبات وجود ارتباط وراثى بين جينات المقاومة وصفات أخرى غير مرغوبه فى النوع الذى يستخدم كمصدر للمقاومة المطلوبة، بالإضافة إلى أن جينات المقاومة لمرض معين ربما تكون مرتبطة بالجينات الوراثيه لمرض آخر.

وبالإضافة إلى ذلك فإنه كلما ازداد عدد أزواج العوامل الوراثيه المتحكمه فى المقاومة كلما كان برنامج نقل صفة المقاومة صعباً والعكس صحيح.

ويجب أن يؤخذ فى الإعتبار أن تربية الأصناف المقاومة للأمراض فى الخضروات يجب أن يكون مرتبطاً بمواصفات جودة للصنف المنزرع بحيث ترضى المنتج والمستهلك. وذلك بصرف النظر عن نشوء طرز فسيولوجيه جديدة من

المسبب المرضى. فإن ذوق المستهلك و رغبات المزارعين تتغير باستمرار الأمر الذى يستلزم مداومة تغيير التراكيب الوراثية فى الأصناف. والتي تكون قد اكتسبت بالفعل صفة المقاومة. كما أن ذلك كثيراً ما يتسبب عن مشاكل مرضيه جديدة. فعلى سبيل المثال أدت الرغبة فى تربية أصناف من الطماطم تصلح للحصاد الآلى إلى تفاقم مشكلة أمراض تعفن الثمار.

ومن المشاكل التى تعترض برامج التربية أيضاً هو عمر النبات فيؤدى طول دورة حياة النوع النباتى إلى تعقيد برنامج التربية وعلى ذلك يكون البرنامج سهلاً فى محاصيل الخضر الحولية بالمقارنة بذات الحولين والمعمره خاصة إذا أخذنا فى الإعتبار قدرة المسبب المرضى على إنتاج طرز جديدة خلال الفترة التى يستغرقها برنامج التربية.

وبالإضافة إلى ذلك فإنه من المعروف أن النوع النباتى الواحد يصاب فى العادة بعدد من الأمراض ومن النادر أن ينجح المربي فى إنتاج صنف واحد يكون مقاوماً لها جميعاً وفى نفس الوقت يكون مقبولاً من الناحية الزراعية.

ويمكن تلخيص الصعوبات التى يصادفها المربي عند تنفيذه برامج التربية للمقاومة للأمراض فى التالى:-

- ١- عدم وجود جينات المقاومة.
- ٢- صعوبة العثور على المقاومة للمسيبات المرضية غير المتخصصة والتي تصيب الأجزاء النباتية التى لا تستجيب للإصابة استجابة نشطه.
- ٣- صعوبة نقل جينات المقاومة من الأنواع البرية إلى الأصناف المنزرعة.

٤- وجود الإرتباط الوراثى بين جينات المقاومة وبعض الصفات الأخرى غير المرغوبة فى النوع مصدر المقاومة.

٥- عقم الهجن

قد ينشأ عن التهجين بين الأصناف المختلفة بعض الحالات من العقم التى قد ترجع إلى عدم حدوث الإخصاب أو عدم اكتمال تكون الأجنه نتيجة اختلاف السرعة النسبية لنمو الجنين والاندوسبرم أو عدم اكتمال النضج الفسيولوجى للجنين.

٦- تأثير البيئة على نوع العلاقة بين العائل والمسبب المرضى

قد تعمل البيئة على احداث نوع من المقاومة أو تغيير المقاومة كما سبق ذكره ويعتقد المرئى أن هذه المقاومة مقاومة حقيقية لذلك يجب أن يؤخذ فى الاعتبار تأثير العوامل البيئية على المسبب المرضى والعائل.

٧- عدد أزواج العوامل الوراثية المسئولة عن المقاومة.

٨- التغير المستمر فى رغبات المزارع والمستهلك من حيث مواصفات الصنف المرغوب.

٩- طول دورة حياة العائل.

١٠- ظهور طرز فسيولوجيه جديدة للمسبب المرضى.

وبالرغم من هذه العقبات فإن التقدم العلمى يزداد يوماً بعد يوم.

وهناك آفاقاً جديدة ربما تعمل على حل وسرعة استنباط الأصناف الجديدة للخضرة التى تتميز بمقاومتها للأمراض. ولعل مجال الهندسة الوراثية Genetic

engineering أحد المجالات المبشرة لسرعة نقل صفة المقاومة للأمراض إلى أصناف الخضر القابلة للإصابة ولقد حقق هذا المجال بعض النجاح حيث أمكن للعلماء تحديد الكروموسومات التي تحمل جينات المقاومة لبعض الأمراض كما أمكنهم تحديد مواقع الجينات المسؤولة عن صفة المقاومة ليتمكنوا من نقل صفة المقاومة إلى الأصناف القابلة للإصابة. ولعل المستقبل يحمل لنا الجديد من خلال هذه التكنولوجيا الحديثة التي تتغلب على طول برنامج التربية التقليدي لنقل صفة المقاومة للأمراض.

## ثانياً : الحشرات

### تأثير بعض الظروف البيئية على مقاومة الحشرات :

فى دراسة على المن والعوامل المؤثرة على المقاومة وجد (1963) Cartier أن درجة الحرارة وسلالة المن وظروف الحقل والصبوب الزجاجيه لها تأثير مباشر على درجة مقاومة أصناف البسلة المختلفة. وقد وجد أن بادرات البسلة عندما يكون طولها من ٢,٥ - ١٢,٥ سم تختلف درجة اصابة المن لها تبعاً للون النمو الخضرى. حيث يعتبر لون البادرات الأخضر المصفر جذاباً لحشرة المن بينما يعتبر اللون الأخضر والأخضر الداكن غير جذاب لها. ويرتبط ارتفاع نبات البسلة ارتباطاً موجباً مع شدة الاصابة بالحشرات.

وفى دراسة أخرى على تأثيرات درجة الحرارة على مقاومة فاصوليا الليما Phaseolus lanatus والطماطم Lycopersicon esculentum لحشرة أنفاق الأوراق Liriomyza munda وجد Webb & Smith سنة (1969) أن نمو اليرقة يكون بطيئاً على نبات الطماطم بالمقارنة بنبات فاصوليا على نفس درجة الحرارة

ويؤدى تعرض أصناف الطماطم المقاومه لدرجات حرارة منخفضة إلى موت نسبة كبيرة من اليرقات.

### تأثير التغذية المعدنيه على مقاومة الحشرات:

أثبتت الأبحاث أن معدل التسميد الآزوتى - الفوسفاتى والبوتاسى لهم دور كبير على إحداث المقاومة ونشاط عديد من الحشرات. ولقد درس Van Emden (1966) العلاقة بين النتروجين والبوتاسيوم ومدى نشاط وتكاثر نوعين من المن هما *Myzus persica* & *Brevicoryne brassica* وقد وجد أن زيادة التسميد الآزوتى أو نقص التسميد البوتاسى يزيد من كمية النتروجين الذائب فى أوراق نبات كرنب بروكسل وكان هذا مرتبطاً ارتباطاً موجياً بمعدل نشاط وتكاثر حشرة *Myzus persicae*. كما وجد ارتباط موجب بين كل من كمية النتروجين المضافة للنبات ومحتوى الأوراق من النتروجين فى فاصوليا الليما ومدى نشاط وتكاثر نوعين من الحلم. وفى دراسة لـ Henneburg & Schiver (1964) لم يلاحظ وجود تأثير لمستويات التسميد الآزوتى والفوسفاتى والبوتاسى على نشاط حشرة *Sciopithes obscurus* التى تصيب نباتات الفراولة.

### تأثيرات العوامل المختلفة الأخرى على إحداث المقاومة ونشاط الحشرات:

تؤثر العوامل البيئية الأخرى الموجودة بالحقل والعمليات الزراعية الأخرى ونوع الغطاء الأخضر على تعداد الديدان السلبيه لبنجر السكر التى تصيب نبات المسترده وتعتبر عمليات حرث الأرض مبكراً عاملاً فى تقليل أعداد هذه الحشرة.

وعندما نأخذ في الاعتبار المبيدات الحشرية التي تستخدم لمقاومة حشرات التربة فإنه يجب أن نذكر أن هناك تفاعلاً بين طبيعة التربة ومعدل اضافة المبيدات الحشرية. حيث وجد (Finlayson & Noble 1966) أن معدل اضافة المبيدات لمقاومة يرقات حشرة *Hylemya brassicae* التي تصيب الكرنب يختلف في الأرض الرملية السلتية عن الأرض الطينية.

ويمكن للنباتات المقاومة تكوين بعض المواد المركبات تحد من نشاط الحشرات. حيث وجد Brett وآخرون سنة ١٩٦٥ أن مركب D-glucose يرتبط ارتباطاً موجباً بالمقاومة لحشرة *Diaphanla nitidalis* حيث وجدوا أن ازدياد التركيز عن ١٪ يزيد المقاومة وأن التركيز أقل من ١٪ يقلل المقاومة. ويختلف نسبة تكون هذا المركب باختلاف العمر. وقد وجدوا أيضاً تركيزات منخفضة من ال-D-glucose في رحيق أزهار النباتات القابلة للإصابة بالمقارنة بالنباتات المقاومة. كما وجدوا أن كمية D-glucose في قشرة ثمار النباتات المقاومة ضعف الموجودة في النباتات القابلة للإصابة.

ويوجد عدد قليل من أصناف الخضر مقاومة وراثياً للحشرات ويرجع ذلك إلى عدم وجود السلالات المقاومة المناسبة - نقص المعلومات عن طبيعة المقاومة وصعوبة نقل صفة المقاومة إلى الأصناف المنزرعة. ولانتاج أصناف كثيرة تقاوم الحشرات فهناك ثلاثة خطوات رئيسية يجب أن تتوافر:

١- وجود مصدر عالي للمقاومة.

٢- دراسة طبيعة المقاومة.

٣- ادخال الجينات المسئولة عن المقاومة إلى الأصناف المنزرعة (Kallo, 1985)

## ثالثاً : النيमतودا

تعتبر العلاقة بين العائل والطفيل والبيئة علاقة مركبة ومتغيرة.

ويؤثر العائل على نمو الطفيل، كما يؤثر الطفيل، على العائل وتؤثر البيئة عليهما معاً. وقد تكون البيئة التي يعيش فيها الطفيل (العائل - التربة - المناخ) ملائمة للطفيل في فترات وغير ملائمة في فترات أخرى. وعلى العكس فإن البيئة التي يعيش فيها العائل (الطفيل - التربة - المناخ) ربما تكون في أوقات ملائمة أو غير ملائمة للعائل. ونادراً ما تكون البيئة ملائمة لكل من العائل والطفيل لفترات طويلة.

ويمكن وضع استراتيجية فعالة لمقاومة الأعداء النباتية من خلال تفهم هذه العلاقات المختلفة التي ربما تكون من خلال العمليات الزراعية - الدورة الزراعية - زراعة أصناف مقاومة أو استخدام المبيدات.

وبالنسبة للنيमतودا يجب أن يؤخذ في الاعتبار التالي:

أ - أهمية وطبيعة الأمراض النيमतودية التي تصيب النبات.

ب - مدى التقدم في استنباط أصناف مقاومه.

ج - علاقة النيमतودا بعوائلها والبيئة.

د - الاحتياطات التطبيقية ومشاكل مربي النبات في استنباط أصناف مقاومة للنيमतودا.

هـ - طبيعة مقاومة النبات للنيमतودا والاحتمالات الممكنة لمربي النبات لاستنباط نباتات تتحمل الظروف الغير ملائمة.

## أهمية وطبيعة الأمراض التي تسببها النيमतودا للنبات

تعتبر أحد مشاكل الانتاج الزراعى فى مناطق كثيرة من العالم هى الخسارة الكبيرة التى تسببها النيमतودا التى تتطفل على النباتات. وتتوقف درجة الخطر التى تهدد أى محصول على نوع المحصول نفسه - أنواع النيमतودا - معدل الاصابة والظروف البيئية المغايرة التى يتعرض لها النبات.

وتزداد نسبة الفقد أو الخسارة اذا كان تعداد النيमतودا كبيراً وأن يكون المحصول المنزوع قابلاً للإصابة بالنيमतودا الموجودة فى المنطقة. وتظهر الأعراض الظاهرية للنيमतودا على صورة قلة فى معدل النمو الخضرى - درجات مختلفة من الاصفرار - ذبول المجموع الخضرى وأحياناً موت النباتات.

ويؤدى تدهور النمو الخضرى للنباتات إلى قلة المحصول ورداءة مواصفات الجودة لمحاصيل البطاطس - الخضراوات.

وترجع الأعراض الظاهرية المشاهدة نتيجة اصابة النباتات بالنيमतودا الى التأثير المباشر وغير المباشر لتغذية النيमतودا على ألياف المجموع الجذرى أو أجزاء أخرى من النبات. وعلى سبيل المثال تقرحات الجذور - أورام الجذور - تحلل وتعفن المجموع الجذرى هى الأعراض الشائعة نتيجة لتغذية النيमतودا على هذه الأجزاء. ويعتبر تهتك الجذور بهذه الطريقة عاملاً محدداً لاستخدامها للعناصر الغذائية والماء والمتوافره بحالة قابلة للاستفادة بالتربة. ويؤدى عدم كفاءة المجموع الجذرى هذه وعدم قدرته على امتصاص العناصر والماء إلى ظهور أعراض نقص العناصر على النمو الخضرى للنباتات المصابة بالنيमतودا حتى لو وجدت هذه العناصر بكمية كافية وقابلة للامتصاص فى منطقة نمو الجذور. وبالإضافة إلى ذلك فإن هذه الجذور الضعيفة المهتكة تكون وسيلة

سهله للافتراس والمهاجمة بأنواع عديدة من البكتريا والفطريات التي تخترق الجذور وتسرع من تلفه وتهتكه.

وغالبا فإن النباتات والأصناف المستنبطه والتي تظهر مقاومة لبكتريا وفطريات معينه تهاجم بهذه الكائنات فى الحقول التي لا يتم فيها مقاومة النيमतودا. وأيضاً فإن كثير من الأمراض الفيرسيه الموجوده بالتربة تنقل بواسطه هذه النيमतودا.

وخلال السنوات الأخيرة أدى نقص الانتاج الزراعى نتيجة لمهاجمة النيमतودا إلى البحث عن وسيلة لمقاومتها. وتعتبر مقاومة النيमतودا بالتربة صعبة وغالبا مكلفه. وعلى الرغم من ذلك فإن مقاومة النيमतودا تعتبر عملية ضرورية للحصول على انتاج عالى فى المناطق المعتدله والاستوائيه وتحت الاستوائيه من العالم.

Franklin, 1979, Lamberti, 1979 and Sasser, 1979

وتنحصر المقاومة عادة فى تقليل تعداد النيमतودا إلى الحد الأدنى الذى يكون تأثيرها طفيفاً. وبمجرد وجود النيमतودا فى الحقل فإن التخلص منها غير عملياً. ويمكن تقليل الفقد فى كمية المحصول من خلال اتباع دورة زراعيه حيث لايزرع العائل القابل للإصابة فى التربة إلا كل ٣-٨ سنوات.

وعندما تتوفر الأصناف المقاومة فإن ذلك قد يؤدي إلى نقص وقلة تكاثر أنواع معينه من النيमतودا. وفى بعض الحالات فإنه يكون اقتصادياً استخدام بعض مبيدات النيमतودا. وتعتمد اختيار وسيلة المقاومة على قيمة المحصول المنزرع - مدى خلو الأرض من الأعداد الكبيرة للنيमतودا.

## إمكانية وأهمية استنباط أصناف مقاومه :

تعتبر أهم الطرق وأكثرها نجاحاً هو التربية للمقاومة للنيماتودا. وقد تحقق نجاح كبير حيث أمكن استنباط أصناف من كثير من المحاصيل تظهر مقاومة للأصناف الرئيسية من النيماتودا.

وبصفة عامة يعتبر القاوون حساسا لنيماتودا تعقد الجذور .. وقد تم عدوى نباتات ٥ سلالات تجارية للقاوون Cucumis melo وأحد أنواع القاوون البريه المقاومة للنيماتودا بتركيزات صفر & ٥٠٠ & ١٠٠٠ & ٢٠٠٠ & ٥٠٠٠ بيضه نيماتودا لكل نبات. وتم التقييم بالنسبة للانتفاخات ومعدل انتاج البيض والتقرحات. وبناء على هذه المعايير فقد أوضحت النتائج أن صنف القاوون C 880 الذى تم عدواه بمعدل ١٠٠٠ بيضه لكل نبات كان حساساً جداً لنيماتودا تعقد الجذور (Root-Knot nematode) بينما أظهرت الأصناف التالية Chilton, Planters Jumbo, PI 140471 & 183311.

حاله وسطية من المقاومة. وتوضح نتائج هذه الدراسات أنه يمكن تمييز المستويات المنخفضة للمقاومة لنيماتودا تعقد الجذور عند عدوى النبات بتركيز ١٠٠٠ بيضه فى بيئة العدوى. ويمكن نقل صفة المقاومه لنيماتودا تعقد الجذور خلال برامج التربية لتحسين مقاومة القاوون للنيماتودا (Nugent & Dukes,1986).

وقد ظهرت مقاومة عالية للنيماتودا فى النوع النباتى Metuliferus بالمقارنة بالنوع Melo وبالتالي يمكن استخدام النوع الأول فى برامج التربية للمقاومه للنيماتودا.

وقد أجرى Ferrari et al (1990) تقييماً لعدد ١٣ هجين تجارى بالنسبة لتأثير النيماتودا على إنتاجية هذه الهجن - وقد لوحظ أنه فى الأرض المصابه بالنيماتودا يتأخر بداية الحصاد فيها بمدة يومين - وقد حدث نقص معنوى فى كمية

المحصول بالنسبة لجميع التراكيب الوراثية المختبره. وقد أظهر الهجين Hercules تحملاً للإصابة بالنيमतودا بالمقارنه بباقي الهجن حيث أن محصوله قد قل فقط بنسبة ٢٠٪ بالمقارنة بالزراعة في التربه الغير معديه بالنيमतودا على حين أظهرت الهجن والأصناف التاليه وهى Parsifal, 86-85, psx 6485 and Durine نقصاً في المحصول بنسب ٣٣,١٪ & ٣٧,٧ & ٤٠,١ & ٤١,٩٪ بالمقارنة بالزراعة في تربه غير مصابه. وتوضح هذه النتائج التأثير السبع للنيमतودا على إنتاجية القاوون - ولأن لا توجد أصناف أو هجن تجاريه لها مقاومه وراثيه عاليه ومتخصصه لأنواع نيमतودا تعقد الجذور. ولهذا فيجب تخاشى الزراعة فى الأراضى المصابة. وبالرغم من ذلك فإنه من بين الهجن المختبره فإن الهجين Hercules يظهر تحملاً عالياً للطفيل.

وبمقارنة صنف الجزر الحساس للإصابة بالنيमतودا (Senta) وصنف برى من الجزر اتضح أن معدل تكاثر نيमतودا تعقد الجذور يقل فى الأنواع البريه. وقد عزى ذلك إلى قلة الاحتراق وتأخير نمو يرقات الاناث فى جذور الأنواع البريه من الجزر.

وباجراء انتخاب للنباتات التى تحتوى جذورها على عدد قليل من عقد النيमतودا داخل بعض الهجن النوعيه أمكن الحصول على جذور بها عقد قليله من النيमतودا باستخدام التهجين الرجعى للأب الحساس على حين لم يودى الانتخاب فى الأصناف المنزرعه إلى تقليل أعداد عقد النيमतودا.

وتدل هذه النتائج على أن التراكيب الوراثيه من الأنواع البريه تعتبر مناسبه كأبأء مانحه لصفة المقاومه للنيमतودا خلال برامج التربية (Frese, 1982).

وفيما يلى جدولاً لبعض محاصيل الخضر التى استنبطت فيها أصناف مقاومه لنوع أو أكثر من النيमतودا:

المحصول	النيماتودا	الاسم العلمى
الفاصوليا	تعقد الجذور	Meloidogyne spp
فاصولياالليما	تعقد الجذور	Meloidogyne spp
اللوبيا	تعقد الجذور	Meloidogyne spp
الباذنجان	تعقد الجذور	Meloidogyne spp
القاوون	تعقد الجذور	Meloidogyne spp
الباميا	تعقد الجذور	Meloidogyne spp
اليسله	تعقد الجذور	Meloidogyne spp
الفلفل	تعقد الجذور	Meloidogyne spp
البطاطس	تعقد الجذور	Globodera dera rostochiensis
		Globo Pallida
فول الصويا		Heterodera glycines
	تعقد الجذور	Meloidogyne spp
	النيماتوداالكلوبيه	Rotylenchulus reniformis
الفراوله	تعقد الجذور	Meloidogyne spp
البطاطا	تعقد الجذور	Meloidogyne spp
الطماطم	تعقد الجذور	Meloidogyne spp
البطيخ	تعقد الجذور	Melo idogyne spp

عن (1982) Sasser

## علاقات النيमतودا بعوائلها والظروف البيئية:

عند التربية لمقاومة النيमतودا يجب أن يؤخذ فى الاعتبار التفاعل بين العائل والطفيل والبيئة التى يتنافس فيها كل منهما. وعادة تكون النيमतودا الممرضه يسهل كشفها ميكروسكوبياً وتعيش إما فى التربة أو فى أجزاء النبات مثل الجذور- الدرناات والبراعم أو البذره.

وعادة تتواجد فى منطقة جذور النباتات وتشاهد أعداد كبيرة منها بالقرب من منطقة الجذور. وهذه الأعداد الكبيرة فى منطقة الجذور تتواجد لأن النيमतودا المتطفل على النباتات يكون تطفلها اجبارياً ويمكنها التكاثر فقط عندما تتواجد الأنسجة الحية للنباتات كمصدر من مصادر الغذاء لها. وعادة اذا تواجدت النيमतودا فإنه كلما كان هناك مجموعاً جذرياً كبيراً كلما ازداد اعدادها والعكس صحيح فعندما يتحطم المجموع الجذرى للعائل أو عندما تكون هناك ظروف سيئة فإن تعداد النيमतواد يقل. وفى غياب العائل المناسب فإن تعداد معظم المتطفلات النباتيه يقل بأكثر من ٩٠٪ خلال فترة ٤-٦ شهور.

ويمكن للنيमतودا المتحوصله أن تظل حيه فى التربه لمدد طويله بدون غذاء نظراً لوجود نظام لحمايتها. وعلى الرغم من ذلك عندما يتوافر العائل المناسب يزداد تعدادها بسرعة نظراً لوجود وفره من الغذاء وعدم وجود تنافس بدرجة كبيرة ولهذا فإن دورة زيادة وقله اعدادها تتكرر باستمرار.

وهناك عدة عوامل تؤدي إلى زيادة اعداد النيमतودا وفداحة الضرر الذى تسببه. وأهم هذه العوامل هو العائل - فهناك بعض النباتات لها قابلية عاليه للإصابة بالنيमतودا أو تتأثر بشدة عندما يزداد تعداد النيमतودا إلى مستوى معين. كما أن البعض الآخر يتحمل نسبياً الإصابة وحتى فى وجود أعداد كبيرة من

النيماتودا فإنها لا تظهر أو تظهر اصابة بسيطة. وعلى العكس من ذلك فهناك بعض النباتات حساسه جداً للنيماتودا وربما يحدث لها تقزم شديد فى وجود أعداد قليلة من النيماتودا.

وبالإضافة للعائل فهناك عوامل بيئية كثيرة تؤثر على شدة الاصابة بالنيماتودا من بينها قوام التربة - رطوبة التربة - درجة الحرارة - الحالة الغذائية للعائل وجود أو عدم وجود كائنات تربه أخرى ربما تتداخل مع النيماتودا وتؤثر على شدة الاصابة.

وبالرغم من تأثير بعض العوامل البيئية على شدة الاصابة بالنيماتودا إلا أن النيماتودا ليست حساسه للتغيرات البسيطة فى الظروف المناخية كما هو الحال فى معظم الأمراض الفطرية والبكتيرية. فيمكن لمعظم النيماتودا أن تكيف نفسها فى التربة أو أنسجة العائل. ولا تؤدي التغيرات الطفيفه فى تركيز الأملاح بالتربة - PH التربة - مستوى الرطوبة - درجة الحرارة إلى حدوث أى تأثير على النيماتودا.

وتؤدي التغيرات الكبيرة فى تركيزات الأملاح - درجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة لفترة طويلة - استمرار جفاف أو زيادة رطوبة التربة إلى إحداث تأثيرات على كل من النيماتودا والعائل.

وفى النباتات القابلة للإصابة فإن القاعدة العامه هو أنه اذا كانت الظروف ملائمه للعائل (التغذية - الرطوبة - درجة الحرارة) تكون أيضاً ملائمة للنيماتودا. وبالمثل فإن الظروف الغير ملائمة لنمو العائل (نقص فى التغذية - عدم وجود الرطوبة الملائمة أو درجات الحرارة الغير ملائمة) تؤثر أيضاً على نمو النيماتودا. ويكون الضرر بالغا عندما تحدث ظروفاً غير ملائمة للبيئة مثل الجفاف - التغذية

أو درجة الحرارة ويستمر ذلك شهوراً عديدة بعد أن يكون العائل والنيما تودا قد تعرضت لظروف ملائمة فإن ذلك يؤدي إلى زيادة كبيرة في تعداد النيما تودا. ويؤدي المستوى العالي من الإصابة في وجود الاجهادات المختلفة التي قد يتعرض لها النبات مثل نقص الرطوبة - قلة الخصوبة أو درجات الحرارة غير الملائمة إلى حدوث ضرر بالغ للمحصول.

وقد أثبتت الأبحاث أن درجة الحرارة تعتبر عاملاً هاماً في التأثير على إصابة البطاطا بنيما تودا تعقد الجذور. حيث لوحظ أن عدد الإناث الناضج يتأثر بدرجة كبيرة على درجات الحرارة المختلفة وذلك في الأصناف المقاومه بالمقارنة بالأصناف القابله للإصابة. كما اتضح أن الصنف المقاوم Nemagold يكون مادمه سامه تخرج من جذوره وتسبب ابعاد اليرقات عن منطقة الجذور وبالتالي تؤثر على تكاثر النيما تودا.

**الاحتياطات التطبيقية والمشاكل التي يصادفها مربي النبات عند استنباطه الأصناف المقاومه للنيما تودا:**

يعبر عن مقاومة النبات للنيما تودا بطريقتين -

أ - مقاومة النبات للنيما تودا وتطورها (تكاثرها)

ب - المقاومة للمرض والضرر الذي تحدثه النيما تودا

ومن الناحية التطبيقية فتعتمد المقاومة غالباً على درجة تكاثر النيما تودا. وفي معظم المواقع يكون هذا كافياً لوجود درجة عاليه من الارتباط الموجب بين تكاثر النيما تودا ومدى الضرر الذي يحدث للمحصول. وعلاوة على ذلك فإنه يمكن قياس تكاثر النيما تودا بفحص الجذور أو من خلال تحليلات التربه بينما يكون تطور المرض المصاحب للإصابة بالنيما تودا من الصعب تقييمه.

وفي الحالات التي لا يسبب فيها التكاثر العادى أو العالى للنيما تودا ضرراً للنبات - يقال أن النبات متحمل للإصابة.

### الارتباط بين النيما تودا والأمراض النباتية الأخرى:

فى أحوال كثيرة تؤدى مقاومة النبات للنيما تودا إلى زيادة مقاومة النبات لأمراض أخرى تكون موجودة بالتربة وتسببها البكتريا - الفطريات والفيروس . وعادة تكون النباتات التي تهاجم بالنيما تودا قابلة للإصابة بفطريات أخرى ويؤدى ذلك إلى زيادة القابلية للإصابة بأمراض أخرى نتيجة الضرر الميكانيكى أو الفتحات التي تخدنها النيما تودا والذي يسهل دخول ونمو الكائنات الممرضة الأخرى . وعلى العكس من ذلك فهناك أبحاث تشير إلى أن المسببات الممرضة الموجودة بالتربة مثل الفيرتسيليم والذبول تؤدى إلى زيادة أعداد النيما تودا حول جذور

العائل . (Davis and Jenkins (1963)

### المحافظة على الصفات المرغوبة فى الأصناف المقاومة للنيما تودا:

غالباً فإن الصنف المقاوم لنيما تودا معينه قد يفقد المقاومة لمسببات مرضيه أخرى أو للحشرات . وربما أثناء برنامج التربية تنتقل للصنف صفات غير مرغوبه . وأحياناً يكون الصنف الجديد لا يظهر تأقلاً للظروف البيئية فى المنطقة مثل درجة الحرارة - طول الفترة الضوئية وميعاد النضج وبالتالي فإن استخدامات هذا الصنف تكون محدودة . ولهذا فإن عمل المربي هو ادخال المقاومة أو الانتخاب لها مع عدم فقد الصفات المرغوبة للصنف . وهذا العمل أحياناً قد لا يكون سهلاً ويجب بذل مجهود كبير فى سبيل ذلك .

ميكانيكية المقاومة للنيماتودا فى النباتات ومدى امكانية مربي النبات فى استنباط نباتات تتحمل الظروف البيئية المتغيرة أو الغير ملائمة:

تختلف مقاومة النباتات تبعاً للعائل وأنواع النيماتودا. فإذا استطاعت النيماتودا اختراق العائل والتغذية عليه وتمكنت من التكاثر ذاتياً فإنه يقال للنبات أنه قابل للإصابة. وفى النباتات المقاومة فإن هذه العمليات تختلف بدرجات متفاوتة وبالإضافة إلى ذلك فإنه من المعروف أن العوامل المتحكمة فى المقاومة والقابلية للإصابة تكون موجودة فى خلايا جذور النبات أو أى أجزاء أخرى من النبات ولا تنتقل خلال التطعيم (Chambers & Epps, 1967).

### الميكانيكية العامة للمقاومة :

اقترح Peacock (1959) ميكانيكية طبيعة مقاومة النبات للنيماتودا فى أحد الاحتمالات التالية :

- ١- تثبيط النبات للعوامل المسببة لاختراق النيماتودا
- ٢- تثبيط اختراق النيماتودا
- ٣- قتل النيماتودا عند دخولها أو تثبيط نموها داخل أنسجة العائل
- ٤- إفراز الجذور لمواد مميته للنيماتودا
- ٥- تثبيط فاعلية الأنزيمات التى تفرزها النيماتودا والتى تسهل لها اختراق الخلايا
- ٦- تغيير النسبة الجنسية للنيماتودا

وبالإضافة إلى ذلك فقد أثبتت الأبحاث أن تأثير التركيب الوراثي للنبات على مدى ظهور الإصابة قد يتغير نتيجة بعض التأثيرات البيئية مثل درجة الحرارة - التغذية المعدنية - قوام التربة - عمر وقوة النمو الخضري (Rohde, 1965).

**بعض العوامل المتخصصة المرتبطة بالمقاومة أو القابلية للإصابة بالنيما تودا:**

أ - عوامل كيميائية :

١- مثبطات الـ Cholinesterase في النباتات

٢- حمض الهيدروسيانيك الناتج عن التحلل المائي للـ amygdalin بواسطة انزيمات النيما تودا أو الضرر الذي يحدث للعائل

٣- المواد الفينولية وتشتمل على حمض الكلوروجينيك

٤- الستيو كينينات

٥- B-glycosidase

٦- الأسمدة البوتاسية

٧- IAA oxidase

ب - عوامل مورفولوجية :

١- طبقة الأندوديرم

٢- الجروح بطبقة البريديرم

ج - عوامل بيئية :

١- قوام التربة

٢- درجة الحرارة

٣- تغيير النسبة الجنسية .

وعلى الرغم من معرفة العوامل الطبيعية والكيمائية المرتبطة بالمقاومة إلا أن المعروف عن طبيعة المقاومة يعتبر محدوداً جداً. ولكن المقاومة الفعالة هي تلك التي لا تستطيع فيها النيماتودا التغذية على أنسجة النبات أو تلك التي لا يحدث فيها تقزم لنمو النبات.

وتلعب التربية لتحمل لدرجات الحرارة العالية والمنخفضة - التربية للجفاف ونقص المياه والتربية لظروف التربة المختلفة دوراً هاماً في المقاومة للنيماتودا. حيث أنه من المعروف أن بعض النيماتودا الممرضة تكون غير فعالة خلال أشهر الشتاء لوجود درجات حرارة منخفضة تعمل على تثبيط نشاطها.

فعلى سبيل المثال فإن جذور البطاطس يمكنها النمو والتطور على درجات حرارة منخفضة عن تلك الملائمة لنمو ونشاط النيماتودا. ففي شمال كارولينا North Carolina فإن نيماتودا تعقد الجذور نادراً ما تهاجم محصول البطاطس الربيعي الذي يزرع خلال فبراير ومارس ويحصد في يونيه ويوليه. وعلى الوجه الآخر فإن البطاطس التي تزرع في الربيع المتأخر (ابريل) وتحصد في الخريف ويكون نموها الخضري خلال أشهر الصيف الحارة تصاب بشدة بنيماتودا تعقد الجذور وتشكل مشكلة كبيرة للمحصول اذا لم تقاوم.

وإذا أمكن لبعض محاصيل الخضر مثل الطماطم - الفاصوليا - قرع الكوسه أن تنمو وتصل إلى مرحلة النضج على درجات حرارة منخفضة ١٠-١٥ م فإنها يمكن أن تهرب من الإصابة بالنيماتودا.

ومن تأثيرات النيماتودا الشديدة على موت الجذور وتهتكها أنه تحت ظروف الجفاف يحدث الذبول لعدم استطاعة المجموع الجذري امتصاص كميات مناسبة من الماء. ولا تظهر عادة أعراض الجفاف على النباتات الغير مصابة إلا إذا كان الجفاف شديداً واستمر لمدة طويلة.

وعادة تكون الأصناف المتحملة للجفاف أقل تأثراً عندما تهاجم جذورها بالنيماتودا عن الأصناف التي تتحمل الجفاف.