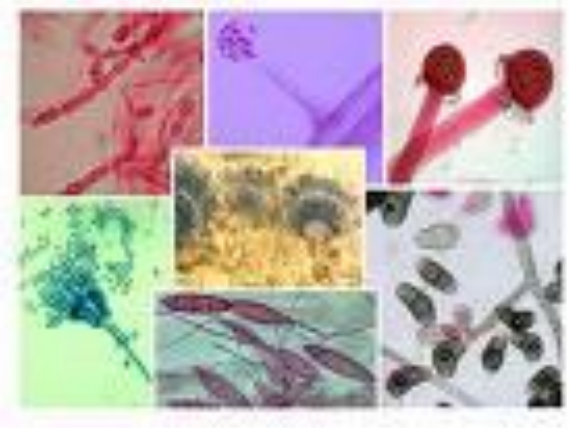
مباديء وقاية نبات (أمراض نبات)

الجزء النظري



إعداد

الدكتورة صبا باقر الجبوري

قسم علوم التربة /المرحلة الثانية

بسم الله الرحمن الرحيم

مبادئ وقاية نبات / أمراض نبات

المحاضرة الاولى **د. صــبا باقر الجبوري**

بعض التعاريف والمصطلحات في امراض النبات

١- **علم امراض النبات Plant pathology** : وهو العلم الذي يعنى بدراسة الحالات المرضية للنبات سواء كانت متسببة عن كائنات حية او غير حية.

٢- **المرض النباتي Plant disease** : هو اي تغير غير طبيعي في الفعاليات الفسيولوجية لجزء او كل النبات بتأثير عامل احيائي او غير حي بحيث يؤدي الى الحاق الضرر بذلك النبات من خلال قلة او رداءة انتاجيته.

ولحدوث المرض لابد من وجود وتداخل ثلاثة عوامل هي :

أ- **المسبب المرضي Pathogen**

ب- **العائل النباتي host plant** الحساس للاصابة.

ج- **الظروف البيئيةEnvironment** الملائمة لنمو ونشاط المسبب المرضي.

وتدعى هذه العوامل المتداخلة بالمثلث المرضي Disease triangle : ونتيجة للدراسات والبحوث لوحظ في بعض الامراض الوبائية ضرورة توفر عامل رابع هو عامل الوقت time والذي فيه يلزم توفر الظروف الملائمة لوقت كافي لاحداث المرض فتحول مثلث المرض الى الهرم المرضي.

٣- **المسبب المرضي Pathogen** : هو الكائن الحي او وحداته الحيوية(كالابواغ او الخلايا او القطع الخضرية او الجزيئات وتحوراتها) والتي لها القدرة على احداث الحالة المرضية في العائل نتيجة لتأثيرها الفسيولوجي او الميكانيكي او الكيميائي او نتيجة لافرازها المواد السامة في الانسجة المصابة او في الوسط الذي يعيش فيه العائل.

٤- **العائل Host**: هو النبات الذي يتطفل عليه المسبب المرضي محدثا له حالة مرضية قد تؤدي الى اضعافه او موته كليا او او جزئيا .

٥- **العرض المرضي Symptom** : وهو عبارة عن التغيرات الخارجية او الداخلية التي يحدثها المسبب المرضي على النبات المصاب والتي تميزه عن النبات السليم.

٦- **القابلية المرضية Pathogenicity** : وهي قدرة الكائن الدقيق على احداث المرض وتختلف من مسبب الى اخر.

٧- **العلامات المرضية Diseases signs** : هي عبارة عن النموات او التراكيب او الاجسام التي يكونها المسبب المرضي مثل الابواغ (السبورات) او الخلاياوغيرها على النبات المصاب ،حيث يمكن تشخيص المسبب المرضي من خلالها.

٨- **الطفيلي Parasite** : هو كائن حي يعيش على حساب كائن حي اخر يستمد منه غذائه.

٩- **الرميSaprophyte**: هو كائن حي يعيش بحيث يحصل على احتياجاته الغذائية من مواد عضوية (مواد غير حية).

١٠- **الامراض الوبائية Epidemic disease**: هي الامراض ذات الانتشار الواسع وبشكل سريع وتظهر على فترات وليس بشكل مستمر ويصعب السيطرة عليها وتنتشر اعتمادا على توفر الظروف الملائمة لحدوث الاصابة وهي ذات تأثير كبير ومدمر وفي بعض الحالات مثل امراض البياض الزغبي واللفحة المتأخرة على البطاطا.

١١- **الامراض المستوطنة Endemic disease** : وهي الامراض التي تظهر سنويا وبأستمرار اي مستوطنة في المنطقة وبشدة متوسطة او فوقها بقليل ويمكن السيطرة عليها مثل امراض الديدان الثعبانية.

١٢- **الامراض المعدية Infectious disease** : وهي الامراض المتسببة عن كائنات حية يمكن ان تنتقل من النبات المصاب الى النبات السليم مسببة له المرض مثل الامراض الفطرية والبكتيرية ....الخ.

١٣- **الامراض غير المعديةNon infectious disease** : وهي الامراض المتسببة عن مسببات غير حية ولا تنتقل من النبات المصاب الى السليم مثل امراض نقص العناصر والحرارة والانجماد .....الخ.

مستويات معيشة الكائنات الحية Level of parasitism

تربط الكائنات الدقيقة علاقة تغذوية ويمكن تقسيم هذه العلاقات الى مستويات وهي:

١- **التطفل الاجباري Obligate parasite** : وفيها يكون الكائن الدقيق غير قادر على المعيشة الا بتوفر انسجة حية وتهلك هذه الكائنات عند عدم وجودها. ولايمكن ان تنمو على اوساط غذائية صناعية مثل مسببات امراض البياض الزغبي والبياض الدقيقي والديدان الثعبانية.

٢- **الترمم الاجباري Obligate saprophyte** :وهي الاحياء التي تعيش على مواد عضوية ميتة. ويمكن ان تنمو على اوساط غذائية صناعية مثل الفطر Agaricus المشروم(عش الغراب).

٣- **اختيارية الترمم Facultative saprophyte** : وهي الاحياء التي تعيش معظم فترة حياتها متطفلة ولكنها تتحول الى مترممة على المواد العضوية بغياب عوائلها مثل الفطر Phytophthora و الفطر Alternaria .

٤- **اختيارية التطفل Facultative parasite** : وهي الاحياء التي تعيش معظم فترة حياتها مترممة ولكنها تتحول الى التطفل عند عدم توفر العائل مثل الفطر Sclerotinia و الفطر Rhizopus .

٥- **المتعايشة Symbiosis** : وفيها تكون الكائنات يعتمد كل منها على الاخر بتوفير المكان والغذاء ولا يضر احدهما الاخر بل يعيشان بمنفعه متبادلة مثل بكتريا العقد النايتروجينية والنباتات البقولية وفطريات المايكورايزا.

مراحل تطور المرض Disease development

هناك سلسلة من الاعتبارات تعرف بدورة المرض وهي التي تحدد حصول ونجاح الاصابة وضم الاتي:

١- **العدوى Inoculation** : عملية وصول المسبب الى العائل وحصول تماس فيزياوي بينهما. وتعرف اجزاء المسبب هذه باللقاح Inoculam وتختلف بأختلاف المسببات المرضية (جرثومة ، مايسليم ، فايروس....الخ)ويكون على نوعين اللقاح الاولي Primary inoculam وهو احد اجزاء المسبب المرضي الذي يسبب اول اصابة بالحقل (الاصابة الاولية Primary infection). ليعطي هذا النبات بعد ذلك النوع الثاني من اللقاح والذي يعرف باللقاح الثانوي Secondary inoculum الذي يسبب(الاصابة الثانوية Secondary infection) وتتم العدوى بمرحلتين الاولى هي انتقال الوحدات الى العائل بطرق مختلفة والثانية انبات ونمو اللقاح تمهيدا لبدأ مرحلة جديدة.

٢- **الاختراق Penetration** : مرحلة دخول المسبب الى انسجة العائل ويتم الاختراق بطريقتين هما:

أ- الاختراق المباشر Directed penetration : يمكن ان يكون هذا الاختراق **بطريقة ميكانيكية** بتكوين عضو الالتصاق Appressorium يبدأ بعدها ظهور بروز يسمى Penetration peg حيث يمارس الضغط على العائل ليمزق جدران الخلايا ويخترقها .او قد يكون الاختراق **بطريقة كيمياوية** نتيجة لافراز انزيمات هاظمة او سموم قاتلة تقوم بتحليل واذابة الجدران.

ب- الاختراق غير المباشر Indirect penetration : يستغل المسبب الفتحات الطبيعية او غير الطبيعية للعائل للدخول عن طريقها وهي:الفتحات الطبيعية مثل الثغور والعديسات والفتحات المائية والعطرية وجروح الشعيرات الجذرية الحاصلة من النمو.ومن خلال الجروح الناتجة من الكدمات نتيجة العمليات الزراعية من شتل وتسميد وعزق وتقليم وحصاد ونقل وخزن وجروح تغذية الحشرات او الحيوانات الاخرى.

٣- **الاصابة Infection** : وهي مرحلة التفاعل الحقيقي بين المسبب والعائل وفيها يبدأ المسبب بأستغلال محتويات الخلايا لغرض النمو والتكاثر وفيها تبدأ التغايرات الفسلجية والكيمياوية للعائل والتي تترجم كأعراض.

٤- **الغزوInvasion** : في هذه المرحلة يبدأ بمهاجمة خلايا العائل المجاورة والانتقال الى مواقع سليمة. وتختلف المسببات بطريقة غزوها ، فمنها ما يقتصر على طبقة البشرة وقسم اخر في المسافات البينية مرسلا ممصات الى داخل الخلايا واخرى تغزو داخل الخلايا ومسببات اخرى تغزو الاوعية الناقلة كالخشب او جهازية في جميع الخلايا.

٥- **نمو وتكاثر المسبب Growth of pathogen** : وهي مرحلة تكاثر المسبب تمهيدا لانتشاره واكمال دورة حياته للعودة الى نفس الطور الذي بدأ منه لتحقيق اصابات جديدة.

٦- **الانتشارDissemination** : وفي هذه المرحلة ينتقل المسبب من النبات العائل الى نبات اخر سليم مسببا الاصابةالثانوية. وفي بعض المسببات لاتنتشر خلال نفس الموسم ولكنها تنتشر خلال مواسم لاحقة.

تشخيص المسبب المرضي Disease diagnosis

وهو عبارة عن التعريف الدقيق للحالة المرضية لتسمية المسبب المرضي وهي من الحالات الصعبة لتداخل كثير من العوامل مع المسببات المرضية . ولأجل فحص القابلية المرضية للمسببات وتشخيصها يتطلب تطبيق فرضيات تعرف بفرضيات كوخ والتي تطبق مع المسببات التي يمكن عزلها على اوساط زرعية وهذه الفرضيات هي:

١- وصف الاعراض والعلامات الموجودة على النبات المصاب
٢- عزل لكائن الحي على اوساط غذائية بصورة نقية.
٣- تلويث (عدوى) نبات سليم من نفس نوع النبات الاول بالكائن المعزول.
٤- اعطاء نفس الاعراض والعلامات السابة التي ظهرت على النبات الاول.
٥- اعادة عزل المسبب من النبات المريض الثاني على ان يكون نفس الكائن الحي.

بسم الله الرحمن الرحيم

المحاضرة الثانية مبادىء وقاية/امراض نبات د.صبا باقر الجبوري

استجابة العائل للاصابة Host response to the infection

نتيجة لاصابة النبات بالمرض فأن جملة من التغايرات الفسلجية والكيميائية تحدث في الانسجة المصابة في موقع الاصابة او الخلايا المحيطة او البعيدة عنها تنعكس هذه التغايرات بشكل اعراض مرضية وتنحرف الافعال الحيوية عن وضعها الطبيعي ومن هذه التغايرات:-

١- **التنفس** :- معظم الحالات المرضية تؤدي الى زيادة معدلات التنفس عن الحد الطبيعي في بداية الاصابة او في المراحل الاولى ولكن بعد ذلك تبدأ هذه المعدلات بالانخفاض عن الحد الطبيعي وفي حالة زيادة معدلات التنفس فأن درجة الحرارة تبدأ بالارتفاع مع تجمع بعض المواد (زيادة تركيز المواد الجافة).
٢- **التركيب الضوئي**:- تعمل المسببات المرضية على تحطيم الكلوروفيل فتعمل على ارباك او تعطيل عملية التركيب الضوئي في الاوراق وبالتالي اضعاف النبات.
٣- **النتح**:- وجد انه في بعض الحالات ان الاصابة المرضية تسبب زيادة معدلات التبخر نتيجة لتحطيم المادة الشمعية وبعض المسببات الاخرى تخفض معدلات النتح.
٤- **نفاذية الاغشية**:- ان افراز بعض المركبات ذات التأثير الساملبعض المسببات المرضية تعمل على احداث خلل في نفاذية الاغشية او اذابتها لجدران الخلايا.
٥- **الامتصاص والنقل**:- تحدث هذه الحالة عند اصابة الجذور واوعية الخشب خاصة محدثة خلل في عملية امتصاص الماء والمواد الغذائية من التربة ليحدث الذبول او قد تصاب انسجة اللحاء مما يؤي الى خلل في نقل المواد الغذائية المصنعة.
٦- **تمثيل النايتروجين** :- تحدث الحالة بوضوح في الاصابات الفايروسية بأستغلالها نايتروجين الخلايا لغرض بناء جسيمات جديدة للفايروس او تستعمل بعض المسببات بروتينات العائل لبناء بروتيناتها وبالتالي يحدث نقص في تمثيل النايتروجين.
٧- **منظمات النمو** :- وهي المواد المحفزة والمنشطة للنمو مثل الاوكسينات والجبرلينات فقسم من المسببات المرضية تعمل على زيادة وجود هذه المواد مؤدية الى نموات غير طبيعية والقسم الاخر يعمل على خفض هذه المواد بحيث يبدو النسيج بغير وضعه الطبيعي.
٨- **المركبات الفينولية**:- مثالها الصبغات الموجودة التي ينتج عنها تلون الانسجة المصابة نتيجة لتجمع المركبات الفينولية اتي تعطي هذه الالوان.

تأثير المسببات المرضية على عوائلها Effect of pathogen on their hosts

ان التأثير العام للمسببات المرضية هو استنزاف طاقة النبات من المحتوى الغذائي لاغراض نمو وتكاثر المسبب المرضي علاوة على ذلك فأن المسببات المرضية تكون مواد مختلفة نتيجة لنشاطها الايضي وتكون ذات تأثير على العائل منها:

١- السموم Toxins

وهي مركبات ذات طبيعة سامة تنتجها بعض المسببات المرضية تؤدي الى التأثير السلبي على النظام الانزيمي او الاحماض النووية او المركبات النايتروجينية او الصبغات او منظمات النمو او نفاذية الاغشية او التوازن المائي. وتكون السموم على نوعين سموم متخصصة على العوائل التي يصيبها الفطر ولا تؤثر في غير عوائلها. وسموم غير متخصصة تمتاز بتأثيرها السام على النبات بشكل عام سواء كانت عوائلها او غير عوائلها.

٢- الانزيمات Enzymes

تفرز المسببات المرضية انزيمات لتحطيم جدران الخلايا او اغشيتها ونظرا لاختلاف مكونات هذه الجدران فيتطلب من المسببات امتلاك انزيمات مختلفة ليتم التحلل الكامل ومن هذه الانزيمات انزيمات محللة للبكتين واخرى لاشباه السليلوز وثالثة للسليلوز وتلك المحللة للاغشية الخلوية.

٣- الهرمونات النباتية Plant hormones

تفرز بعض المسببات المرضية مركبات شبيهة بتلك الهرمونات النباتية تستجيب العوائل النباتية لهذه المواد محدثة خللا في النسيج النباتي المصاب كزيادة النمو او توقف النمو مما يسبب تشوه الانسجة المصابة.

الكائنات الحية المسببة لامراض النبات

تقسم المسببات المرضية الى قسمين

اولا:- المسببات المرضية الحية : وهي المسببات التي تنتقل من النبات المصاب الى النبات السليم محدثة له المرض وتشمل:-

١- **الفطريات Fungi** : تمثل اكبر مجموعة من الكائنات الحية التي تسبب امراضا للنبات اذ يوجد مايقارب اكثر من ٨٠٠٠ نوع منها قادر على اصابة النباتات المختلفة.وهي كائنات تعود سابقا الى المملكة النباتية ولكنها فصلت الى مملكة مستقلة Kingdom: fungi . والفطر كائن حي بسيط قد يتكون من خلية واحدة حقيقية النواة Eucaryotes او عدة خلايا خالية من الكلوروفيل، لذا فهو غير قادر على صنع غذائه بنفسه فيعتمد بمعيشته اما بالتطفل على كائنات حية اخرى مثل النبات او الحيوان او الانسان او يعيش مترمم على مواد عضوية غير حية او متعايشة مع عوائل اخرى تستمد منها الغذاء.

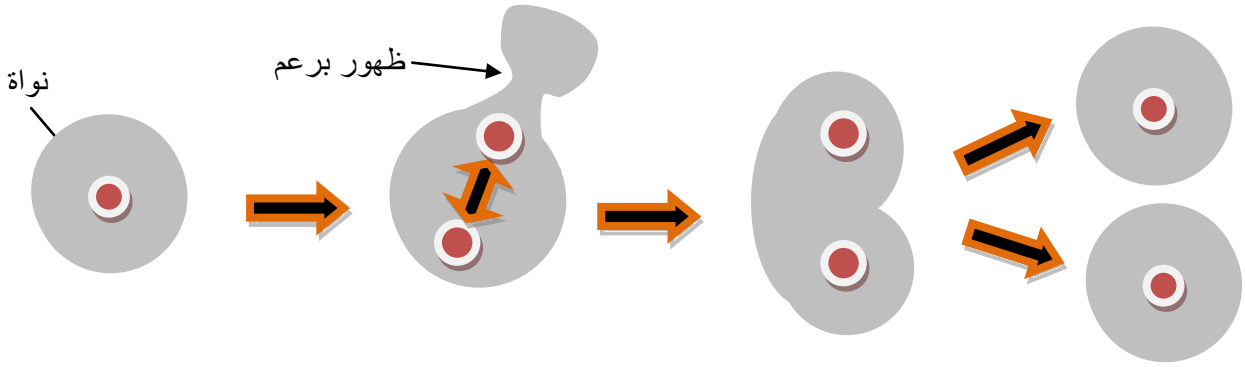
تكون معظم الفطريات ابواغ (spors) تنبت السبورات عند توفر الظروف المناسبة من درجة حرارة ورطوبة، مكونة خيط فطري (Hypha)مجموعها يكون جسم الفطر الذي يدعى الغزل الفطري Mycellium.

تتكاثر الفطريات بطريقتين هما:

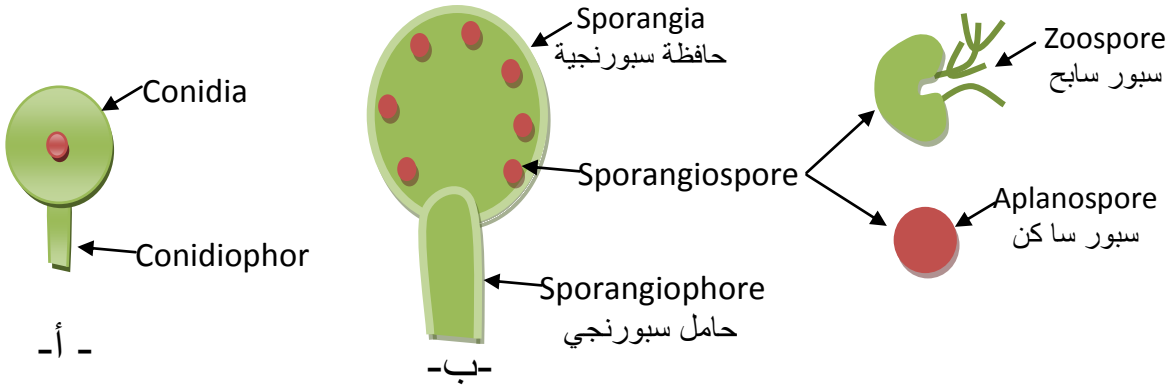
أ- التكاثر اللاجنسي Asexual Reproduction ويتم بعدة طرق

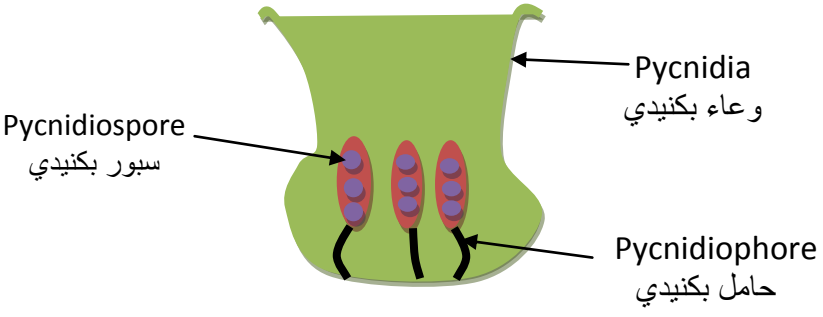
١- تجزءة المايسليم : حيث تنفصل خلايا من المايسليم لتكوين سبورات تدعى Chlamydospores حيث يتثخن جدارها وتصبح سميكة ثم تنفصل.

٢- التبرعم Budding : ظهور برعم صغير ثم يكبر وبعدها تنقسم النواة ثم يتبعها انفصال الخلية الى قسمين تحتوي كل منها على نواة كما في الخمائر .



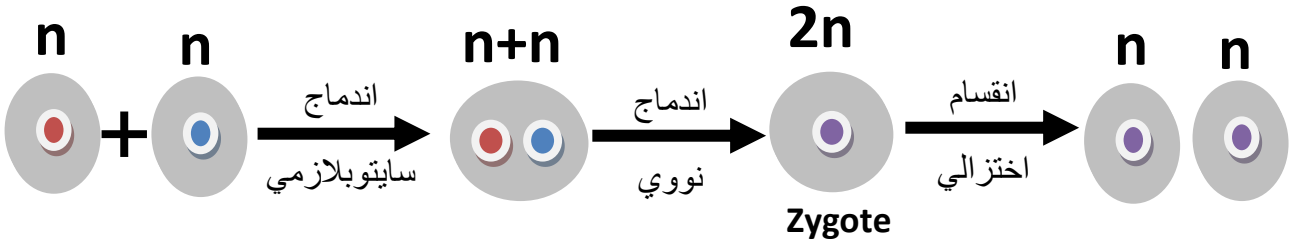
٣- تكوين السبورات Spore formation : توجد ثلاثة انواع من السبورات فالتي تحمل على حامل بدون حافظة تدعى بالكونيدة Conidia ويدعى الحامل بالحامل الكونيدي Conidiophore .واذا تكونت السبورات داخل علبة فتدعى العلبة Sporangia والحامل Sporangiophore والسبورات التي بداخلها تسمى السبورات السبورنجيةSporangiospore وتكون على نوعين المتحركة منها بأسواط وتسمى Zoospore والساكنة تسمى Aplanospore . والنوع لثالث تتكون داخل جسم يشبه القارورة يدعى Pycnidia والسبورات المتكونة بداخلها تدعى Pycnidiospore او السبورات البكنيدية.





-جـ-

ب- التكاثر الجنسي Sexual reproduction : يتم التكاثر الجنسي في جميع الفطريات بثلاثة مراحل هي:
١- اندماج سايتوبلازمي Plasmogamy يتم الاتحاد بين خليتين مكونة خلية ثنائية النواة (n+n).
٢- اندماج نووي Karyogamy يتم اتحاد النواتين مكونة الزايكوت Zygote ويكون ثنائي المجموعة الكروموسومية (n2).
٣- الانقسام الاختزالي Meiosis : وفيه يختزل عدد الكروموسومات الى النصف(n) معيدا نفس العدد الذي بدأ منه التكاثر.



وينتج عن التكاثر الجنسي للفطريات سبورات جنسية هي:
١- السبور البيضي Oosporeويتم بأتحاد كميتات او امشاج غير متساوية بالحجم والشكل (Oomycetes صف الفطريات البيضية)
٢- السبور اللاقحي Zygospore ويتم باتحاد كميتات متساوية بالحجم والشكل .(Zygomycetes صف الفطريات اللاقحية)
٣- السبور الكيسيAscospore ويتم باتحاد كميتات غير متساوية بالحجم والشكل ولكنها تتكون داخل اكياس (Ascomycetes صف الفطريات الكيسية)
٤- السبور البازيدي Basidiospore سبورات تتكون على تركيب خاص يشبه الهراوة يدعى بازيديم Basidium .(صف الفطريات البازيدية Basidiomycetes)
هنالك صف من الفطريات يعرف بالفطريات الناقصة Coliomycetes(Imperfect fungi) والتي تتميز بان لها طور لاجنسي فقط اي ليس لها طور جنسي او لم يكتشف بعد ولكنها تتشابه بتكوين سبورات لاجنسية اغلبها من نوع الكونيديا Conidio spore
على العموم فأن الابواغ او السبورات الناتجة عن التكاثر الجنسي تكون سميكة الجدران عادة ومقاومة للظروف غير الملائمة وتبقى حية في الفترة الواقعة بين المواسم وتكون مصدر للاصابة الاولية في الموسم التالي.اما الابواغ المنتجة بطريقة لاجنسية فهي اكثر حساسية للظروف غير الملائمة وتنتج بكميات كبيرة وتكون مصدر للقاح الثانوي (بعد الاصابة الاولية) للفطر اثناء الموسم عادة.
قد يدخل الفطر انسجة العائل مباشرة مخترقا طبقة الكيوتكل التي تغطي سطح الاوراق او يدخل من خلال الجروح والفتحات الطبيعية للنبات وينمو بين خلايا النسيج المصاب او داخلها او كليهما ويهاجم بعض انواع الفطريات الاوعية الناقلة للنبات مسببة حالة الذبول ومن ثم التعفن.

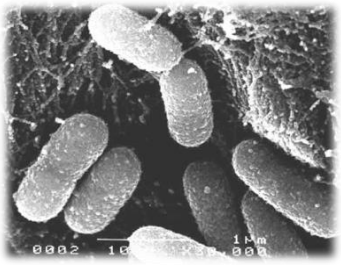
٢- البكتريا Bacteria :-

وهي كائنات حية مجهرية وحيدة الخلية باشكال مختلفة تتبع مملكة بدائية النواة Prokaryotes حيث ترتبط النوات(المادة الوراثية) مع جدار الخلية. تتكاثر البكتريا بالانشطار ولكن وجد ان بعض سلالات بكتريا القولون يحدث فيها اقتران بين خليتي بكتريا وينتقل معه احد شريطي ال DNA كروموسوم الخلية المانحة الى الخلية المستلمة عبر قناة الاقتران المتكونة بين الخليتين بينما يبقى الشريط الاخر في الخلية المانحة وقد عدت هذه العملية تكاثرا جنسيا. تعيش معظم البكتريا مترممة على المواد غير الحية اذ انها تحلل المواد العضوية. ولكن بعضها يتطفل على النبات او الحيوان والانسان مسببة امراضاخطرة.تمتاز البكتريا بسعة انتشارها في البيئة اذ نجدها في كل مكان من قمم الجبال وحتى اعمق منطقة في قاع المحيطات ،كما يعيش بعضها في القناة الهضمية

للحيوانات والانسان (معيشة غير ضارة) كما توجد في الصخور المغطاة بالجليد في منطقتي قطبي الكرة الارضية.ان قابلية البكتريا على السكون لفترة طويلة من الزمن هو احد الاسباب الرئيسية الذي جعلها تنتشر في اماكن واسعة من العالم.

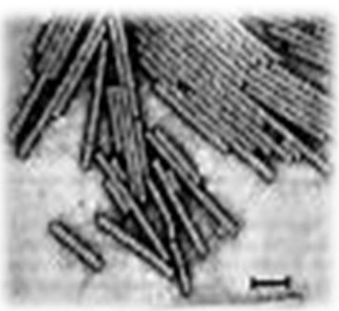
البكتريا المسببة لامراض النبات عصوية الشكل ولاتكون سبورات معظمها سالب لصبغة كرام وتتحرك بواسطة اسواط موزعة على محيط الخلية البكتيرية،تعيش البكتريا التي تصيب النبات مترمة في التربة لكنها قادرة على التطفل على النباتات الحساسة في حال توفر الظروف البيئية الملائمة.

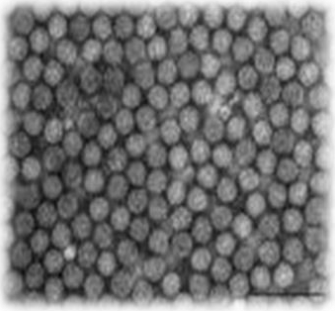
تدخل البكتريا الممرضة انسجة النبات عن طريق الجروح والفتحات الطبيعية كالثغور والفتحات المائية وغيرها. ويمكن للبكتريا ان تنتقل من نبات مصاب الى نبات سليم ميكانيكيا بوساطة الحشرات او الديدان الثعبانية والالات الزراعية المستعملة في خدمة المحصول ، ينمو وينتشر بعض الانواع داخل الاوعية الناقلة للنبات فيؤدي الى تحلل هذه الانسجة وتعفنها مما يؤدي الى ذبول النبات، والبعض الاخر يسبب اصابات موضعية وينتشر بفعلانتاج الانزيمات بين او داخل خلايا النسيج المصاب او كليهما.اذ تساعد هذه الانزيمات على تحطيم التراكيب الخلوية وتسبب اعراضا على هيئة بقع غامقة اللون محاطة ببقعة مائية. تقضي البكتريا الممرضة للنبات الفترة بين موسمين في نباتات اخرى او في بقايا النباتات والبذور وفي التربة وكذلك في اجسام الحشرات الناقلة وتساعد الامطار والرياح والالات الزراعية والتقاوي المعدة للزراعة والحيوانات في نقلها من مكان الى اخر.



٣- الفايروسات Viruses

وهي جسيمات حية تحت ميكروسكوبية تتكون من حامض نووي DNA او RNA محاط بغلاف بروتيني وفي الغالب الحامض النووي للفايروسات النباتية هو RNA يتناوب الفايروس خلال دورة حياته بين طورين احدهما خارج خلايا العائل والاخر داخل الخلايا ،ففي الطور الذي يكون فيه الفايروس خارج الخلية يكون بشكل جسم غيرمعد خامل او ما يطلق عليه Viron ، والذي يتكون من جزيئة او اكثر من جزيئات الحامض النووي DNA او RNA مغلفة بغلاف بروتيني والذي يدعى Capsid .وفي الطور داخل الخلية يمتاز الفايروس بتضاعف مستمر للحامض النووي، كما يؤدي الحامض النووي دور العامل الوراثي المحدد لتخليق البروتينات الفايروسية.
قد تنتقل الفايروسات التي تصيب النبات بواسطة البذور او الحشرات او الديدان الثعبانية (النيماتودا) او الفطريات او الحامول.وبعضها ينتقل بصورة ميكانيكية ويبقى الفايروس من موسم لاخر في النباتات النامية سواء الحولية او المعمرة او في البذور او النواقل مثل حشرات المن والذباب الابيض وغيرها . يدخل الفايروس انسجة العائل النباتي عن طريق الجروح التي تحدثها الحشرات اثناء تغذيتها .تسبب الفايروسات اعراضا مرضية متنوعة للاجزاء النباتية المصابة كالموزائيك والتبرقش والتقزم واحيانا الاصفرار وتشوه بعض اجزاء النبات وقد يحدث تبقع وتنخر الانسجة المصابة.





٤-الديدان الثعبانية (النيماتودا)Nematodes

كائنات حية تعود الى المملكة الحيوانية دودية الشكل تعيش عاة في التربة كما توجد في المياه العذبة والمالحة ويهاجم العديد منها الانسان والحيوان والنبات . والانواع التي تصيب النبات غالبا ما تتركز في المنطقة المحيطة بالمجموع الجذري وبعمق ١٥ سم تقريبا . يتراوح طولها بين ٠,٣-٤ ملم وقطرها بين ١٥-٣٥ مايكرون. يمتاز فم الدودة الثعبانية بكونه على شكل رمح مجوف قابل للانثناء يقع في مقدمة الجسم وله القابلية على ثقب الخلايا النباتية ومن ثم امتصاص محتوياتها. تتكاثر الديدان الثعبانية بوضع البيض المخصب او عذريا (دون اخصاب البيض) وينتج عن النوع الاول من التكاثر افراد تتطور الى اناث فقط.. تستغرق دورة حياة النيماتودا من ٣-٤ أسابيع في الظروف الملائمة . تهاجم اغلب الديدان الثعبانية الممرضة للنبات الجذور وتسبب لها تشوهات مميزة، اذ نتيجة نشاط هذه الديدان في انسجة الجذر تظهر عقد واورام على الجذور المصابة مما يؤدي الى تقطع بعض الجذور الفرعية وموتها. وتنعكس هذه الاصابة على المجموع الخضري للنبات فتظهر عليه اعراض التفاف الاوراق وذبولها او تظهر اعراض نقص العناصر. كما ان الجروح التي تحدثها هذه الديدان تجعل الجذور عرضة لمهاجمة

مسببات الامراض التي ذكرناها مثل مسببات امراض الجذور ومثالها الفطر Fusarium . وتهاجم بعض انواعها المجموع الخضري للنبات مسببة تدرنات ونمو غير طبيعي على هذه الاجزاء واحينا تنخر الانسجة والمثال على هذه الاصابة مرض ثأليل الحنطة.

٥- المايكوبلازما Mycoplazma:

وهي كائنات حية مجهرية بدائية النواة تعود الى عالم البكتريا وهي شبيهة بالبكتريا الا انها اصغر حجما (اصغر من البكتريا واكبر من الفايروس)وليس لها جدار خلوي لذلك فهي متباينة الاشكال . تتكاثر بواسطة الانقسام الثنائي البسيط (الانشطار) والتبرعم . غالبا ما تعيش هذه الكائنات معيشة طفيلية مسببة الامراض للانسان والحيوان والنبات ولكن الجنس Spiroplasma تستطيع ان تعيش مترممة على المواد العضوية اذا لم تجد العائل النباتي المناسب. تنتشر المايكوبلازما من نبات مصاب الى نبات سليم عن طريق النواقل(الحشرات) كما تنتقل بفضل الجروح التي تحدث اثناء عمليات التطعيم . تقضي المايكوبلازما الفترة بين المواسم في النباتات النامية التي تصيبها سواء كانت معمرة او حولية كما تكمن في اجسام الحشرات الناقلة. وتمتاز هذه الكائنات بحساسيتها لبعض المضادات الحياتية مثل مجموعة التتراسايكلين في حين تكون مقاومة لمجموعة البنسلين.

٦- **الفايرويد Viroide**: وهي اجسام حية اقصر من الفايروس عبارة عن جزء من الحامض النووي RNA او DNA بدون غلاف بروتيني ولاتزال عملية التضاغف من العمليات المعقدة غير الواضحة بالصورة المفصلة . ينتقل من النبات المصاب الى النبات السليم عن طريق التطعيم والحشرات وحبوب اللقاح وميكانيكيا.

٧- **النباتات الزهرية المتطفلة** : نباتات راقية تفتقد الكلوروفيل لذلك لاتستطيع صنع غذائها بنفسها بل تعيش متطفلة على عوائل نباتية اخرى وتقسم النباتات الزهرية بطريقتين :

أ- حسب طبيعة التطفل : وتقسم الى

١- كاملة التطفل: تعيش متطفلة بالكامل على العائل مثل الحامول والهالوك.

٢- ناقصة التطفل: تعيش متطفلة جزئيا لامتلاكها مواد خضراء مثل العدار .

ب- حسب اماكن تطفلها الى:

١- متطفلات هوائية: تتطفل على اجزاء النبات التي تكون فوق سطح التربة مثل الحامول.

٢- متطفلات جذرية: تتطفل على جذور النبات مثل الهالوك.

ثانيا: المسببات المرضية غير الحية(غيرالطفيلية)

ان مسببات هذه الامراض غير معدية اي لاتنتقل من النبات المصاب الى النبات السليم والاعراض المرضية التي تحدثها على النبات قد تكون نتيجة لنقص او زيادة مادة او عنصر ضروري للحياة او لتأثير الظروف غير الملائمة لنموها.وتشخص الامراض الناجمة عن عوامل غير حية اعتمادا على الاعراض المميزة التي تظهر على النبات الا ان التشخيص الدقيق ينبغي ان يمر عبر دراسة وتحليل الظروف الجوية السائدة قبل وبعد ظهور الاعراض المرضية وقد تختلط اعراض هذه العوامل مع الاعراض المرضية التي تسببها المسببات الطفيلية المعدية كالفايروسات والمايكوبلازما ومن العوامل غير الطفيلية المسببة لامراض النبات:

١- انخفاض وارتفاع درجات الحرارة حيث تؤدي الحرارة العالية الى حدوث مايسمى بضربة الشمس على الاجزاء المعرضة لاشعة الشمس بشكل مباشر.حيث تسبب جفاف الانسجة الكائنة تحت القشرة مما يؤدي الى انخفاض لى انخفاض المناطق المتأثرة عن سطح القشرة ،اما انخفاض درجات الحرارة فانه يؤدي في الغالب الى قتل البراعم والازهار و الثمار والاغصان الغضة ويعتمد تاثير درجات الحرارة المنخفضة على مقدار الانخفاض ومدة استمراره.

٢-رطوبة التربة: تتعرض النباتات وبشكل مستمر الى قلة او زيادة بكمية الماء في التربة والذي تحتاجه لانجاز فعالياته الفسيولوجية المختلفة وهو مايطلق عليه بالاجهاد المائي حيث تسبب زيادة كمية المياه في التربة ولفترات طويلة نقصا في كمية الاوكسجين حول المجموع الجذري وزيادة ثاني اوكسيد الكاربون مما يؤدي الى ظهور اعراض انكماش والتفاف الاوراق ومن ثم ذبولها وقتيا او اصفرار الاوراق وسقوطها المبكر بدأ بالاوراق الكبيرة وقد يحصل تضخم وقصر الساق اما نقص الماء في التربة فانه ئؤدي الى تاثيرات عديدة في صحة النبات منها انخفاض نسبة الانبات او اطالة فترتها في المراحل الاولى.

٣- زيادة او قلة بعض العناصر الظرورية لنمو النبات: تعد التربة المصدر الاساسي للعديد من العناصر المعدنية التي يحتاجها النبات وبعض هذه العناصر مهم جدا للنمو الطبيعي للنبات ويحتاجها بكميات كبيرة ويستهلكها في اغلب مراحل نموه ومن هذه العناصر النتروجين والفسفور والبوتاسيوم والمنغنيز والكبريت والكالسيوم والتي يطلق عليها بالعناصر الكبرىMacronutrients.كما يحتاج النبات الى عناصر اخر ولكن بكميات ضئيلة جدا كالحديد والبورون والمنغنيز والزنك والنحاس وتسمى بالعناصر الصغرى Micronutrients . وجميع هذه العناصر ضرورية للنمو ويؤدي نقص واحد او اكثر من هذه العناصر الى ظهور الاعراض المرضية على مختلف اجزاء النبات وتعتمد طبيعة الاعراض المرضية الناجمة عن نقص العناصر على الوظيفة التي يؤديها هذا العنصر او ذاك في النبات وتلحق الامراض التي تحصل نتيجة قلة او نقص العناصر اضرارا كبيرة للنبات من خلال انخفاض في كمية ونوعية الحاصل وقد يؤدي استمرار النقص بحيث يتعدى الحدود المعينة الى تطور في الاعراض المرضية بحيث تكون حادة او مزمنة وقد تؤدي الى موت النبات .

وسائل انتشار المسببات المرضية

المقصود بأنتشار المسبب المرضي هو حمله او اجزاءه التكاثرية من مكان ظهرت فيه الاصابة التي يحدثها في لنبات الى مكان اخر يحتوي نباتات سليمة بمختلف الوسائل. ومن اهم وسائل انتشار المسببات المرضية مايلي:

١- الانتشار بواسطة الهواء

ان اغلب المسببات المرضية تنتج ابواغا (سبورات) تمتاز بخفة وزنها وصغر حجمها مما يسهل حملها بواسطة التيارات الهوائية الى مسافات بعيدة مختلفة . وفي حالة سقوط بعض الابواغ على العوائل الحساسة فانها تنبت وتنمو وتبدأ بالتكاثر فتظهر اعراض الاصابة على العوائل لاسيما اذا كانت الظروف البيئية ملائمة ، وتساعد الرطوبة ومنها قطرات المطر ودقائق الغبار في الهواء على سقوط هذه الوحدات الحيوية.

٢- الانتشار بواسطة الماء

يحمل الماء المسببات المرضية بمختلف اشكالها حملا اليا عند حركته واندفاعه في قنوات الري الحقلية والانهار وعند نزوله من المرتفعات او اثناء نفاذه بين طبقات التربة او عند سقوط الامطار وتنثره بقوة، كذلك يعد الماء كوسط تسبح فيه المسبات المرضية او ابواغها القادرة على السباحة ومثال لها بعض الخلايا البكتيرية والديدان الثعبانية.

٣- الانتشار بواسطة الحشرات والحلم والديدان الثعبانية

تعد الحشرات لاسيما ذوات الفم الثاقب الماص كالمن والقفازات والذباب الابيض من اهم الحشرات الناقلة للفايروسات والمايكوبلازما. وعادة تنقل مثل هذه المببات اما داخليا (داخل جسم الحشرة) او خارجيا (على اجزاء فمها) اثناء تغذية الحشرة على النبات. ولبعض الحشرات القابلية على نقل ابواغ الفطريات والبكتريا اذ تحملها حملا اليا على مختلف اجزاء اجسامها. كما يساهم بعض انواع الحلم والديدان الثعبانية في نقل الفايروسات الموجودة داخل اجسامها الى النباتات السليمة مسببة لها الاصابة المرضية. وتسبب النباتات الزهرية المتطفلة في نقل الفايروسات ومن اشهر هذه المتطفلات الحامول الذي ينقل الفايروسات بسبب تطفله على نبات مصاب ونتيجة لانتشار تفرعاته والتفافها على نبات مجاور سليم وتغلغلها في انسجته فانها تنقل افايروسات لتحدث الحالة المرضية الى نبات اخر وهكذا.

٤- الانتشار بواسطة الانسان

يساهم الانسان بسبب نشاطه وانتقاله بين النباتات في نشر مسببات الامراض النباتية من نبات مصاب الى اخر سليم .وتعد الادوات المستعملة في الزراعة بمختلف اشكالها وانواعها واللازمةفي خدمةالمزروعاتوسيلة فعالة في نشر الكثير من مسببات امراض النبات. فضلا عن استيراد ونقل النباتات بين المدن والبلدان لاسيما من المناطق الموبوءة الى المناطق السليمة،اذ تعد من الوسائل المهمة لنشر الحالات المرضية.

٥- الانتشار بواسطة حيوانات المزرعة

تساهم الحيوانات بنقل مسببات الامراض اثناء عملية الرعي والتنقل بين الحقول والمراعي وطريقة النقل هنا ميكانيكية اذ تعمل هذه الحيوانات على نشر الكثير من الوحدات الحيوية للفطريات والبكتريا وبذور النباتات الزهرية المتطفلة.كما ان روث الحيوانات يعد وسيلة مهمة لنقل بعض مسببات امراض النبات.

مقاومة امراض النبات Control of plant disease

منذ ان بدأ الانسان بمزاولة الزراعة كمهنة واجه العديد من المشاكل التي حدت من انتاج النبات واحيانا توقف نموه بسبب الاصابة بمختلف الافات ومنها امراض النبات ، لذا بدأ التفكير بأساليب بدائية للتخلص من هذه الاضرار عن طريق مقاومة مسببات هذه الامراض. ويمكن تعريف مقاومة(مكافحة) امراض النبات بانها العمليات التي تعنى بالقضاء على مسببات الامراض او تثبيطها وبالتالي الحد من مستويات ضررها على النباتات.

ان الاساليب المستخدمة في المقاومة في تطور مستمر فمنها ما يستخدم نحو الوقاية من حدوث الامراض او قد توجه مباشرة نحو القضاء على المسببات المرضية بعد انتشارها بين النباتات . وتعد دراسة دورة حياة المسببات المرضية بعد تشخيصها وتحديد متطلباتها البيئية من الضرورات الاساسية لاجراء المقاومة وتحقيق نتائج مرضية في رفع انتاجية النبات.اذ من خلال ذلك يستطيع الباحث معرفة الظروف المثلى لنمو هذه المسببات وماهي نقاط الضعف في حياتها من اجل البحث عن اساليب تفوت الفرصة عليها في احداث الاصابة المرضية في المواسم المختلفة. ونظرا لتعدد المسببات المرضية التي تصيب مختلف المحاصيل الزراعية مع تباين مراحل دورات حياتها وتباين احتياجاتها لدرجات الحرارة والرطوبة في الحقل ، لذا فمن الصعب تحديد طريقة او مجموعة من الطرائق لمقاومة امراض النبات.فضلا عن اساليب المقاومة تأخذ بنظر الاعتبار طبيعة العائل النباتي واحتياجاته البيئية فهي ايضا تعد كعامل رئيسي في تحديد اساليب المقاومة.لهذا ظهر في الاونة الاخيرة مفهوم جديد في مكافحة امراض النبات وهو المقاومة المتكاملة والذي يتضمن اجراء اكثر من وسيلة او طريقة للقضاء او تثبيط نمو المسببات المرضية على محصول ما.كما تتضمن برامج المقاومة المتكاملة لمحصول معين وسائل عديدة لتخليصه من اضرار العديد من الافات مثل الحشرات والحلم والادغال فضلا عن مسببات الامراض.وبشكل عام يمكن تقسيم انماط المقاومة في النبات الى قسمين هما:

١- **المقاومة العامودية Vertical Resistance** : وهي المقاومة التي تتخصص ضد مسبب مرضي معين وتحكم بجين واحد او عدد قليل من الجينات Oligogenic resistanceوتعرف بالمقاومة الخاصة او الجينات الرئيسة. وتكسر هذه المقاومة بسهولة من قبل المسبب المرضي.

٢- **المقاومة الافقية Horizontal resistance** : وهي المقاومة التي تتكون من اتحاد مجموعة من الدفاعات التركيبية والكيمياوية والتي لاتستطيع كل منها على انفراد مقاومة المسبب المرضي ويتم السيطرة بها بعدة جينات وتعرف بPolygenic resistance او الجينات الثانوية او المقاومة العامة.ويصعب كسرها من قبل المسبب المرضي.

طرق مقاومة النبات للمسببات المرضية

يمكن تقسيم اساليب او طرق مقاومة النبات للمسببات المرضية الى قسمين:

اولا: المقاومة الذاتية Self Resistance

وتتمثل في وسائل الدفاع التي يمتلكها العائل سواء كانت دائمية تظهر في اي وقت او تتكون بعد حدوث الاصابة . ويمكن تقسيم المقاومة الذاتية في النبات الى قسمين:

أ- الدفاعات التركيبية Structural Defense : وهي عبارة عن الوسائل الميكانيكية الطبيعية التي تمتلكها بعض النباتات اذ تتمثل بتكوين حواجز تركيبية يصعب اختراقها من قبل المسبب المرضي وتشمل:

- **التراكيب الدفاعية الموجودة قبل الاصابة**

يعود العديدمن اشكال القاومة الذاتية (الطبيعية) في بعض الاصناف النباتي المقاومة ضد المسببات المرضية الى ماتماز به انسجتها من وجود تراكيب تمدها بالقوة لردع فعل المسببات المرضية ومن هذه التراكيب مايلي:

١- طبقة الكيوتكل

وهي الطبقة الشمعية القوام التي تغطي الاجزاء النباتية المختلفة . اذ ان هذه الطبقة قادرة على عزل النسيج النباتي الواقع تحتها عن المحيط الخارجي وتقلل من تجمع الماء على سطوح الاجزاء النباتية لاسيما ان طبقة الماء البسيطة على السطوح الخارجية للنبات مهمة جدا لبعض المسببات المرضية في الانبات والتغلغل داخل الانسجة.

٢- طبقة البشرة

وهي طبقة من الخلايا واقعة اسفل طبقة الكيوتكل ولها دور كبير في حماية النباتات من الاصابة بالمسببات المرضية لاسيما اذا كانت جدران خلاياها متثخنة فهي بذلك تصبح منيعة وصعبة لاختراق من قبل المسبب المرضي بسبب تراكم مادة اللكنين فيها.

٣- الفتحات الطبيعية

لبعض الاجزاء النباتية النامية فوق سطح التربة فتحات طبيعية مثل الثغور التنفسية والثغور المائية والعديسات والفتحات العطرية وغيرها،وتعد هذه الفتحات منافذ تدخل من خلالها المسبات المرضية الى انسجة العائل.وبالرغم من ذلك وجد ان اصناف النباتات المقاومة للامراض تتصف باءعاقة دخول المسببات المرضية من خلال فتحاتها الطبيعية اما بسبب طبيعة انتشار هذه الفتحات مقارنة بالاصناف الحساسة للاصابة او لاحتوائها على تراكيب شعرية او لقلة اعدادها او تواجدها على السطوح السفلية للاوراق.كما ان امتلاك بعض الاصناف المقاومة طبقة فلينية تحت العديسات يقلل من احتمال دخول بعض المسببات المرضية.

- **الدفاعات التركيبية المتكونة بعد الاصابة**

وهذه التراكيب قد تكون نسيجية بتكوين نسيج جديد او تقتصر على نفس النسيج.اذ تقوم هذه التراكيب باءعاقة تغلغل المسبب المرضي (بفعل تكاثره) داخل انسجة العائل المصاب او منع وصول المواد الغذائية اللازمة لنموه وتكاثره وتشمل ماياتي:

١- **تكوين طبقة فلينية**: من الخلايا حول منطقة دخول المسبب المرضي لمنع تقدمه وتغلغله الى بقية انسجة العائل او اعاقة وصول افرازته السامة الى الانسجة السليمة او منع وصول المواد الغذائية والماء الى الانسجة التي يتواجد بها المسبب المرضي فبذلك يعزل المسبب في منطقة محددة من النبات.

٢- **تكوين طبقة انفصالية**:تتصف بعض الاصناف المقاومة من النباتات بتكوين طبقة فاصلة بين خلايا النسيج السليم مما يؤدي الى عزل المسبب في منطقة محدة وعدم انتقاله الى الانسجة الاخرى.

٣- **تكوين التايلوسات**: اذ ان بعض الاصناف النباتية المقاومة تكون زوائد حاجزة(تدعى التايلوسات) في الاوعية الناقلة الخشبية حالما تصاب ببعض المسببات المرضية وبهذه الوسيلة تعمل

على غلق هذه الاوعية تجاه المسبب وبذلك تعرقل او تمنع انتشاره الى الاجزاء المختلفة خلال النسغ الصاعد.

٤- **ترسب المواد الصمغية**: تفرز بعض النباتات المقاومة موادا صمغية ومن ثم يتم ترسيبها في مواقع الاصابة فتؤدي الى غلق المسافات البينية ما بين الخلايا بعد احاطتها بموقع تمركز الاصابة وبهذا يتخلص النبات من انتشار الاصابة الى اجزاء اخرى من النبات.

٥- **انتفاخ جدران الخلايا**: قد تتضخم جدران خلايا البشرة والقشرة وهذا التضخم يزيد هذه الخلايا قوة مضادة لفعل المسببات المرضية وفي اغلب الاحيان يرافق هذه الانتفاخات ترسيب مواد السوبرين واللكنين او تراكم الاصماغ مما يجعل اختراق هذه الجدران من قبل المسبب المرضي امرا عسيرا.

٦- **تكوين اغماد حول الخيوط الفطرية**: هناك بعض اصناف المحاصيل المقاومة للمسببات الفطرية تقوم بتغليف الخيوط الفطرية (الهايفات) الفطرية بغلاف سيليلوزي يتخذ شكل الغمد يكون حول طرف الهايفة وهذه الاغماد هي امتدادات لجدران الخلايا.

الدفاعات البايوكيمياوية Defenses Biochemical

ويقصد بها جميع اشكال المقاومة التي يبديها العائل النباتي ضد المسببات المرضية بفعل مركبا كيموحيوية تنتج داخل الانسجة النباتية وهي على نوعين:

١- الدفاعات البيوكيميائية الموجودة قبل الاصابة:

توجدفي بعض النباتات المقاومة مركبات سامة للمسببات المرضية تحميها منبعض الاصابات المرضية بعكس الاصناف الحساسة التي تخلو من اي مركبات تعرقل نشاط ونموالمسببات المرضية. وتتمثل هذه الدفاعات بصور شتى اهمها مايأتي:

١-١- مركبات كيميائية تفرزخارج جسم النبات

تفرز بعض النباتات انواعا مختلفةمن المركبات الكيميائية الى الخارج ولقسم منهذه المركبات تاثيرات ايجابية سواء للمسببات المرضية اوالاحياء الرمية ومن هذه المواد السكريات البسيطة (الكلوكوز) والاحماض الامينية والاحماض العضوية التي تحفز على انبات الوحدات التكاثرية لهذه الكائنات ومن ثم نموها خارج النبات لاسيما المجموع الجذري.وقد وجد ان نمو الاحياء الرمية على سطوح الجذور والاجزاء الخضرية يعمل على منافسة المسببات المرضية على المكان والمأوى اوالتأثير بشكل مباشر فيها بأفراز بعض المواد الايضية المثبطة لنموهذه المسببات.كذلك يقوم بعض النباتات المقاومة أفراز مركبات سامة للمسببات المرضية مثل سيانيد الهيدروجين HCN مما يوفر الحماية لها ضد هذه المسببات.

١-٢- مركبات كيميائية موجودة داخل الانسجة

توجد في بعض الاصناف النباتية المقاومة مركبات تنتج داخل خلاياها ذات تاثيرات سامة للمسببات المرضية، فمثلا تحتوي اصناف البطاطا المقاومة لمرض الذبول الفرتسلي الذي يسببه الفطر Verticillium على تراكيز سامة من حامض الكلورجين تعرقل نموهذا الفطر.كما تحتوي بذور واوراق نباتات العائلة الصليبية مركبات الكلوكوسينوليت تعرقل نمو هايفات الفطريات التي تهاجم هذه النباتات.

٢- الدفاعات البايوكيميائية المتكونة بعد الاصابة

وتشمل افرازمواد عديدة اهمها الفايتوالكسيناتphytoalaxens والمركبات الفينولية الشائعة والبروتينات والمواد المقاومة لانزيمات المسبب المرضي.

ثانيا- المقاومة التطبيقية(المصطنعة)Applied Control

وهي الاساليب والطرق التي يؤديها الانسان من اجل الوقاية من الاصابات المرضية اومقاومتها بشكل مباشر وتشمل مايأتي:

١- **الطرق التشريعية(الحجرالزراعي):**وتتمثل في تحديد تواجد وانتشار امراض نباتية معينة ولمحصول زراعي معين ضمن منطقة ما في البلد الواحد او بين البلدان المختلفة عن طريق وضع ضوابط وقوانين يتم بموجبها منع نقل(استيراد او تصدير) محصول زراعي او منتجاته او اجزتءه التكاثرية من المنطقة التي يصاب بها بالمرض الى المناطق الخالية منه لمنع نشر المسبب المرضي .وعادةتخشى البلدان من دخول المسببات المرضية الجديدة الى مناطقها الزراعية لانها سوف تفتك ببعض المحاصيل.لهذا اسست دوائر الحجر الزراعي في العديد من دول العالم لتنفيذ هذه الاجراءات وتضم هذه الدوائر مختصين من اصحاب الخبرة غفي الكشف عن وجود مسببات الامراض النباتية في مختلف المحاصيل او منتجاتها سواء المستوردة او المصدرة بين البلدان،وتتوزع هذه الدوائر في المطارات والمواني‌ء والمخافر او المعابر الحدودية لهذا البلد او ذاك.

٢- الطرق الزراعية Cultural method :وتشمل مايأتي

أ-الدورة الزراعية

تعد الدورة الزراعية Crop Rotation من التطبيقات الزراعية المهمة في وقاية المحاصيل الزراعية من الاصابة بالامراض او تقليل اضرارها فضلا عن اهميتها في تحسين خواص الترب ومقاومة الافات الحشرية والادغال.ويقصد بالدورة الزراعية عدم تكرار زراعة نفس المحصول في نفس المساحة الزراعية لعدة سنوات متتالية.اذ لابد من حجب العائل النباتي عن المسبب المرضي في المنطقة التي تنتشر فيها بعض الامراض لمدة ثلاث سنوات او اكثر وذلك للتقليل من تواجد ذلك المسبب وبالتالي تقليل الخسائر التي يحدثها على المحاصيل في تلك المنطقة.وتكون الدورة الزراعية مجدية وذات مردود جيد في حالة المسببات المرضية الغازية او القاطنة في الترب من الفطريات والبكتريا والديدان الثعبانية وسواها.

ب-استئصال العوائل النباتية

تتبع هذه االطريقة لمقاومة الامراض النباتية التي تظهر في منطقة ما لاول مرة او الامراض التي يخشى استيطانها ولكونها امراضا شديدة الخطورة.كما تتبع في استئصال العوائل النباتية غير الاقتصادية او الثانوية اذا كان المسبب يتطلب اكثر من عائل لاتمام دورة حياته كبعض مسببات الاصداء.ان تنفيذ هذه الوسيلة تؤدي الى كبح المسبب المرضي ومنع انتشاره في المواسم اللاحقة.

ج-ازالة المخلفات النباتية

هي من الاساليب الوقائية في برامج مقاومة امراض النبات فعن طريق جمع والتخلص من المخلفات النباتية سواء خلال او في نهاية الموسم يتم التخلص من العديد من المسببات التي تتخذ من هذه المخلفات اوساطا لنموها بشكل ترممي او تتخذها كمأوى لسباتها لحين بلوغ الموسم التالي.كما تشمل هذه الطريقة اجراء التقليم وازالة الفروع او الاغصان المصابة في الاشجار.

د-تحسين ظروف نمو العائل

المعروف ان العوائل النباتية تنمو في ظل ظروف مختلفة وفق متطلبات عديدة مثل درجات الحرارة والرطوبة وتوفر العناصر الغذائية في التربة وهذه العوامل مهمة جدا لحدوث الاصابة المرضية ايضا فالنباتات تنمو بشكل جيد وتكون قادرة على مقاومة المسببات المرضية اذا كانت ظروف نموها جيدة ، ويحدث العكس اذا اهملت من حيث عمليات التسميد وازالة الادغال وصرف المياه الزائدة في الترب وغير ذلك.

ذ-ايجاد ظروف غير ملائمة لنمو المسبب المرضي

وتتمثل هذه الطريقة بجملة من الامور التي تتبع وتعمل على توفير ظروف غير ملائمة لنشاط المسببات المرضية كتقليل المحتوى المائي للترب وتغيير درجة تفاعل الترب المثالية للمسببات المرضية كتقليل المحتوى المائي للترب وتغيير درجة تفاعل الترب المثالية للمسببات المرضية او غمر التربة لفترة محدودة بالماء او تعريضها لفترة محدودة للجفاف او اتباع الحراثة العميقة او الزراعة السطحية او التقديم او التأخير في مواعيد الزراعة او تغيير مسافات الزراعة.

٣- الطرق الحياتية Biological Method

وفيها تقاوم المسببات المرضية اما من خلال استغلال الصفات الدفاعية التي تمتاز بها انواع واصناف النباتات (التي سبق وذكرناها في مجال الدفاعات الذاتية)،او استغلال الاحياء المجهريةالنافعة والتي لها القابلية على تثبيط نشاط المسببات المرضية او التطفل عليها والقضاء عليها.ويمكن اجمال المقاومة الحياتية بما يلي:

أ- التطفل والتضاد Parasitism&Antagonism

وفي هذا الجانب يمكن الاستفادة من نشاط بعض الاحياء المجهرية النافعة التي تمنع نمو ونشاط المسببات المرضية وبذا تحد من انتشارها واصابة النبات دون الحاجة الى استعمال المبيدات الكيميائية الضارة بالبيئة .اذ ان بعض الاحياء المجهرية المفيدة تفرز موادا ايضية قاتلة او مثبطة لنمو المسببات المرضية ،مما يقلل من اضرارها عل النباتات.فمثلا وجد ان سلالات عديدة من بكتريا ***Pseudomonas aeruginosa***و***Pseudomonas flourescens***تفرز مركبات كيميائية مثل **Phenazines**و**Anthranilate**ولها القدرة على تثبيط نمو الغزل الفطري للعديد من فطريات التربة مثل ***Fusariumoxysporium***الذي يسبب حالات ذبول محاصيل الخضر والمحاصيل الحقلية ،وكذلك انواع الفطر .spp ***Pythium*** التي تسبب امراض سقوط البادرات .فضلا عن ذلك تتاثر بعض انواع الديدان الثعبانية المسببة لمرض تعقد الجذور بنشاط هذين النوعين من البكتريا.كما تجد بعض انواع الفطر المعروفب*Trichoderma*.spp تتطفل على او تثبط نشاط انواع اخرى من الفطريات والديدان الثعبانية والفايروسات الممرضة للنبات.

كما وجد ان بعض انواع الفيروسات لها القابلية على قتل انواع من البكتريالممرضة للنبات وتدعى مثل هذه الفيروسات بملتهمات البكتريا Bacteriolphages ، فعن طريق اكثار هذه الفيروسات في المختبر ورشها بمحاليل على النباتات المصابة بالامراض البكتيرية يمكن الحد من انتشار هذه المسببات وخفض اضرارها على المحاصيل.

ب- انتاج وزراعة اصناف النباتات المقاومة Production & Cultivation Resistant Plant

من المفضل ادخال زراعة الاصناف النباتية المقاومة في برامج المقاومة المتكاملة للامراض النباتية.لهذا تستنبط شركات انتاج البذور وبعض المؤسسات الزراعية الحكومية اصنافا من النباتات مقاومة لبعض المسببات المرضية لنشر زراعتها بدلا من الاصناف الحساسة.وهذه الطريقة خطوة في ايجاد الطرق البديلة عن استعمال المبيدات االكيميائية في مقاومة الامراض النباتية.ويجري استنباط هذه الاصناف اما عن طريق الانتخاب او التهجين اذ تنتقل المورثات المسؤولة عن احدى صفات المقاومة الذاتية التي تمتاز بها بعض النباتات غير الاقتصادية الى الاصناف المراد استنباطها والتي تتمتع بالانتاجية العالية وذلك عند اجراء عملية تلقيح الازهار من قبل خبير التهجين.وفي السنوات الاخيرة ظهر انتاج جديد في استنباط الاصناف االمقاومة اذ تنتقل مورثات مسؤولة عن مستويات معينة من المقاومة موجودة في انواع معينة من النباتات الى انواع او اصناف اخرى تفتقر اليها دون الحاجة الى احداث تلقيح بينها ولكن بواسطة ادوات وتقنيات خاصة وهذا مايعرف بالتقنية الاحيائية Biotechnology او الهندسة الوراثية.وتمتاز المقاومة الذاتية بسهولة الحصول عليها وتاثيرها ناجح ضد الامراض،كما انها تعد من

الوسائل الملائمة لسلامة البيئة من التلوث وانخفاض تكاليفها نسبيا لكن يعاب عليها سهولة فقدان المقاومة بعد بضعة اجيال بعدظهور سلالات جديدة للمسبب المرضي.

ج- التداخل والمقاومة العرضية Interaction &Cross Resistance

ويقصد من هذا الاجراء هو اكساب المناعة في النباتات قبل تعرضها للاصابة بمسببات مرضية محددة وذلك بتعريضها الى سلالات ضعيفة من المسبب المرضي لتوليد مقاومة مكتسبة اشبه بالمناعة المكتسبة لدى الحيوانات والانسان عند اعطائها اللقاحات المضادة للامراض.لكن هناك محاذير من تطبيق مثل هكذا اجراء في المقاومة الاحيائية فمن الواجب توخي الحذر من احتمال تغاير وراثي مفاجيء للسلالات الضعيفة المستعملة كلقاحات بحيث تتحول الى سلالات فعالة ممرضة ذات قابلية عالية للاصابة وتحولها الى عوامل ضارة.

٤-الطرق الفيزيائية Physical Methods

وفيها تستعمل بعض العوامل الفيزيائية كدرجة الحرارة العالية او المنخفضة والاشعاعات للقضاء على المسببات او تثبيطها لتقليل الخسائر التي تحدثها،وفيما يأتي اهم هذه الوسائل:

١- <u>درجة الحرارة Temperature</u>

قد يكون تأثير الحرارة مباشرا على المسبب المرضي او غير مباشر وذلك في احداث ظروف غير ملائمة لنموه وتكاثره.اذ تستعمل درجة الحرارة المرتفعة لمعاملة الاجزاء النباتية المختلفة كالبذور والدرنات والعقل والابصال وغيرها. والحرارة المستعملة اما ان تكون بشكل هواء او زيت ساخن وذلك حسب نوع المسبب المراد القضاء عليه وطبيعة الاجزاء النباتية المعاملة.فضلا عن ذلك تستعمل درجة الحرارة المرتفعة نسبيا كمصدر لتعقيم التربة.فمثلا يمكن حقن التربة في المشاتل والبيوت الزجاجية والبلاستيكية بالماء الساخن قبل الزراعة لتعقيمها دون التاثير في خواص محتوياتها من المواد العضوية.كما يستفاد من اشعة الشمس صيفا لتعقيم الترب الزراعية بهدف القضاء على المسببات المرضية وتدعى هذه العملية بالبسترة الشمسيةSolar Pasteurization .اذ تحرث الارض وتروى ثم تغطى باغطية بلاستيكية ذات الوان مختلفة وتترك لعدة ايام.وقد وجد ان للبسترة الشمسية تأثير فعال في قتل العديد من المسببات المرضية القاطنة في التربة كالديدان الثعبانية والبكتريا والفطريات فضلا عن الحشرات وبعض الادغال. كما استعملت درجات الحرارة المنخفضة للقضاء او تثبيط نشاط العديد من المسببات المرضية،والتطبيق لهذه العملية يتمثل في حفظ المنتجات النباتية من فواكه وخضروات وحبوب وغير ذلك في مخازن مبردة.

٢- <u>التشعيع Radiation</u>

تستعمل اشعة كاما والاشعة فوق االبنفسجية واشعة اكس للقضاء على المسببات المرضية عند تعريضها لها،لاسيما تلك التي تكون ملوثة للمنتجات الزراعية.وقد استعملت اشعة كاما لتعقيم المنتجات الزراعية قبيل تخزينها لغرض الاستهلاك او لاغراض تكاثرية. ولكن لحد الان لم تنفذ هذه الطرق بشكل واسع بسبب المخاطر التي تتعرض لها المنتجات الزراعية نتيجة تلوثها بهذه الاشعاعات او بسبب التغايرات الوراثية التي تطرا وتكون غير مرغوب فيها لاسيما تلك المنتجات الزراعيةالمهيئة للتكاثر (التقاوي).

٥-الطرق الكيميائية Chemical Method

بالرغم من المساوئ التي تنجم عن اجراء مقاومة امراض النبات باستخدام المبيدات الكيميائية الا انها لازالت تعد من اكثر الطرق شيوعا في مكافحة الامراض النباتية .ويمكن تقسيم المعاملات بالمبيدات الكيميائية الخاصة بمقاومة امراض النبات الى مايأتي:

١- معاملة المجموع الخضري

يجري رش او تعفير الاجزاء الخضرية بمساحيق او محاليل المركبات الكيميائية وذلك للقضاء او تثبيط نشاط المسببات المرضية المتواجدة على اجزاء النباتات النامية فوق سطح التربة والتي تدعى Air Borne Pathogens او منع انتشارها او عرقلة العدوى الثانوية او تعمل على ايقاف تطور الاصابات الاولية.كما وقد تستعمل هذه المعاملات قبل وقوع الحالة المرضية كاجراءات وقائية اذا لاحظالمختصون بوقاية النبات ان الظروف المحيطة ملائمة لحدوث الامراض.

٢- معاملة الاجزاء التكاثرية

تعامل البذور والدرنات والابصال والعقل والكورمات والشتلات قبل زراعتها وذلك اما لحمايتها من الامراض في المخازن او اثناء النقل والتسويق او للتخلص من المسببات المحمولة عليها خارجيا او المصابة بها داخليا او تجرى للوقاية من المسببات المرضية التي تظهر عند الزراعة وهي في اطوار نموها الاولى .والمعاملة اما ان تكون بالتعفير بمساحيق المبيدات الكيميائية او التغطيس او الرش بمحاليل هذه المبيدات.

٣- معاملة الجروح

اذ تعامل مواضع تقليم اغصان اشجار الفاكهة عند تقليمها،وكذلك محاصيل الخضر المزروعة في البيوت الزجاجية او البلاستيكية بعد اجراء عمليات الخف،وكذلك درنات البطاطا عند تقطيعها قبل زراعتها اذ تغطس بمحاليل المبيدات للوقاية من المسببات المرضية الفطرية او البكتيرية التي تتخذ من الجروح مداخل سهلة لاختراق انسجة العائل.

٤- معاملة التربة

اذا كانت الترب ملوثة بالمسببات المرضية كالديدان الثعبانية والفطريات والبكتريا التي تسكن في التربة فتجرى معاملتها بانواع مختلفة من المبيدات لحماية الحاصلات الاقتصادية عند استغلال هذه الترب للزراعة.وغالبا ما تعامل ترب البيوت الزجاجية والبلاستيكية او ترب البساتين والمشاتل اما عن طريق اضافة المواد الكيميائية مع مياه الري او بالرش المباشر على الترب مع التقليب لعدة مرات او باستعمال مبخرات الترب (مواد كيميائية سريعة التبخر لانتاج ابخرة سامة).اذ تستعمل المواد (مثل بروميد المثيل)الاخيرة مضغوطة في علب خاصة،وعند ثقبها تحرر غازا ساما ينتشر بين حبيبات التربة،ولابد من تغطية التربة المراد معاملتها بأغطية بلاستيكية وبأحكام لمنع تسرب الغاز المتولد لكي يتغلغل بين فراغات التربة ويصل الى الكائنات الحية الموجودة فيها فيقتلها. كما ان هذا الغاز سام جدا للانسان فلا بد من منع الاشخاص من الاقتراب او التواجد بالقرب من المنطقة المعاملة.

٥- معاملة الادوات الزراعية والمخازن

تعقم المكائن والادوات الزراعية مثل ادوات الحراثة والتنعيم والتسوية والمرازات والباذرات قبل استعمالها في الحقل لتلافي نشرها للمسببات المرضية المحمولة عليها،كذلك تعقم مقاصيص وسكاكين التقليم والتطعيم والتركيب قبيل استعمالها لضمان عدم قل المسببات المرضية للاجزاء النباتية المتعرضة للجروح.ولابد من رش شاحنات النقل والمخازن وعبوات التعبئة بمحاليل المبيدات او المعقمات مثل(الفورمالين٥-١٠%)للوقاية او لتقليل اضرار ما بعد الجني لتلافي احداث العدوى الاولية وانتشار العدوى الثانوية.

٦- مكافحة الادغال والحشرات

تعد الادغال مواطن مهمة للعديد من المسببات المرضية ويعد بعضها عوائل ثانوية لمسببات اخرى ومنها تنتشر الوحدات الحيوية بوسائل عدة الى النباتات المزروعة.فلابد من وسائل للتخلص منها سواء كانت هذه الوسائل ميكانيكية او فيزيائية او باستعمال مبيدات الادغال.ولا بد من مكافحة الحشرات الناقلة لمسببات الامراض كأسلوب للوقاية من الاصابة ببعض الامراض الفيروسية،وتقاوم الحشرات الناقلة بأستعمال المبيدات الحشرية او غيرها من الوسائل.