الباب الخامس

المعاملات المتبعة فى المكافحة

تقاوم الأمراض النباتية إما قبل حدوث الإصابة فى النبات بوسائل وقائية أو بعد حدوث الإصابة بوسائل علاجية. تهدف الوسائل الوقاية إلى حماية النباتات من المرض قبل حدوثه وذلك بتغليف التقاوى المعدة للزراعة بطبقة واقية من المبيدات أو تغطية أسطح النبات المعرضة للإصابة بطبقة واقية من المبيدات التى تعمل على منع إنبات جراثيم المسببات المرضية ، أو تقتل أنابيب العدوى قبل أن تتمكن من اختراق أنسجة العائل. كما يدخل ضمن الوسائل الوقاية أيضاً عمليات تطهير التربة وتطهير المخازن للقضاء على مسببات الأمراض النباتية فيها. أما الوسائل العلاجية فتهدف إلى قتل المسببات المرضية بعد حدوث الإصابة الفعلية فى النبات ، كما يحدث فى حالات علاج التقاوى المصابة بمسببات مرضية تكمن داخل أنسجة البذور ، وذلك بمعاملتها بماء ساخن أو بمبيدات جهازية ، أو استخدام الرش أو التعفير للنباتات المصابة. ومن الملاحظ أنه لا يمكن تحديد ما إذا كانت عمليات الرش أو التعفير تتم لغرض الوقاية أو العلاج ، إذ أنه لا يمكن تحديد موعد بدء الإصابة قبل ظهور أعراض المرض حيث يحتاج الطفيل إلى فترة زمنية تختلف مداها باختلاف الطفيليات والظروف البيئية ونوع العائل المعرض للإصابة ودرجة مقاومته للمرض ، تعرف تلك الفترة بفترة الحضانة incubation period . تستخدم معظم المبيدات الفطرية المستخدمة رشا أو تعفيرا ضد الطفيليات السطحية ectoparasites ، إذ أن هذه المبيدات ليست لها القدرة على التغلغل داخل أنسجة النبات ، لهذا فإن الرش بتلك المبيدات يهدف أساسا إلى عمل غطاء واق من المبيد على أجزاء النبات قبل الإصابة لفترة معينة ، كما يقوم المبيد فى نفس الوقت بقتل ميسيليوم وجراثيم الفطر المسبب للمرض التى قد تكون موجودة على أسطح النبات فيقلل ذلك من مصدر العدوى للإصابة المستقبلية. ويفيد الرش العلاجى فى قتل الطفيليات التى تعيش على أسطح النبات أو داخل أنسجته إذا ما استخدمت مبيدات جهازية بعد ظهور الأعراض المرضية ، وذلك مثل حالات الإصابة بالبياض الدقيقى الذى يعيش مسببها معظم حياته على سطح النبات ، ومثل مرض الجرب فى التفاح والكمثرى التى تعيش مسبباتها داخل أنسجة النبات وتتجرثم خارجه.

1-5 معاملة التقاوى

نظرا لأهمية التقاوى والدور الكبير الذى تلعبه فى إنتاج المحاصيل من حيث كمية المحصول وصفاته الزراعية والاقتصادية ومقاومته للآفات ، فقد اهتمت المؤسسات العلمية المتخصصة فى كثير من دول العالم بتربية أصناف عالية الإنتاج من المحاصيل المختلفة وخاصة محاصيل الغذاء بوجه عام ومحاصيل الحبوب بوجه خاص ، وقد وجد أن الكثير من هذه الأصناف عالية الإنتاج تكون قابلة للإصابة بالأمراض ، وبعض هذه الأمراض ينقل عن طريق البذور أو قطع التقاوى الخضرية. وتعد البذور من أهم وسائل نقل الأمراض النباتية ، فهى تنقل المرض فى المزرعة من موسم إلى آخر ، كما تنقل المرض من أماكن إنتاج التقاوى إلى أماكن زراعتها. وتحمل التقاوى مسببات الأمراض إما خارجيا على القصرة أو الأغلفة أو تحملها داخليا فى أنسجتها. مثل هذه المسببات المرضية المحتمل وجودها بالتقاوى يسهل مكافحتها بنفقات قليلة قبل الزراعة عن طريق معاملة التقاوى soil treatment المعاملة الملائمة ، فى حين أن ظهور المرض بعد نمو المحصول فى الحقل قد يكلف مصاريف باهظة نتيجة عمليات الرش والتعفير بالإضافة إلى الخسائر الناتجة عن المرض.

كان للصدفة دور كبير فى معرفة أهمية معاملة التقاوى قبل الزراعة فى مقاومة بعض الأمراض التى تصيب النباتات ، ففى عام 1670 تعرضت سفينة محملة بالقمح قادمة من استراليا إلى عاصفة شديدة قرب الساحل البريطانى وجنحت إلى الشاطئ وغرقت. تمكن بعض المزارعين البريطانيين من إنقاذ بعض من ذلك القمح الذى كان مشبعا بماء البحر المالح، مما تعذر معه استخدامه كطعام فاستخدم بعضه فى الزراعة. لاحظ المزارعون أن المحصول الناتج عن التقاوى المملحة يكاد يخلو من إصابات التفحم المغطى ، فى حين أن الزراعات المجاورة المنزرعة بالتقاوى العادية كانت مصابة بهذا التفحم بشدة. استنتج المزارعون أهمية الماء المالح فى مقاومة التفحم المغطى فى القمح ، وقد استخدم بعد ذلك خلال القرنين السابع عشر والثامن عشر فى معاملة تقاوى القمح قبل الزراعة.

تتم معاملة التقاوى بطرق مختلفة منها المعاملة الميكانيكية والمعاملة الكيماوية والمعاملة الفيزياوية والمعاملة البيولوجية وذلك كما يأتى :

1-1-5 المعاملة الميكانيكية

تهدف هذه المعاملة إلى إزالة الأجزاء النباتية المصابة بطفيليات مختلطة بالتقاوى ، كبقايا من أجزاء نباتية للمحصول ، وكذلك تهدف إلى فصل التقاوى المصابة ، بوسائل مختلفة منها

الغربلة التى يمكن بواسطتها فصل الأجزاء النباتية المختلطة بالبذور ، وفصل البذور الضامرة والصغير الحجم فى الحالات التى يؤدى فيها المرض إلى إنقاص وزن البذور ، وفى الحالات التى تؤدى الإصابة فيها إلى تغيير الشكل الظاهرى كما فى حبوب القمح المصابة بالنيماتودا *Anguina tritici* والتى تسبب تغييرا فى شكل الحبوب وتصبح كبذور الدحريج. يمكن استعمال الغربلة فى فصل بذور بعض النباتات الزهرية المتطفلة مثل بذور الحامول التى تختلط مع تقاوى البرسيم ، كما اتبعت طرق أخرى فى فصل بذور الحامول من البرسيم وبنيت هذه الطرق على أساس خشونة بذور الحامول ، من هذه الطرق خلط بذور البرسيم بمسحوق من برادة الحديد فتعلق برادة الحديد ببذور الحامول دون بذور البرسيم ثم باستعمال مغناطيس يمكن فصل بذور الحامول عن بذور البرسيم.

كما أمكن فصل البذور الملونة عن البذور السليمة وذلك باستخدام جهاز Sortex الذى يعمل إلكترونيا ويستطيع فصل البذور الملونة عن بقية البذور المارة بالجهاز.

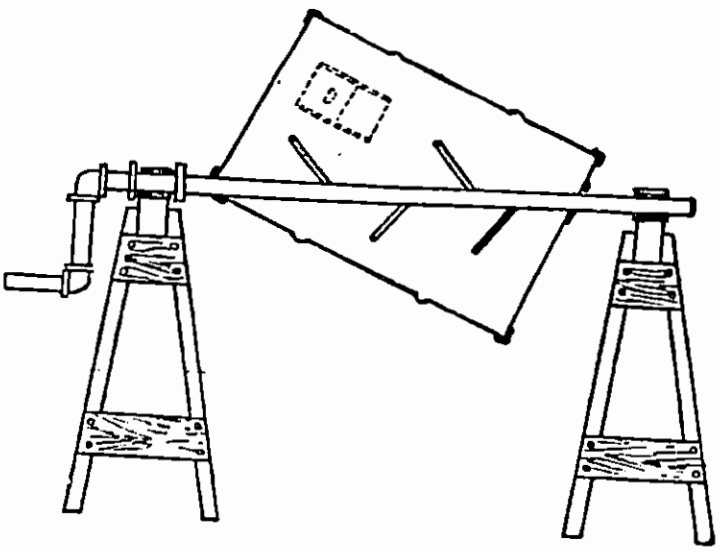
2-1-5 المعاملة الكيماوية Chemical treatment

تعامل التقاوى بالمبيدات الفطرية وذلك لغرضين الأول هو تطهيرها من المسببات المرضية التى قد تكون محمولة خارجيا على التقاوى ، أو من المسببات المرضية التى قد تكون بداخل أنسجة التقاوى ، والثانى هو وقاية التقاوى من هجوم ميكروبات التربة والتى قد تسبب عفنا للتقاوى أو موتا للبادرات قبل خروجها من التربة أو بعد خروجها على سطح التربة. هناك مبيدات عديدة تستخدم فى معاملة التقاوى ، فقد استخدمت سابقا المبيدات الزئبقية مثل سريسان وأجروسان وغيرها ، ولكن مثل هذه المبيدات أوقف استخدامها نتيجة لسميتها الشديدة للإنسان وخاصة بعد الكارثة التى حدث بالعراق عام 1970 حيث استخدم الأهالى حبوب قمح سبق معاملتها بمبيد زئبقى وذلك بعد الغسيل فى الماء بغرض الاستهلاك الآدمى مما نتج عنه موت الكثيرين. وفى الوقت الحالى يقتصر استخدام المبيدات الزئبقية فى كثير من دول العالم المتقدم على معاملة بذور المربى breeder seed. تلى استخدام المبيدات الزئبقية كثير من المبيدات العضوية التى تنتمى إلى مجاميع كيماوية كثيرة مثل كابتان 75 وثيرام وفيجون وسبرجون وتيراكلور ، ثم ظهرت بعد ذلك المبيدات الفطرية الجهازية مثل كربوكسين وبنليت وتوبسين وغيرها ، وقد سبق ذكر هذه المركبات فى الباب الرابع.

يشترط أن يتوفر فى المبيد المستعمل أن يكون ثابتا كيماويا ويستمر مفعوله الوقائى للبذور والبادرات عدة أسابيع وأن يكون سهل التوزيع على أجزاء التقاوى مسببا تغطية متكافئة لأجزائها المختلفة وأن يكون غير ضار بالتقاوى وتستعمل مبيدات التقاوى بطرق مختلفة كما يأتى :

1-2-1-5 معاملة التقاوى الجافة Dry seed dressing : تستعمل فى هذه الطريقة مبيدات غير قابلة للذوبان تقريبا ، وتوجد على هيئة مسحوق دقيقى يوزع على سطح التقاوى ، وذلك بإضافة الكمية اللازمة من المبيد على الوزن الملائم من التقاوى فى وعاء ثم يقفل الوعاء ويرج بشدة عدة مرات حتى يتم توزيع المبيد على التقاوى.

عند معاملة كميات كبيرة من البذور يمكن استخدام جهاز (شكل 5-1) ، وهو عبارة عن إسطوانة معدنية مثبتة فى وضع مائل على محور معدنى أفقى يمتد داخلها من أحد جانبى الأسطوانة بعيدا عن مركزها إلى الجانب الآخر قرب حافته. يخرج من المحور المعدنى فى الداخل 3-4 ريش فى اتجاهات مختلفة ، وللأسطوانة فتحة على محيطها قرب أحد جانبيها ولها باب ينزلق لإغلاقها. تملأ الأسطوانة لحوالى نصفها بالتقاوى ثم يضاف إليها الكمية المناسبة من المبيد ، ويقفل الجهاز ثم يدار 25 دورة على الأقل لتقليب التقاوى وتوزيع المبيد عليها.

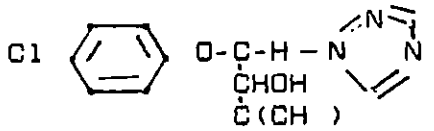


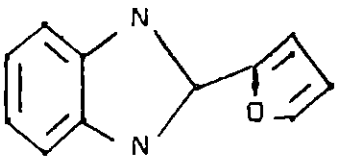
شكل 5-1 : جهاز لمعاملة التقاوى بالمبيدات الجافة

معاملة التقاوى بالمبيدات الجافة التى تكون عادة ذات درجة ذوبان منخفضة جدا لا ينتج عنها موت المسببات مرضية السطحية أو الداخلية مباشرة ولكنها تعمل فقط بعد الزراعة فى تربة رطبة.

ومن المبيدات المستعملة فى المعاملة الجافة للتقاوى ما يأتى :

بايتان Baytan : مبيد فطرى جهازى لمعاملة بذور القمح والنجيليات الأخرى. يوجد البايتان على هيئة مسحوق وتعامل به البذور بمعدل 1.5 جم / كجم بذرة. يحتوى بايتان على مادتين فعالتين هما fuberidazole و triadimenol والتى يرجع إليهما التأثير الجهازى ويرمز لها بالرمزين التاليين :





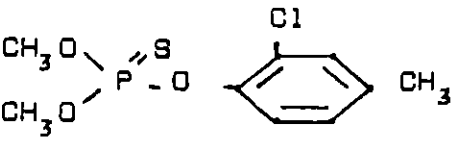
Triadimenol + **Fuberidazole**

Baytan

ركسيل : يستخدم فى معاملة حبوب النجيليات لـ كافحة مرض التفحم السائب والتفحم المغطى والتفحم اللوائى فى القمح وأمراض التفحم السائب والتفحم المغطى وتخطط الأوراق والتلطخ الشبكى فى الشعير وذلك بمعدل 2-3 جم / كجم بذرة.

ريزولكس تى50 Rizolex T 50 WP : مبيد فعال ضد بعض الفطريات الممرضة بالتربة مثل *Pythium* و *Fusarium* و *Rhizoctonia* والتى تسبب ضررا كثيرا على محاصيل الخضر والحبوب وبنجر السكر والفول السودانى وفول الصويا والقطن ونباتات الزينة وذلك بمعدل 3 جم / كجم بذرة.

يوجد هذه المركب على هيئة مسحوق قابل للبل يحتوى على 50 % من المواد الفعالة ، كما يوجد مستحضر تجارى يحتوى على مادتى رولكس بمعدل 20 % وثيرام بمعدل 30 % وتركيبه ورمزه الكيماوى



Rizolex T 50% WP

(O,O - dimethyl - O – (2.6 - dichloro - 4 methyl phenyl phospharothioate.)

سريفاكس وسريفاكس اكسترا Cerevax & Cerevax Extra : مبيد فعال ضد كثير من الفطريات المحمولة بالبذور أو بالتربة وذلك مثل لفحة البادرات وعفن القدم فى القمح والشعير المتسببين من أنواع من جنس *Fusarium* والتفحم السائب فى القمح والشعير المسبب من *U. nuda* والتفحم المغطى فى القمح المسبب من *Tilletia caries* والتفحم المغطى فى الشعير المسبب من *U. hordei* وذلك بمعدل 2.50 جم / كجم بذرة.

فيراكس Ferrax : مبيد فعال ضد كثير من الفطريات التى تحمل بالتقاوى وبالتربة والهواء. ويستطيع هذا المبيد مكافحة العديد من أمراض الشعير والتى تشمل لفحة البادرات وعفن القدم والتفحم السائب والتفحم المغطى وتخطط الأوراق والتى تحمل فطرياتها على البذور ، وأمراض الصدأ الأصفر والصدأ البنى والبياض الدقيقى التى تحمل فطرياتها بالهواء. تعامل البذور بمعدل 5 مل / كجم تقاوى.

يوجد فيراكس على هيئة مستحلب يحتوى على 3 % flutriafol و 40 % ethirimol و 1 % thiabendazole (TBZ) ، ويتميز flutriafol بأنه جهازى يمتص بواسطة التقاوى وجذور النباتات وينقل إلى أعلى النبات خلال أوعية الخشب حيث يتداخل فى إنتاج الارجسترول الذى يدخل فى تركيب أغشية الجدر الخلوية للمسببات الفطرية مما ينتج عنه ضمور فى الجدر الخلوية للمسببات الفطرية وتثبيط نمو الهيفات. كما أن ethirimol جهازى أيضا يمتص بواسطة الجذور وينقل إلى الأوراق خلال أوعية الخشب أيضا حيث يثبط تكوين نيوكليوتيد ويمنع استقرار الجراثيم الفطرية على أسطح الأوراق.

فينست Vincit : مبيد فطرى لمعاملة بذور القمح والشعير لمكافحة الفطريات التى تحمل خارجيا على أغلفة الحبة أو داخليا فى أنسجة الحبة ، وبذلك يمكن مكافحة *Tilletia foetida* و *T. caries* المسببان للتفحم المغطى فى القمح وكذلك *Septoria nodorum* المسبب لتلطخ القنابع فى القمح ، والتفحم المغطى فى الشعير والمسبب من *Ustilago hordei* وتخطط أوراق الشعير المسبب من *Pyrenophora graminea* ، التى تحمل فطرياتها خارجيا على أغلفة الحبة . كما يستطيع فينست مكافحة الفطر *U. nuda* المسبب للتفحم السائب فى القمح والشعير ، والتى تحمل جراثيمها داخل أجنة حبوب القمح والشعير . تعامل التقاوى بمعدل 2 جم / كجم تقاوى أو 2 مل / كجم تقاوى من المستحضر السائل .

يوجد فينست على هيئة مسحوق قابل للبلل أو على هيئة مستحلب ويرجع التأثير السام للمركب إلى إحتوائه على flutriatol الذى يتداخل مع تكوين الأرجسترول الذى يدخل كمكون لغشاء خلايا الفطر المسبب للمرض ، كما يحتوى المركب أيضا على مادة thiabendazol (من مجموعة benzimidazole) الذى يزيد من فاعلية المركب فى مكافحة الأنواع المختلفة من جنس فيوزاريوم التى تهاجم جذور نباتات القمح والشعير .

مونسرن Monceren : مبيد فطرى متخصص وفعال على فطر *Rhizoctonia solani* الذى يحمل على عدد كبير من التقاوى كما أنه يوجد فى التربة . يستخدم مونسرن بمعدل 3-5 كجم تقاوى فى مقاومة لفحة بادرات الكتان وعفن الجذور والذبول فى الفول .

5-1-2-2 المعاملة المبتلة للتقاوى Wet seed dressing : المبيدات المستعملة فى هذه الطريقة تكون قابلة للذوبان فى الماء أو فى صورة مساحيق قابلة للبلل ينتج عن تقليبها فى الماء معلقات بطينة للترسيب . تعمل المحاليل أو المعلقات بتركيزات مناسبة ثم تغمر بها كميات مناسبة من التقاوى وتترك بها زمن محدد ثم تنشل التقاوى وتفرد لتجف ثم تزرع أو تخزن . تفضل المعاملة المبتلة عن المعاملة الجافة فى تطهير ووقاية الأجزاء الخضرية المعدة كتقاوى مثل درنات البطاطس وذلك لسهولة توزيع المبيد على سطح تلك الأجزاء الخضرية ووقايتها من الأمراض التى تصيبها خلال الفترة الأولى لزراعتها عن المسببات المرضية التى ينتج عنها عفن قطع التقاوى ، ويستخدم لذلك محلول فورمالين 0.4 % لمدة ساعة ونصف ثم تنشل قطع التقاوى وتفرد لتجف .

ولكن كثير من المزارعين لا يفضلون هذه الطريقة نظرا لأن عملية التجفيف تحتاج إلى وقت طويل ، وكذلك لخطورتها على التقاوى إذا لم يتم التجفيف جيدا .

بعض أنواع البذور وخاصة بذور البقوليات كالبسلة والفاصوليا وفول الصويا وغيرها تتشرب الماء بسهولة وتنتفخ وتزداد فى الحجم وتنفصل عنها القصرة وتسرع فى الإنبات مما ينتج عنها مشاكل فى التجفيف. ولصعوبة استخدام هذه الطريقة تجاريا مع تلك الأنواع من البذور أمكن استخدام مركب polyethylene glycol (PEG) وذلك بإضافته إلى الماء لتقليل الضغط الأسموزى للمحلول مما يسمح لأنواع كثيرة من البذور بأن تعامل بهذه الطريقة لفترات طويلة دن حدوث أضرار ، حيث أن البذور المعاملة بالغمر فى PEG لا تتشرب بالماء كثيرا إلى حد الانتفاخ ، ولا تنبت بسرعة ويمكن تجفيفها بعد المعاملة. ينتج عن هذه المعاملة التبكير فى ظهور البادرات فوق سطح التربة ؛ كما تكون البادرات متساوية تقريبا فى الطول وخاصة عند زراعة البذور تحت ظروف مناسبة. هناك طريقة أخرى أمكن بها الاستغناء عن الماء كلية وذلك باستخدام مذيبات مثل anhydrous (DCM) dichloromethane أو أسيتون وذلك لحمل المبيد الفطرى إلى البذور فى عدم وجود الماء وعلى ذلك يمكن استخدام المبيدات بعد إضافة حامل المذيب.

3-2-1-5 المعاملة بمعلقات ثقيلة القوام Slurry : تتميز هذه الطريقة بتلافى التأثير الضار على العمال الذى ينتج عن تطاير المبيد عند اتباع الطريقة الجافة وكذلك توفيرا للوقت الذى يلزم لتجفيف التقاوى عند اتباع الطريقة المبتلة. فى هذه الطريقة يعمل معلق مركز من المبيد ثم يضاف هذا المعلق إلى البذور ، ويلزم لذلك أجهزة خاصة لضمان توزيع المعلق على سطح البذور بانتظام ، ولا تتطلب هذه المعاملة تجفيفا للبذور وذلك لأن المعاملة تضيف إلى التقاوى نسبة لا تتجاوز 1 % من الرطوبة.

3-1-5 المعاملة الفيزيائية Physical treatment

تشمل المعاملة الفيزيائية معاملة التقاوى بالحرارة ويستخدم فى ذلك الماء الساخن أو الهواء الساخن كما تشمل المعاملة أيضا تعريض الحبوب لظروف غير هوائية أو يستخدم طريقة التخمير بترك البذور مع عصير ولب الثمار. وتتلخص هذه المعاملات المختلفة فى الآتى :

1-3-1-5 المعاملة بالماء الساخن Hot-Water treatment : تتبع هذه الطريقة فى تطهير التقاوى تطهيرا كاملا ضد بعض الميكروبات التى توجد داخليا بالتقاوى. وللحرارة مفعول واضح فى إهلاك الطفيليات المحمولة بداخل أو على سطح البذور ، وفى بعض الأحوال تعتبر المعاملة الحرارية للتقاوى هى الوسيلة الوحيدة لمقاومة عدد من الأمراض التى

تحمل طفيلياتها داخليا بالبذور ، فـهى تستخدم فى مقاومة كل من التفحم السائب فى القمح والشعير المتسبب عن الفطر *U. nuda* الذى يسكن داخليا فى الحبوب وتتم المعاملة الحرارية لحبوب القمح كالآتى :

1 - تغمر الحبوب فى ماء حرارته 20 - 30 ° م لمدة أربع ساعات وذلك لتنبيه وتنشيط مسيليوم الفطر الساكن.

2 - تنشل الحبوب من الماء البارد ثم تغمر فى ماء ساخن حرارته 52 ° م لمدة 10 دقائق وذلك لقتل الميسيليوم الداخلى.

3 - تنشل الحبوب من الماء الساخن ثم تغمر سريعا فى ماء بارد لتبريد الحبوب حتى لا تؤثر الحرارة المرتفعة على حيوية الحبوب ، ويفضل أن يستبدل الغمر فى الماء البارد بالغمر فى محلول بارد لأحد المبيدات الفطرية مثل السيمسان بنسبة 0.25 %.

فى حالة حبوب الشعير تعامل كالسابق إلا أن مدة الغمر الأولى فى الماء البارد تصل إلى 12 ساعة ثم الغمر فى الماء الساخن على حرارة 53 ° م ولمدة 13 دقيقة.

تتبع المعاملة الحرارية للتقاوى فى بعض محاصيل الخضر كبذور الطماطم ضد الإصابات المبكرة لمرض اللفحة المبكرة المتسبب عن الفطر *Alternatia solani* وبذور الكزنب والقرنبيط ضد مرض الساق السوداء المتسبب عن الفطر *Phoma lingam* وضد مرض تبقع الأوراق المتسبب عن الفطر *Alternaria brassicae* ، وتلك الفطريات تعيش داخليا فى بذور عوائلها ولذا فهى تقاوم بمعاملة البذور بالماء الساخن على درجة 50 ° م ولمدة 25 دقيقة.

لا تقتصر المعاملة الحرارية ضد الطفيليات على التقاوى البذرية بل تشمل أيضا التقاوى الخضرية كالأبصال أو الدرنات والكورمات والريزومات فتعامل أبصال النرجس للمصابة بالديدان الثعبانية *Ditylenchus dipsaci* بواسطة الماء الساخن فتنقع الأبصال أولا فى ماء بارد درجة حرارته 20- 30 ° م لمدة ساعتين ثم تنقل إلى الماء الساخن على حرارة 44 ° م لمدة 3-4 ساعات حسب حجم الأبصال ثم تبرد بالغمر فى ماء بارد وتجفف. كما أفادت معاملة عقل قصب السكر المستخدمة كتقاوى بالماء الساخن على درجة 52 ° م ولمدة 20 دقيقة فى مقاومة مرض التخطط الفيروسى.

2-3-1-5 المعاملة بالهواء الساخن : نجح لثرا Luthra فى مقاومة التفحم السائب فى القمح بتعريض حبوب القمح المخصصة للتقاوى لحرارة الشمس. وتتلخص طريقة ذلك فى نقع الحبوب أولاً فى الماء لمدة 4 ساعات ثم تنشر فى الشمس لمدة 4 ساعات أخرى. وقد حصل على أحسن نتائج عندما كانت أعلى درجة حرارة فى الظل 49 °م.

3-3-1-5 المعاملة بالتعريض لظروف لا هوائية : تعتبر هذه الطريقة أكثر أمانا وأقل ضررا على التقاوى من المعاملة بالماء الساخن واستعملت فى مقاومة فطريات التفحم السائب فى كل من القمح والشعير فتغمر التقاوى فى ماء بارد (15-21 °م) لمدة ساعتين على الأقل ، ثم يصفى الماء وتحفظ التقاوى بعد ذلك فى ظروف لا هوائية تقريبا لمدة يوم أو أكثر. فى بعض الحالات تنتج الظروف اللا هوائية باستمرار الغمر فى الماء لمدة 64 ساعة على درجة حرارة 22 °م ، وفى بعض الحالات الأخرى تنقل البذور إلى أوانى محكمة الغلق وتحفظ فيها لمدة تختلف تبعا لدرجة الحرارة داخل الأوانى ، فتقل مدة الحفظ كلما ارتفعت درجة الحرارة، فتحفظ لمدة 80 ساعة على حرارة 20 °م ولمدة 70 ساعة على 21 °م ولمدة 60 ساعة على 24 °م ولمدة 50 ساعة على 27 °م ولمدة 40 ساعة على 30 °م ولمدة 30 ساعة على 32 °م. بعد ذلك يعاد تصفية الماء وتنتشر التقاوى لتجف مع مراعاة أن لا تزيد حرارة الحبوب أثناء التجفيف عن 38 °م. ويجب معاملة التقاوى بعد هذه المعاملة بأحد المبيدات الواقية.

4-3-1-5 تخمير البذور : تستخدم طريقة التخمير fermentation فى مكافحة مرض التقرح البكتيرى فى الطماطم المسبب من *Cerynebacterium michiganense*. وطريقة ذلك هى أن تخمر البذور مع عصير ولب الثمار على درجة حرارة الجو ، 20-25 °م ، لمدة 72 ساعة تستخرج بعدها البذور ، ويعتقد أن زيادة درجة حموضة العصير الناتج عن التخمير هى المسئولة عن إبادة البكتيريا الممرضة.

4-1-5 المعاملة البيولوجية Biological treatment

زادت أهمية استخدام المعاملة البيولوجية فى مكافحة أمراض البذور فى الوقت الحاضر وذلك للمحافظة على البيئة من التلوث بالكيماويات. وفى الطريقة البيولوجية تعامل البذور بكائنات واقية ذات قدرة على تضاد كائنات التربة المحيطة بالجذور rhizosphere وينتج عن تلك المعاملة وقاية لكل من البذور والجذور وزيادة فى نمو النباتات. لوحظ ذلك فى النباتات التى عوملت بذورها وزرعت فى الصوب أو فى الحقل. وفى تجربة حقلية زرعت فيها ذرة

عوملت بفطر *Trichoderma harzianum* فكانت نباتاتها أكثر نموا ومحصولها أوفر من النباتات التى لم تعامل بذورها بالفطر المذكور (Harman et. al., 1989).

كما أمكن وقاية بادرات الذرة الشامية بمعاملة الحبوب بالبكتيريا *Bacillus subtlis* أو بالفطر *Chaetomium globosum* قبل الزراعة فى الحقل الذى لوثت تربته بالفطر *Fusarium roseum* f. sp *cerealis* وكانت نتائج المعاملة البيولوجية فى وقاية بادرات الذرة الشامية تماثل المعاملة الكيماوية لحبوب الذرة بالكابتان أو الثيرام.

كذلك أمكن مكافحة بعض أمراض فول الصويا المسببة من الفطريات *Colletotrichum truncatum* المسبب للإنثراكنوز وفطر *Pythium ultimum* المسبب لموت البادرات وفطر *Sclerotinia sclerotiorum* المسبب للعفن الأبيض وذلك بمعاملة بذور فول الصويا بفطريات *Trichoderma harzianum* و *Aspergillus tereus* و *Gleocladium roseum*.

ولنجاح استخدام الطريقة البيولوجية يجب اختبار السلالة المستخدمة من الكائن الدقيق الذى يقوم بالوقاية والذى يتوفر فيه صفات وراثية للوقاية وكفاءة عالية على تضاد ميكروبات التربة المحيطة بالجذر ، كما يلزم توفر ظروف تربة مناسبة من رطوبة وعناصر غذائية ورقم أيدروجينى مناسب وغيرها وذلك لضمان نموها وتكاثرها.

2-5 الرش والتعفير

تتعرض كثير من النباتات أثناء فترات نموها لهجوم الطفيليات التى تسبب لها أمراضا نباتية مختلفة ، ويمكن مكافحة بعض هذه الأمراض كيميائيا باستخدام المبيدات المناسبة إما باتباع أساليب وقائية أو طرق علاجية. والمبيدات التى تستخدم فى مثل هذه الحالات قد تكون فى صورة محاليل أو معلقات أو مستحلبات وقد يضاف إليها مواد أخرى تعمل على ثبات المبيد ونشره بسهولة على أسطح الأجزاء النباتية المعاملة أو تعمل على زيادة التصاق المبيد على أسطح النباتات ، فيمنع ذلك من زوالها بالرياح أو الأمطار. وقد تكون المبيدات فى صورة مساحيق جافة تستعمل بعد أن تخفف بمادة مالئة مثل بودرة التلك ليسهل بذلك توزيعها بطريقة متجانسة. تستعمل المبيدات فى صورها السائلة بطرق الرش ، أما المبيدات الجافة التى فى صورة مسحوق فتستعمل بطريقة التعفير. وتستخدم فى عملية الرش والتعفير آلات متنوعة باختلاف نوع المعاملة ومساحة الحقل والمزارع فمنها ما يكون بسيطا يدار باليد ومنها الكبير الذى يدار آليا بموتورات خاصة. ويتوقف النجاح فى عملية المكافحة على اختيار المبيد المناسب والوقت الملائم للقيام بالعملية كما أن لإتقان تنفيذ العملية أهمية بالغة. ولتحديد

المبيد المناسب وكيفية تطبيقه ، والوقت الملائم لعمليات الرش أو التعفير لمكافحة الأمراض التى تصيب محصول معين ، يجب التعرف أولاً على الأمراض التى تصيب ذلك المحصول فى المنطقة التى يزرع فيها ، وأهمية كل من تلك الأمراض على إنتاجية المحصول والظروف الملائمة لانتشار كل منها والموعد التقريبى لبدء ظهوره ، ومن ثم يمكن تحديد الموعد الملائم لبدء تنفيذ برنامج وقائى ضد تلك الأمراض قبل ظهورها . وهناك بعض الأمراض لا تظهر بصفة منتظمة وفى هذه الحالة يسترشد ببدء ظهور أعراض الإصابة لتلك الأمراض بالمزرعة أو بالمزارع المجاورة ، حينئذ تبدأ مباشرة عمليات المكافحة المناسبة قبل تزايد انتشار المرض . وتكرر عمليات المكافحة حسب شدة الإصابة وكفاءة ومدى بقاء المبيد بحالة فعالة على أسطح النباتات المعاملة ، كما يجب أن يراعى الناحية الاقتصادية من حيث تكاليف المكافحة والعائد من نتائجها .

ويراعى عند اختيار مبيد مناسب لمكافحة مرض معين توفر شروط خاصة به أهمها :

1- أن يكون قاتلا للطفيل أو مانعا لنشاطه .

2- أن لا يكون ذو تأثير ضار على النباتات المعاملة .

3- أن تكون المادة الفعالة ثابتة لا يتغير تركيبها أثناء التخزين أو عند تعرضها للجو ، فيبقى مفعولها الابادى مدة كافية .

4 - أن يكون سهل التحضير .

5- أن يكون فى حالة يسهل معها تغطية أسطح النباتات المعاملة بسهولة بدرجة متجانسة .

6- أن يكون له خاصة الالتصاق على أسطح النباتات ، فلا يزول بفعل الرياح أو الأمطار .

7- أن تكون تكاليف استخدامه غير مرتفعة .

ويتوقف نجاح عمليات الرش أو التعفير على مهارة عامل المكافحة ومدى اهتمامه بتغطية الأجزاء النباتية المعرضة للإصابة ، إذ أن بعض الأمراض مثل أمراض البياض الزغبى تحدث الإصابة بها فى معظم الأحيان فى السطوح السفلى للأوراق ، وعلى ذلك فيجب العناية بتغطية الأسطح السفلى للأوراق عند مكافحة تلك الأمراض . أما فى حالة أمراض البياض الدقيقى فيجب أن تغطى مواد الرش أو التعفير السطوح السفلى والعليا للأوراق إذ تحدث العدوى فى مثل هذه الأمراض على كل من السطوح العليا والسفلى للأوراق . تعد معرفة طبيعة المرض وكيفية تكشفه ذات أهمية كبيرة فى تحديد طريقة المكافحة وكيفية تنفيذها .

للحصول على نتائج جيدة من عمليات الرش أو التعفير يعاد الرش أو التعفير بعد سقوط الأمطار وذلك فى حالة استخدام مبيدات تغسل بفعل الأمطار كما يراعى عدم تطبيق تلك العمليات إذا كانت الأرض شديدة الجفاف إذ قد يساعد ذلك على حدوث تساقط فى الثمار والأوراق وكذلك عدم إجراء الرش أثناء هبوب الرياح خوفا من حدوث تسقيط.

يلزم مراعاة اتخاذ احتياجات خاصة عند إجراء عمليات الرش أو التعفير ، وخاصة فى حالة استخدام المبيدات ذات التأثير الضار بصحة الإنسان أو الحيوان ، ومن هذه الاحتياطات ما يأتى :

1- يراعى فى العمال القائمين بعمليات الرش أو التعفير خلو أجزاء أجسامهم المكشوفة من الجروح.

2- منع عمال المكافحة من استخدام أيديهم فى الأكل أو الشراب أو التدخين إلا بعد تنظيف ما تعرض من أجسامهم للمبيد المستعمل تنظيفا جيدا بالماء والصابون.

3- الحذر من استنشاق المبيدات أثناء تحضيرها أو تطبيقها فى الحقل ، ولذا فيراعى أن يكون سير العامل أثناء قيامه بعملية الرش أو التعفير مع اتجاه الريح وليس مضادا له.

4- يجب منع الحيوانات من نزول الأرض المرشوشة أو المعفرة إلا بعد ضمان زوال أى أثر سام للمبيد المستخدم.

5- يجب عدم جمع المحصول للأكل إلا بعد مرور الزمن الكافى لزوال الأثر السام للمبيد.

1-2-5 عملية الرش

يعتبر الرش من أكثر الوسائل المتبعة فى مكافحة الأمراض النباتية انتشارا ، ويشترط فى تجهيز المبيدات المعدة للرش فى صورة محاليل أو مستحلبات أن تتوفر فيها درجات عالية من التجانس وثبات التركيب عند استخدامها فى عمليات الرش. ولكى يكون تركيز المبيد متجانسا فى وسائل الرش جميعه تضاف إليه مواد غروية تعمل على تأخير ترسيب المادة الفعالة الصلبة إذا كانت فى صورة معلق ، أو تمنع التحام قطرات المادة الفعالة السائلة إذا كانت فى صورة مستحلبة ، وذلك عند خلطها بالماء لتحضير سائل الرش. ومن المواد المستخدمة الجيلاتين والصمغ العربى وكازين اللبن ، وهذه تضاف إلى المبيدات المحضرة فى صورة معلقات أما الصابون الرخو وبعض مستحضرات تجارية مثل توين Tween فتضاف إلى المبيدات المحضرة فى صورة مستحلبات.

1-1-2-5 المواد المساعدة أو الإضافيه Adjuvants (additives) : يكسو بعض أوراق النباتات طبقة واقية من الشمع تكسبها نعومة الملمس ، والبعض الآخر من أوراق أو ثمار النباتات تكون زغبية الملمس. من الصعب تغطية السطوح الناعمة مثل أوراق الكرنب والبصل وثمار التفاح والسطوح الزغبية مثل الخوخ بمبيد الرش تغطية كاملة ومتجانسة حيث تتجمع قطرات المبيد وتنساب بسهولة من سطح الأوراق والثمار تاركة مساحات غير مغطاة بالمبيد وبذلك تصبح تلك المساحات غير المغطاة بالمبيد معرضة للإصابة. ويتطلب الحصول على تغطية كاملة إضافة بعض المواد المساعدة لتحسين خواص المبيد الفيزيائية والكيماوية وذلك عن طريق تحسين قدرة المبيد على الانتشار والالتصاق على سطوح الأوراق والثمار.

تشمل المواد المساعدة المواد المبللة wetting agents والمواد الناشرة spreaders والمواد اللاصقة stickers والغرويات colloids.

وعادة تحتوى معظم المبيدات التجارية على المواد المساعدة اللازمة لها ؛ ولكن يلاحظ أن بعض تلك المواد المساعدة قد يكون لها تأثيرات سالبة إذا لم يكن هناك حاجة لإضافتها للمبيد ، وعلى ذلك تستعمل تلك المواد المساعدة فقط عندما يذكر ذلك ضمن البيانات المدونة على علبة المبيد.

المواد المبللة : تستخدم لضمان عدم وجود طبقة غازية تفصل طبقة سائلة عن أخرى صلبة ، فبشرة النباتات مغطاة بطبقة شمعية من الكيوتين كارهة للماء ، لهذا فإنه إذا وضع محلول مائى على بشرة النبات فإنه يفشل فى تبليل البشرة ، فيتجمع الماء ويتكون فى قطرات تسقط من النبات ، وتزداد هذه الخاصية وضوحا فى وجود الشعيرات التى تحجز جيوبا من الهواء. وكذلك فإن بعض الآفات يصعب تبليلها بسائل الرش مثل فطريات البياض الدقيقى. هذا ومعظم المبيدات التجارية تحتوى على ما يكفيها من مواد مبللة إلا أنه فى بعض النباتات ذات الأوراق الشمعية كالكرنب والبصل والبسلة والقرنفل ، أو ذات الشعيرات الكثيفة كالقرع، أو فى حالة رش الآفات الصعبة التبليل ينصح بإضافة مواد مبللة زيادة عن الموجود فى المبيد الجاهز. يلاحظ أن زيادة كمية المواد المبللة عن الحد المناسب تساعد على كثرة الفقد نتيجة لسرعة جريان السائل من أسطح النباتات. ومن أمثلة المواد المبللة الكحولات طويلة السلسلة والدقيق وإسترات الأحماض الدهنية.

المواد الناشرة : المواد الناشرة هى المواد التى تؤدى إلى تسهيل ملامسة محلول الرش بالسطح المرشوش. فالمعروف أن الماء الذى يسقط كمطر وندى على أوراق النباتات يتجمع فى قطرات كبيرة وتنزلق بعيدا عن سطح الورقة تاركة سطح الورقة جافا ، وبمعنى آخر ليس هناك سطح ثابت بين قطرات الماء وسطح الورقة وهنا تظهر وظيفة المادة الناشرة كمادة تهيئ لقيام سطح اتصال بين سطح الورقة وسائل الرش وذلك بخفض الطاقة السطحية العالية المسئولة عن التوتر السطحى للماء والذى يمنع تكون السطح البينى. ويتحقق الانتشار على السطح المعامل عن طريق خواص الابتلال بتبليل السطح المعامل ، فالأساس فى الابتلال هو تكوين سطح بينى بين سائل الرش والسطح الصلب المرشوش بحيث لا تتسكب قطرات الرش تاركة السطح المعامل دون تبليل. ومن الواضح أن الحالة المثلى هو أن يبقى سائل الرش ملتصقا بالسطح المعامل على صورة غشاء رقيق متصل وثابت.

المواد اللاصقة : كان يقصد بكلمة المواد اللاصقة المواد المؤدية إلى تحسين صفات ثبات مادة الرش بالتصاقها على السطح المعامل ، ولكن فى الوقت الحالى يقصد بالمواد اللاصقة تلك التى تستعمل فى تحسين خواص احتفاظ السطح المعامل بتركيز عال من المبيد على أن يظل المبيد ثابتا بالقدر الكافى فوق السطح المعامل.

ومن أمثلة المواد اللاصقة الغراء والجيلاتين والكازين والدقيق واللبن المخفف المنزوع منه الدهن وزيت بذرة الكتان والدكسترين وبعض المواد المعدنية مثل بنتونيت ومخلوط بنتونيت والكبريت.

ومن العوامل التى تؤثر على ثبات التصاق مواد الرش هو حجم حبيبات المبيد المستخدم. تزداد قدرة المبيد على الثبات فوق السطح المعامل كلما صغرت حجم حبيباته إلى حد معين ولذلك فإن الحبيبات الشديدة النعومة أو الخشونة نجدها قليلة الالتصاق ، والحبيبات المسطحة التى على شكل مستطيلات مثلا تتمتع بمساحة أكبر لتلامس السطح المعامل ولذلك فإنها تلتصق بصورة أفضل من الحبيبات الكروية ، ومن العوامل المؤثرة أيضا نجد أن السطح الخشن أو الزغبى للأوراق يزيد من ثبات المبيد.

الغرويات : هى مواد تضاف إلى المعلقات أى المبيدات الصلبة المنتشرة فى الماء وذلك بغرض تأخير تجميع وترسيب المعلق. وتؤخر الغرويات ترسيب المبيدات عن طريق رفعها لدرجة لزوجة وسط الانتشار ، ومن الغرويات التى تضاف إلى المعلقات الجيلاتين والصموغ والغراء وبعض منتجات الألبان.

المستحلبات : وهى مواد تساعد على انتشار مبيد سائل فى الماء ، ومن ذلك الصابون وبعض المنتجات التجارية مثل مركبات التوين Tween•

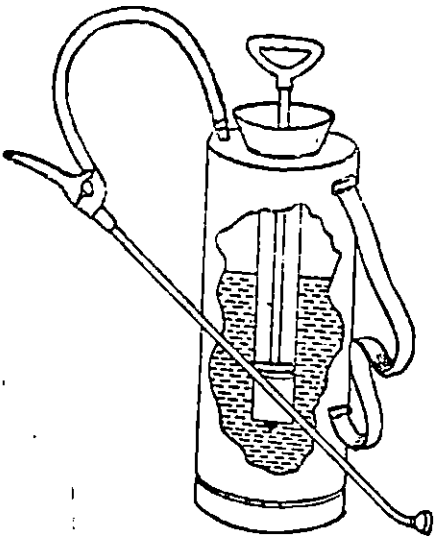
2-1-2-5 آلات الرش : تجرى عمليات الرش بواسطة آلات خاصة تعمل أساسا على تفرقة سائل الرش إلى قطرات دقيقة وتوزيع هذه القطرات توزيعا منتظما على أجزاء النباتات•

أولا : رشاشات تعمل باليد Hand sprayer

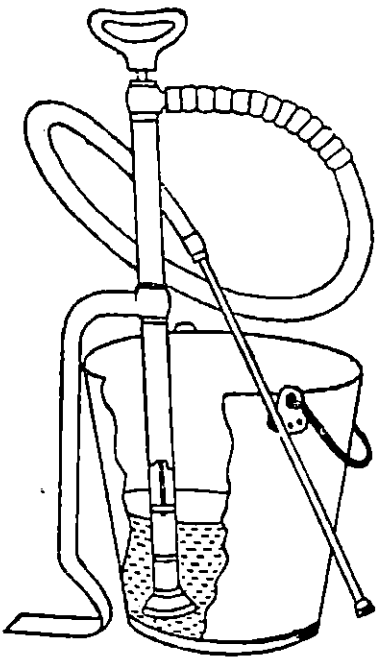
رشاشة الرذاذ Atomizer type : وهى أبسط أنواع الرشاشات ويسع خزانها من ½ إلى 4 لتر ويستعمل فى رش المساحات المحدودة كالحدائق المنزلية والنباتات المنزرعة فى إصص• ويتكون ضغط الهواء بواسطة مكبس يتحرك داخل أسطوانة ، فيندفع الهواء مارا فوق فتحة أنبوبة ممتدة داخل سائل الرش الذى يوجد بالخزان• ومن هذه الرشاشات ما يعمل تحت ضغط متقطع ، ومنها ما يعمل تحت ضغط مستمر ، والأخير يعطى رذاذا مستمرا من سائل الرش طوال مدة تشغيل المضخة ، فى حين أن النوع المتقطع يدفع سائل الرش فى وقت دفع المكبس إلى داخل أسطوانة الضغط فقط• وهذا النوع من الرشاشات يحتاج إلى رج مستمر فى حالة استخدام المبيدات فى صورة معلقات أو مستحلبات• ومن أمثلة رشاشة الرذاذ تلك التى تستخدم فى المنازل لمكافحة الحشرات المنزلية•

رشاشة الهواء المضغوط Compressed-air type : هذا النوع يولد ضغط على الهواء المحجوز فوق سائل الرش بواسطة مضخة كابسة• يسع خزان هذا النوع من 4 إلى 30 لتر ، ويجب عدم ملء الخزان لأكثر من ¾ سعته حيث يلزم وجود حجم كاف من الهواء لإحداث الضغط المطلوب• وضغط الهواء المطلوب لتشغيل هذا النوع من الرشاشات يتراوح ما بين 30 - 50 رطل على البوصة المربعة وتزود بعض هذه الرشاشات بقلاب هوائى أو آلى لتقليب المحلول داخل خزان الرشاشة ، ومن هذا النوع رشاشة الظهر (شكل 5-2)•

رشاشة الجردل Bucket pump : وهى عبارة عن مضخة ماصة كابسة توضع فى جردل به سائل الرش (شكل 5-3) ، وتتصل المضخة بخرطوم ينتهى بمدفع الرش• وهذا النوع من المضخات يعطى ضغطا يتراوح ما بين 150-175 رطلا على البوصة المربعة ، ولهذا فإنه يتلاءم استعمالها مع الحالات التى تتطلب ضغطا عاليا ، كما فى حالة رش الأشجار المرتفعة• ويحتاج تشغيل هذه الرشاشة إلى إثنين من العمال ، أحدهما لتشغيل المضخة والثانى لحمل مدفع الرش وتوجيهه•



شكل 5 -2 : رشاشة ظهر



شكل 5 - 3 : رشاشة جردل

ثانيا : رشاشات آلية Power sprayers

رشاشات آلية صغيرة : ومنها أنواع مختلفة ، بعضها يجر بعجلة أمامية ، والبعض يحمل على عجلتين أو أربع عجلات. تجهز هذه الرشاشات بمضخة ذات إسطوانة واحدة أو أسطوانتين ، وتدفع من 4 إلى 25 لترا من سائل الرش فى الدقيقة ، وتعمل تحت ضغط لا يزيد عادة عن 300 رطل على البوصة المربعة.

رشاشات آلية كبيرة : ومنها أنواع مختلفة ويتراوح سعة الخزان فيها من 500 إلى 2000 لتر وتحمل على إطار حديدى مثبت على أربع أو ست عجلات ويزود هذا النوع بمضخة تدفع من 50 إلى 100 لتر من سائل الرش فى الدقيقة ، وتعمل بضغط يتراوح ما بين من 400 إلى 500 رطلا على البوصة المربعة.

رشاشات الدفع الهوائى Air blast sprayers : هى آلات حديثة بدأت فى الانتشار منذ عام 1960 ، وتقوم برش المبيدات وهى فى صورة محاليل مركزة مستخدمة حجم صغيرة من سائل الرش low volume ، فهى تستخدم ¼ إلى 1/6 كمية الماء المستخدم فى الطرق العادية الأخرى التى يستخدم فيها أحجام كبيرة من الماء high volume. ويحتاج رش الفدان برشاشات الدفع الهوائى إلى 12 - 300 لترا من سائل الرش ، متوقفة على الآلة المستخدمة وأحجام النباتات المعاملة. وتستخدم فى هذه الآلات قوة الهواء لتجزئة وحمل المحلول ، فيمرر سائل الرش على تيار هوائى شديد السرعة ، ويخرج من خلال بشابير خاصة لتجزئتها إلى قطرات دقيقة ، تتراوح أقطارها ما بين 50 إلى 150 ميكرون ، فى حين أن القطرات التى تتساقط من الطرق الأخرى التى تستخدم المحاليل المخففة تكون أكبر من 200 ميكرون. وتمتاز رشاشات الدفع الهوائى بالوفر الشديد فى الماء المستخدم وكذلك فى العمالة اللازمة للقيام بعملية الرش ، ويقدر الوفر فيها بحوالى 70 % ، ويقدر الوفر فى الوقت بحوالى 30 - 50 % وعلاوة على ذلك فهناك وفر فى المبيد المستخدم يقدر بحوالى 20 % . كما يمتاز الرش بهذه الطريقة بأنه يعطى توزيع أفضل للمبيد على جميع أسطح النبات المرشوشة ، حيث أن الهواء المحمل بالمبيد يزيح الهواء العادى ويحل محله فى المنطقة المرشوشة. وقد أمكن استخدام كثير من المبيدات الفطرية بهذه الطريقة منها إكسى كلورور النحاس فى رش البطاطس ضد اللفحة المتأخرة والكبريت الغروى والكاثين القابل للبلل ضد جرب التفاح.

رشاشات لتوزيع المبيد بدون سائل الرش : Ultra low volume (ULV) sprayers :
تستخدم هذه الرشاشات المبيد مباشرة بدون استخدام ماء أو أى سائل آخر لحمله. وتزود كثير من رشاشات ULV بمراوح لدفع هواء بسرعة فائقة لتفرقة وحمل جزيئات المبيد على

سطوح النباتات. وأهم مميزات هذه الرشاشات هو الاقتصاد فى العمالة والوقت وذلك لعدم استخدام الماء. ويستخدم هذا النوع من الرشاشات فى الرش الجوى بالطائرات (شكل 5-4). ولكن يعاب على هذه الرشاشات الخطورة الناجمة عن استخدام المبيدات المركزة دون تخفيفها. كما أن المبيدات التى يمكن تطبيقها باستخدام هذا النوع من الرشاشات قليل.

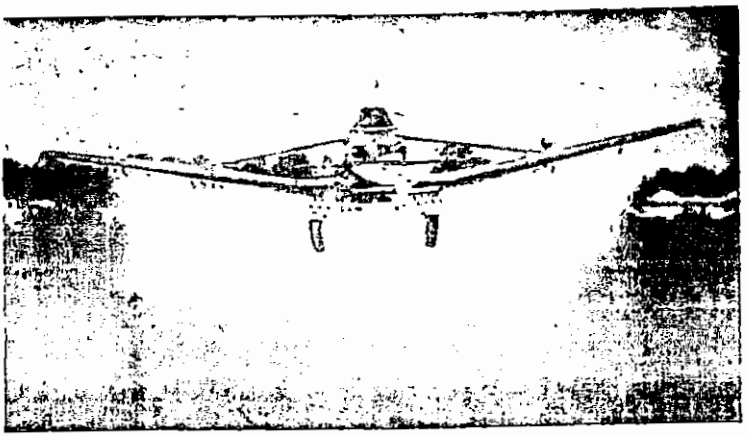
5-2-1-3 أجزاء آلات الرش : تختلف آلات الرش اختلافا كبيرا فى مظهرا وسعتها وكفاءتها ولكن يتفق معظمها فى وجود أجزاء معينة فى كل منها. والأجزاء الأساسية التى تتكون منها آلات الرش هى :

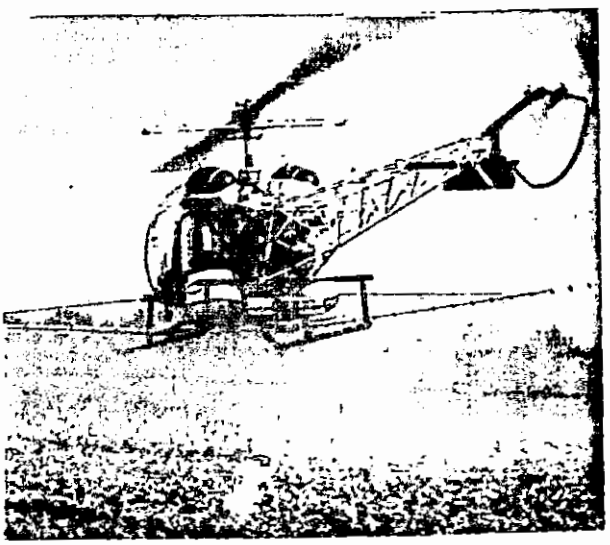
الخزان Tank : وهو وعاء يوضع فيه سائل الرش ، وقد يصنع من الخشب أو من المعادن المطلاة بطبقة غير قابلة للتفاعل مع المبيدات ، وتختلف سعة الخزان من عدة لترات إلى 2000 لتر ، وكثيرا ما يحتوى الخزان بداخله على جهاز تقليب agitator لحفظ المعلقات والمستحلبات فى حالة تجانس أثناء الرش وقد يكون الخزان مجهزا بمصفاة لتصفية المبيد قبل ملء الخزان به وكذلك لتصفيته قبل اندفاعه بواسطة المضخة إلى خارج الخزان.

المضخة Pump : وهى التى تعمل على سحب المبيد من الخزان ودفعه تحت ضغط إلى خارج الخزان وتتركب المضخة من 1 – 4 أسطوانات ، لكل منها مكبس piston خاص يعمل على سحب المبيد من الخزان وضغطه بقوة إلى الخارج خلال صمامات valves ، والصمامات التى توجد فى الأسطوانات تكون عادة من النوع الكروى ball and seat type ، وتصنع من البرونز أو من معدن غير قابل للصدأ. وهذا النوع من الصمامات يسمح للسائل بالمرور فى اتجاه واحد فقط ، ولهذا فإنه يوجد بكل أسطوانة صمامان أحدهما يسمح للسائل بالدخول من الخزان إلى المضخة والثانى يسمح للسائل المضغوط بالخروج من المضخة.

تتوقف كفاءة المضخة على عدد الأسطوانات بها وعلى قطر كل منها ، وعموما فالمضخات التى تعمل ميكانيكيا تتراوح كفاءة عملها ما بين ضخ من 4 إلى 250 لتر فى الدقيقة.

أجزاء نقل الضغط Compression parts : ينتقل سائل الرش من المضخة إلى أنبوبة على شكل حرف T ، يتصل أحد أطرافها بحجرة الضغط compression chamber حيث يتولد ضغط على المحلول بواسطة هواء مضغوط وذلك لدفع المحلول إلى الخارج بقوة ثابتة ، ويتصل الطرف الثانى من الأنبوبة بمنظم الضغط Pressure regulator الذى يقوم بضبط





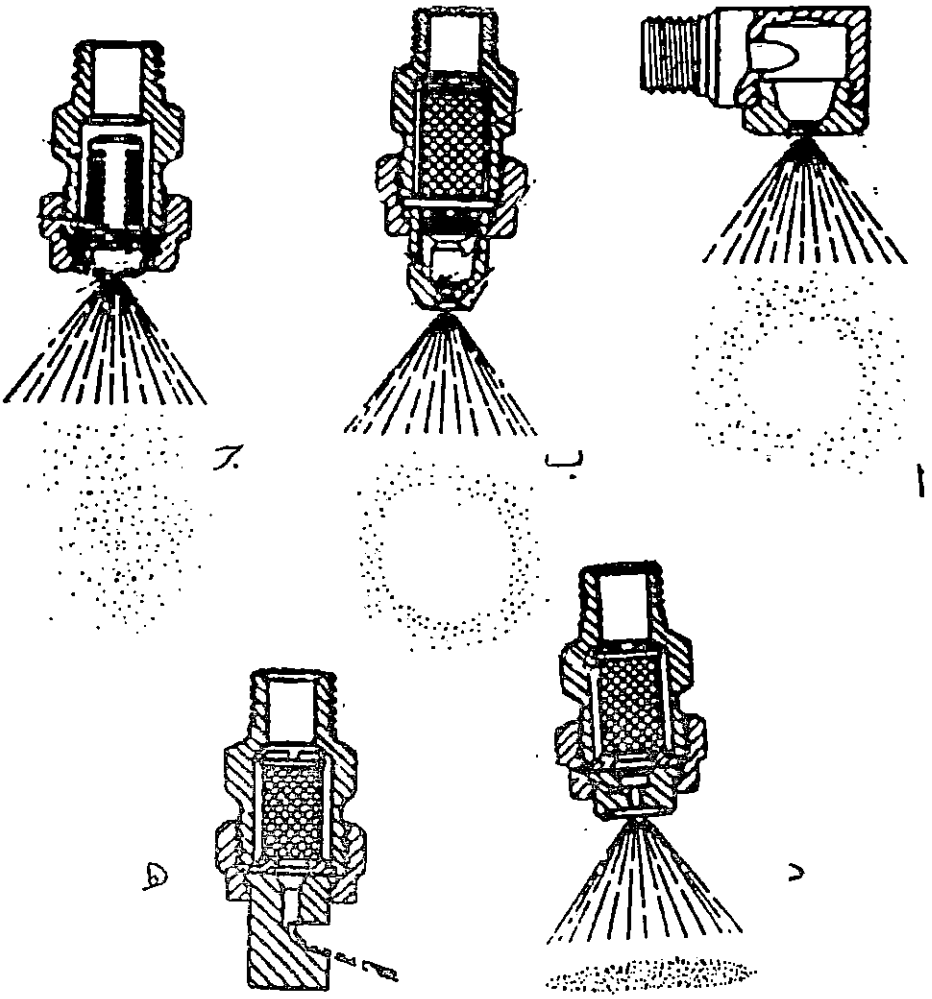
شكل 5-4 : الرش بالطائرات الثابتة الجناح (أعلى) والهليكوبتر (أسفل)

الضغط على مستوى معين ، وفى نفس الوقت يعمل كصمام أمن حيث يمنع زيادة الضغط عن الحد المطلوب ، فإذا زاد ضغط السائل عن الحد اللازم يتأثر زمبرك خاص بالجهاز فيسمح للسائل الزائد بالعودة إلى الخزان. وعادة تزود آلة الرش بمقياس للضغط pressure gauge لمعرفة الضغط الذى يندفع به المحلول أثناء تشغيل جهاز الرش.

مدفع الرش Spray gun : يتركب من أنبوبة أسطوانية ، يختلف طولها ، مصنوعة من معدن خفيف ، ويتصل أحد طرفيها بخرطوم الرش hose الذى ينقل سائل الرش المضغوط من المضخة. ويركب الباشبورى على الطرف الآخر من مدفع الرش. وقد ينتهى مدفع الرش فى بعض الحالات بوصلة عمودية يركب عليها عدد من البشابير ما بين 2 إلى 8 وذلك لزيادة كفاءة عملية الرش وتوفير الوقت والجهد اللازمين لتنفيذها. وللمدفع صمام للتحكم فى مرور سائل الرش إلى الباشبورى يطلق عليه صمام القفل shut off vulve.

حامل بشابير Spray boom : وهى أنبوبة أسطوانية طويلة تتصل من منتصفها بخرطوم الرش ويثبت على طولها عدد من البشابير توضع على مسافات محددة تتفق مع طريقة زراعة المحصول الذى تستخدم فيه ، وتستعمل عادة لرش النباتات التى تزرع فى صفوف ، وقد تصمم هذه الأسطوانة لرش 16 صفا من النباتات مرة واحدة. ويراعى فى حالة الرش لمكافحة الأمراض النباتية أن ترتب البشابير بحيث يمكن رش النباتات من اتجاهات مختلفة فى نفس الوقت لضمان تغطية جميع الأجزاء الخضرية ، وعادة يخصص لكل صف من النباتات ثلاثة بشابير تكون إثنتان منها على وصلتين جانبيتين تثبت على الأسطوانة الرئيسية.

البشابير Nozzles : يوجد منها عدة أنواع ويتكون النوع النموذجى من قاعدة تثبت فى نهاية ماسورة الرش ، وتغطى هذه القاعدة بغطاء محوى screw cap. ويوجد بين القاعدة والغطاء أربع قطع معدنية مرتبة من القاعدة إلى الغطاء كالآتى : مصفاة strainer قرص الالتفاف vortex plate ، وردة washer ثم القرص disc ، الذى يوجد به ثقب واحد وسطى يختلف قطر فتحته ، وعادة تكون الأقراص منمرة من 2 إلى 10 وفقا لقطر فتحة ثقب القرص (شكل 5-5).



شكل 5-5 : أنواع البشابير

أ - بشبور مجوف جانبى الدفع.
ب- بشبور مجوف محورى.
جـ - بشبور مصمت قرصى النوع.
د - بشبور مروحى الرش.
هـ - بشبور صنبورى.

2-2-5 عملية التعفير

تتبع فى حالة استخدام مبيدات فى صورة مساحيق تخفف عادة بخلطها بمادة مالئة مثل بودرة التلك بغرض تسهيل توزيع المبيد على النباتات. وفى بعض الحالات تستعمل مساحيق المبيدات مباشرة بدون تخفيف وذلك فى الحالات التى يستخدم فيها معدلات كبيرة من المبيد كما فى حالة التعفير بالكبريت الزهر.

التعفير غالبا ما يكون أقل كفاءة ضد الأمراض النباتية من الرش وذلك لأن تغطية الأسطح النباتية تكون أقل كمالا فى التعفير منها فى الرش ، كما أن بقايا التعفير تكون أقل ثباتا من بقايا الرش ، إذ أنه يصعب تحضير مادة تعفير تلتصق جيدا بأجزاء النبات الخضرية. ومن عيوب التعفير أيضا عدم إمكان اتباعها مع الأشجار الكبيرة كما أنها كثيرا ما تسبب التهابا فى الأنف والحنجرة ، ومع ذلك فإن التعفير يمتاز عن الرش فى الأماكن التى يصعب فيها الحصول على الماء ، وكذلك فإن آلات التعفير خفيفة الوزن سهلة الحركة على الطرق وأرخص ثمنا من آلات الرش.

1-2-2-5 أنواع العفارات : عفارات يدوية Hand dusters : ومنها أنواع صغيرة تسع من ½ كيلو جرام إلى 2 كيلو جرام ، وأنواع أكبر تحمل على الصدر (شكل 5-6) وتسع من 2 إلى 10 كيلو جرام من المسحوق.

شكل 5-6 : عفارة يدوية

ويراعى ألا يملأ الخزان لأكثر من ثلثى سعته. فى هذه الأنواع يولد تيار هوائى بواسطة منفاخ أو مروحة تدار باليد ، ويمرر الهواء على المسحوق ، يحمل جزء منه إلى الخارج ، وتتحدد كمية المسحوق الخارجة بواسطة منظم خاص. وتستخدم هذه العفارات فى رش نباتات الصوب والحدائق المنزلية والمساحات الصغيرة.

عفارات تعمل بالقوى المحركة Power dusters : ومنها أنواع عديدة تختلف تبعا لمصدر الطاقة ، فمنها ما يعمل بموتورات خاصة ، ومنها ما يعمل بموتورات الجرارات.

تتركب العفارات النموذجية التى تعمل بالموتورات من خزان المسحوق ، يسع ما بين 12 إلى 100 كيلو جرام ، وبها محرك agitator يحرك المسحوق ليمنعه من التجمع والتعجن. وكذلك فإن الحركة المستمرة للمسحوق تساعده على الخروج من فتحة سفلى إلى وحدة النفخ blower unit ، وهى عادة من النوع المروحى fan type الذى يخلق تيارا هوائيا شديدا يلتقط المسحوق الساقط من فتحة وحدة النفخ ويحمله للخارج بعد مروره خلال مركز توزيع distributer head ثم أنبوبة (أو أنابيب) التوزيع delivery tubes . وتزود أنابيب التوزيع ببشابير وهى عادة بشكل ذيل السمكة ، وقد تنتهى أنبوبة التوزيع بأنبوبة أسطوانية متعامدة تحمل عددا من البشابير قد تصل إلى 18 بشبورى ويمكنها أن تغفر شريط من النباتات بعرض 7.50 متر.

وتمتاز العفارات التى تعمل بالقوى المحركة بتوزيع مسحوق المبيد توزيعا منتظما ، كما يجب أن يراعى فى مثل هذه العفارات أو عفارات اليد أن تسقط سحب مسحوق المبيد بعيدا عن العمال الذين يستخدمون هذه العفارات.

3-5 تطهير التربة

تمثل طفيليات النباتات التى تعيش فى التربة الغالبية العظمى لمسببات الأمراض النباتية. بعض هذه الطفيليات يعيش معظم حياته مترمما على المواد العضوية المتحللة بالتربة ويتطفل على النباتات فى أطوار ضعفها إما فى مبدأ حياتها أو فى أواخره وأحيانا فى طور نشاطه ، إذا صادف النبات ظروفا أضعفت من نموه. والبعض الآخر من الطفيليات يعيش على بقايا النباتات فى التربة أو يبقى فى حالة سكون حتى إذا ما صادف عائله يستعيد نشاطه ويتأهب لمهاجمة عائله. تقاوم طفيليات التربة بوسائل مختلفة ، منها ما يدخل ضمن المعاملات

الزراعية ، ومنها ما يقع تحت معاملة التقاوى ومنها ما ينتج عن تربية أصناف مقاومة ، الا أن الطريقة المباشرة لمقاومة هذه الطفيليات هى مهاجمتها فى أماكن تواجدها بالتربة بغرض إبادتها كلياً أو جزئياً وتعرف هذه الطريقة بتطهير التربة.

وتجرى عمليات تطهير التربة soil disinfestation بوسائل متنوعة ، قد تكون طبيعية كالتطهير باستخدام الحرارة أو المياه ، وقد تكون كيماوية تستخدم فيها مواد كيماوية متطايرة أو غير متطايرة.

5-3-1 التطهير الحرارى

من المعروف أن معظم المسببات المرضية الفطرية والبكتيرية والفيروسية تفقد حيويتها بتعريضها لحرارة 60 °م لمدة 30 دقيقة ، ومعظم النيماتودا بتعريضها لحرارة 50 °م لمدة 30 دقيقة. ولهذا فإنه يمكننا الحصول على تطهير جيد للتربة برفع حرارتها إلى 70 °م لمدة 30 دقيقة. ويتم التطهير الحرارى بوسائل مختلفة منها :

5-3-1-1 المعاملة ببخار الماء Steaming : تعد هذه الطريقة أهم الطرق المتبعة فى تطهير الصوب الزجاجية ، وعادة ترفع حرارة التربة بواسطة بخار الماء لدرجة60 - 100 °م ولمدة تتراوح ما بين 30 إلى 60 دقيقة. وللحصول على أحسن نتائج يجب تجهيز التربة جيدا قبل المعاملة بتفكيكها جيدا وأن تكون فى درجة من الرطوبة تتماثل مع الدرجة الملائمة للزراعة الخضير.

تجرى تلك المعاملة بوسائل مختلفة ففى أحد الحالات تستخدم شبكة خاصة من أنابيب البخار المثقبة steam pipes ، تدفن فى التربة على عمق 3سم وذلك فى خطوط طولية تبعد عن بعضها بمسافات تتراوح بين 30 و 45 سم ، يمرر البخار خلال تلك المواسير فيندفع البخار من ثقوب تلك الأنابيب إلى التربة. وفى أحد الطرق الأخرى تستخدم شبكة أفقية من أنابيب مجوفة تتصل بها رأسيا أنابيب أخرى متجهة إلى أسفل بشكل أسنان يتراوح طولها من 20 إلى 30 سم وذات فتحات صغيرة فى أطرافها وتبعد تلك الأسنان عن بعضها بمسافة30 إلى 40 سم. توضع تلك الشبكة من المواسير فوق سطح التربة ثم تضغط لأسفل حتى تخترق الأسنان التربة. يمرر تيار من بخار الماء فى شبكة المواسير فينطلق البخار خلال فتحات الأسنان السفلية إلى التربة. وتمتاز هذه الطريقة بإمكان نقل شبكة المواسير من مكان إلى آخر لتطهيره.

وفى طريقة ثالثة تستخدم أنابيب صرف drain pipes خزفية أو أسمنتية ذات أقطار تتراوح ما بين 6 إلى 10 سم، تثبت داخل التربة على عمق 30 إلى 40 سم وعلى أبعاد 30 إلى 60 سم يمرر داخلها بخار الماء.

والبعض يستخدم طريقة بسيطة للتطهير الحرارى ببخار الماء وذلك باستخدام صندوق خشبى أو معدنى كبير مساحة قاعدته 5 - 7 متر مربع وارتفاع جوانبه 10 - 15 سم وليس له غطاء. يقلب الصندوق فوق التربة ثم تضغط حواف جوانبه داخل التربة بحيث يكون ارتفاع الفراغ النهائى بين سقف الصندوق وسطح التربة 5 إلى 8 سم. يمرر البخار إلى الفراغ المحجوز بين الصندوق والتربة خلال ثقب فى سقف الصندوق أو أحد جوانبه. وتعرف هذه الطريقة بطريقة الوعاء المقلوب inverted pan .

2-1-3-5 المعاملة بالهواء الساخن : أبسط الطرق هى الاستفادة من الهواء الساخن بفعل أشعة الشمس ، فقد قدرت الحرارة الناتجة من الشمس والتى تمتصها التربة بما يعادل تسعة أعشار كمية الحرارة التى تصل إلى الأرض ، وهذه الكمية تعادل الحرارة الناتجة عن حرق حوالى 2 كيلو جرام فحم لكل متر مربع من التربة. وتكفى تلك الحرارة الناتجة لإحداث تطهير سطحى للتربة فى المناطق الإستوائية والشبه الإستوائية. وقد استخدمت هذه الحقيقة فى مقاومة النيماتودا المسببة لتعقد الجذور فتحرث التربة فى الجو الحار ثلاث مرات على أعماق متزايدة بين المرة والأخرى فترة أسبوع إلى أسبوعين.

كما يمكن تطهير التربة بالتسخين المباشر ، فينصح بتسخين التربة بقاذفات اللهب لرفع درجة حرارتها إلى 75 - 80 ° م بعمق 15 سم ، وذلك لمكافحة فطر *Sclerotium rolfsii* ، كما يمكن تسخين التربة فى تجارب الأصص بالأفران على حرارة 80 - 90 ° م لمدة 10 دقائق ثم تبرده كما يقوم الزراع أحياناً بحرق الحشائش الجافة أو القش فوق مساحات التربة المراد تعقيمها. ويقوم زراع القصب فى مصر بحرق بقايا المحصول بالتربة بعد جمع المحصول وذلك لتعقيم الطبقة السطحية من التربة قبل نمو محصول الخلفة الذى يليه.

يمكن تسخين التربة أيضاً باستخدام التيار الكهربائى وذلك بوسيلتين الأولى مباشرة حيث يمرر فيها تيار الكهرباء خلال التربة من قطب إلى آخر ، وتعمل مقاومة التربة للكهرباء على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية ، يجب فى هذه الوسيلة أن تكون التربة رطبة لتحسين توصيلها للكهرباء. الوسيلة الثانية غير مباشرة حيث يمرر التيار الكهربائى خلال أسلاك مقاومة موجودة بالتربة فترتفع حرارتها وبالتالى ترفع حرارة التربة.

التطهير الحرارى بأى من الطرق السابقة قد ينتج عنه أضرار بالزراعات التالية ما لم تتخذ الاحتياطات الخاصة لتلافى تلك الأضرار ، ومن تلك الأضرار ما يلى :

1 - قد ينتج عن رفع درجة حرارة التربة زيادة فى كميات الأملاح القابلة للذوبان وبخاصة أملاح النشادر التى يرجع إليها التأثير السام للتربة المطهرة حراريا . ويمكن تلافى ذلك بتأخير الزراعة لمدة أسبوعين بعد المعاملة أو بإضافة سماد السوبر فوسفات إلى التربة المطهرة حراريا ليتوازن مع النشادر الزائد .

2 - قد يؤدى تسخين التربة إلى إضعاف الحركة الشعرية لماء التربة ويرجع ذلك إلى إفساد الحرارة المرتفعة للصفات الطبيعية للمواد الغروية وينعكس أثر هذا التغيير على قوام التربة وقدرتها على حفظ الماء .

للسببين السابقين فإن زراعة التربة عقب معاملتها حراريا بيوم أو بيومين يؤدى إلى نقص فى سرعة النمو المبدئية ، ولذلك يجب تأخير الزراعة لمدة أسبوعين أو ثلاثة حتى يزول الأثر الضار نتيجة عملية تطهير التربة حراريا .

2-3-5 تطهير التربة بتجفيفها أو بغمرها بالماء

اتضحت أهمية تبوير الأرض فترة من الزمن مع تجفيفها فى تحسين إنتاج المحاصيل المنزرعة وتقليل إصابتها بطفيليات التربة ، فترك الأرض بورا خلال الصيف يؤدى إلى تقليل أعداد الكائنات الدقيقة المتطفلة نتيجة للجفاف والحرارة . والنيماتودا من أكثر الطفيليات حساسية للجفاف والحرارة . فيرقات وبيض النيماتودا المسببة لتعقد الجذور لا تتحمل الجفاف والحرارة لفترات طويلة ، فتموت اليرقات بعد 10 دقائق من تعرضها لحرارة 45 °م ، وتموت فى الحال بتعرضها لحرارة 55 °م ، كما أن بيض تلك النيماتودا يموت بعد 10 دقائق من تعرضه لحرارة 50 °م ، ويموت فى الحال على حرارة 60 °م ، لهذا فإنه يفيد فى مقاومة الديدان الثعبانية فى البلاد الحارة صيفا ترك الأرض الموبوءة بورا خلال أشهر الصيف الحارة وحرثها ثلاث مرات كل أسبوعين على أعماق متزايدة . وكما يفيد الجفاف فى إهلاك بعض الطفيليات النباتية بالتربة ، كذلك يفيد غمر التربة بالماء كما فى حالة زراعة الأرز ، إلى إهلاك بعض المسببات المرضية . كذلك تتعفن الأجسام الحجرية للفطر *Sclerotinia sclerotiorum* فى التربة الغدقة خلال 23 - 45 يوما سواء أكان غمر الأرض مستمرا أو متقطعا كل ثلاثة أيام .

من مساوئ عملية الغمر أنها قد تكون وسيلة لنقل بعض المسببات المرضية من مكان إلى آخر.

3-3-5 التطهير الكيماوى

تعد طريقة استخدام المواد الكيماوية فى تطهير التربة من مسببات الأمراض النباتية أكثر الطرق شيوعا ، ويستخدم بصفة خاصة فى الصوب والمساحات الصغيرة ، أما فى المساحات الكبيرة فيحد من إنتشارها إرتفاع أثمان المبيدات المستخدمة. والمبيدات المستخدمة فى تطهير التربة قد تكون متطايرة وتعرف بالمدخنات fumigants أو قد تكون غير متطايرة non-fumigant . تنتج المدخنات غاز أو بخار أو دخان فى التربة يقتل النيماتودا والفطريات والبكتيريا والحشرات والقوارض والحشائش. وهذه المبيدات قد تكون فى صورة صلبة أو سائلة. يتوفر فى تلك المبيدات القدرة على تخلل التربة إلى الأعماق المحتوية على المسببات المرضية.

يعد الفورمالين من أقدم المبيدات المتطايرة إستخداما ، ويباع تجاريا فى صورة محلول يحتوى على 40 % فورمالدهيد ، أو فى صورة مسحوق يحتوى على 15 % فورمالدهيد. يستخدم الفورمالين التجارى بعد تخفيفه بالماء ليصل تركيز الفورمالدهين إلى 2 % ، ويضاف إلى التربة بمعدل 10 لتر / متر مربع من التربة ثم تغطى التربة بعد ذلك بخيش أو ورق لمدة يوم أو يومين بعدها يرفع الغطاء وتعرض التربة إلى الجو الخارجى. يعد الفورمالين فعالا ضد النيماتودا وفطريات التربة التى تسبب موت البادرات وفطر تفحم البصل *Urocystis cepulae* .

تتوقف كفاءة المبيدات المستخدمة على نوع التربة وبقايا النباتات الموجودة بها ، ورطوبة وحرارة التربة وعلى معدل إضافة المبيد إلى التربة وطريقة إضافته. وللحصول على أفضل النتائج عند تدخين التربة يجب تفكيك التربة جيدا حتى تكون خالية من القلاقيل ، فالتربة المفككة السهلة النفاذية تعطى نتائج تدخين جيدة ، كما يجب قبل إجراء التدخين أن تكون بقايا النباتات بالتربة قد تحللت جيدا ، ولهذا فينصح بترك الأرض بعد حرثها جيدا لبضعة أسابيع قبل تدخينها ، فبقايا النباتات غير المتحللة تحمى النيماتودا داخلها من مواد التدخين. كما يجب أن تكون التربة رطبة وليست مبتلة أو جافة ، فالتربة الشديدة الرطوبة قليلة النفاذية ، والتربة الشديدة الجفاف يتطاير منها المبيد بسرعة ، تتراوح رطوبة التربة المناسبة للتدخين ما بين 60 - 80 % من السعة الحقلية وهذه النسبة من الرطوبة مناسبة أيضا لإنبات البذور ،

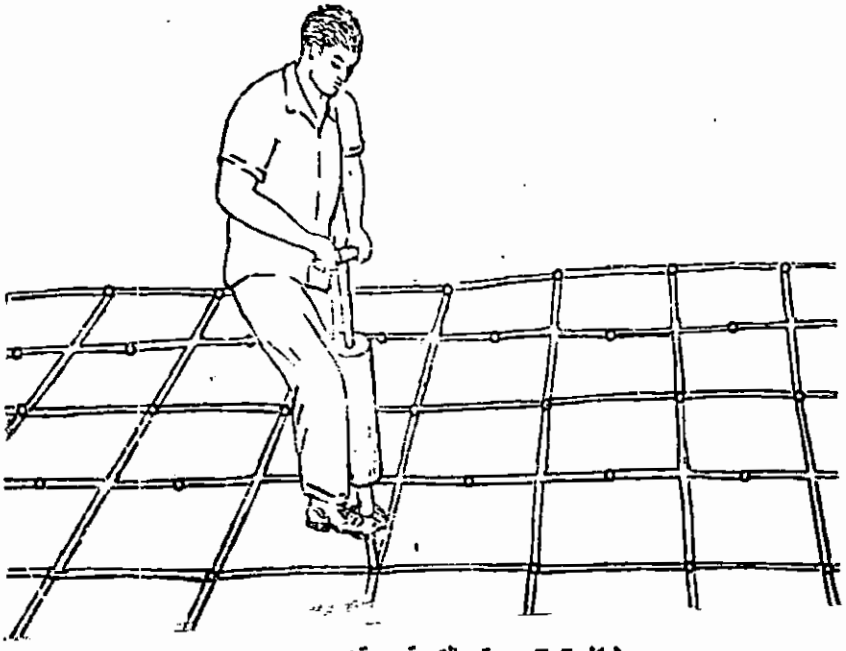
كما يجب أن لا تقل درجة حرارة التربة عن7 ° م ، إذ أن معظم مواد التدخين تفقد فاعليتها فى درجات حرارة أقل من ذلك ، وتزداد نفاذية وفاعلية مواد التدخين بارتفاع درجة الحرارة ، إلا أنه بارتفاع درجات الحرارة تفقد مواد التدخين سريعا من التربة ويمكن تدخين التربة بنجاح فى نطاق حرارى يتراوح بين 12 - 25 ° م.

معظم المدخنات المستعملة سامة للنباتات ، لهذا يجب استخدامها قبل زراعة الأرض بوقت كاف وذلك للتأثير على مسببات الأمراض الطفيلية ثم لتهويتها للسماح لبقايا المبيد بالانتشار خارج التربة. يتوقف زمن التهوية على نوع المبيد ودرجة تركيزه ونوع التربة ودرجة حرارتها ورطوبتها. فمواد التدخين أسرع تطايرا فى الحرارة المرتفعة عن الحرارة المنخفضة ، وفى التربة الجافة عن التربة الرطبة. كما أن حرث وعزق التربة يسرع من تهويتها. ومن الطرق التى يمكن إتباعها إضافة المبيدات المتطايرة إلى التربة ما يأتى :

1- الحقن Injection : وتختلف مسافات الحقن بالنسبة للمدخنات المختلفة ، وتكون فى حدود 30 سم. يمكن تقسيم المساحات الصغيرة للتربة إلى مربعات بعمل خطوط متعامدة على الأبعاد المناسبة ، تحدد أماكن الحقن بحيث تكون عند تقاطع الخطوط فى صف ثم فى وسط الأضلع فى الصف التالى وهكذا ، ثم يحقن المبيد بواسطة محقن يدوى hand injector، ويمكن التحكم فى عمق الحقن بواسطة قرص معدنى يثبت فى أنبوبة المحقن على العمق المناسب ، يتم الحقن على عمق 15 سم تقريبا ، كما يمكن الحكم فى كمية المبيد المطلوب إنزاله فى كل حقنة بواسطة تدريج على يد أنبوبة مكبس المحقن (شكل 5-7).

2- وضع المبيد فى باطن الخط furrow : تعمل خطوط على الأبعاد المطلوبة بحيث يكون عمق بطن الخط بين 15 - 20 سم ، ويمكن إضافة المبيد فى المساحات الصغيرة بعد وضعه فى وعاء خاص مقفل وبه ثقبان أحدهما لإنزال المبيد والآخر لدخول الهواء. يصب المبيد بطول بطن الخط ثم يردم سريعا. تستخدم فى حالة معالجة مساحات كبيرة آلات خاصة تقوم بفج الخطوط وإنزال المبيد إلى بطن الخطوط ويتحكم فى كميات المبيد منظم خاص. من هذه الآلات ما يجر باليد أو بالحيوانات ، ومنها ما يحتاج إلى جرارات الحرث. يتبع عملية إضافة المبيد مباشرة عملية تسوية الأرض لتغطية المبيد وذلك بواسطة زحافات قد تجر بواسطة نفس الجرار (شكل 5-8).

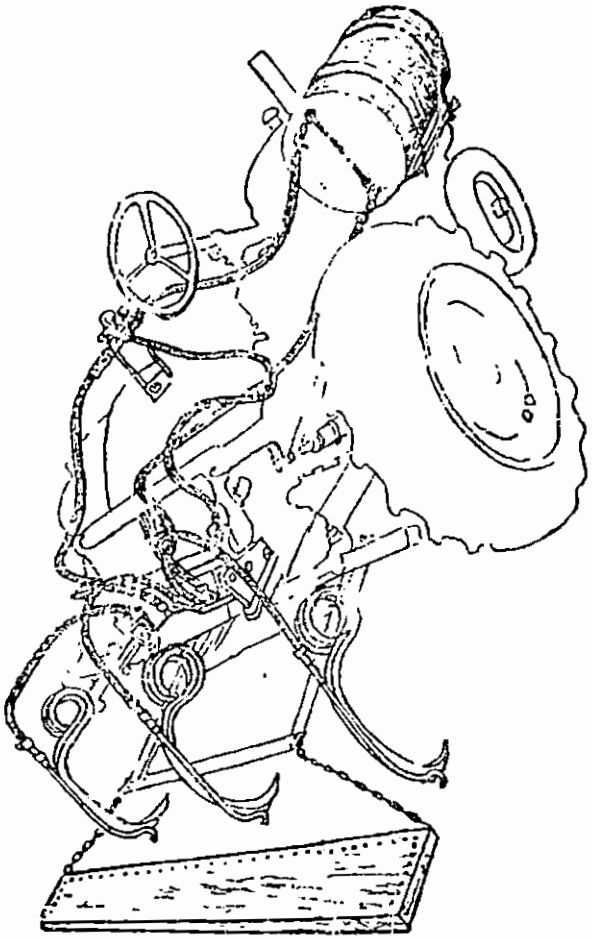
3 - إضافة المبيد لماء الرى : ويجرى ذلك مع المبيدات القابلة للذوبان أو الاستحلاب فى الماء وذلك كما فى مركب الفابام Vapam.



شكل 5-7 : حقن التربة بمحقن يدوى

4- **خلط المبيد المسحوقى** أو الحبيبى بالتربة أو بالسماد وتوزيعه على التربة وذلك كما فى مركب نيماكور Nemacur •

يجب بعد التدخين العمل على حفظ مادة التدخين مدة كافية بالتربة وذلك بتغطية التربة بغطاء يمنع تسرب مواد التدخين مثل قماش الخيام أو البلاستيك أو الورق ، يجب لإحكام التغطية تثبيت أطراف القماش أو الورق ويمكن إجراء ذلك بدفنها فى التربة لعمق 12 سم ، ثم تشبع التربة حول الأطراف الخارجية للمنطقة المدخنة بالماء• كما يمكن التغطية بالماء وذلك بتجربة الماء سريعا على سطح التربة فيكون طبقة رقيقة من الماء تمنع تطاير مواد التدخين إلى الهواء الجوى• فى هذه الحالة يبلل سطح التربة قبل المعاملة لعمق ½ 1 سم ثم تعاد التجربة بعد المعاملة لعمق 3 سم ويبقى السطح مبللا لمدة أربعة أيام• كما ثبت أن تغطية التربة بقماش البلاستيك الرقيق عقب المعاملة بمواد التدخين ، ثم زراعة النباتات أو الشتلات بعد ذلك خلال ثقوب تعمل فى القماش البلاستيك ، يزيد من فاعلية المبيد ويقلل من الكمبات المستخدمة• وقد نجحت هذه الطريقة ضد فطر الذبول الفيوزاريومى فى الطماطم مع استخدام



شكل 5-8 : آلة تبخير التربة
تقوم بفج الخطوط وإنزال المبيد ، وتجر خلفها زحافة

خليط من كلوروبكرين 15 % وميثيل أيزوثيوسيانات 17 % ومركب D.D 68 % بمعدل 140 - 200 لتر للفدان وضد اللفحة البكتيرية للطماطم باستخدام خليط من كلوروبكرين 50% ومركب D.D. 50 % بمعدل 200 لتر للفدان.

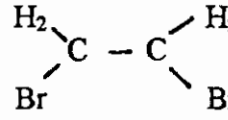
تختلف كائنات التربة فى درجة حساسيتها لمدخنات التربة ، وكذلك فى قدرتها على إعادة استيطان التربة المدخنة ، فالفطر تريكوديرما فيريدى *Trchoderma viride* يمتاز بقدرته السريعة على استيطان التربة المعاملة بالفورمالين أو الكلوروبكرين أو مخلوط D.D. .

1-3-3-5 المبيدات المدخنة Fumigants : من المبيدات المستخدمة تدخيناً ما يلى :

1 - بروميد الميثيل methyl bromide : ويرمز له بالرمز $CH_3\ Br$ وهو غاز عديم اللون تحت درجات الحرارة العادية ، فهو يغلى على 3.6 °م ويعبأ تحت ضغط كثافته النوعية 1.7 ونظراً لسرعة تطايره فيجب تغطيته عقب المعاملة مباشرة بغطاء متين. وهو مبيد شديد السمية للديدان الثعبانية والحشرات ، كما أنه يعطى مقاومة فعالة ضد مرض موت البادرات وكثير من فطريات التربة ، مثل فطر فيتوفثورا سيتروفثورا *Phytophthora citrophthora* المسبب لتصمغ الموالح ، كما أمكن استخدامه بنجاح فى مقاومة الهالوك فى التربة الملوثة ببذوره. ويستخدم هذا المبيد بمعدل 75 - 80 كيلو جرام مادة فعالة للفدان ضد الديدان الثعبانية والهالوك ، وبمعدل 300 كيلو جرام للفدان ضد الفطريات. وهذا المبيد شديد السمية للنباتات ، ولكن نظراً لسرعة تطايره فإن تهوية التربة لمدة 3 أيام كاف لتطايره من التربة. كذلك فإن بروميد الميثيل شديد السمية للإنسان وهو فى نفس الوقت عديم الرائحة تقريباً ، ولذلك فإنه يخلط تجارياً بغاز آخر له رائحة للتحذير من أخطاره ، ومن المواد التى تخلط معه الكلوروبكرين بنسبة 2 % ، ويباع بأسماء تجارية منها بدفيوم Bedfume ودوفيوم Dowfume M C_2 .

2- ثانى كلوريد الإيثلين ethylene dichloride : ويرمز له بالرمز $CH_2\ CI\ CH_2\ CI$ وهو سائل طيار يغلى على 83.7 °م ، كثافة الغاز النوعية 3.5 ويستعمل أساساً كمبيد حشرى ولكنه ذو تأثير متوسط على النيماتودا.

3 - ثانى بروميد الإيثلين ethylene dibromide (E.D.B) : ويرمز له بالرمز

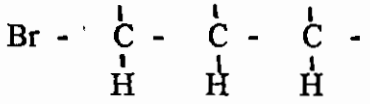


، وهو سائل عديم اللون ثقيل القوام ، يغلى على حرارة 131 °م ،

متطاير كثافته النوعية 6.5 ، وهو مبيد جيد ضد النيماتودا ولكنه ضعيف ضد الفطريات. ويستخدم ضد النيماتودا بمعدل 15 لتر مادة فعالة للفدان ، وعند استخدامه يجب تخفيفه بمواد بترولية مذيبة قبل إضافته للتربة ، يفضل عدم استخدامه فى الأرض التى سوف تزرع بمحاصيل أبصال نظرا لحساسية الأبصال لعنصر البروم.

4 - كلوريد البروبان ثنائى البروم (DBCP) I,2 dibromo-3-chloropropane :

ويرمز له بالرمز



يباع تجاريا بأسماء مختلفة منها فيومازون Fumazone وهو سائل طيار ثقيل لونه أصفر باهت وقد يباع فى صورة صلبة محببة. هذا المبيد له سمية عالية ضد النيماتودا ، يستعمل بمعدلات منخفضة قد تصل إلى 3 لتر للفدان ، وسميته للنباتات ضعيفة مما يمكن معه استخدام هذا المبيد والنباتات قائمة وخاصة أشجار الفاكهة ، ويستخدم للعنب بمعدل 8 لتر مادة فعالة للفدان. يضاف المبيد السائل حقنا فى التربة أو مع ماء الرى أو يخلط المبيد الصلب مع الأسمدة قبل إضافتها للتربة.

5 - مخلوط د . د (D.D. mixture) : ويتركب هذا المخلوط من أجزاء متساوية من المركبين الآتيين

1.3 dichloropropene

1.2 dichloropropane

هو عبارة عن سائل لونه بنى ، يستخدم على نطاق واسع كمبيد نيماتودى وخاصة ضد ديدان تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. وديدان التحوصل *Heterodera* spp. وديدان التقرح الجذرى *Pratylenchus* spp. ، ويستخدم بنسبة 40 - 80 لتر للفدان ، تزاد إلى 100 لتر فى حالة المشاتل ، ونظرا لسميته للنباتات وبطء تطايره فيجب عدم زراعة الأرض قبل مرور 2-4 أسابيع من المعاملة.

6 - الكلوروبكرين chloropicrin : ويرمز له بالرمز $CCl_3\ NO_2$ وهو سائل عديم اللون يغلى على 112 °م ، سريع التطاير بخاره أثقل من الهواء غير قابل للإشتعال ، مسيل للدموع شديد الفاعلية ضد كثير من آفات التربة الفطرية والنيماتودية والحشرية ، يستخدم بنسبة 180 كجم للفدان. ونظرا لشدة سميته للنباتات فيجب تهوية التربة منه جيدا قبل الزراعة.

7 - فابام Vapam : وهو مركب تجارى يحتوى على 31 % مادة فعالة ويوجد تجاريا فى صورة محلول مائى تركيزه 40 % مادة فعالة ، وتركيبه ورمزه الكيميائى

$$CH_3 - NH - C(=S) - S - Na.\ 2\ H_2O$$

Vapam

(sodium N-methyl dithiocarbamate dihydrate)

يذاب المركب فى الماء ويستخدم غمرا لسطح التربة أو مع ماء الرى أو تحقن به التربة. يتحلل المركب فى التربة ناشرا غازاته السامة المتطايرة الفعالة ضد الفطريات وكثير من النيماتودا ويستخدم هذا المركب بمعدل لتر لكل 5 م^2 من التربة.

8 - ميتام سائل Metam – fluid : مبيد مدخن للتربة لمكافحة النيماتودا والفطريات والحشائش. توجد المادة الفعالة sodium metam بتركيز 560 جم / لتر. ويصلح استخدامه فى مراقد البذرة والمشائل والصوب.

يختلف معدل استخدام الميتام السائل تبعا لأنواع النيماتودا فيتراوح بين 75 - 150 مل / متر مربع من التربة ، ففى حالة مقاومة نيماتودا تعقد الجذور يستخدم تركيزه 75- 100 مل / متر مربع من التربة وفى حالة النيماتودا المتحوصلة يستخدم تركيز 100 - 150 مل / لتر مربع من التربة.

أثار إستخدام مدخنات التربة استفسارات حول احتمالات أضرارها بإحداثها تغييرات كيماوية وطبيعية وبيولوجية مما قد يكون له تأثير ضار بنمو النباتات. تتلخص تلك الاحتمالات الضارة فى النقاط الآتية :

1 - يؤدى كثرة استخدام المبيد الطيار إلى تجمع بقايا سامة للنباتات بالتربة فتزداد كمية الكلوريدات والبروميدات عند التبخير بمواد تحتوى على تلك الهالوجينات ، وهذه تكون ضارة بالنباتات الحساسة لهما مثل نباتات البصل والثوم والموالح والقرنفل وحنك السبع ، هذه النباتات حساسة بصفة خاصة للبروم ، لهذا فلا ينصح بزراعة تلك النباتات عقب التدخين بمواد حساسة لها ، هذا ومعظم مدخنات التربة تتلاشى فى وقت قصير نسبيا.

2 - يؤدى إستخدام المبيد إلى قتل كثير من كائنات التربة المفيدة بجانب الكائنات الضارة. فإبادة بكتيريا التأزت بالتدخين يؤدى إلى تجمع الآزوت فى التربة فى صورة أمونيا. وكذلك فالتدخين قد يؤدى إلى زيادة المعادن النادرة فى التربة لإبادته كائنات دقيقة كانت تقوم بتثبيت هذه المعادن. وقد أمكن الاستفادة من هذه الملاحظة فى علاج نقص المنجنيز فى بعض الأراضى بتدخينها بمخلوط .D.D ، واتضح أن كثيراً من الكائنات المفيدة المتوطنة أصلا فى التربة تعود ثانية إلى التربة وتثبت نفسها فيها وتستعيد مكانتها بسرعة.

3 - يؤدى تدخين التربة مرة إلى ضرورة تدخينها بعد ذلك سنويا. وقد ثبت صحة ذلك ، فتدخين التربة ضد النيماتودا لا يؤدى عادة إلى إبادة ما تحتويها من نيماتودا إبادة تامة ، وأعداد النيماتودا الضئيلة التى تنجو من التدخين تتكاثر وتصبح فى نهاية عام من التدخين أعدادا كبيرة قد تزيد عن أعدادها قبل التدخين فى العام السابق ، ويرجع ذلك إلى أن المجموع الجذرى للنباتات المنزرعة فى الأراضى المدخنة يكون أكثر نموا عنه فى الأراضى غير المدخنة مما يكون بيئة صالحة لنمو وتكاثر النيماتودا.

تعتبر إعادة إستيطان المسببات المرضية للتربة بعد تدخينها من أهم مشاكل التدخين ويمكن الإقلال من ذلك بمراعاة الآتى :

1 - إستخدام مدخنات أو مبيدات تربة متخصصة ، أى تقضى على الطفيل المطلوب دون القضاء على الرميات الموجودة بالتربة.

2 - إستخدام التركيزات المطلوبة من المبيد خاصة فى المبيدات ذات المدى الواسع إذ أن تقليل كميات المبيد تؤدى إلى عدم القضاء كلية على الطفيل وقد يقضى كلية على بعض الرميات ، وإذا زاد المبيد عن المطلوب قد يقضى على طفيليات ورميات التربة ، وعند ذلك فإن الكائنات التى تعود للتربة أولا تنمو نموا غزيرا فإذا كانت طفيلية فإنها تعود بحالة أشد من ذى قبل.

3 - إضافة كائن دقيق مضاد لطفيليات التربة بعد المعاملة ، مع إضافة بعض محسنات التربة العضوية التى ينمو عليها الكائن الدقيق بسهولة ، فينتشر فى التربة قبل أن تتمكن الطفيليات من العودة إليها.

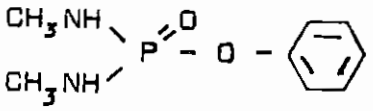
5-3-3-2 المبيدان غير المدخنة : معظم هذه المبيدات جهازية وتصل إلى النيماتودا التى بالتربة عن طريق إضافة المبيد السائل إلى ماء الرى ، مثل النيماجون Nemagon ،

أو بخلط المبيد مع التربة وهو فى صورة حبيبة مثل نيماكور محبب 10% granular Nemacur 10% أو التميك Temik أو يوزع المبيد على المجموع الخضرى مثل أكساميل (فايديت) Oxamyl (Vydate) ٠

ومن أهم المبيدات غير الطيارة المستخدمة فى تطهير التربة ما يأتى :

أولا : مبيدات فوسفورية عضوية Organic phosphorus :

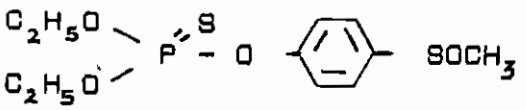
1 - نليت Nelite أو داى أميفوس diamiphos ورمزه وتركيبه الكيميائى :



Nelite (diamiphos)
(O-phenyl-N,N-dimethyl phosphora diamidate)

وهو مركب قابل للذوبان فى الماء ويسهل انتشاره مع ماء الرى أو بخلطه بالتربة٠ وهو مبيد فعال ضد نيماتودا تعقد الجذور ٠

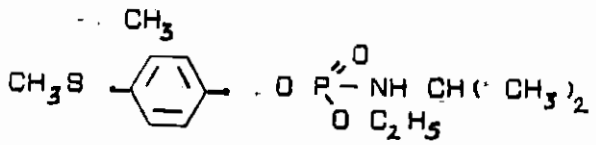
2 - تراكور ب Terracur P تركيبه ورمزه الكيميائى :



Terracur P
(O,O - diethyl O- (4-methylsulfinyl) phenyl phosphoro thioate)

مبيد سائل أصفر يذوب بصعوبة فى الماء ولذلك يستخدم فى صورة مسحوق قابل للبلل بتركيز 25 % أو مسحوق تعفير 10 % وكذلك محببات بتركيز 2.5 و 10.5 %٠

3 - نيماكور Nemacur : تركيبه ورمزه الكيميائى :



Nemacur

(Ethyl 3-methyl - 4 - (methylthio) phenyl - 1 - methyl ethyl phosphoramidate)

مبيد جهازى ذو فاعلية لمكافحة نيماتودا تعقد الجذور المتحوصلة ، يخلط المبيد مع الطبقة السطحية للتربة المجاورة للنباتات (خربشة) ، ثم يطلق ماء الرى فتمتصه الجذور مباشرة والجزء المتبقى يسرى مع ماء الرى إلى طبقات التربة ، وبذا يقضى على مختلف أنواع النيماتودا بالتربة. النيماكور يساعد على إنتاج شتلات سليمة قوية ، كما يزيد من سرعة النمو والتزهير المتجانس مما يعطى محصولا وفيرا. يمكن استخدام نيماكور فى المحاصيل الحقلية ومحاصيل الخضر وأشجار الفاكهة (جدول 22).

جدول 23

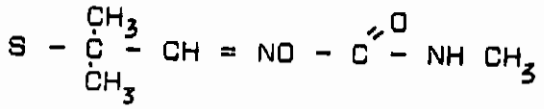
إستخدامات النيماكور فى مكافحة النيماتودا

المحصول	معدل الاستعمال	ملاحظات
بطاطس	13 كجم / للفدان	يستعمل تكبيشا مع زراعة التقاوى ثم تروى الأرض مباشرة.
طماطم فى المشتل	20 كجم / للفدان	للتربة الثقيلة يستعمل نثرا على التربة وتخربش ثم تزرع البذرة وتروى.
	10 كجم / للفدان	للتربة الرملية يستعمل نثرا على التربة.
عنب	25 كجم / للفدان	ينثر المبيد حول شجيرات العنب وتخربش التربة ثم تروى وذلك خلال مارس.
فول سودانى	10 كجم / للفدان	تعامل التربة بعد الزراعة.
قطن	15 كجم / للفدان	يستعمل نثرا على الخطوط بعد الخف وقبل الرية الأولى ويتم الرى بعد الخربشة.
موز	30 كجم / للفدان	ينثر المبيد حول النباتات ويخلط وتروى التربة وذلك خلال ابريل.

ثانيا : مبيدات كربامات وأوكسيمات Carbamates and Oximes :

وهى مبيدات جهازية ومن أهمها الآتى :

1 - الديكارب Aldicarp ويعرف باسم تميك Temik وتركيبه ورمزه الكيميائى

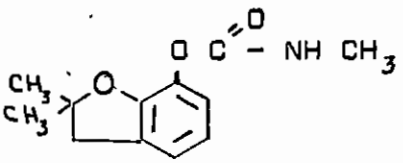


Aldicarb (Temik)

(2- methyl - 2 - methylthio propinoaldehyde - O - methylcarbamoyl oxime)

المركب قابل للذوبان فى الماء بمعدل 6 جم / لتر ويذوب فى معظم المذيبات العضوية وهو فعال ضد النيماتودا ويلزم بعد إضافته رى التربة بالماء حتى يسهل إمتصاصه بواسطة جذور النباتات. يوجد المركب على هيئة محببات بتركيز 10 % و 15 % ، ويستخدم فى زراعات الموالح بمعدل 17 إلى 25 لتر للفدان وذلك خلال شهرى فبراير ومارس بعد جمع المحصول.

2 - كربوفيوران Carbofuran أو فيورادان Furadan وتركيبه ورمزه الكيميائى :



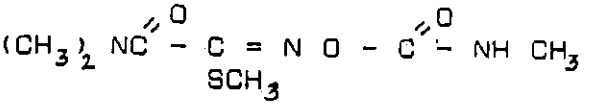
Furadan (Carbofuran)

(2,3-dihydro-2,3 dimethyl benzofuran-7-yl-methyl carbamate)

مركب يذوب فى الماء بمعدل 700 مجم / لتر ويذوب فى المبيدات العضوية ، وهو فعال ضد النيماتودا فى التربة ، ويوجد على صورة مساحيق قابلة للبلل أو الإنتشار فى الماء flowable أو محببات granules. ويستخدم كربوفيوران 10 % G نثرا على سطح التربة حول أشجار الموالح والعنب والخوخ بمعدل 40 كجم / فدان خلال شهرى فبراير ومارس ،

حيث يخلط جيدا بالتربة ثم تروى الأرض ، كما يستخدم المبيد فى مشاتل الطماطم قبل الزراعة بمعدل 2 كيلو جرام للفدان.

3 - أكساميل Oxamyl أو فايديت Vydate وتركيبه ورمزه الكيميائى :



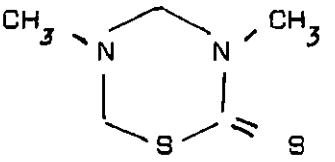
Vaydate

[N<N-dimethyl-2-methylcarbamoyl oxy imino-2-(methylthio) acetamide]

المركب قابل للذوبان فى الماء بمعدل 280 جم / لتر ويذوب فى معظم المذيبات العضوية، وهو فعال ضد النيماتودا وينتقل عن طريق المجموع الجذرى عند إضافة المركب للتربة ، ويوجد المركب على صورة سائل بتركيز 34 % أو على صورة محببات ، ويستخدم السائل بمعدل 2 لتر للفدان وذلك قبل الزراعة.

4 - بازاميد محبب Basamid granular : مبيد لتطهير التربة من النيماتودا والفطريات والحشائش ويعد كمعقم للتربة soil sterilant ويكافئ فى مفعوله التعقيم بالبخار.

يعرف تجاريا باسم dazomet وتركيبه ورمزه الكيميائى



Dazomet

(Tetra hydro - 3,5-dimethyl - 2-hydro - 1,3,5-thiadiazin - 2 - thione)

يختلف معدل إضافته إلى التربة تبعا لأجناس الفطريات ويتراوح هذا المعدل بين 8.5 -34 جم / متر مربع.

4-5 تطهير المخازن

تطهر المخازن بغرض إبادة الكائنات الدقيقة والآفات الضارة بالمحاصيل المخزنة أو المراد تخزينها. وتختلف المعاملة تبعا للمحصول المخزن أو المراد تخزينه والآفة أو الآفات السائدة فى المخزن أو التى يخشى منها. وتعد فى حكم المخازن ، أماكن الشحن سواء فى السفن أو السيارات التى تقوم بنقل النباتات ومنتجاتها.

ويراعى فى المخازن ، بوجه عام ، ضمانا لنجاح عمليات التطهير أن تكون نظيفة خالية من المهملات وبقايا التخزين السابق. ولهذا فإنه يراعى قبل إدخال محاصيل جديدة فى المخزن أن تزال جميع بقايا وآثار المحصول المخزن سابقا ، ثم تغسل الأرضيات والجدران إن أمكن. وينصح برش الجدران بالجير قبل كل موسم ، كما ينصح بالتطهير الكيماوى بعد الغسيل وقبل التخزين وخاصة فى حالة وجود إصابات سابقة. ومقاومة الآفات الحشرية والفئران مهم جدا فى مقاومة الأمراض النباتية ، وذلك لأن تلك الآفات الحشرية تحدث جروحا بالنباتات ، وكثيرا ما تكون مصدرا من مصادر العدوى بالمسببات المرضية.

يمكن تطهير المخازن الخالية من المحاصيل باتباع أحد المعاملات الآتية :

1 - رش المخزن بمحلول من كبريتات النحاس بتركيز 0.4 %.

2 - تبخير المخزن بالغاز الناتج من معاملة محلول الفورمالين ببلورات من برمنجنات البوتاسيوم بمعدل 0.5 لتر من الفورمالين التجارى الذى يحتوى على 40 % فورمالدهيد يضاف إليها 0.25 كيلو جرام من برمنجنات البوتاسيوم ، وذلك يكفى لمعاملة فراغ من المخزن قدره 10 أمتار مكعبة. ويلزم لإجراء هذا التبخير اتباع احتياطات خاصة وذلك لأن غاز الفورمالدهيد الناتج هو غاز سام مهيج للأغشية المخاطية مما يجب معه سرعة ترك المخزن بمجرد إضافة البرمنجنات للفورمالين. قبل إجراء عملية التبخير تحسب سعة المخزن ثم تقدر الكميات المطلوبة من كل من الفورمالين والبرمنجنات ، ثم تقفل جميع منافذ المخزن قفلاً محكماً ما عدا فتحة واحدة للخروج. توزع أوعية عميقة فى أجزاء مختلفة من المخزن ويفضل أن تكون من سعة 20 لتر ، ويوضع بها الفورمالين بحيث لا تزيد كمية الفورمالين فى الوعاء الواحد عن 0.1 من سعة الوعاء وذلك لأن الفورمالين يرتفع لاعلى مسافة كبيرة بمجرد إضافة البرمنجنات ، بعد ذلك تضاف الأوزان المناسبة من بللورات البرمنجنات إلى الفورمالين مبتدئاً من الأوعية البعيدة عن الباب ومتجها بسرعة لباقى الأوعية

نحو الخارج ، ثم يترك المخزن بسرعة ويغلق غلقا محكما ، ويترك كذلك مدة 24 ساعة على الأقل ، ثم يفتح ويهوى لمدة أسبوعين قبل التخزين.

3 - يتم تدخين المخزن بحرق الكبريت ، ويستخدم لذلك الكبريت الزهر بمعدل 150 جم / 10 م^3 من سعة المخزن. يوضع الكبريت فى أوعية معدنية توزع على أجزاء مختلفة من المخزن وتوضع الأوعية على قواعد من الطوب لتلافى أخطار الحريق ، ثم يشعل الكبريت بعد اتخاذ الاحتياطات المتبعة فى حالة استخدام الفورمالين. يغلق المخزن جيدا لمدة 24 ساعة ثم يهوى بعدها.

ينصح فى حالة التدخين بالفورمالين أو بحرق الكبريت برش أرضية وجدران المخزن قبل المعاملة ، رشا خفيفا بالماء لأن ذلك يزيد من فاعلية التدخين.

كثيرا ما نضطر إلى تدخين المخزن أثناء وجود المحاصيل الزراعية بها بغرض إبادة الآفات الموجودة بجو المخزن أو بالمحاصيل المخزنة ، وفى هذه الحالة يشترط فى المبيد المستخدم أن يكون فعالا ضد الآفات المراد مقاومتها وغير ضار بالمنتجات النباتية المخزنة ، وأن لا يترك بتلك المحاصيل آثارا ضارة بصحة الإنسان.

كما يفضل فى مبيدات المخازن بصفة عامة أن تكون غير قابل للإنفجار أو الاشتعال ، وأن تكون مؤثرة فى الآفات بتركيزات منخفضة ولفترة تعريض قصيرة ، كما يجب عدم تسببها فى تآكل الأدوات المستخدمة فى التخزين ، وأن تكون رخيصة الثمن متناسبة مع الفائدة المرجوة منها.

من أهم المبيدات استخداما للتدخين فى المخازن فى وجود المحاصيل غاز ثانى أكسيد الكبريت الذى يستخدم فى مكافحة مرض العفن الرمادى فى العنب المتسبب عن الفطر *Botrytis cinerea*. وعادة يستخدم ثانى أكسيد الكبريت السائل المعبأ فى أسطوانات تحت ضغط ، فتسخن الأسطوانات فى حمامات مائية خارج المخزن ، ويمرر الغاز خلال أنابيب إلى داخل المخزن حيث توجد مراوح تساعد على انتظام توزيع الغاز فى جو المخزن. ويبخر العنب أولا قبل التبريد بتركيز 1 % من ثانى أكسيد الكبريت لمدة 20 - 25 دقيقة ، ثم يعاد التبخير كل 7 - 10 أيام فى المخازن المبردة بتركيز ½ % لمدة 20 - 25 دقيقة فى كل مرة.

يقدر فراغ المخزن بطرح الحجم الحقيقى الذى يشغله العنب من سعة المخزن ، ثم يحسب وزن ثانى أكسيد الكبريت المطلوب حسب المعادلة.

وزن ثانى أكسيد الكبريت بالكيلو جرام

$$= \text{حجم الفراغ بالمتر المكعب} \times \frac{\text{التركيز المطلوب}}{100}$$

فلتبخير فراغ قدره 24 مترا مكعبا على درجة الصفر المئوى بتركيز 0.25 % يلزم كمية من ثانى أكسيد الكبريت قدرها 24 × 0.25 × 0.01 = 0.06 كيلو جرام.

ويعدل الوزن المطلوب حسب درجة حرارة المخزن.

يمكن الحصول على ثانى أكسيد الكبريت من أملاح الكبريتيت ، فتستخدم بللورات ثانى كبريتيت الصوديوم sodium bisulphite فى تبخير العنب بخلطها مع نشارة الخشب الذى يدخل فى تعبئة الصناديق أو توضع على الأوراق التى تبطن الصناديق. فيتفاعل الملح مع بخار الماء فى الجو معطيا غاز ثانى أكسيد الكبريت.

لا يصلح ثانى أكسيد الكبريت لمعاملة ثمار أصناف العنب المختلفة ، إذ أن الأصناف الأمريكية والشرقية حساسة للغاز وتتأثر تأثرا ضارا به. أما أصناف العنب الأوروبى فهى التى تبخر بالغاز بنجاح.

من الغازات الأخرى المستخدمة فى التبخير بالمخازن غاز ثالث كلوريد الآزوت nitrogen trichloride (NCl_3) ، الذى يستخدم فى مقاومة لمراض عفن الموالح وكثير من الخضروات، وقد وجد أن تركيز الغاز الناتج من تبخير 175 ملليجرام لكل متر مكعب من فراغ المخزن يقتل جراثيم الفطريات *Penicillium* spp. و *Alternaria* spp. و *Colletotrichum* spp. و *Phytophthora* spp. . ويستخدم هذا الغاز بتركيز 40 - 140 ملليجرام / متر مكعب لمدة 4 ساعات لمكافحة أعفان الليمون ، وبتركيز 200 - 400 ملليجرام / متر مكعب ولمدة 4 ساعات لمكافحة أعفان الطماطم والفلفل ، وبتركيز 800 - 900 ملليجرام / متر مكعب ولمدة 6 ساعات لمكافحة عفن القاوون. ومن عيوب ثالث كلوريد الآزوت أنه سام وشديد الانفجار ويجب عند استخدامه تخفيفه بالهواء لدرجة كبيرة وأن تكون المخازن مجهزة بمراوح حتى لا يتركز الغاز مسببا أضرارا للمواد المخزنة.

يستخدم النشادر وأملاح الأمونيوم بتركيز 2000 - 5000 جزء فى المليون لتقليل إصابة ثمار الموالح بالفطر *Penicillium digitatum* المسبب لمرض العفن الأخضر ، ومن مركبات الأمونيوم المستخدمة كربونات وبيكربونات الأمونيوم وهى تمتاز عن النشادر بانطلاق الغاز منها تدريجيا.

يستخدم المركبين أكسيد الأيثلين ethylene oxide وأكسيد البروبيلين propylene oxide لتبخير الفواكه المجففة ، ويراعى عند استخدام أى من هذين الغازين أن يكون فى جو خامل مثل غاز ثانى أكسيد الكربون وذلك لأنهما شديدى الانفجار مع أكسوجين الهواء الجوى. أكسيد الإيثلين أشد فاعلية من أكسيد البروبيلين ، وفاعليته تعادل خمسة أمثال فاعلية أكسيد البروبيلين ويستعمل بمعدل 2 كيلو جرام لكل عشرة أمتار مكعبة من فراغ المخزن.

يفيد بروميد الميثيل فى مكافحة حشرات الحبوب والفطريات المحمولة على سطح البذور .