# الفصل الرابع

## الإجراءات الوقائية والعلاجية لمكافحة آفات الحبوب والمواد المخزنة

يعتبر الفقد فى الوزن أحد الأضرار الناتجة عن الآفات ويزداد الضرر فى حالة الحبوب المعدة كتقاوى وذلك نتيجة أن العديد من هذه الحشرات أثناء نموها داخل الحبوب لا تكتفى بالتغذية على اندوسبرم الحبة بل يتعدى ذلك بالتغذية على جنين الحبة، وبذلك تقلل نسبة الإنبات للحبوب.

وكنتيجة لتغذية هذه الحشرات على محتويات الحبوب الداخلية، تحدث تغيرات كيماوية لمكونات الحبة من البروتين والدهون والنشا معطية صفات ومذاق ورائحة غير مرغوبة لهذه الحبوب المصابة بعد طحنها وتجهيزها للعجين، وأيضًا بعد خبزها، وفى حالة الحشرات التى تفرز يرقاتها إفرازات حريرية بغرض التعذر فيها فإن هذه الإفرازات الحريرية تعمل على تماسك حبيبات الدقيق ببعضها وتحويلها إلى كتل ذات صفات ردئية وتقلل من قيمتها التجارية والغذائية بالإضافة إلى جلود الانسلاخ ومخلفات هذه الحشرات والتى تزيد من الضرر الناتج.

ومع زيادة نسبة الإصابة بالحشرات داخل المخزن ينشأ عن ذلك ارتفاع فى المحتوى المائى لهذه الحبوب نتيجة تنفس الحشرات وزيادة نسبة بخار الماء مما يمهد الظروف المناسبة لنمو الفطر والبكتريا ومهاجمة الأكاروسات وما ينتج عنه من فقدان الحبوب لشكلها البراق وقيمتها الغذائية.

**التخزين** عبارة عن الحفاظ على الحبوب بحالة جيدة من حيث كميتها ونوعيتها دون حدوث تغير فى طبيعتها أو خواصها لحين استهلاكها وذلك بغرض تحقيق منفعة اقتصادية معينة.

يهدف التخزين إلى الحفاظ على مصدر الغذاء طوال العام وتأمين احتياجات الدول المستوردة من القمح لفترات طويلة والتى يكون معظمها دول نامية، ويعنى التخزين السليم حماية المواد المخزنة من الحشرات والأكاروسات والقوارض والطيور والكائنات الدقيقة التى تهاجمها.

**وفيما يلى الإجراءات الوقائية والعلاجية لآفات المخزن :**

**الإجراءات الوقائية :**

هناك العديد من الإجراءات التى يجب اتخاذها سواء فى الحقل أو عند النقل أو فى المخزن حتى نجنب الحبوب الإصابة بالآفات نذكر منها:-

- يجب حصاد المحصول بعد تمام نضجه وعدم تركه فى الحقل مدة طويلة بدون داع حتى لا يتعرض للإصابة بالحشرات أو القوارض والطيور والتخلص من بقايا المحصول فى الحقل حتى لا تكون مأوى للآفات ومصدراً للعدوى.
- تطهير آلات الدراس وذلك برشها بالمعلقات أو المستحلبات.
- تطهير الأجولة والغرارات وأدوات التعبئة قبل إعادة الإستخدام ويتم ذلك بعدة طرق نذكر منها: التطهير الطبيعى وذلك بتعريض السطوح الداخلية والخارجية للأجولة والغرارات لأشعة الشمس المباشرة فى فصل الصيف ولمدة كافية مع مراعاة تقليبها. التطهير بغمرها فى الماء المغلى لمدة ٥ دقائق ويجب عدم استعمالها إلا بعد تمام جفافها أو تبخيرها كما يمكن تطهير الأسطح الداخلية للغرارات بمسحوق ملاثيون ١٪ (٣٠ جرام لكل غرارة سعة ١٥٠ كجم).
- التأكد من نظافة وسائل النقل من بقايا الحبوب وخلافه وتطهيرها قبل وبعد استعمالها.
- تطهير المخازن والمستودعات وإعدادها للتخزين وذلك بالتأكد من سلامتها وعدم وجود شقوق أو فجوات فى جدرانها ونظافتها من مخلفات المواد المخزونة سابقاً. كما يمكن تطهيرها باستعمال قاذفات اللهب وذلك للأماكن المبنية من مواد غير قابلة للاشتعال أو استعمال مولدات الدخان.

ويستعمل فى رش المخازن أحد المحاليل الآتية :

محلول مكون من ١٠٠ سم$^{٣}$ زيت سولار خفيف + ٥٠ سم$^{٣}$ ماء + ٥ جم صابون، يخفف المحلول إلى أربعة أرتال بالماء ويرش به المخزن مرتين فى يومين متتاليين ويكفى اللتر من المحلول أربعة أمتار مربعة.

مستحلب ملاثيون ٥٧٪ او أكتليك ٥٠٪ ويحتاج المتر المربع من السطح من أى منهما إلى جرام واحد من المادة النقية فى ربع لتر ماء، ويجب عدم استخدام المخزن قبل أسبوع من الرش.

ويراعى أن تكون كمية المحلول تكفى سعة المخزن، ويراعى الاهتمام بالرش حول الأبواب والنوافذ من الخارج، ويبدأ الرش بالسقف ثم الحوائط من أعلى إلى أسفل وبعد الرش يتم إغلاق المخزن حتى يجف تمامًا.

تجفيف الحبوب والمواد المخزنة ويجب ألا تزيد نسبة الرطوبة عن ١٢٪ فى الحبوب المخزنة حتى لا يؤدى ذلك إلى زيادة نشاط بعض الحشرات والكائنات الدقيقة الأخرى مما ينتج عنه ارتفاع درجة الحرارة ودرجة الرطوبة نتيجة تنفس الحبوب والكائنات الدقيقة الأخرى.

ويمكن تجفيف الحبوب فى غير أغراض التقاوى بمجففات صناعية بالهواء الساخن (٦٠ – ٧٠م°) وينصح بمراعاة تجانس الحبوب من حيث درجة رطوبتها، وعند رص الأجولة فى المخزن توضع على قواعد خشبية لتقليل نسبة الرطوبة، أما عند المزارعين فإن طريقة التشميس تساعد على تقليل نسبة الرطوبة (فرد الحبوب بطبقة رقيقة على مشمع فى الشمس حتى تجف).

خزن الذرة الشامية بأغلفتها يحميها من الإصابة بفراشة الحبوب. كما أن الفحص الدورى المنتظم أمر هام للتأكد من سلامة الحبوب المخزنة وخلوها من الإصابة بالآفات.

## خلط الحبوب والمواد المخزونة بالمواد الواقية

**أ - الخلط بالمسحوقات الخاملة Inert dusts:**

هى مواد غير سامة ليس لها أثر على رائحة الحبوب أو طعمها أو حيويتها أو تركيبها الكيماوى الداخلى ومن أمثلة المواد الواقية: مسحوق قاتل السوس (١٦٪ صخر كبريت ناعم + ٨٤٪ صخر الفوسفات الناعم) سيلكات الألومنيوم، زهر الكبريت، رماد الفرن، الرمل... الخ.

ويرجع تأثير هذه المواد إلى تأثيرها الميكانيكى على الطبقة الشمعية Wax Layer من جدار جسم الحشرة مما يؤدى إلى كشطها مما يسمح للماء للتبخر من جسم الحشرة وإصابتها بالجفاف كما أن المساحيق الدقيقة الحبيبات تؤثر على كفاءة تنفس الحشرات.

**ب - الخلط بالمسحوقات ذات الأثر الضار على الحشرات:**

إن النباتات السامة معروفة منذ القدم، فقد استخدمها قدماء المصريين والرومان والصينيين فى مكافحة بعض الآفات. وحاليا ما يزيد على ١٥٠٠ نوع من النباتات على مستوى العالم لها تأثير سلبى على الآفات ويجب أن تكون هذه النباتات معمرة ولا تحتاج إلى مساحات كبيرة وألا تتطلب الكثير من العمليات الزراعية والاحتياجات المائية والسمادية ولا تتحول إلى عائل لآفات. وفى مجال وقاية الحبوب والمواد المخزنة يعتبر نبات النيم (*Malia azederach*) من أهم هذه النباتات حيث أن استخدامه على صورة مسحوق (سواء الأوراق الأزهار الثمار - البذور) أو بعد استخلاص المواد الفعالة باستخدام بعض المذيبات له تأثير طارد (Repellent) أو مانع للتغذية (Antifeedant) أو تأثيره على التكاثر ووضع البيض وتطور ونمو اليرقات أو إحداث حالة من القلق والاضطرابات العصبية للحشرات. فقد أدى مسحوق النيم والمستخلص المائى له إلى خفض خصوبة البيض، كذلك قدرة اليرقات على اختراق البذور كما أدى إلى إطالة مدة الطور اليرقى وطور العذراء وكذلك إلى انخفاض الكفاءة الإنتاجية لخنفساء اللوبيا، وأن معاملة بذور

اللوبيا بتركيز ١٪ من مسحوق بذور النيم أو ٨٪ من المستخلص المائى منعت خروج الحشرات الكاملة كليا من البذور المعاملة أما العالم الألمانى Stein فقد استخدام نبات النيم لتقليل الفاقد فى الحبوب المخزنة وحمايتها من الإصابة بسوسة الأرز فقد تراوح الفقد فى الحبوب التى لم تعامل ٣٣٪ بالمقارنة بـ ٥.٤٪ فى الحبوب المعاملة. أما (Jotwani and Sircar, 1965) فقد استخدما البذور الجافة الناضجة بعد طحنها مع القمح المخزن بتركيز ١/٢، ١، ٢ لكل ١٠٠ جزء بالوزن من الحبوب لمكافحة خنفساء الخابرا، ثاقبة الحبوب الصغرى، سوسة الأرز ووجد الباحثان أن خلط حبوب القمح بتركيز ١ - ٢ جزء لكل ١٠٠ جزء بالوزن من الحبوب تكفى لحمايتها من الإصابة بالحشرات الثلاثة لمدة لا تقل عن ٩ أشهر. وفى تجربة لتقدير نسبة الإصابة بخنفساء الخابرا بعد خلط الحبوب بتركيز ٢ جزء/ ١٠٠ جزء من الحبوب بعد تخزينها لمدة عام فقد قدرت نسبة الإصابة بـ ٦٥.٤٪ فى الحبوب التى لم تعامل بالمقارنة بـ ٧٪ فى الحبوب المعاملة.

وقد استعملت الطريقة نفسها فى حماية بذور البقول من الإصابة بخنفساء اللوبيا لمدة لا تقل عن ١٠ أشهر. وكان لمستخلص البذور تأثير مانع للتغذية (Antifeedant) بالنسبة للخنفساء ذات الرأس الطويل، خنفساء الدقيق الكستنائية، خنفساء الخابرا وفراش البلح (Butterwoth and Morgan 1968).

ومن نتائج أبحاث (Roomi and Antigguiddine, 1977) وجد أن لمستخلص نبات النيم تأثير طارد (repellent) لفراشات دقيق البحر المتوسط، ويرقات خنافس الدقيق وثاقبة الحبوب الصغرى وخلص الباحثان إلى أن تغذية اليرقات الكبيرة لخنافس الدقيق بتركيزات مختلفة من مستخلص البذور يسبب تثبيط أو منع الخنافس الناتجة من وضع البيض وتظهر على اليرقات والحشرات حالة من القلق والاضطرابات العصبية. وعلى ذلك فإن خلط حبوب القمح بمسحوق هذا النبات يحمى الحبوب من الإصابة أثناء التخزين كما أن المسحوق لا يؤثر على طعم أو رائحة الحبوب أو نسبة الإنبات.

**جـ - استخدام بعض الزيوت كمواد واقية من الحشرات:**

إن استخدام بعض أنواع من الزيوت (زيت معدنى - زيت سيدر - زيت سيوان - زيت الكلفان) بنسب ٢ - ١٠ سم٣/ كجم بذرة قد أدى إلى حماية بذور اللوبيا والحمص من الإصابة بخنفساء اللوبيا. كما أن زيت القطن، زيت فول الصويا، وزيت الفول السودانى تحمى اللوبيا من الإصابة بالخنافس التى تصيبها باستخدام تركيز ٥ أو ٧.٥ ملليلتر/ كجم من البذور حيث أن ذلك يؤثر سلبيا على معدل وضع البيض ونسبة الفقس مما ينتج عنه تقليل عدد الخلفة فى الحشرات.

وأن هذه الزيوت بهذا المعدل ليس لها تأثير على إنبات بذور اللوبيا كما أظهرت دراسة أخرى أن هذه الزيوت تحمى الفول، فول الصويا، والعدس من الإصابة بخنفساء اللوبيا وأمكن الحصول على درجة عالية من الوقاية باستعمال جرعة مقدارها ١٥سم٣/ كجم من البقوليات. كذلك فإن زيت الكتان وزيت الزيتون لهما نفس الأثر الوقائى من الإصابة بالحشرات التى تصيب الحبوب والبقوليات المخزنة.

ويراعى فى هذه المساحيق الواقية أو الزيوت ألا تكسب الحبوب رائحة غير مرغوب فيها تجاريًا، وأن يمكن فصلها بسهولة من الحبوب، ولا تضر بصحة الإنسان ولا يكون لها أثر باقى طويل ويجب أن يراعى عند الخلط أن تكون الحبوب نظيفة لا تقل عن ٢٢,٥ قيراطا، وجافة، وخالية من الإصابات الحشرية. وأن يكون المخزن وفوارغ التعبئة نظيفة.

**الإجراءات العلاجية :**

**أ - التبخير Fumigation:**

تعتبر هذه الطريقة من أهم طرق مكافحة حشرات المخازن. حيث إنها تصل إلى الحشرة عن طريق جهازها التنفسى خلال فتحاتها التنفسية حيث تصل الغازات السامة مع الأكسجين إلى الدم وتؤثر على إنزيمات الأكسدة فيها والمبيد

فى حالته الغازية يتخلل الشقوق والفجوات ويتسرب إلى داخل الكومات المخزنة وينفذ إلى الحشرة أو إلى أطوارها وهى داخل الحبة ويقضى عليها وهو بذلك علاج ناجح إلا أنه لا يمنع حدوث العدوى من جديد.

والتبخير عملية فنية تحتاج إلى خبرة وعناية تامة، كما إنها تحتاج إلى حيز مغلق (الصوامع - المخازن وسائل النقل..) كما يمكن استعمال الشمعات لتغطية الحبوب فى الشون ويتم تبخيرها مع ملاحظة إحكام غلق الشمعات على الأرض حول الرصة، وأفضل الطرق لذلك هو استخدام الأنابيب الملؤة بالرمال والمساة بالثعابين الرملية (بطول ١ متر وقطر ١٥ سم) والتى تصنع من العبوات القديمة أو خراطيم الحريق القديمة حيث توضع بحيث تتراكب أطرافها فوق بعضها البعض.

ويتوقف نجاح عملية التبخير على عدة عوامل تتعلق بمكان إجراء التبخير ونوع الحبوب ودرجة رطوبتها وطريقة تعبئتها، ونوع الحشرة وطورها، وطبيعة مادة التبخير والجرعة، والخبرة الفنية، والأجهزة المستخدمة.

فيجب أن تكون مادة التبخير رخيصة الثمن ويمكن الحصول عليها بسهولة وليس لها أثر باقى، غير قابلة للاشتعال أو الانفجار ويجب ألا تترك رائحة غير مقبولة للمواد المعاملة بها ولا تؤثر على حيوية البذور.

كما يجب أن تكون المادة سريعة التبخير وأن يكون الغاز سريع الانتشار حتى يتسرب إلى جميع الأماكن ويصل إلى الحشرات أينما كانت فى وقت قصير ويتوقف ذلك على الخواص الطبيعية للغاز ومعدل امتصاصه على الأسطح المعاملة.

كما أن لدرجة الحرارة تأثير كبير على نجاح عملية التدخين حيث أنها تؤثر على سرعة انتشار الغاز ومعدل امتصاصه وبالتالى على سميته للآفات، وعند التدخين يجب أن تكون المواد المعاملة جافة حتى لا تعوق عملية اختراق الغاز.

وتوجد المواد المستخدمة فى عملية التدخين على الصور التالية :-

- على هيئة سوائل تتبخر بمجرد رشها مباشرة أو رشها على مواد تمتصها ثم تتبخر منها وتنتشر فى الجو مثل رابع كلوريد الكربون.
- مواد صلبة تتسامى تلقائيا وتتحول للحالة الغازية ببطء مثل النفتالين أو تتحول إلى الحالة الغازية نتيجة لتفاعل كيماوى مثل تفاعل سيانور الصوديوم وحامض الكبريتيك فيتصاعد منه غاز ثانى أكسيد الكبريت السام.

ويجب أن يراعى تأمين سلامة القائمين على العملية واستعمال الأقنعة الواقية، وتقدير الجرعة اللازمة وكذلك مدة التعريض بدقة، وأن توضع لافتات تحذير فى موقع التبخير وتختلف المواد المستعملة فى التبخير فيما بينها من حيث سرعة التبخير Volatility «التطاير»، سرعة الانتشار والتخلل Diffusion and Penetration ومعدل الامتصاص Sorption rate.

المواد المستعملة فى التبخير كثيرة نذكر منها : -

اكريلونتريل Acrylonitrile، ثانى كبريتور الكربون Carbon disulphid، رابع كلوريد الكربون، Carbon tetrachloride الباراديكللوربنزين Paradichlorbenz، النفتلين، Naphtalene، حمض الهيدروسيانيد Hydrocyanic acid بروميد الميثيل Methyl bromide، فوسفيد الايدروجين Hydrogen phosphide.

ومن أهم الغازات المستخدمة فى مصر غاز برومور الميثايل ويوجد على هيئة سائل مضغوط فى اسطوانات زنة ٢٥ أو ٥٠ أو ١٠٠ رطل ويستعمل بجرعة تتراوح بين ٢٠ - ٣٢ جم/ م$^{٣}$ تبعًا للمادة المبخرة ولمدة ٢٤ ساعة.

وكذلك غاز فوسفيد الأيدروجين ويكون على هيئة أقراص مضغوطة يزن القرص ٣ جرام ويعطى جرام واحد من الغاز أو يكون على هيئة حبيبات زنة الواحدة ٠,٦ جرام وتعطى ٠,٢ جرام غاز وهو يمتاز بسهولة الاستعمال إلا أنه شديد الاشتعال ويحتاج لمدة تعريض قدرها ٣ أيام على الأقل صيفا تزداد

شتاءًا إلى ٥ أيام، ويستعمل بجرعة قدرها ١.٥ - ٣ قرص لكل متر مكعب وفقا للمادة المبخرة.

وتجرى عمليات التدخين إما تحت الضغط الجوى العادى (تدخين الصوامع - المخازن الغرف - تحت الشمع - وسائل النقل) أو التدخين تحت ضغط مخلخل لزيادة قدرة الغاز على الاختراق ويتم التدخين (المواد والحبوب داخل العبوات الورقية) داخل اسطوانات حديدية سميكة الجدران محكمة الغلق.

**ب استعمال المواد الكيماوية:**

يجب أن تكون هذه المواد غير سامة ولا تؤدى إلى الإضرار بصحة المستهلكين عند خلطها بالحبوب كما يجب أن تكون أثرها الباقى قصيرًا ولا تؤثر على القائمين بإجراءات المكافحة.

ومن أمثلتها كربونات النحاس بنسبة واحد جرام/ كجم من الحبوب. وكذلك عبوات أقراص الفوستوكسين ٢ قرص/ طن حبوب لمدة ٣ أيام فى الصوامع، ٣ أقراص/ م$^3$ فراغ/ ٣ أيام فى المخازن.

**جـ منظمات النمو Insect growth regulators:**

إن استخدام مادة الهيروبرين كمنظم نمو يؤدى إلى حدوث بعض التشوهات المورفولوجية والتأثير على معدل وضع البيض ونسبة الفقس فى حشرات من غمدية الأجنحة وأن استخدام بعض منظمات النمو مثل XRD-473, Chlorfuazuron, DOWCO 439, Triflumuron, Diflubenzuron.

لها تأثير سلبى على معدل فقس حشرات خنفساء اللوبيا من طور العذراء

ويمكن مكافحة العديد من الآفات الحشرية الغمدية والحرشفية الأجنحة بخلط الحبوب أو الدقيق بتركيزات منخفضة (أقل من ٥ جزء فى المليون) بمشابهات هورمون الحداثة وبمعاملة اليرقات يحدث لها تشوهات مورفولوجية لاحقة وقد تحول دون ظهور الجيل الأول كما فى دودة جريش الذرة

(*Plodia interpunctella*)، وفى مجال وقاية منتجات الحبوب تستعمل مادة الميثوبرين *Methoprene* لوقاية الدخان ضد حشرتى خنفساء الدخان *Lasioderma serriorne* وفراشة الافستيا *Epthestia elutella* بجرعة قدرها ١٠ ملليجرام لكل كيلو وتستمر فاعلية هذه المعاملة لمدة تخزين قدرها عامين.

**المكافحة الطبيعية Physical Control:**

أ - **الحرارة Temperature**: باستخدام التبريد Cooling ويتم ذلك بإمرار تيار هواء بارد فى مكان التخزين (تمور - فواكه مجففة - حبوب) وذلك لإيقاف نشاط الحشرة. أو التسخين Heating حيث أن تعريض الحشرات أو أطوارها إلى درجة حرارة ٦٠م° لمدة (١٠ - ١٢ ساعة) يؤدى إلى إبادتها تماما. ويجب مراعاة نوعية الحبوب والغرض من تخزينها حيث أن الحرارة المرتفعة تؤثر على حيوية الحبوب وبعض خواصها الأخرى.

ب - **الكهرباء High frequency waves**: ويتم ذلك بإمرار المواد المخزنة على سير متحرك بين مجموعتين من الأقطاب الكهربائية، يتولد عنها مجال كهربائى ذى ذبذبة عالية تكفى لقتل الحشرات وأطوارها المختلفة.

جـ - **استخدام الاشعاع الذرى Atomic Radiation**: يشتمل الطيف الكهرومغناطيسى على عدة أنواع من الموجات: الإشعاع الترددى - الأشعة تحت الحمراء - الأشعة المرئية - الأشعة فوق البنفسجية - أشعة X وغيرها. وقد استخدمت أشعة جاما (كوبلت ٦٠) فى تعقيم حشرات المخازن وقد وجد أن معاملة التمور المخزنة بهذه الأشعة يقضى على خنفساء الحبوب المنشارية دون أن يؤثر ذلك على خواص التمور. وتؤثر أشعة جاما على معدل الاستهلاك الغذائى لحشرتى سوسة الأرز وثاقبة الحبوب الصغرى.

أما عند معاملة يرقات فراشة دقيق البحر المتوسط فإن الإناث الناتجة من هذه اليرقات وجد بها تشوها فى المبيضين كذلك فإن نسبة فقس البيض الموضوع من

هذه الفراشات قد انخفض إلى أكثر من ٧٥٪ كما أن استخدام أشعة جاما بجرعات من (١٠ - ٣٠ كيلوراد) على الأطوار المختلفة لبعض أنواع من الفراشات والحشرات غمدية الأجنحة التى تصيب الحبوب والمواد المخزنة يؤدى إلى وقف نمو البيض وإلى العقم.

د - **التخزين فى حيز محكم Airtight storage**: ويتم ذلك بتخزين الحبوب فى حيز لا يتجدد هواؤه. فيحدث انخفاض فى نسبة الأكسجين نتيجة تنفس الحبوب. فيصبح الوسط غير ملائم ولنمو وتكاثر الحشرات. وقديما كان المصريون يخزنون حبوبهم فى حفر تحت الأرض، وفى صعيد مصر تستعمل البراميل العادية التى يحكم غلقها فى خزن الفول واللوبيا كما أن استخدام أكياس البولى إثيلين غير المنفذة للهواء إحدى الوسائل فى مكافحة آفات المخازن.

هـ - **الخزن فى جو محدد المحتويات الغازية Controlled atmosphere**: تعتمد هذه الطريقة على تغيير نسبة الغازات الداخلة فى تكوين الهواء الجوى فى حيز الخزن وذلك إما بإحلال غاز النيتروجين أو غاز ثانى أكسيد الكربون محل الهواء أو إحلاله بالغاز المولد عن احتراق وقود (مواد هيدروكربونية مثل البروبان) وتموت الحشرات فى جميع هذه الطرق نتيجة انخفاض نسبة الأكسجين فى جو الفراغات البينية للحبوب وجو المخزن.

**- المكافحة الميكانيكية Mechanical control:**

– **الغربلة Sieving**: تعمل الغربلة على فصل الحشرات الموجودة خارج الحبوب وكذلك فصل الشوائب وكسر الحبوب ويجب التخلص من نواتج الغربلة، وهى تقلل الإصابة خاصة الحشرات التى تعيش على الكسر والمواد المتفتتة.

– **الجرش Crushing**: هذه الطريقة تحمى البقوليات بصفة عامة، ويجب مراعاة طريقة استعمال المستهلك.

**استخدام قوة الطرد المركزية** وذلك باستخدام جهاز الأنتوليتر Entoleter يعمل بسرعة دوران تتراوح بين ١٧٥٠ - ٣٥٠٠ لفة/ دقيقة. ويوجد فى المطاحن الحديثة حيث يقضى على الحشرات والحلم وأطوارهما المختلفة الموجودة فى الدقيق وليس لهذا الجهاز تأثير على جلوتين الحبة أو صفات الطحن والخبز.

**استخدام الفيرومونات Pheromones:**

الفيرمون عبارة عن مادة كيميائية تفرزها الحشرة خارجيا وعن طريقها يتم الاتصال الكيميائى بين الأفراد، وقد يؤدى الفيرومون أحد التأثيرات الآتية :-

- الإعلان عن الخطر حتى تتجنب الحشرات مصدر الخطر.

- فيرمون التمييز حيث تفرز الفيرمون على مكان وضع البيض لتمنع الإناث الأخرى من وضع بيضها فى نفس المكان مما يقلل المنافسة وقد تلجأ بعض الحشرات بإفراز فيرمون التشتت لتحقيق نفس الهدف.

- أما النمل فإنه يفرز فيرمون تحديد المسار به يسترشد النمل عن موقع الغذاء والمسكن.

- بعض إناث الحشرات تفرز فيرمونا يعمل على جذب الذكور للتزاوج خاصة تلك التى يكون عمرها قصير مثل الفراشات وخنافس البقول.

- وفى البعض الآخر تقوم الذكور بإفراز فيرمون بغرض التجمع بقصد التغذية والتزاوج خاصة فى الحشرات التى عمرها طويل نسبيا مثل خنافس الحبوب وثاقبات الحبوب.

- وقد أمكن استغلال الفيرمونات فى مجال حصر ومكافحة آفات المواد المخزونة، ويوجد العديد من أنواع المصائد التى تستعمل فى هذا الغرض مثل المصائد اللاصقة والمصائد القمعية ومصائد البلاستيك. وتستخدم هذه المصائد بقصد الكشف عن وجود الحشرات وتحديد موقع الإصابة أو لتقدير الكثافة العددية وبذلك يمكن تحديد طريقة المكافحة والتأكد من مدى فعاليتها.

ويمكن الاستفادة من الفيرومونات لإحداث بعثرة وتشتيت وكذلك التشوش على الحشرات مما يقلل من فرصة التلقيح (إعاقة التزاوج) كما يمكن أيضا استخدام فيرومونات التجمع بعد خلطها بمسببات الأمراض pathogens أو المعقمات الكيماوية Chemosteri lants بغرض نشرها بين الحشرات كوسيلة للمكافحة. ويعتبر السبب البكتيرى *Bacillus thuringiensis* ناجح ضد فراشة جريش الذرة وفراشة دقيق البحر المتوسط وتعامل أسطح الحبوب فى الطبقة السطحية بجرعة قدرها ١٢٥ ملليجرام/ كجم من الحبوب.

## الحجر الزراعى والسيطرة على آفات المخازن :

إن تطور العلاقات التجارية الدولية وسرعة وسائل النقل قد ساعد على انتشار وانتقال الآفات الزراعية ومسببات الأمراض بين البلدان المختلفة، وفى مجال آفات المخازن نجد أن حشرة سوسة القمح (غير قادرة على الطيران) قد انتقلت مع الحبوب من موطنها الأصلى (الهند) إلى دول العالم الأخرى، كذلك خنفساء الخابرا انتقلت من الصين إلى أمريكا ودول العالم الأخرى.

والحجر الزراعى Plant quarantine يشمل جميع الطرق والوسائل من خلال القوانين والتشريعات كوسيلة إيجابية للسيطرة على الآفات والأمراض النباتية من خلال مراقبة الانتقال الدولى والمحلى للنباتات والأجزاء النباتية.