**يمكن تقسيم المكافحة الفيزيائية الى:**
**أ. الطرائق الفيزيائية physical methods**
**ب. التلاعب بالبيئة Environmental manipulation**

## أ. الطرائق الفيزيائية :physical methods

**ويمكن تقسيمها الى التقانات التالية:**

### 1. الإزالة الفيزيائية Physical removal

ان التقاط الآفات باليد صعب تطبيقه عملياً على النباتات التي تزرع على نطاق كبير الا ان توفر اليد العاملة مثلاً في بعض البلدان يؤدي الى نجاح إزالة دودة ورق القطن في مصر و حشرة السونة في شمال العراق و العصافير في الصين وهو كذلك مفيد في المزارع الصغيرة والحدائق المنزلية ... الخ. وفي المخازن مثل إزالة كيس مصاب كان يمثل بؤرة للإصابة او إزالة متبقيات المحصول السابق في الحقل قد تؤدي الى تقليل سكان الآفة بصورة كبيرة او ازالتها نهائياً وهنالك امثلة أخرى عن الازالة الفيزيائية للآفات مثل طرد حشرات المن من على الاشجار بتوجيه رشاش ماء قوي او قطع الاغصان المصابة وغيرها.

### 2. المصائد Traps

استخدمت المصائد المنزلية او الحقلية لصيد الآفات وقد تحتوي هذه المصائد على مواد جاذبة طبيعية او كيماوية او قد تحتوي على مصدر اضاءة جاذب يحوي على الأشعة فوق البنفسجية UV او الاشعة تحت الحمراء IR وقد تحوي أكثر من وسيلة بان تجذب ثم تقتل بمادة اخرى وكما هو الحال في المصائد اللاصقة. استخدمت المصائد أكثر لأخذ العينات وتقدير سكان الآفة أكثر من استخدامها كوسيلة للمكافحة ولو ان استخدامها قد يقلل من كتل البيض او يقلل من اعداد الفراشات الليلية الطائرة.

### 3. استخدام السحب أو الضرب Drag & Hit Using

يستخدم في هذا النوع من المكافحة الفرش (جمع فرشة) او سلاسل حديدية او اوراق بها قطران لتسحب او تجر فوق المحصول وبهذا فهي اما تسحق الآفة وتموتها او تتعلق بها وتخرجها الى خارج الحقل لقد استخدمت مثل هذه الفرش في إزالة القفازات من على الجت كما استخدمت مضربة اليد لقتل الجراد الزاحف او حتى الى الآن تستخدم في قتل الذباب المنزلي.

### 4.الحواجز والمواد اللاصقة Barriers and adhesives

هذه الطرق تمنع انتشار الآفة ولها قيمة كبيرة في زراعة الفاكهة اذ تحاط الأشجار بخندق من القير او النورة او الكازويل او حتى قد يستخدم الماء لإبعاد الحشرات مثل النمل والجراد ومن الامثلة على المواد اللاصقة المنتجات التي تعتمد اساساً على زيت الخروع والصمغ الطبيعي والشمع النباتي وهذه المواد تستخدم الان في المصائد الجاذبة واللاصقة للامساك بالآفات بداخلها.

يمكن تغطية المحاصيل بغطاء بلاستيكي ذي فتحات صغيرة لإبعاد الآفات (التقفيص) وفي داخل البيوت الزجاجية او البلاستيكية يستخدم حاجز من الرقائق المعدنية او المطاطية لمنع دخول الآفات كما تضع بعض المطاعم ومحال بيع المرطبات مراوح هوائية يمنع دخول الذباب الى هذه المحال.

## ب. التلاعب بالبيئة:Environmental manipulation

ومنها:

### 1. التجفيف:Dehydration

قتل الحشرات بالتجفيف وذلك عن طريق تحطيم طبقة الشمع في جدار الجسم ( الكيوتكل ) في الحشرات فيؤدي ذلك الى فقدان نسبة كبيرة و مميتة من ماء جسم الحشرة عن طريق استخدام بعض المواد مثل السليكا جيل وهي مادة كيمياوية ذات قابلية امتصاص عالية واجزاء متناهية في الصغر تنشط في سحب أي رطوبة في المواد و من حولها سواء كانت حية ام غير حية وقد تضاف الى المواد المخزونة وتلاحظ هذه المواد في عبوات الادوية او البضائع التي قد تؤدي الرطوبة الى تلفها كما تستخدم مادة طبيعية هي التربة الدايتومية او الديتومات Diatomaceous soilوهي تربة متكونة من نباتات مجهرية قديمة تستخرج من محاجر او مناجم لهذا الغرض.

## 2. الاختناق بسبب فقدان الاوكسجين في الأماكن المغلقة

إن مكافحة الحشرات عن طريق منع الاوكسجين عنها بدأت تستقطب الاهتمام حديثاً فقد وجد ان خزن حبوب حنطة بزنة 1000كغم مع حشرات تعيبها ووضعت في وعاء بمعزل عن الهواء ادت الى خسارة 150غم فقط ثم تحول الجو المحيط بالحشرات الى بيئة غير مناسبة بحيث اصبحت هذه الحشرات غير قادرة على الحياة فتوقف ضررها علما أن الخسارة المتحققة في البدء هي اقل من واحد جزء من خمسة الألاف من وزن الحبوب.

ان خزن الحبوب في ظروف لا هوائية هو اجراء عملي على نطاق واسع تحت ظروف معينة ان الطريقة اليابانية لخزن الرز تحت مياه البحر تعتمد على وضع الرز في عبوات مغلقة ومقفلة بلاستيكية ثم انزالها الى اعماق المحيط واعادتها حين الحاجة الى ذلك، ان الخزن المقفل هذا يمنع انتشار الحشرات وإذا ما وجدت عند بداية التخزين فأنها تموت بعد ان نستنقذ غاز O2المتاح لها.

## 3.الصوت Sound

تم استعمال الصوت منذ فترة طويلة في مكافحة الآفات الا انه لحد الآن لا يعتبر ناجحاً كسلاح عملي في المكافحة ومجال استعماله يتراوح بين الانذار بالخطر كما في البحوث التي تجريها وزارة الزراعة الامريكية USDAلسماع اصوات الحشرات في صوامع الحبوب او في حقول الذرة او قد يستعمل الصوت في احداث ضجيج لبعثرة نداء التزاوج الصوتي وقد يستعمل الصوت في:

جذب الحشرات الى المصائد.

طرد الحشرات من منطقة معينة او الآفات كما هي في حالة تقليل الإصابة بفراشة اللهانة في حقول اللهانة بنسبة 40-70٪ او خفض الإصابة بحفار ساق الذرة بنسبة 50٪ في حقول الذرة بفعل استخدام الموجات فوق الصوتية بذبذبة صوتية 20-50 الف سايكل/ثانية و هو صوت شبيه بذبذبات صوت الخفاش الذي تخاف منه الحشرات و كذلك فاستخدام الصوت في طرد الطيور من مدارج الطائرة او المزارع باستخدام مدافع الصوت.

التشويش انظمة الاتصال الطبيعية بين ذكور واناث الحشرات او جماعتها المختلفة.

## 4 .الرطوبة النسبية:Relative humidity (Rh%)

ان استخدام الرطوبة النسبية في مكافحة سكان الحشرات في المواد المخزونة منتشر بشكل واسع او يعود سبب موت الحشرات في جو مشبع بـ Co2الى كثرة خسارة الماء من اجسام الحشرات بسبب بقاء فتحاتها التنفسية (الثغور) مفتوحة لمدة طويلة.

## 5.درجة الحرارة:Temperature

- **استخدام الحرارة في المخازن و الحقول:** استخدمت درجات الحرارة المرتفعة لمكافحة الحشرات خاصة في المواد المخزونة حيث يمكن رفع درجة الحرارة الى أكثر من 50 – 60م لمدة ساعة بالتعريض الى اشعة الشمس او الى هواء ساخن فان ذلك يؤدي الى موت اطوار الحشرات او الآفات الأخرى التي فيها كذلك استخدم اللهب لمكافحة سوسة الجت في الولايات المتحدة وقد وجد انه يحطم جميع البيوض والبالغات الموجودة في الجت بعد حشه الا ان هذه الطريقة قد تؤدي الي موت النباتات كما قد تنهي الاعداد الطبيعية والاحياء المفيدة الأخرى في التربة التي تتعرض الى اللهب.
- تعقيم التربة بالحرارة: حيث يتم تعقيم ترب البيوت البلاستيكية عن طريق وضعها في مساطب خاصة ليمر فيها بخار الماء من خلال أنابيب تسمح بالنفاذ وكذلك تعقيم ترب الأصص بال.Autoclave يعتبر تعقيم التربة منجزا إذا بقيت درجة حرارة التربة عند أبرد منطقة فيها بحدود 82 درجة مئوية لمدة نصف ساعة وبهذا تكون جميع الطفيليات قد قتلت.
- **المعاملة بالماء الحار:** حيث تعامل البذور والأبصال والأصول بالماء الحار الذي يؤدي الى قتل جميع الطفيليات التي يحتمل وجودها على او في هذه المواد التكاثرية فعلى سبيل المثال تغطى بذور الحنطة بماء حار درجة حرارته 52 درجة مئوية لمدة 11 دقيقة للتخلص من التفحم السائب. كما تغطس الاخشاب المصابة بثاقبات الاخشاب لمدة ٦ ساعات في ماء ساخن على درجة حرارة ٨٠ درجة مئوية مما يؤدي الى قتل هذه الحشرات.
- **استعمال الهواء الساخن في معاملة المواد النباتية المخزونة**: أن معاملة هذه المواد بالهواء الساخن تؤدي الى أزاله الرطوبة الزائدة من على سطوحها مما يعجل في التئام الجروح التي قد تكون موجودة على سطحها مما

يمنع أصابتها بالطفيليات فعلى سبيل المثال أن حفظ البطاطا الحلوة تحت درجة حرارة 28-32 درجة مئوية لمدة أسبوعين يؤدي الى التئام الجروح مما يمنع أصابتها بفطرRhizopus والبكتريا المسببة لمرض التعفن الرخو.

- **باستعمال درجات الحرارة الواطئة:** أن استعمال درجات الانجماد او تلك القريبة منها لا يقتل الطفيلي بل يحد من نشاطه بشكل كبير جدا ولذلك تستعمل هذه الدرجات لنقل وخزن المواد النباتية بعد الحصاد لفترات طويله لحد استهلاكها بأقل الإصابات الممكنة بالأمراض النباتية. كما استخدمت درجات الحرارة المنخفضة في السيطرة على آفات المواد المخزونة كما في حالة استخدام التبريد لمدة 12 – 20يوم لقتل ذبابة البحر المتوسط التي تصيب ثمار الحمضيات المستوردة الى الولايات المتحدة .كما استخدم الثلج الجاف (Co2) لمكافحة الصراصير في المستنقعات بدون أي أثر ضار.

## 6 .الطاقة الكهرومغناطيسية:Electromagnetic energy

**وهي تتضمن ما يأتي:**

- **طاقة الموجات الطويلة(Longer wave length energy (103 – 106 nm**

وهذه الموجات تكون حرارية وقد استخدمت لمكافحة حشرات مسحوق جوز الهند وكذلك حبوب الحنطة ولكنها طريقة مكلفة لأنها تتطلب اجهزة معقدة وغالية.

**طاقة الموجات المتوسطةMedium wave length energy (10 – 102 nm)**

- ومنها الاشعة فوق البنفسجية وقد استعملت أكثر في المصائد الجاذبة للحشرات وهذا الضوء يؤثر على النظام الهرموني الذي قد يمنع الحشرة من الدخول في السبات وبذلك تتعرض للظروف القاسية مسبباً ذلك لموتها.
- **الاشعة المؤينة (1nm)أو اقل Ionizing radiation**

وهي الأشعة الايونية او الذرية التي تصدر من العناصر المشعة كدقائق الفا وتكون على شكل حزم من الالكترونات كما في اشعة Xحيث تخترق الأنسجة الحيوانية وتؤين الماء الذي فيها وتعمل على رفع درجة حرارتها أكثر من الأنسجة النباتية يمكن تعريض عدة اطنان في الساعة للأشعة المؤينة لمكافحة آفات المواد المخزونة منها بنجاح كما استخدمت الأشعة في احداث العقم كما ورد شرحه سابقا في تقانة تعقيم الذكور بالأشعة الذرية.

ان الطرائق الفيزيائية خالية من السلبيات التي عرفناها عند استخدامنا للمبيدات فهنالك الان حاجة لإعادة تقييم أية تقانة لمكافحة الآفات بضوء التكنولوجيا الحديثة المتوفرة او المتاحة حاليا.

ان المكافحة الفيزيائية تمدنا بلا شك بطرق مفيدة جداً في استراتيجيات إدارة الآفات المتكاملة.