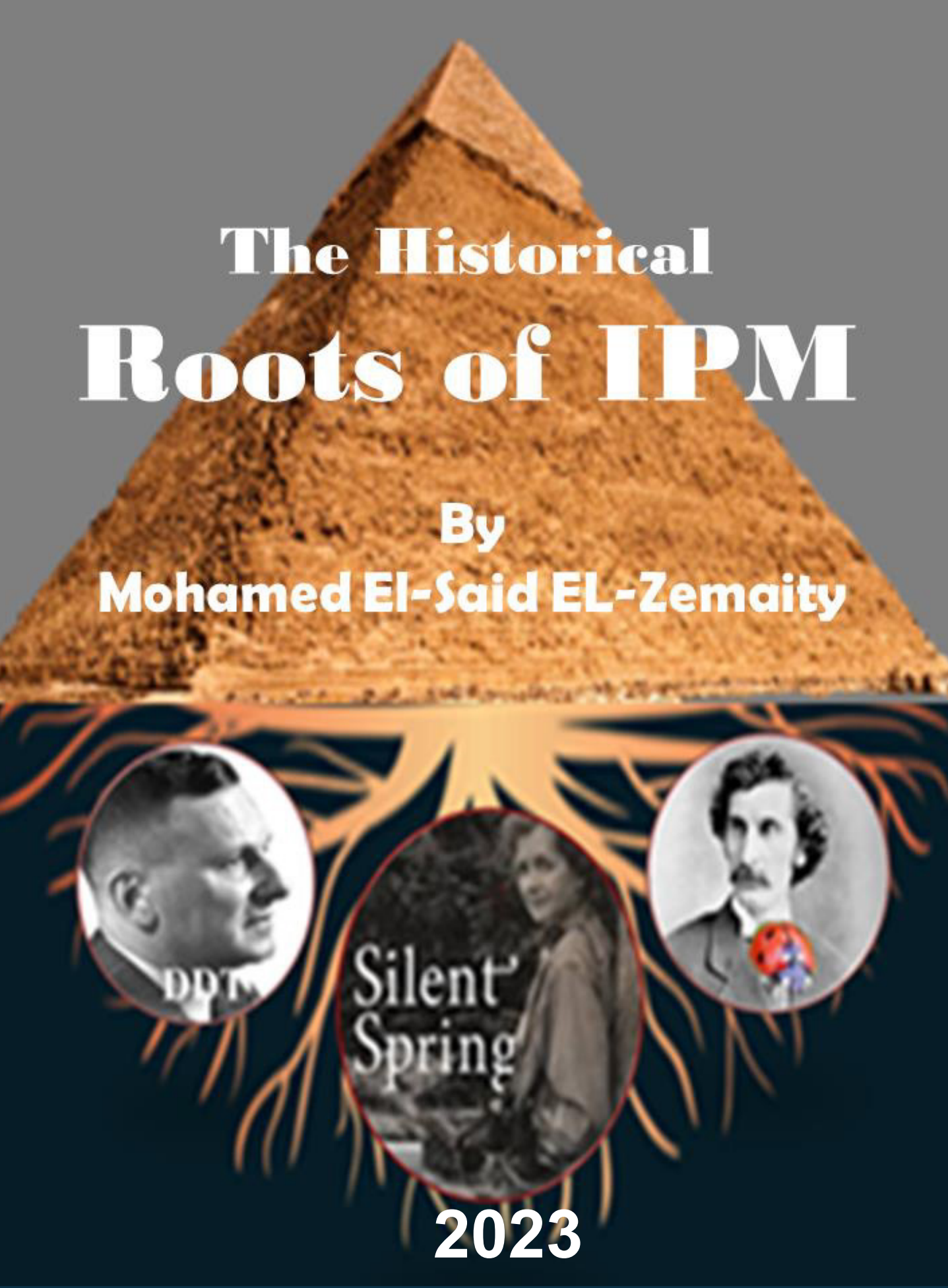
الجذور التاريخية
للإدارة المتكاملة للآفات

إعداد
محمد السعيد الزميتي

2023

The Historical
Roots of IPM

By
Mohamed El-Said EL-Zemaity



2023

الجذور التاريخية
للإدارة المتكاملة للآفات

أ.د. محمد السعيد صالح الزميتي
أستاذ كيمياء المبيدات والسموم المتفرغ
قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة عين شمس
رئيس الجمعية المصرية للإدارة المتكاملة للآفات

2023

مقدمة

غالبا ما يوجه الإنسان صراعه مع الآفات لتحقيق أى من أهداف ثلاثة رئيسية هى المنع (بإبقاء الآفة فى حالة لا تسمح بحدوث المشكلة)، الكبح (بتقليل أعداد الآفة أو الضرر إلى المستوى المقبول)، والاستئصال (بالتدمير التام أو الكلي لعشائرها). وفى الواقع فإن الإنسان قد اعتمد فى هذا الصراع على وسائل وطرق عديدة عرف البعض منها منذ سنين موغلة فى القدم، وأنتشر استخدامها بنفس الأسلوب، طوال عقود عديدة أو أنها تطورت مع الزمن لتلاحق التطورات والتغيرات التي عرفها هذا الصراع عبر العصور. ولا شك أن التقدم العملي والتكنولوجي الهائل الذى شهده النصف الثاني من القرن العشرين، قد انعكس تأثيره على المفاهيم والأساليب المتبعة فى مكافحة الآفات خلال هذه الفترة، وأدى لانتشار طرق ومواد جديدة لم تكن معروفة من قبل وخاصة المبيدات العضوية المصنعة، وأن هناك العديد من العوامل التى ساعدت على استخدام المبيدات بكثافة وكطريقة وحيدة أو منفردة للمكافحة، وانحسار الطرق الأخرى لأقل قدر من الاستخدام. وأستمر ذلك على أوسع نطاق حتى عرفت المشاكل والتأثيرات الصحية والبيئية الضارة المصاحبة لها، ومع تفاقم هذه المشاكل وتزايدها برزت الحاجة لأن يعيد الإنسان النظر فى استخدامه المبيدات كسلاح لمواجهة الآفات، والبحث عن أسلحة وأساليب أخرى لإدارة صراعه المستمر مع الآفات. وصاحب هذه التغيرات تغير فى المفاهيم، وبرزت إستراتيجيات جديدة هادفة لإنتاج زراعي وأغذية صحية مع أقل قدر من التأثيرات الصحية والبيئية الضارة للمواد الكيمائية المستخدمة فى الإنتاج الزراعي. وتبلورنظام الإدارة المتكاملة للآفات (IPM) Integrated Pest Management منذ أن ظهرفي سبعنيات القرن الماضي وحتى الآن كإستيراتيجية أو أسلوب عصري ناجح لإدارة هذا الصراع لصالح الإنسان.

ولعل الرؤية الموضوعية حول صراع الإنسان مع الآفات ، تستدعى إلقاء نظرة على التطورات التاريخية للأساليب أو الأسلحة التى استخدمها على مر العصور ليس فقط لاستخلاص العبر منها، ولكن للتأكيد على أن القديم منها لا يعنى زواله أو اندثاره، وأنها تشتمل على العديد من الطرق ذات الطبيعة المستدامة التى يمكن الاعتماد عليها أو تطويرها لتحقيق أقصى استفادة ممكنة. وعليه فإن هذه المراجعة العلمية، تهتم بتركيز الضوء على العلامات البارزة لصراع الإنسان مع الآفات تبعا لظهورها التاريخي عبر عصور ما قبل التاريخ وحتى عصر النهضة، عصر الاكتشافات المتنوعة (1888 - 1942)، عصر

المبيدات (الكيميائيات) (1944 - 1961)، نهاية عصر المبيدات وبزوغ نظام **IPM**، وأخيرا الإدارة المتكاملة للآفات في عصر العولمة.

أتمنى أن يجد القارئ العزيز في هذا العمل المتعة والفائدة، والله الموفق.

عصور ما قبل التاريخ وحتى عصر النهضة

400.000.000 ق.م ظهور أول نبات على سطح الأرض

350.000.000 ق.م الظهور الأول للحشرات

12.000 ق.م أول تسجيل للحشرات فى المجتمع البشرى

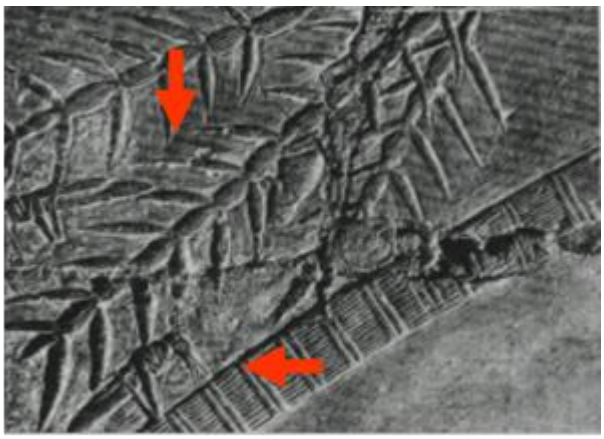
8.000 ق.م بداية الزراعة

4.700 ق.م تربية دودة الحرير فى الصين

3000 ق. م توظيف المصريين القدماء للحيوانات الأليفة (القطط) التي كانت لديهم لصيد الآفات (القوارض) بمخازن الحبوب والغلال

2500 ق.م أول تسجيل للمبيدات الحشرية، استخدام السومريون القدماء الكبريت لإبعاد العديد من الحلم والحشرات الآكلة للمحاصيل

2400 ق.م نقوش ومنحوتات ولوحات عديدة على جدران المعابد أو بعض المقابر الفرعونية تصور النباتات والحشرات المنتشرة في تلك الفترة



نحت على مقبرة فرعونية (2400 ق.م) توضح مهاجمة نطاطات الأعشاب (الجراد) للنباتات المنتشرة ببركة، ويلاحظ التصوير الدقيق للحشرات والنباتات التى وجدت فى تلك الفترة.

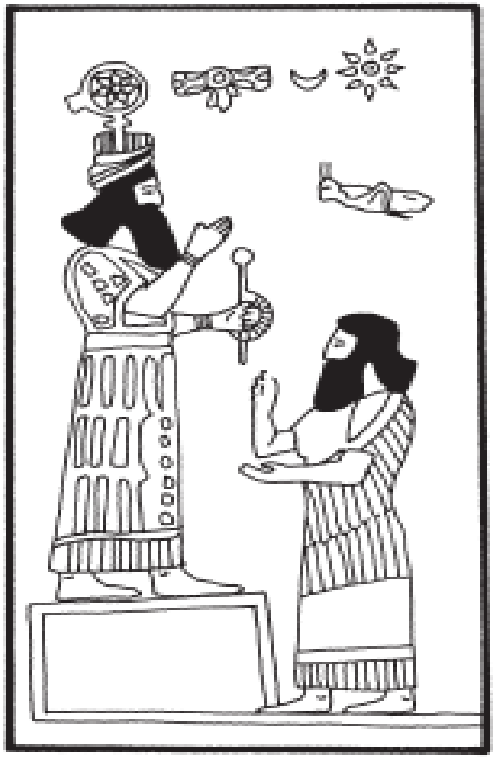
1500 ق.م أول وصف للآفات الحشرية، مخطوط قديم على أوراق البردى يصف خسائروفاقد المحصول بفعل الآفات، أول وصف للمكافحة الزراعية، وخاصة بالتغيير في مواعيد الزراعة

1200 ق. م استخدم المصريون الشوكران و البيش (نباتات/ أعشاب مزهرة شديدة السمية) لمكافحة الآفات، استخدام الصينيون مشتقات نباتية لإبادة الحشرات وذلك لمعاملة البذور أو بالتبخير

1000 ق.م إشارة هوميروس إلى استخدام الكبريت في التبخير وأشكال أخرى من مكافحة الآفات

950 ق.م أول وصف للطرق الزراعية للمكافحة بالحرق

650 ق.م لوحة مصقولة من الآثار الأشورية في ذلك الوقت توضح أحد النبلاء الأشوريين يؤدى طقوس الجراد أمام الرب آشور



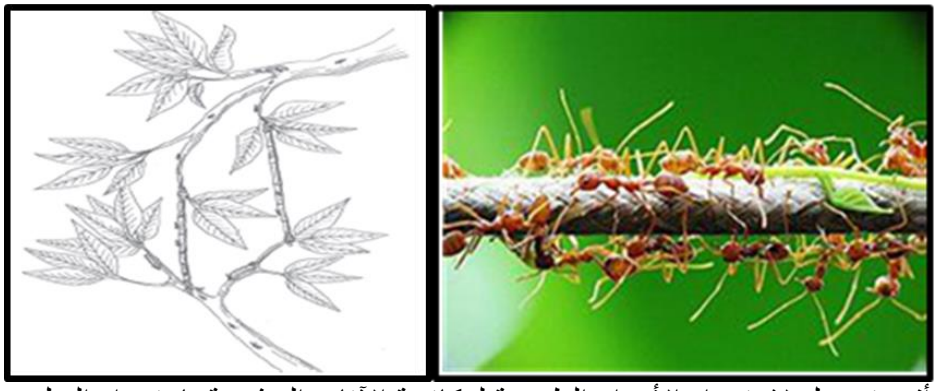
لوحة مصقولة من الآثار الأشورية توضح أحد النبلاء الأشوريين يؤدى طقوس الجراد أمام الرب آشور(650 ق.م عن Harpaz, 1973)

500 ق.م تصميم مخازن للغلال في عهد الغزو السلتي لأسبانيا

تصميم مخزن الغلال منذ عهد الغزو السلتي لأسبانيا (500 ق.م)

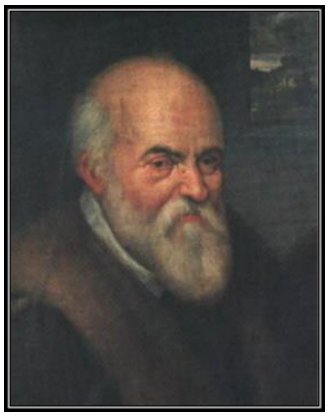
470 ق.م مكافحة ديموقريطوس (الذي استشهد به بليني) الآفات عن طريق رش النباتات بالأموركا (النفايات السائلة المتبقية بعد إنتاج زيت الزيتون)، استخدمت بعد ذلك في القرن السادس عشر

400 ق.م استخدام الصينيون المكافحة الحيوية لقمع الحشرات، وذلك بجمع وبيع وإنشاء مستعمرات النمل الحائك المفترس في بساتين الحمضيات/ الموالح لمكافحة الديدان الأسطوانية والخنافس الحافرة الكبيرة



أقدم تسجيل لاستخدام الأعداء الطبيعية لمكافحة الآفات الحشرية باستخدام النمل المفترس علي أشجار الموالح بالصين

300 ق.م تعرف الصينيون على علم الفينولوجيا (العلاقة بين المناخ والظواهر البيولوجية الدورية)
200 ق .م انتشار الدعوة إلى رش الزيت لمكافحة الآفات
13 ق.م تصمم الرومان مخازن لحماية الغلال من الآفات (بواسطة المهندس المعماري الروماني ماركوس بوليو) تشبه تلك التى عرفت فى عهد الغزو السلتى
100 م استخدام الرومان النار/ الحريق لقتل القوارض والحشرات
400 م توصية كو هونغ العالم الكيميائي الصين بتطبيق الزرنيخ الأبيض على جذر الأرز عند الزراعة للحماية من الآفات الحشرية
800 م قام الصينيون بمزج الزرنيخ بالماء لمكافحة الحشرات
1101م أكتشاف الصينيون الصابون كمبيد للآفات
1476 م تقديم الديدان القارضة في برن بسويسرا إلى المحكمة والحُكم عليها بالذنب وحُرِمَت من قبل رئيس الأساقفة ثم نُفِيَت
1649م بدأ استخدام الروتينون المستخرج من النباتات (الدرس) كمبيد للآفات
1669م إضافة الزرنيخ إلى العسل لإنتاج طُعم للنمل (أول سم معدي)
1675م اكتشاف الميكروسكوب واستخدامه للإلمام بمعلومات جديدة كان أهمها اكتشاف فان لو بين هوك Van leeuwen hock للبكتيريا
1683 -1756م ناقش ريامير Reamur أهمية العلاقة فيما بين العائل والطفيل والتزايد الوبائي أو فوران الآفة، وأقترح استخدام الحشرات المتغذية على حشرات أخرى فى المحافظة على الصوب خالية من المن، وأقترح لينسيوس استخدام الخنافس الأرضية، خنافس أبو العيد، والمتطفلات للمكافحة الحيوية للآفات
1685 م وصف مارتن ليستر (Martin Lister) في كتاب المعاملات الفلسفية للجمعية الملكية بلندن التطفل بواسطة الدبابير Ichneumonid على اليرقات

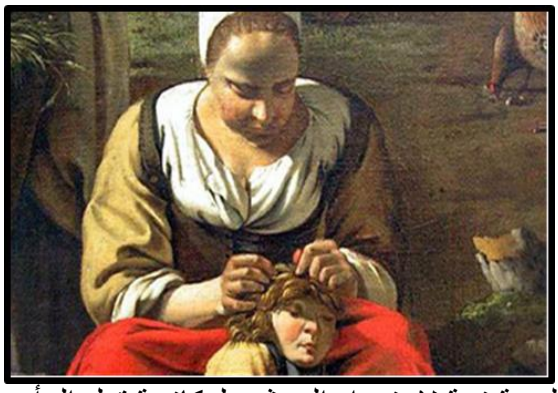


صورة لمارتن ليستر (Martin Lister)

1690م استخدم التبغ لمكافحة حشرات الكمثرى (أول سم تلامس)
1754م لاحظ أيوكانت Aucante مظاهر التسمم بالزرنيخ لدى العمال بالحقول الزراعية
1763م ينشر لينيوس مقالًا حاصل على جائزة يقترح استخدام التحكم الميكانيكي والبيولوجي لإدارة يرقات البساتين
1773م تسخين التبغ (النيكوتين) للسيطرة على الحشرات (أول مبخر)
1775م قام الكيميائي السويدي كارل شيل (Carl Scheele) بتطوير أخضر باريس كصبغة طلاء على أساس من الزرنيخ. تم استخدام المادة السامة للغاية على نطاق واسع في وقت لاحق لقتل الفئران في مجاري باريس، مما أطلق عليها اسمها

صورة للكيميائي السويدي كارل شيل (Carl Scheele)

1786م تحريم استخدام الزرنيخ والزئبق لمعاملة البذور فى فرنسا
1800م أول استخدام مسجل للبيريثرم، مايعرف "بقوة القملة الفارسية"



لوحة فنية لاستخدام البيرثرم لمكافحة قمل الرأس

1835 م كان أغوستينو باسي (Agostino Bassi) الإيطالي أول من أظهر تجريبيا مرض الحشرات مع بوفريا على دودة القز

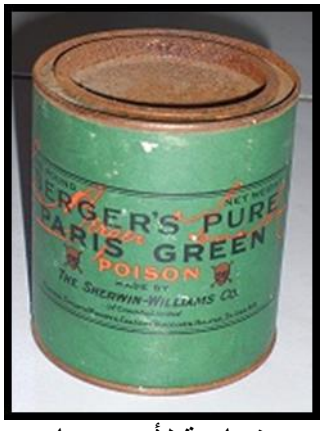
صورة لطابع بريد تذكاري لأغوستينو باسي (Agostino Bassi)

1841م أول ظهور لكتاب فى مكافحة الحشرات بأمريكا لثاديوس وليم هاريس T.W. Haris's
1855م اقتراح عالم الحشرات في ولاية نيويورك آسا فيتش (Asa Fitch) استيراد الطفيليات من إنجلترا

صورة لآسا فيتش (Asa Fitch)

1858م نشر الكتاب الأول فى الأمراض النباتية (كتاب كيوهن Kuhn)، استخدام البيريثرم لأول مرة في الولايات المتحدة

1860م استخدم أخضر باريس (خليط من الزرنيخ وكبريتات النحاس) لمكافحة خنفساء البطاطس في كولورادو



عبوة تجارية لأخضر باريس

1864م ظهور كتاب الفلاحة لابن العوام، من المؤلفات القديمة الهامة لعلماء المسلمين التى تناولت الزراعة وعمليات الفلاحة بصفة عامة، ومكافحة الآفات وأمراض أشجار الفاكهة والعنب بصفة خاصة.

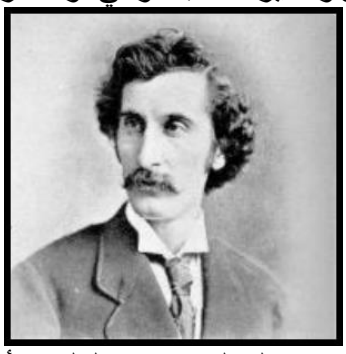
صورة لصفحة العنوان للطبعة الفرنسية لكتاب الفلاحة لإبن العوام (أحد العلماء المسلمين الذين عاشوا فى صقلية فى نهاية القرن الثاني عشر)، ويشمل الكتاب فصولا عن المجالات الزراعية المختلفة بما فيها الآفات والأمراض ومكافحتها، وخاصة آفات وأمراض أشجار الفاكهة والعنب

1865م أول استيراد دولي ناجح لمكافحة الحشائش، عندما تم نقل حشرة قشرية (cochineal من رتبة Hemiptera) من الهند (في الأصل من الأرجنتين) إلى سريلانكا، حيث سيطرت بشكل فعال على صبار التين الشوكي/ الإجاص الشائك في غضون بضع سنوات.

تأثير حشرة cochineal على التين الشوكي في سريلانكا

1870-1890م السيطرة على عفن نبات العنب والبياض الدقيقي في بلد النبيذ الفرنسي من خلال إدخال خليط بوردو، باريس جرين، استخدام مخزون الجذر المقاوم، والتطعيم

1873م أرسل رايلي (Riley) عالم الحشرات بولاية ميسوري (الملقب بأبو المكافحة الحيوية الحديثة) الحلم المفترس *Tytoglyphus phylloxera* إلى فرنسا من أجل مكافحة فيلوكسيرا العنب، وهي أول حركة دولية لعدو طبيعي

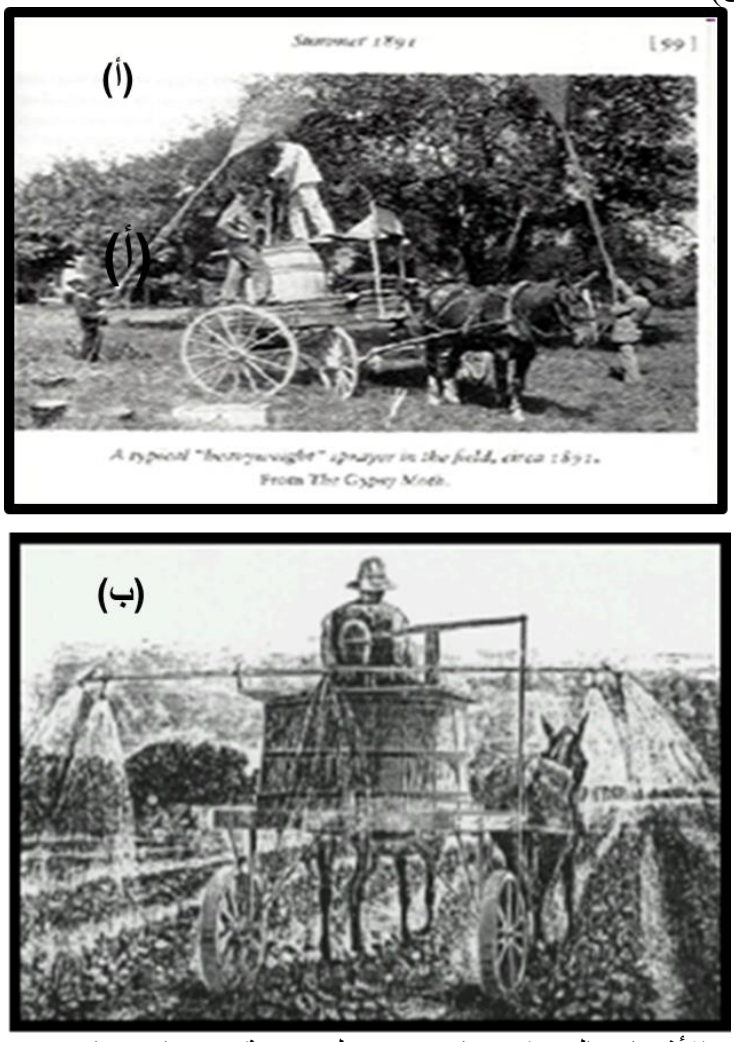


صورة لرايلي (Riley) عالم الحشرات (الملقب بأبو المكافحة الحيوية الحديثة)

1880م ظهور أول آلة رش مبيدات حشرية تجارية

1882م استخدام الجير وكبريتات النحاس للسيطرة على العفن الفطري على العنب

1883م تسجيل لألة رش المبيدات المحمولة على عربة يجرها حصان (عربة جونسون)



أ. رش الأشجار بالمبيدات عام 1891على عربة يجرها حصان، ب. عربة جونسون لرش المستحضرات الزرنيخية، سجلت عام 1883 م (عن Riley,1885).

1884م حصل "صابون بيريثروم" على براءة اختراع من قبل المخترع النمساوي يوهان زاكرل (Johann Zacherl)، الذي جمع ثروة من بيع المبيدات الحشرية القائمة على الكريزانثيم/ الأقحوان).
1886م استخدام غاز سيانيد الهيدروجين فى أغراض التدخين لمكافحة الحشرات القشرية

عصر الاكتشافات المتنوعة (1888 - 1942)

1888م أول نجاح كبير للاستيراد البيولوجي (خنفساء فيداليا لمكافحة قشرية الوسادة القطنية). وجد كويبيلي (Albert Koebele) في إستراليا خنفساء الروداليا المفترسة (*Rodolia cardinalis*) التي كانت تعرف سابقًا بالفيداليا (*Vedalia*)، و شحنها إلى أمريكا وتم تربيتها ثم إطلاقها في خيام في لوس أنجلوس، سرعان ما تأسست وانتشرت وحققت تحكمًا كاملاً في الحشرة القشرية القطنية (*Icerya purchasei*) في غضون عامين (توضح الصور التالية اليرقة والحشرة الكاملة لخنفساء الروداليا العدو الطبيعي للحشرة القطنية).
1890م استخدام غبار الزئبق كعلاج للبذور
1896م التعرف على مفصليات الأرجل كناقلات للأمراض البشرية، أول مبيد أعشاب انتقائي (كبريتات الحديد).
1901م أول مكافحة بيولوجية ناجحة لحشائش (لانتانا في هاواي).
1899-1909م تطوير سلالات من القطن واللوبيا والبطيخ مقاومة للذبول الفيوزاريوم (أول برنامج تكاثر).

http://www.ars.usda.gov/is/timeline/comp.htm

Cryptochetum iceryae

Rodolia cardinalis

Rodolia cardinalis larvae

اليرقة والحشرة الكاملة لخنفساء الروداليا العدو الطبيعي للحشرة القطنية

1901م أصدر المشرعون في ولاية كاليفورنيا أول قانون للمبيدات في الولاية، وهو "قانون لمنع الاحتيال في بيع أخضر باريس المستخدم كمبيد حشري". تطلب الأمر من التجار تقديم عينات من المنتجات إلى محطة التجارب الزراعية بجامعة كاليفورنيا مع توثيق يصف اسم العلامة التجارية، والوزن في كل عبوة، واسم وعنوان الشركة المصنعة، ونسبة أخضر باريس.

صورة موضحة للعلامة التجارية لعبوة مبيد أخضر باريس

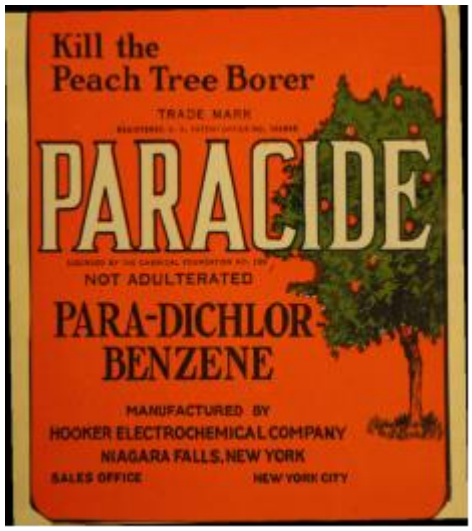
1908م أول حالة مقاومة لمبيد آفات (مقاومة قشرية سان خوسيه لكبريت الجير).

http://www.virginiafruit.ento.vt.edu/SJS.html

1910م أقرار الكونغرس القانون الفيدرالي لمكافحة الحشرات، وهو قانون وضع الملصقات/ العلامات الذي يركز على حماية المستهلكين من مبيدات الآفات غير الفعالة والتوسيم المضلل.

1911م أصدار ولاية كاليفورنيا قانون مبيدات الحشرات ومبيدات الفطريات، والذي يوازي القانون الفيدرالي، بعد عقد من الزمان، تم استبداله بقانون السموم الاقتصادية.

1912م ظهور قانون الحجر الزراعي الأمريكي، استخدام dichlorobenzene كمبخر لحشرات الخوخ.



ملصق لعبوة تجارية للـ dichlorobenzene

1915م مكّنت عملية مكافحة البعوض الناقل للأمراض من استكمال إنشاء قناة بنما.

1921م أول رش للمبيدات باستخدام طائرة (في ولاية أوهايو).

رش المبيدات باستخدام الطائرات لأول مرة عام 1921

1925م أول إجراء للتصدي لظاهرة غش المبيدات، حيث أيدت محكمة الاستئناف سلطة CDA برفض أو إلغاء تسجيل مبيدات الآفات من مُصنِّع "يحاول بيع مبيدات حشرية احتيالية أو لا قيمة لها".

1926م استجابةً للقلق العام بشأن بقايا الزرنيخ، بدأت CDA في تحليل مبيدات الآفات بالفواكه والخضروات الطازجة. كان هذا هو أصل برنامج كاليفورنيا الشامل لرصد متبقيات المبيدات الحشرية بهذه المنتجات.

1927م صدور قانون متبقيات الرش الكيميائي، مما يجعل من غير القانوني تعبئة أو شحن أو بيع الفواكه أو الخضروات التي تحتوي على متبقيات المبيدات الضارة.

1929م أول إبادة واسعة النطاق لآفة حشرية (ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط في فلوريدا) بالإستئصال على مستوى المنطقة الجغرافية، استخدم-n butyl carbitol thiocyanate لأول مرة تجاريًا كمبيد حشري.

1931م أول مبيد فطري عضوي كبريتي.

1932م استخدم بروميد الميثيل في فرنسا لأول مرة.

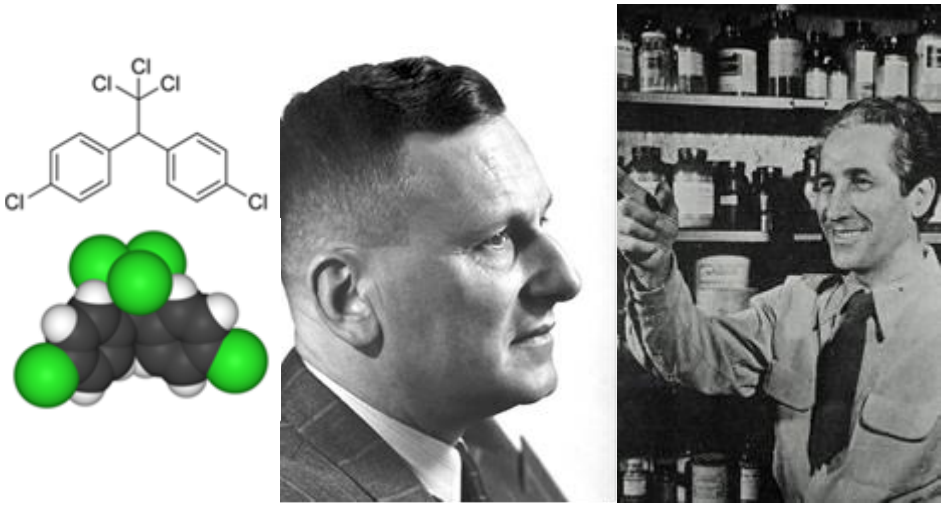
1934م تعديل قانون السموم الاقتصادية ليشترط وضع ملصق على مبيدات الآفات "بالاسم والنسبة المئوية لكل مكون ... مخصص للاستخدام على أي محصول غذائي أو بيعه للتطبيق على أي محصول غذائي بطريقة تترك متبقيات معلنة أنها ضارة بالصحة". تم تعريف المتبقيات الضارة على أنها بقايا الزرنيخ والفلور والرصاص، وهي المواد الكيميائية الوحيدة التي حددت الحكومة الفيدرالية مستويات تحمل لها.

1938م تقديم أول مبيد حشري من الفوسفات العضوي (TEPP)

1939م بداية عصر المبيدات الاصطناعية، قبل هذا الوقت، كانت المبيدات تصنع من البترول أو نواتج تقطير قطران الفحم أو النباتات أو المركبات غير العضوية. وفي الثلاثينيات بدء الاتجاه نحو تخليق مركبات جديدة، وفي هذه السنة اكتشف السويسري بول مولر (Paul Muller) نشاط الـ DDT كمبيد للحشرات (المبيد صنع أساسا بواسطة طالب دراسات عليا ألماني عام 1873).

ID=90؟http://www.3dchem.com/molecules.asp

و من المعروف أن DDT أنقذ حياة العديد من الجنود خلال الحرب العالمية الثانية (من قمل الجسم ومرض التيفوس)، وحماية صحة الإنسان من مثل هذا التأثير برر فوز مولر عام 1948 بجائزة نوبل في الطب. خلال الحرب العالمية الثانية، عمل كل من الألمان والحلفاء على تطوير الفوسفات العضوي كغازات عصبية. ومن ثم إكتشاف خصائص هذه المواد الكيميائية كمبيدات للحشرات. بعد الحرب العالمية الثانية، تم تطوير الهيدروكربونات المكلورة والفوسفات العضوي كمبيدات للآفات.



صور تذكارية للكيميائي السويسري بول هيرمان مولر، والتركيب البنائي للـ DDT

جندي أمريكي يستخدم آلة يدوية لرش مادة الـ دي.دي.تي لمعالجة الأفراد بجبهات الحرب.

وقد زاد استخدام DDT بشكل كبير على مستوى العالم بعد الحرب العالمية الثانية (توضح الصور التالية عينات من العبوات التجارية الحاوية للمبيد)،

بسبب فعاليته ضد البعوض الذي ينشر الملاريا والقمل الذي يحمل التيفوس. تدعي منظمة الصحة العالمية أن استخدام الـ DDT أنقذ حياة 25 مليون شخص.

عينات لعبوات تجارية لمبيد التي انتشرت بعد الحرب العالمية الثانية (مجموعة معهد تاريخ العلوم).

رش الـ DDT لحماية الناس من البعوض

من المعروف أن التيفوس تسبب خلال الحرب العالمية الأولى في وفاة ثلاثة ملايين شخص في روسيا والمزيد في بولندا ورومانيا. تم إنشاء محطات إزالة القذائف للقوات على الجبهة الغربية لكن المرض دمر جيوش الجبهة الشرقية، حيث مات أكثر من 150.000 في صربيا وحدها. كانت الوفيات بشكل عام بين 10 إلى 40 في المائة من المصابين، وكان المرض سببًا رئيسيًا

لوفاة الكثير من الممرضين المحتكين بالمرضى. بين عامي 1918 و 1922 تسبب التيفوس في وفاة 3 ملايين شخص على الأقل من أصل 20-30 مليون حالة. في روسيا بعد الحرب العالمية الأولى، خلال الحرب الأهلية بين الجيشين الأبيض والأحمر، قتل التيفوس ثلاثة ملايين معظمهم من المدنيين. حتى الأوبئة الأكبر في فوضى ما بعد الحرب في أوروبا لم يتم تجنبها إلا من خلال الاستخدام الواسع النطاق للـ DDT المكتشف حديثًا لقتل القمل على ملايين اللاجئين والمشردين.

أ. جندي بريطاني برش السجناء المحررين من محتشد اعتقال بيرغن بيلسن في ألمانيا بمبيد DDT، ب. رش المبيد على الأطفال في الحضانات والمدارس، ج. جندي في منزل إيطالي يرش خليط من مادة الـ DDT والكيروسين للسيطرة على الملاريا.

1940م استخدام المرض اللبني للسيطرة على الخنفساء اليابانية (أول استخدام مباشر ناجح لمُمْرِض حشري للسيطرة)، بداية تطوير الفوسفات العضوي في ألمانيا ، والكاربامات في سويسرا.

1942م أول برنامج تربية ناجح لمقاومة الآفات الحشرية في نباتات المحاصيل (إطلاق سلالة القمح المقاومة لذبابة هيسان)، ظهور أول هرمون (فينوكسي) مبيد أعشاب 2,4-D.

عصر المبيدات (الكيميائيات) (1944 – 1961)

1944م أول مبيد أعشاب هرموني (2,4-D)

1946م أول تقرير عن مقاومة الحشرات لمادة الـ DDT (ذبابة منزلية في السويد)

1947م ظهور التوكسافين، أصبح أكثر مبيدات الحشرات استخدامًا في تاريخ الولايات المتحدة بحلول السبعينيات من القرن الماضي. أصبح القانون الفيدرالي للمبيدات الحشرية ومبيدات القوارض ومبيدات الفطريات قانونًا.

1948م مولر يفوز بجائزة نوبل لاكتشاف مادة الـ دي.دي.تي.

1949م تقديم الألثرين (Allethrin) كأول مبيد بيرثرويدي مخلق، تعديل قانون بقايا الرش لتوسيع تعريف رواسب الرش التي قد تكون ضارة لتشمل "أي مبيد حشري أو مكون منه يكون ضارًا بصحة الإنسان بكميات أكبر من الحد الأقصى أو مستويات التحمل المسموح بها التي تحددها القواعد والتنظيمات.

1950م - السبعينات تطوير واسع النطاق لمقاومة الـ DDT ومبيدات الآفات الأخرى

1958م تقديم مبيدي الحشائش أترازين وباراكوات، شرط ديلاني لقانون الغذاء والدواء ومستحضرات التجميل (وضع حدود التحمل/ عدم التسامح مع المواد المسرطنة)، إدخال المبيدات العشبية الأترازين والباراكوات. أصبح التوت البري أول محصول أمريكي يتم حظره بسبب المتبقيات المتخلفة عن الأمينوتريازون. بدأت وزارة الزراعة الأمريكية في التخلص التدريجي من استخدام مادة الـ DDT في برامج مكافحة فراشة الغجر ودودة براعم التنوب. تعديل FDCA، الذي يشار إليه عادة باسم شرط ديلاني Del-aney، بحظر استخدام أي مادة مضافة للغذاء ثبت أنها تسبب السرطان لدى البشر أو حيوانات التجارب. تم اعتبار متبقيات مبيدات الآفات في الأطعمة المصنعة بمستويات أعلى من تلك الموجودة في السلع الزراعية الخام (مثل الطماطم الكاملة) من المضافات الغذائية وبالتالي كانت تخضع لأحكام شرط ديلاني. ومع ذلك، فإن مبيدات الآفات التي لم تتركز في الأطعمة المصنعة لم تكن تعتبر مواد مضافة وبالتالي لم تكن خاضعة لشرط ديلاني.

1959م إدخال مفاهيم العتبات الاقتصادية، ومستويات الضرر الاقتصادي، والمكافحة المتكاملة، أصدر ستيرن (Vernon M. Stern) وآخرين، كتاب عن مكاملة المكافحة الكيمائية و الحيوية لمكافحة من البرسيم الحجازي.

صور تذكارية لستيرن وزملاءه سميث، بوش، هاجين مؤلفي كتاب مكاملة المكافحة الكيمائية و الحيوية لمكافحة من البرسيم الحجازي

1960م أول فرمون جنس حشري معزول ومحدّد ومُصنّع (فراشة الغجر)، تسجيل أول منتج مجهز من بكتيريا *Bacillus thuringiensis* (*Bt*)

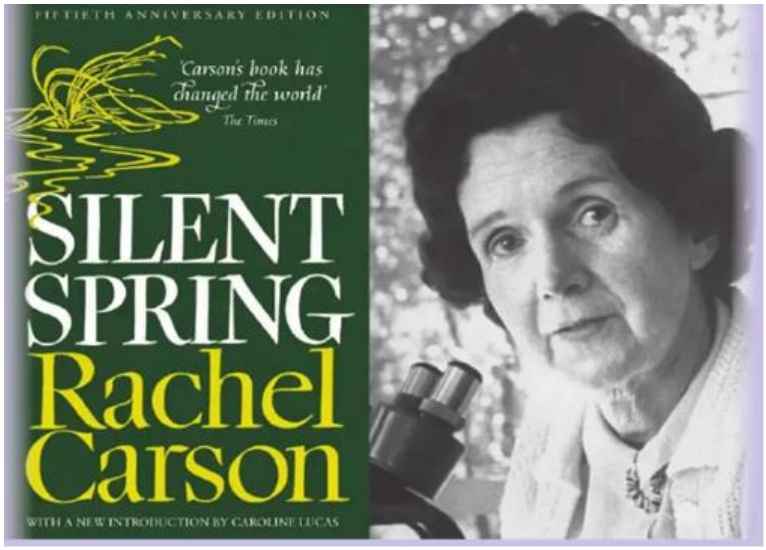
1961م تم اقتراح مفهوم "إدارة الآفات" بواسطة جير وكلارك (Geier and Clark, 1961).

نهاية عصر المبيدات وبزوغ نظام IPM

صاحب الاستخدام المكثف للمبيدات كطريقة وحيدة أومنفردة لإدارة صراع الإنسان مع الآفات خلال هذا العصر العديد من المشاكل والأضرار مثل تطور ظاهرة المقاومة التي كانت بداية النهاية حيث أشارت لوقوع كارثة وشيكة، ففي عام 1946 تم الإبلاغ عن حالة تحمل ذبابة المنزل لمادة الـ DDT في السويد. في غضون 20 عامًا، كان هناك 224 نوعًا من الحشرات والحلم مقاومًا لمبيد حشري رئيسي واحد على الأقل. وأيضا، عودة ظهور الآفات بعد استخدام المبيدات واسعة النطاق التي تسبب القضاء على الأعداء الطبيعية، و تفشي الآفات الثانوية وتحولها لآفات رئيسية. أما المسمار الذي "أندق" في التابوت... كان إصدار راشيل كارسون لكتاب الربيع الصامت عام

1962، الذي لفت انتباه الجمهور إلى مسألة سلامة المبيدات، وخاصة من حيث: الآثار الضارة على الحياة البرية ونوعية المياه وصحة الإنسان؟ متبقيات DDT الموجودة في الحليب والأطعمة (تضخم بيولوجي)، مقاومة الآفات للمبيدات. أدت الاستجابة للكتاب في النهاية إلى تغييرات في السياسة العامة في السبعينيات.

1962م إصدار راشيل كارسون لكتاب الربيع الصامت



صورة لغلاف كتاب الربيع الصامت ومؤلفته راشيل كارسون

وكما ذكر سابقا فمن المعروف أن الاستخدام المكثف للمبيدات الحشرية وغيرها من مبيدات الآفات من قبل المزارعين وبطريقة أتوماتيكية تبعا لتوقيتات معينة ليست مرتبطة بتواجد الآفات قد أدى لظهور بعض المشاكل والأضرار وتفاقمها بمرور الوقت، وطوال الفترة التى سادت فيها المبيدات منذ أواخر الأربعينات وحتى منتصف الستينات فإن هذه المشاكل لم تكن معروفة لغالبية مستخدمي المبيدات وحتى المتخصصين فى مكافحة الآفات، ومع ذلك فقد ظهرت مجموعة جديدة من المبيدات هى البيرثرويدات (البيرثرينات المصنعة)، وأيضا ظهور الاتجاه نحو اكتشاف واستخدام بعض المركبات المتخصصة مثل مشابهات الهورمونات الجنسية والفرمونات ابتداء من عام 1967م. ولاستكمال هذا السرد فإنه يلزم إلقاء مزيد من الضوء على مشاكل وأضرار المبيدات، التي كانت مبرارا قويا لنهاية عصر وظهور عصر جديد، ويمكن إيجاز العلامات البارزة التي أعقبت ذلك، فيما يلي:

1969م وقف أريزونا الاختياري للـ DDT والتوصية بالتدريج في ذلك خلال فترة محدودة من الوقت، تمت صياغة مصطلح IPM رسميًا من قبل الأكاديمية الوطنية الأمريكية للعلوم، وقد أدى ذلك لإضفاء الطابع الرسمي على مصطلح الإدارة المتكاملة للآفات، ظهور قانون السياسة البيئية الوطنية بأمريكا لعام 1969 (NEPA).

1970م أنشأ الكونجرس وكالة حماية البيئة الأمريكية (US EPA) لتحقيق التماسك في توسيع برامج البيئة الفيدرالية. تم نقل كل من وظائف تسجيل مبيدات الآفات بوزارة الزراعة الأمريكية وسلطة تحديد تحمل إدارة الغذاء والدواء الأمريكية إلى وكالة حماية البيئة الأمريكية.

لوجو/ شعار وكالة حماية البيئة الأمريكية

1971م تبنى ولاية كاليفورنيا أول فترات إعادة دخول للعمال في البلاد (REIs) لـ 16 مادة كيميائية عضوية من الفوسفات تستخدم بشكل شائع في مزارع الكروم والبساتين. تحمي فترات إعادة دخول عمال المزارع الذين يدخلون المناطق/ الصوب المعالجة بعد استخدام مبيدات الآفات.

1972م حظر الـ DDT في الولايات المتحدة، القانون الفيدرالي للمبيدات الحشرية ومبيدات الفطريات ومبيدات القوارض (FIFRA) (يضع معايير لملصقات مبيدات الآفات)، فرض رسوم على مبيعات مبيدات الآفات (تم تحديدها عند 0.008 دولار لكل دولار من مبيعات المبيدات) للمساعدة في دعم البرنامج التنظيمي لمبيدات الآفات التابع لـ CDFA، اعتماد IPM كسياسة من قبل العديد من الحكومات العالمية خلال السبعينيات والثمانينيات، بما في ذلك الولايات المتحدة الأمريكية (1972)، كما تزايد الوعي العام حول مخاطر المبيدات، وقد دعى ذلك أن تشق IPM طريقها بشكل متزايد في سياسة الولايات المتحدة. وكان الرئيس ريتشارد نيكسون أول رئيس يستخدم مصطلح

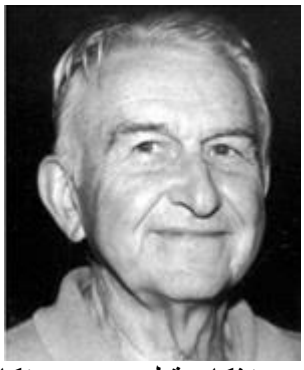
الإدارة المتكاملة للآفات عندما طلب من العديد من الوكالات الفيدرالية الالتزام بتطوير وتعزيز المفهوم. على الرغم من أنه أشار إلى أن مبيدات الآفات الكيميائية "أنتجت أضرار غير مقصودة وغير متوقعة، فإن نظرته أقتصرت على حماية الجودة البيئية في سياق الزراعة وإدارة الغابات.

1975-1973م تطوير وإطلاق المبيدات الحشرية البيرثرويدية الصناعية بيرميثرين وسيبرمثرين.

صورة تذكارية معبرة عن توجيه الرئيس ريتشارد نيكسون للوكالات الفيدرالية باتخاذ خطوات لدفع تطبيق IPM في جميع القطاعات ذات الصلة.

1974م حددت وكالة حماية البيئة الأمريكية فترات إعادة دخول العمال.

1975م أصدر ميتكالف (Robert L. Metcalf) و لوكمان (William H. Luckmann) كتاب مقدمة في إدارة الآفات الحشرية، أول منظم لنمو الحشرات، الميثوبرين، مسجل في الولايات المتحدة.



صورة تذكارية لروبرت ميتكالف

1977م أول تسجيل لفرمون (gossyplure).

1979م طلب الرئيس جيمي كارتر من الحكومة الفيدرالية توسيع جهود الإدارة المتكاملة للآفات من خلال تضمين قاعدة واسعة من الوكالات الحكومية على وجه التحديد في مذكرته الدبلوماسية، مثل إدارات الإسكان والتنمية العمرانية والدفاع و المواصلات. اعترف الرئيس كارتر بـ IPM، بما لها من فوائد على الصعيدين الاقتصادي والبيئي، وأنه ينبغي تشجيعها في كل من البرامج البحثية وبرامج تشغيل الوكالات الفيدرالية. قام أيضا، بتشكيل لجنة تنسيق مشتركة بين الوكالات للإدارة المتكاملة للآفات لضمان تطوير وتنفيذ ممارسات المكافحة المتكاملة للآفات. شهد هذا العام أيضا تسجيل بكتيريا *Agrobacterium radiobacter* للسيطرة على بعض الأمراض، و حظر مبيدات الأعشاب (Silvex-2,4,5 T).

1981م أصدار فلينت (Mary Louise Flint) و بوش (Robert van den Bosch) كتاب مقدمة في الإدارة المتكاملة للآفات

1983م أول نقل ناجح للجين من نوع إلى آخر

1984م إقرار قانون مجلس الشيوخ الخاص بالوقاية من العيوب الخلقية في كاليفورنيا، ويوجب على الدولة أن تجمع دراسات الآثار الصحية المزمنة على جميع المبيدات.

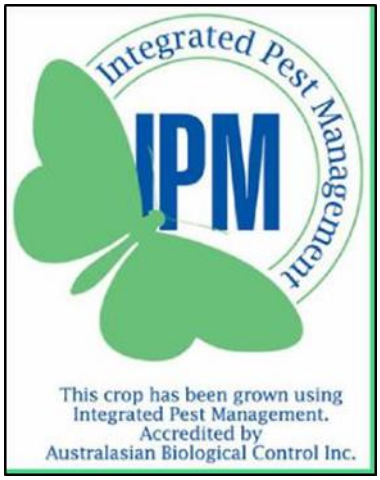
1985م قانون منع التلوث بمبيدات الآفات في كاليفورنيا والذي يركز على التخفيف من آثار المبيداتومراقبتها في المياه الجوفية، أعلنت الهند وماليزيا IPM كسياسة وزارية رسمية.

1986م ألمانيا تضع السياسة الرسمية لـ IPM من خلال قانون حماية النبات.
المرسوم الرئاسي في إندونيسيا يضع السياسة الرسمية للإدارة المتكاملة للآفات.
وضع IPM بالفلبين ضمنيًا في الإعلان الرئاسي.
1987م وضع IPM ضمنيًا في القرارات البرلمانية في الدنمارك والسويد.
1988م نجاحات رئيسية للـ IPM في أنظمة الأرز في إندونيسيا.
1989م تم الإبلاغ عن أول مقاومة للـ *Pseudomonas fluorescens* المعدلة وراثيًا والتي تحتوي على الدلتا إندو توكسين لـ *Bacillus thuringiensis*.
1991م وضع IPM ضمنيًا في خطة متعددة السنوات لحماية المحاصيل بموجب قرار مجلس الوزراء في هولندا.
1992م مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة والتنمية (UNCED) المنعقد في ريو دي جانيرو، البرازيل، حدد IPM للزراعة كهدف دولي لبرنامج التنمية.
وقد قدمت منظمات دولية أخرى الدعم لبرامج IPM، من أهمها منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) ، برنامج التنمية (UNDP) ، برنامج البيئة (UNEP) ، البنك الدولي.
1993م تسجيل فطر Gliocladium virens لمكافحة فطري Pythium و Rhizoctonia
1994م الموافقة التنظيمية للاسكواش/ القرع المتحمل للفيروسات، وفول الصويا والقطن الذي يتحمل مبيدات الأعشاب.
1996م أول محاصيل منتجة لتوكسين *Bt* من خلال التعديل الوراثيً في الولايات المتحدة الأمريكية
1993م أصبح من المعروف أن أكثر من 504 نوعًا من الحشرات تقاوم تركيبة واحدة على الأقل من مبيدات الحشرات وأن 17 نوعًا على الأقل من أنواع الحشرات تقاوم جميع الفئات الرئيسية للمبيدات. تم تسجيل فطر *Gliocladium virens* لمكافحة الأمراض المتسببة عن فطريات بيثيم Pythium والرايزوكتونيا Rhizoctonia.
1994م الموافقة التنظيمية للاسكواش المعدلة وراثيا المقاومة للفيروسات وفول الصويا المقاوم لمبيدات الأعشاب والقطن.
1994م إنشاء جائزة IPM Innovator Awards بواسطة DPR (Department of Pesticide Regulation) الخاص بها والذي يؤكد على مشاركة استراتيجيات الإنتاج الناجحة التي تفضل مكافحة الآفات الأقل خطورة (الإدارة المتكاملة للآفات). اعتبارًا من عام 2015، تم منح 149 جائزة IPM

Innovator Awards. في عام 2016 ، تم تغيير اسم الجائزة إلى جائزة الإنجاز IPM.

تصميم لميدالية جائزة المبتكرين في مجال الـ IPM

1995م قامت أسواق ويجمانز Wegmans للأغذية ببيع الذرة الحلوة الطازجة التي تحمل علامة/ ملصق IPM في عدة متاجر (هي: Corning و Geneva و Ithaca و Syracuse و Rochester) في نيويورك. أضافت Wegmans أيضًا الذرة والبنجر والفاصوليا التي تحمل ملصق IPM إلى أرفف الخضروات المعلبة.



ملصق دال على أن المحصول قد تم انتاجه باستخدام ممارسات IPM

1996م شجع الرئيس بيل كلينتون إعتماد IPM على جميع المسطحات الخضراء/ المناظر الطبيعية الفيدرالية باعتبارها تمنع أو تحد من التلوث، ووجهت إدارته وكالة حماية البيئة و وزارة الزراعة (USDA) لتوسيع برامج

الإدارة المتكاملة للآفات. كما تم سن قانون حماية جودة الأغذية (FQPA) لعام 1996 أثناء إدارته. وتنص FQPA، على أنه يجب على الوكالات الاتحادية استخدام تقنيات الإدارة المتكاملة في تنفيذ أنشطة السيطرة على الآفات، و تعزيزها من خلال المشتريات والسياسات التنظيمية، والأنشطة الأخرى وتم في هذا العام تسجيل أول محاصيل منتجة لسموم *Bt* المعدلة وراثيًا في الولايات المتحدة الأمريكية، وإطلاق DPR برنامج "الابتكارات في إدارة الآفات" للمنح الصغيرة. في عامها الأول، تمنح DPR أكثر من 600000 دولار في شكل منح صغيرة لمشاريع لتشجيع الحلول غير التقليدية والأقل سمية لمشاكل الآفات الزراعية والحضرية.

1997م إطلاق DPR لبرنامج منح تحالف IPM الخاص بها. يساعد في تمويل المشاريع التي تزيد من تنفيذ واعتماد ممارسات الإدارة المتكاملة للآفات، حصل بيري أدكيسون (Perry Adkisson) وراي إف. سميث (Ray F. Smith) على جائزة الغذاء العالمية لعام 1997 لتشجيعهم على استخدام المكافحة المتكاملة للآفات. كان الدكتور بيري أدكيسون (Texas A&M University) والدكتور راي سميث (جامعة كاليفورنيا) من بين أول من استنتج أن معظم أمراض النبات والأعشاب الضارة والحشرات والآفات الأخرى يمكن السيطرة عليها من خلال استخدام ممارسات إدارة المحاصيل الجيدة وتعظيم العديد من الأمراض. الضوابط الموجودة بالفعل في الطبيعة.

صورة تذكارية لد. بيري أدكيسون وراي سميث، الحاصلين على جائزة الغذاء العالمية لعام 1997.

1999م أصدرت وكالة حماية البيئة الأمريكية والأكاديمية الوطنية للعلوم تقريرًا يشير إلى ضرورة إعادة تحليل مخاطر مبيدات الآفات ومراجعتها بناءً على التأثيرات على الأطفال والتعرض التراكمي.

الإدارة المتكاملة للآفات في عصر العولمة

تتغير إدارة الآفات دائمًا ولا يمكننا التنبؤ بالمستقبل. في الواقع، حتى في نفس الفترة الزمنية، هناك أفكار وتقنيات جديدة مختلفة حول خيارات وكيفية إدارة الآفات

2002م وضع المعايير العضوية التي طورتها وزارة الزراعة الأمريكية.

2007م اعتبارًا من عام 2007، كان هناك ما يقرب من 20 ولاية لديها سياسات توصي أو تتطلب تنفيذ من برامج IPM لمباني ومنشأت المدارس/ أو إدارة الأراضي. العديد من الولايات لديها أيضا أحكام مماثلة لمرافق ودور رعاية الأطفال. المجالات الأخرى التي تم تناولها في سياسة IPM تشمل إدارة مرافق الرعاية الصحية والمباني العامة وحقوق الطريق ومسطحات الجولف والغابات والمناطق الحساسة بيئيًا.

2009م مبادرة الاتحاد الأوروبي (EU) لتوجيه الاستخدام المستدام لمبيدات الآفات (SUD) والتحول نحو الـ IPM كمعيار في الزراعة الأوروبية (EU 2009a)، معروف باسم توجيه (EC / 128/2009)

(https://www.legislation.gov.uk/eudr/2009/128/body)

وهو يستهدف خفض استخدام مبيدات الآفات بنسبة 50٪ مع حلول عام 2030.

2014م أصبحت الإدارة المتكاملة للآفات (IPM) إلزامية للمزارعين بدول الاتحاد الأوروبي، وإلزام الدول الأعضاء بتقليل اعتمادها على استخدام مبيدات الآفات، وإنشاء مناطق عازلة ذات حجم مناسب لا يسمح فيها باستخدام أو تخزين مبيدات الآفات من أجل حماية الكائنات المائية غير المستهدفة وحماية المياه السطحية والجوفية المستخدمة في استخراج مياه الشرب.

2018م وضعت اللجنة الفيدرالية المتكاملة لتنسيق الإدارة المتكاملة للآفات (FIPMCC) برئاسة مكتب وزارة الزراعة الأمريكية لسياسة إدارة الآفات خارطة الطريق الوطنية للإدارة المتكاملة للآفات

(https://www.usda.gov/oce/pest/integrated-pest-management)

2020م حدد تقرير المحكمة الأوروبية للمراجعين (ECA) أن إحدى المشكلات المختلفة في تحقيق أهداف الاستخدام المستدام لمبيدات الآفات (SUD) هي أن السياسة الزراعية (CAP) ساهمت بشكل ضئيل للغاية في

تطبيق الإدارة المتكاملة للآفات. ويظهر التقرير الأخير لـ FoodWatch أن استخدام مبيدات الآفات لم ينخفض في الاتحاد الأوروبي خلال العقد الماضي (https://www.foodwatch.org/fileadmin/-INT/pesticides/2022-06-30_Pesticides_Report_foodwatch.pdf)

2020م ظهور استراتيجية المفوضية من المزرعة إلى الشوكة في مايو 2020 في اطار الصفقة الخضراء، وهي تسلط الضوء على الحاجة إلى الانتقال إلى نظام غذائي عادل وصحي وصديق للبيئة. تشدد استراتيجية المزرعة إلى الشوكة أيضًا على أهمية تحسين وضع المزارعين (الذين يعدون مفتاحًا لإدارة هذا الانتقال) في سلسلة القيمة. تقترح هدفين محددين للحد من استخدام - والمخاطر الناتجة عن - مبيدات الآفات الكيميائية ومبيدات الآفات الأكثر خطورة بحلول عام 2030. وأكدت المفوضية أن تنظيم الاتحاد الأوروبي في هذا المجال هو أداة حاسمة لتحقيق الأهداف المحددة في استراتيجية المزرعة إلى المائدة، وأنه يجب تقويته وتعزيزه.

2021م اعتماد اتفاقية إصلاح السياسة الزراعية المشتركة (CAP) رسميًا في 2 ديسمبر. التشريع الجديد، الذي دخل حيز التنفيذ في 1 يناير 2023.

2022م أشارت المفوضية الأوربية بحلول الربع الأول من العام وتبعا لما هو مذكور في استراتيجية المزرعة إلى الشوكة، إلى أن هناك حاليا نقاط ضعف في تنفيذ وتطبيق وإنفاذ SUD. بالإضافة إلى ذلك، نوهت المفوضية عن المخاوف المجتمعية المتزايدة بشأن استخدام المبيدات في العديد من الالتماسات، ومبادرتين للمواطنين الأوروبيين، وأسئلة البرلمان الأوروبي حول هذه القضية. وأشارت التعليقات التي تم تلقيها خلال المشاورة العامة حول خارطة طريق التقييم الخاصة بالمفوضية وتقييم الأثر في البداية إلى أوجه قصور خطيرة في تنفيذ SUD في بعض الدول الأعضاء. كما حثت هذه التعليقات المفوضية على إدخال قواعد أكثر صرامة، على سبيل المثال في شكل لائحة على مستوى الاتحاد الأوروبي لزيادة التماسك وإدخال سياسات أكثر فعالية في الدول الأعضاء الفردية.

2022م نشر في 9 مايو 2022 التقرير النهائي لمؤتمر مستقبل أوروبا، وظهر ضمن 49 اقتراحًا مدرجة في التقرير أنهم يطلبون من الاتحاد حماية واستعادة التنوع البيولوجي والمناظر الطبيعية والمحيطات، والقضاء على التلوث، فضلاً عن اتخاذ تدابير حاسمة لتعزيز وضمان زراعة أكثر إيكولوجية وتوجهًا نحو المناخ. كجزء من الصفقة الأوروبية الخضراء.

2023م أعلان السياسة الزراعية المشتركة (CAP 2023-27) وأنها المفتاح لتأمين مستقبل الزراعة والغابات، وكذلك تحقيق أهداف الصفقة الخضراء الأوروبية. وتسعى إلى ضمان مستقبل مستدام للمزارعين الأوروبيين، وتقديم المزيد من الدعم الموجه للمزارع الصغيرة، والسماح بقدر أكبر من المرونة لدول الاتحاد الأوروبي لتكييف التدابير مع الظروف المحلية. تعتبر الزراعة والمناطق الريفية مركزية في الصفقة الأوروبية الخضراء ، وستكون CAP 2023-27 أداة رئيسية في الوصول إلى طموحات استراتيجيات المزرعة إلى الشوكة والتنوع البيولوجي.

- الزميتي، محمد السعيد صالح (2005). توجهات المكافحة وإدارة الآفات الزراعية، الفصل الثالث في: مكافحة الآفات في الزراعة العضوية – أسس ومقاييس الزراعة النظيفة. دار الفجر للنشر والتوزيع، القاهرة.

- الزميتي ، محمد السعيد صالح (2003) محاور استراتيجية للحد من مشاكل وأضرار المبيدات والآفات ، كراسة علمية ـ سلسلة كراسات غير دورية تعني بالاتجاهات العلمية الحديثة ، المكتبة الأكاديمية ، مصر.

- الزميتي، محمد السعيد صالح (1997). تطبيقات المكافحة المتكاملة للآفات الزراعية. دار الفجر للنشر والتوزيع، القاهرة.

- عبد المجيد، محمد إبراهيم، محمد السعيد الزميتي، أمل عبد الكريم (2017). الخيارات التقليدية والحديثة لتكتيكات الإدارة المتكاملة للآفات الحشرية. المكتبة الأكاديمية، القاهرة.

- California Departmentof Pesticide Regulation (2017). A Brief History of Pesticide Regulation. Available at: https://www.cdpr.ca.gov/docs/pressrls/dprguide/historical_timeline.pdf
- Council on Environmental Quality (1972). *Integrated Pest Management.* Washington, DC: Council Environ. Qual. 41 pp.
- EU (2009). Directive 2009/128/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 establishing a framework for Community action to achieve the sustainable use of pesticides.
- Flint, M.L., and R.van den Bosch (1981). Introduction to integrated pest management.. Plenum Press, New York
- Food and Agriculture Organization (1970). *Rep. FAO Panel of Experts on Integrated Pest Control, 3rd, Sept. 10–16.* Rome, Italy: FAO-UN, Meet. Rep.1970/M/7. 38 Pp
- Geier, P. W., and L. R. Clark (1961). An ecological approach to pest control. In Proceedings of the eighth technical meeting. International Union of Conservation of Nature and Natural Resources, Warsaw, 1960. pp. 10-18.
- Geier, P.W. (1966). Management of insect pests. *Annu. Rev. Entomol.* 11:471–90
- Harpaz, I. (1973). Early entomology in the Middle East, in: *History of Entomology*, R. F. Smith, T. E. Mittler and C. N. Smith (eds.), Annual Reviews, Palo Alto, California, pp. 21-36.
- Jones, D. P. (1973). Agricultural entomology, in: *History of Entomology*, R. F. Smith, T.E. Mittler, and C. N. Smith (eds.), Annual Reviews, Palo Alto, California, pp. 307-332.
- Kogan, M. (1998). Integrated Pest Management: Historical Perspectives and Contemporary Developments. Annual Review of Entomology 43, 243–270.

- National Academy of Sciences (1969). *Insect-Pest Management and Control*. Washington, DC: Natl. Acad. Sci. Publ. 1695. 508 pp.
- Nixon, R. (1972). Message from the President of the United States transmitting a program on environmental

protection. Washington, DC: House of Representatives, 92nd Congr., 2nd Sess. Doc. 92- 247. 16 pp.
- Orlob, G.B. (1973). Ancient and medieval plant pathology, Pflanzenschutz-Nachrichten 26: 65-294. Available at: https://courses.cit.cornell.edu/ipm444/lec-notes/extra/ipm-history.html
- Riley, C. V. (1885). Fourth Report of the United States Entomological Commission on the Cotton Leafworm, Together with a Chapter on the Boll Worm. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Smith, R.F. (1978). History and complexity of integrated pest management. See Ref. 155, pp. 41–53
- Smith, R.F. (1974). Origins of integrated control in California, an account of the contributions of Charles W. Woodworth. *Pan-Pac. Entomol.* 4:426–40
- Smith, R.F. (1969). The new and the old in pest control. *Accad. Naz. Lincei* 128:21– 30
- Smith, R.F., and H.T. Reynolds (1966). Principles , definitions and scope of integrated pest control. See Ref. 38, pp. 11–17
- Smith, R. F., and R. van den Bosch (1967). Integrated control, in: *Pest Control*, R. L. Doutt (ed.), Academic Press, New York, pp. 295-340.
- Stern, V.M., R.F. Smith, R. van den Bosch, and K.S. Hagen. (1959). The integration of chemical and biological control of the spotted alfalfa aphid. Hilgardia 29: 81–154.

- The Pennsylvania State Extension (2022). A Short History of Pest Management. Available at: https://extension.psu.edu/a-short-history-of-pest-management
- Tvedten, S. (2001). IPM: a historical perspective. Available at: https://www.beyondpesticides.org/assets/media/documents/stateipm/resources/ipm_history.pdf