احدث الوسائل فى تكنولوجيا مكافحة للادغال

بتقدمه التكنولوجى واكتشافاته وقفزاته العلمية المتلاحقة وبخاصة فى العقدين الماضيين، فكر الإنسان فى استغلال عناصر ذلك التقدم بتجريبها كأسلحة فى حربه ضد الادغال الضارة علها تيسر له مهمته وتحقق له هدفه. من هذه الأسلحة ما يسهل له رصد تجمعات الادغال فى المساحات الشاسعة وتحديد أنواعها، وما يبين له مجتمعات الادغال المغمورة تحت الماء دون اللجوء إلى الغوص وسَبْر الأعماق، أو معالجة بعض أنواع الادغال بالأشعة المخلقة فى محاولة للتخلص منها، أو تطوير مبيدات الادغال لتكون أكثر تواؤم مع الغرض عند معاملتها، أو تطوير تقنية تَقفي أثر المبيدات فى البيئة .

الاستشعار عن بعد

تماما كالمعارك الحربية الحديثة، لجأ الإنسان إلى وسائل التصوير الجوى العادي ووسائل التصوير الجوى بالأشعة تحت الحمراء infrared التى تعكس أطيافا مختلفة باختلاف النوع النباتى، وكذلك الرصد بالموجة الصغرى Microwave بالاستعانة ببرامج الحاسبات الإلكترونية، لتحديد مواقع تجمعات الادغال فى المساحات الهائلة وتحديد كثافتها قبل الحرب، ومتابعة حشودها خلال مراحل القتال. وتطور الأمر حتى وصل إلى استخدام الأقمار الصناعية. ويمثل هذا تصعيد ا جوهريا وفر على الإنسان الوقت والجهد، ومشقة التوغل فى المناطق الوعرة وتلك التى يصعب اقتحامها كأعماق البحيرات والخلجان والأنهار.

التصوير الجوى العادي

استخدم التصوير الجوى العادي بنجاح كأداة للتعرف على أنواع النباتات الضارة فى البرارى. وقد أظهرت تحليلات الطيف للأفلام الموجبة والمعتمدة على الحواسب الآلية أن غزو بعض الأنواع النباتية يمكن تحديده كميا وسط الأنواع النباتية الأخرى المصاحبة. ويمكن بهذه التقنية تقدير نسبة المساحة الموبوءة بالأنواع الضارة فى تلك المناطق وتحديد المساحات التى يحتاج فيها إلى مكافحة.

التصوير الجوى بالأشعة تحت الحمراء

تبين أيضا من الدراسات فعالية وكفاءة التصوير الجوى بالأشعة تحت الحمراء مصاحبا بالملاحظات الأرضية البسيطة فى التقدير الحقلى وتوثيق التغيرات فى مجتمعات الادغال المائية. وقد طبقت هذه التقنية فى عديد من التقديرات منها تقييم التغيرات فى نموات حشيشة الهَيْدِريللا خلال عملية مكافحتها حيويا لمدة أربع سنوات باستخدام سمك الشَبّوط العشبى grass carp بإحدى الخزانات المائية التى يصل سعتها إلى أكثر من 8000 هكتار بالولايات المتحدة.

Ahmed A. Almarie

التحديد الآلى باستخدام اشعة الميكروويف

أثبت التحديد الآلى لموقع الادغال المائية باستخدام اشعة الميكروويف نجاحا عاليا فى التعرف على حدود ومواقع تجمعات تلك الادغال فى البحيرات. ويعد مثل هذا الأمر ضروريا وحيويا للتخطيط الفاعل ولتنفيذ برامج صيانة الأجسام المائية من غزو الادغال الضارة.

الأقمار الصناعية

دلت الدراسات باستخدام الأقمار الصناعية على إمكانية تلك الوسيلة فى تحديد وتمييز الأنواع النباتية والادغال الضارة منها. بل وبالاستعانة بنظم الحاسب الآلى أمكن بجانب تحديد المناطق الموبوءة والتعرف أيضا على المناطق المتاخمة التى يحتمل غزوها أو المعرضة للغزو من نوع معين من الادغال، وذلك بدراسة حاجة الدغل لنوع معين من التربة أو لمناخ معين لكى تنمو وتزدهر.

أشعة الليزر

طرق الإنسان بأشعة الليزر العديد من المجالات الحيوية، لعل أهمها تلك المتعلقة بعلاج الأمراض وتطوير أداء العمليات الجراحية، بغرض سرعة الإنجاز والتعجيل بالشفاء ولتجنب الأثار الجانبية للطرق التقليدية، وذلك مرورا بعلاج ضعف الإبصار حتى الإنزلاق الغضروفى. كما استخدمت فى عديد من الأغراض الصناعية خاصة تلك التى تتطلب دقة متناهية ومهارة عالية فى تقنية أدائها مثل عمليات القص واللحام وغيرها. وقد تُوّجَت تلك التطبيقات برؤية تفاعل الجزيئات والذرات وهو ما ساهم فى حصول العالم المصرى أحمد زويل على جائزة نوبل فى العلوم. وفى صراعه مع الادغال الضارة، حاول الإنسان استخدام تلك الأشعة كأداة للقضاء على الادغال المائية الطافية الخطيرة وبخاصة حشيشة ياسنت الماء. وخلال تلك المحاولات تم القضاء الجزئى على تلك الدغل عند معالجتها بإشعاع ليزر طوله 10.6 نانومتر. وقد أثرت مستويات الإشعاع الأقل من 1 جول لكل سنتيمتر مربع على نباتات الدغل الفردية، ومستويات 96 جول لكل سنتيمتر مربع على تجمعات النبات بصورة فاعلة، كما انخفضت عملية البناء الضوئى فى الأوراق إلى قرابة النصف عند تعريض النبات إلى 4 جول لكل سنتيمتر مربع. وقد أظهر الإشعاع تأثيرا فوريا على حشيشة الياسنت فى صورة بلزمة للخلايا أعقبها أثر حارق، ثم تحول لون النبات إلى اللون البنى. وفى غضون أسبوعين، بدأت أجزاء النبات التى تعرضت للإشعاع فى التحلل. وفى خلال ذلك، بدأت نموات جديدة تظهر من القمة النامية للنبات الواقعة تحت سطح الماء مباشرة. وقد كانت هذه النموات الجديدة أقل من المعتاد كما كانت أكثر شحوب فى لونها.

Ahmed A. Almarie

الاستنبات الإجبارى لبذور الادغال

تحتوي التربة الزراعية فى مساحة المتر المربع الواحد عادة على الآلاف من بذور الادغال الكامنة، التى تنتظر الظروف الملائمة لإنباتها وظهور بادراتها فوق سطح التربة. مثل هذه البذور قد تنبت خلال عام واحد بعد انفصالها عن الدغل الأم، وقد تظل حية كامنة فى التربة لسنوات قد تصل إلى أكثر من عقدين. ولا تشكل هذه البذور خطرا على المحصول النامي إلا إذا توافرت العوامل المواتية لإنباتها، كوجودها مثلا على عمق ملائم أو درجة إضاءة معينة. وذلك فى حالة الادغال التى تعتمد على نفسها فى الحصول على الغذاء، حيث تستمد بعضه من التربة وتكون البعض الآخر من غازات الهواء الجوى. أما الادغال المتطفلة، وهى التى تحصل على غذائها من النبات العائل عبر ممصات خاصة، فلا تستطيع بذورها التيقظ والإنبات إلا عند وجودها على مقربة من عائلها، حيث تتعرف عليه وتحس بوجوده بلغة كيميائية خاصة يلعب النبات العائل دورا فى المبادأة بها. لهذا فمن الضرورى وجود النبات العائل بقرب حثيث من تلك البذور الكامنة. وهذه العلاقة تبدو بوضوح، على سبيل المثال، بين حشيشة الهالوك ونباتى الباقلاء والبزاليا، وكذلك بين حشيشة العراف *Striga asiatica* witchweed ونباتات الذرة. ولهذا فإن البذور الكامنة لأنواع الادغال تشكل خطرا مؤقتا يظهر عند توافر الظروف الموافقة وحال بقاء بذور تلك الادغال حية حتى حلول هذه الظروف. وتمثل ظاهرة كمون بذور الادغال "عدم إنبات البذور رغم وجودها حية" والتى يبدو أن الدغل تلجأ إليها كنوع من المراوغة والصمود لكى تنبت بذورها حال توافر الظروف التى تسمح بنمو طبيعي لنباتاتها تمثل عقبة فى برامج المكافحة، نظرا لأن القليل عادة من هذه البذور هو - الذى ينبت خلال عام واحد، لأن وسائل المكافحة التقليدية لا تتسبب عادة فى قتل بذور الادغال غير النابتة. وفى سعى الإنسان فى حربه مع الادغال الخطيرة، اعتبر أن استخدام منبهات الإنبات لإنضاب التربة من بذور الادغال سيشكل نقطة تحول كبرى فى حربه ضد تلك الأنواع الضارة. وتوصل إلى بعض الوسائل للتغلب على ظاهرة الكُمُون فى عدد من أنواع الادغال. فعرف مركبات ليست قاتلة فى جوهرها، بل على النقيض، محفزة لبذور بعض أنواع الادغال وبخاصة – الطفيلية على الإنبات والظهور، فيدفعها للإنبات فى التوقيت الذى يريده ويبتغيه. ويبدو ذلك كضرب من ضروب الحرب الوقائية، وذلك بإجهاض قدرة البذور على الإنبات فى التوقيت الذى تريده تلك البذور والذى غالبا ما يتوافق مع وجود المحصول المستزرع، وبالتالى يُؤْمَن شرها وخطرها قبل ظهور قواتها واستفحال ضررها. وفى ذلك، ظهر أن الإيثيلين أحد الهرمونات النباتية المعروفة يستطيع أن يحاكى تأثير فعل المنبه المنطلق من النبات العائل، وأن بقدرته تنبيه إنبات بذور مجموعة متباينة من أنواع الادغال الضارة، وذلك بعد أن تبين أن هذا الهرمون ينتج طبيعيا فى كثير من أنواع التربة بتركيزات كافية لتحفيز بذور الادغال على الإنبات. وقد اسْتُغِل ذلك بالإنتاج التجارى لهذا الهرمون، وأضحى أداة هامة فى مكافحة حشيشة العراف الطفيلية فى الولايات المتحدة خلال دوره فى تنبيه بذور تلك الدغل المدمرة

Ahmed A. Almarie

وخفض أعدادها الكامنة فى التربة، حيث يعامل هذا الهرمون قبل زراعة الذرة الشامية ويؤدى فى النهاية إلى موت البادرات المنبثقة للحشيشة لغياب عائلها. وتبين أن استخدامه بمعدل 601 كيلوجرام لكل هكتار قد تسبب فى خفض البذور الكامنة لتلك الدغل بنسبة 68 فى المائة فى حقول الذرة الموبؤة بها فى ولايتى شمال وجنوب كارولينا.

الكشف السريع عن متبقيات المبيدات

نظراً لَلوعى اَلبيئى اَلمتزايد بَقضايا اَلبيئة، فَإن اَلمصير اَلذى تَؤول إَليه اَلملوثات اَلصناعيةً والزراعية وَأخطار اَلتعرض لَهذه اَلكيميائيات يَعد مَن اَلاهتمامات اَلسائدة فَى اَلوقت اَلحالىً. وكلما تَزايد اَهتمام اَلأفراد وَوعيهم بَقضايا اَلمبيدات، تَزايدت اَلضغوط عَلى اَلحكوماتً والصناعات لَتقديم مَعلومات وَبيانات جَديدة عَن مَصير تَلك اَلمبيدات فَى اَلبيئة. وَعلى سَبيلً المثال، يَُطلب مَن اَلصناعة فَى كَندا وَالولايات اَلمتحدة مَعلومات تَفصيلية كَثيرة عَند تَسجيلً المبيد، كَما تَقوم اَلحكومة وَالمؤسسات اَلجامعية بَتقديم اَلتقييمات اَلهامة عَن مَصير اَلمبيدات فَىً التربة وَماء اَلشرب وَمكونات اَلغذاء. وتقوم اَلدول اَلمتقدمة فَى اَلوقت اَلحالى وَبصورة دَورية بَتقدير وَتقييم مَستوى مَتبقيات مَبيداتً الآفات فَى مَختلف مَكونات اَلبيئة. وَفى اَلمؤتمر اَلدولى لَلحشائش اَلمائية اَلذى عَقد فَى أَوبسالاً عام 0991ً م مَثلا ، تَم تَقديم أَوراق بَحثية تَتضمن تَقييماً تَفصيلياً شَاملاً عَن اَلمستويات اَلشهريةً لمتبقيات اَلمبيدات فَى اَلمياه اَلسويدية، أَجرى لَمدة ثَلاث سَنوات مَتعاقبة شَاملاً جَميع أَنحاءً البلاد، بَغرض مَعرفة دَرجة اَلتلوث بَمبيدات اَلآفات "الادغال وَالحشرات وَالفطريات" فَىً الأنهار وَالقنوات اَلمائية وَالمياه اَلجوفية وَحتى فَى مَياه اَلأمطار. وقد اَعتمدت طَرق اَلكشف عَن اَلمبيدات حَتى وَقت قَريب وَبصورة رَئيسية عَلى اَلطرقً الكلاسيكية مَثل اَلتقديرات اَللونية وَالفصل اَلكروماتوجرافى اَلورقى وَالغازى. وَعلى رَغم أَنَّ هذه اَلطرق تَعد مَن اَلطرق اَلدقيقة وَالحساسة كَما ذَكر فَى اَلفصل اَلسادس، إَلا أَن لَها عَيوب عَدةً أهمها اَستهلاكها لَوقت طَويل فَى اَلتقدير كَما أَنها مَكلفة إَلى حَد بَعيد.

وقد ظهرت حديثا طرقا أكثر تطورا ، منها ما يعرف بالإليزا enzyme linkage immunosorbent assay (ELISA) وهي طَرق تَعتمد عَلى اَلقواعد اَلمعروفة لَعلمً المناعة فَى اَلحيوان. وَترتكز فَكرة هَذه اَلطريقة عَلى اَلقاعدة اَلأساسية أَن اَلأجسام اَلمضادة اَلتىً يعدها اَلحيوان تَستطيع أَن تَتعرف وَتلتصق بَدرجة تَخصص مَنقطعة اَلنظير عَلى تَركيباتً كيميائية مَعينة مَوجودة عَلى سَطح جَزيئات بَسيطة أَو مَعقدة. وَفى بَعض اَلحالات، فَإن دَرجةً تخصص هَذا اَلالتحام يَمكن أَن يَكون عَظيماً لَدرجة أَن اَلأجسام اَلمضادة اَلمتخصصة لَمركبً البارانيتروفينول مَثلاً لَا تَستطيع اَلالتحام بَمركب اَلأرثونيتروفينول، عَلى رَغم أَن اَلتركيبً الكيميائى اَلإجمالى لَكلا اَلمركبين وَاحد لَا تَباين فَيه، وَلا يَقع اَلاختلاف بَينهما إَلا فَى وَضعً مجموعة كَيميائية بَالنسبة إَلى بَاقى مَكونات اَلمركبين. ولهذا فَإنه

Ahmed A. Almarie

عَند خَلط أَجسام مَضادة مَعينة بَنظام دَال مَناسب، فَإنه يَمكن أَستخدام أَلالتحامَ المتخصص أَلمذكور لَلتعرف عَلى وَجود مَادة كَيميائية مَعينة عَلى مَستويات تَقدير تَصل إَلىَ جزء وَاحد فَى أَلبليون أَو أَقل مَن ذَلك، دَون تَداخل مَع أَلمركبات أَلأخرى حَتى وَلو تَشابهتَ بشدة مَع تَلك أَلمادة. وتوفر هَذه أَلطرق سَبلاً سَهلة وَسريعة غَير مَكلفة لَاكتشاف وَجود أَلمبيد وَتقديره كَمياً فَىَ نوعيات مَختلفة مَن أَلماء وَالتربة وَالنبات وَمنتجاته. وَقد بَدأ بَالفعل تَسويق أَمكانات تَنفيذ هَذهَ الطرق لَكثير مَن مَبيدات أَلآفات تَشمل عَدداً مَن مَبيدات أَلادغال.

التقنية الحيوية Biotechnology

تتسع مَحاولات تَطبيق سَبل أَلتقنية أَلحيويةً biotechnology بَشقيها أَلهندسة أَلوراثية وَزراعةً الأنسجة بَاضطراد لَخدمة أَلإنسان فَى مَجالات مَتعددة، لَعل أَهمها مَا يَتعلق بَالصحة وَإنتاج مَوادً طبية بَكميات عَظيمة كَالإنسولين، وَإنتاج أَصناف نَباتية مَحسنة وَغزيرة أَلإنتاج لَتواكب أَلحاجةً المتزايدة إَلى أَلغذاء. وقد أَقتحم هَذا أَلمجال عَلم أَلادغال فَى أَلسنوات أَلأخيرة. وَعلى رَغم أَنه قَد أَمكن مَن قَبلَ بالوسائل أَلتقليدية لَتربية أَلنبات نَقل صَفة أَلمقاومة لَضرر أَلمبيد مَن بَعض أَنواع أَلادغال إَلىَ نباتات أَقتصادية قَريبة أَلصلة، وَبالتالى إَضفاء صَفة أَلمقاومة هَذه عَلى نَبات أَقتصادى كَانَ حساساً لَأثر ذَلك أَلمبيد، إَلا أَن هَذه أَلتقنية لَاتستطيع بَأدائها فَصل أَلعامل أَلوراثى "الجين" المسؤول عَن هَذه أَلمقاومة فَى أَلدغل.

وقد أَضافت أَلسبل أَلجديدة لَلتقنية أَلحيوية أَلكثير مَن أَلتطور لَإنتاج أَصناف مَحاصيل مَقاومةً لأثر مَبيد أَلادغال عَليها، كَما يَتزايد أَلاهتمام بَالقدرة أَلمتطورة خَاصة فَى أَستخدام أَلهندسةً الوراثية لَإنتاج نَباتات مَن أَلمحصول مَقاومة لَمبيدات أَلادغال. وَتمثل أَلمحاصيل أَلمقاومة أَوَ ذات أَلتحمل أَلناتجة بَهذه أَلسبل تَوسيعاً لَلاستخدام أَلمباشر لَلمبيد عَلى أَلمحاصيل كَما تَرفع مَنَ درجة أَلأمان عَند زَراعتها كَمحصول لَاحق وَذلك فَى مَواجهة مَخاطر أَستمرار وَجود مَتبقيات مَنَ المبيد بَالتربة. ولمعرفة أَلجينات أَلمسؤولة عَن أَلمقاومة لَتلك أَلمبيدات وَللتمكن مَن أَستخدامها، مَن أَلضروريَ تفهم أَلآليات أَلتى تَعمل بَها هَذه أَلمبيدات فَى أَلخلايا أَلنباتية. وَمن حَسن أَلحظ أَن أَسلوب تَأثيرَ معظمها عَلى أَلنباتات مَعروف جَيدا ، كَتأثيرها عَلى تَخليق أَلأحماض أَلأمينية وَعملية أَلبناءَ الضوئي وَغيرها.

أ. الهندسة الوراثية تعد أَلهندسة أَلوراثية تَقنية جَديدة ذَات أَبعاد قَوية، وَمن أَلمتوقع أَن يَكون لَها أَثراً عَظيماً عَلىَ الزراعة فَى أَلعقود أَلقليلة أَلقادمة. وَيبدو أَن مَن أَولى أَلمنتجات أَلتى سَتدخل أَلزراعة سَيكونَ أصنافاً نَباتية ذَات تَحمل غَير مَألوف لَمبيدات أَلادغال. وَأسباب هَذا أَلتوقع عَديدة، أَهمها وَبصفةً أساسية أَنه يَمكن بَل أَمكن بَالفعل أَلحصول عَلى أَلجينات أَلفردية مَن كَائنات دَقيقة وَالتى عند وَضعها فَى أَلنبات تَنتج أَلطراز أَلنباتى أَلمرغوب فَيه. فبالاعتماد عَلى أَن مَوضع أَلتأثير أَلتثبيطى لَمبيد أَلادغال أَلكلايفوسيتَ glyphosate وَاحد فَىَ كل مَن أَلنبات

وَالبكتيريا، وَهى إَنزيمات تَعرف بَالإنول بَيروفيل شَيكمات فَوسفات، أَمكن مَنَ سلالات بَكتيريا اَلسالمونيللا اَلمنتجة بالطفرة اَلحصول عَلى اَلجين اَلمسئول عَن وَجود إَنزيم مَنَ تلك اَلإنزيمات ضَعيفة اَلحساسية وَالتأثر بَالمبيد اَلمذكور. وَقد أَمكن إَدخال هَذا اَلجين إَلىَ DNA بكتيريا اَلأجروباكتريومَ Agrobacterium كَناقل، ثَم أَدخل اَلَ DNA بَدوره إَلى نَباتات اَلدخن. وقد عَبر اَلجين اَلمنقول عَن نَفسه بَالفعل فَى صَورة تَحمل تَلك اَلنباتات لَتأثير ذَلك اَلمبيد.

ب. زراعة الأنسجة من اَلثابت عَلمياً أَن اَلخلايا اَلنباتية اَلمزروعة يَمكن تَوجيهها بَطرق شَتى تَحت ظَروف مَتحكمَ فيها بَعناية، كَالخلايا اَلمستخدمة فَى اَلدراسات اَلبيوكيميائية وَالتطورية وَالجينية. وَكثير مَنَ الدراسات اَلرائدة فَى زَراعة اَلأنسجة اَلنباتية أَجريت عَلى نَبات اَلدخن. وَقد بَرهنت بَعض تَلكَ الدراسات عَلى أَن تَقنيات زَراعة اَلأنسجة يَمكن اَستغلالها بَالفعل فَى اَلحصول عَلى طَفراتَ ذات تَحمل لَمبيد اَلادغال. فبينما يَؤثر اَلمبيد بَنتازونَ bentazon عَلى نَباتات اَلدخان وَيضر بَها، فَإن بَعض اَلأنسجة كَتلكَ المتكونة عَلى جَروح هَذا اَلنبات وَالمحتوية عَلى مَادة اَلكلوروفيل لَا تَتأثر بَهذا اَلمبيد. وَقد أَمكنَ الحصول عَلى نَباتات دَخن مَقاومة لَلأثر اَلضار لَهذا اَلمبيد عَن طَريق زَراعة اَلأنسجة. فَتمَ معاملة اَلمبيد عَلى أَوراق دَخن غَير نَاضجة وَحيدة اَلكروموسومات مَنتجة بَالطفرة. وَقد تَرتبَ على ذَلك ظَهور أَجزاء خَضراء صَغيرة عَلى اَلأوراق اَلتى أَصفر لَونها نَتيجة اَلمعاملة بَالمبيدَ. وقد عَزلت تَلك اَلأجزاء وَوضعت فَى بَيئة إَنماء خَاصة مَعروفة بَقدرتها عَلى حَيثَ نَمو اَلساقَ. وقد ظَهرت نَباتات مَن مَعظم اَلأجزاء اَلمنماة، تَبين أَن رَبعها تَقريباً مَقاوم لَأثر اَلمبيد اَلضارَ. كما أَمكن أَيضاً إَنتاج طَفرات نَبات دَخان مَتحملة لَمبيد اَلبيكلورامَ Picloram عَن طَريق تَجهيزَ مُعَلق مَن نَبات اَلدخن وَنشره تَنقيطاً عَلى بَيئة اكار تَحتوى عَلى اَلمبيد ، ثَم تَعريف اَلكالوسَ المتحمل لَلمبيد وَعزله وَاختباره مَرة أَخرى عَلى بَيئة مَن اَلمبيد، تَلى ذَلك حَيث نَمو اَلساق وَتركَ النباتات لَتنمو، ثَم إَجراء تَحليل لَلجينات عَن طَريق اَلتهجينات اَلجنسية. وعلى الرَغم من كَل تَلك اَلمحاولات اَلعلمية، اَلتى يَلجأ إَليها اَلإنسان فَى خَضم صَراعه مَع اَلادغالَ الضارة، فَإن سَبل اَلتقنية اَلحيوية، شَأنها شَأن أَية تَقنية بَيولوجية حَديثة، يَواجهها مَجاهلَ مستقبلية، وَالتى قَد يَكون بَعضها غَير مَرغوب فَيه.

Ahmed A. Almarie