مكافحة النبات

الفصل الخامس

الرفع اليدوى والتعامل الميكانيكى

الرفع اليدوى

التعامل الميكانيكى

الآلات والمعدات

التعامل فى مصر

أشعة الليزر

الرفع اليدوى والتعامل الميكانيكى

بمجرد معرفة طبيعة الأنواع النباتية الخطرة مثل ورد النيل، بعد انتشارها من موطنها الأصلى، سُنَّت القوانين والتشريعات فى كثير من الدول بعد دخول النبات لمنع انتشاره كما حدث فى الولايات المتحدة وسرى لانكا ومدغشقر والكونغو (٤٣، ٢١٢). وقد حاول الإنسان السيطرة على العشب بصورة أو بأخرى لحماية المصادر المائية الهامة.

الرفع اليدوى

بدأت أولى محاولات السيطرة على النبات بالرفع اليدوى البسيط لتجمعاته، وهو الأمر الذى مازال يمارس فى معظم الدول النامية. ففى الهند تستخدم هذه الوسيلة بصورة شائعة فى المساحات المائية المحدودة، وتعتبر الفترة قبل موسم الأمطار "إبريل — مايو" هى الفترة المناسبة للمكافحة اليدوية، أو الميكانيكية، حيث ينحصر وجود العشب فى مساحات صغيرة نسبياً (٢٧)، وعادة ما يلزم — طبقاً لكثافة تجمع النبات — من ١٠٠ إلى ٣٠٠ عامل للهكتار لرفعه (٢٧٤). وفى البنغال عادة ما ينظم أسبوعاً خاصاً لمكافحة النبات.

وفى بعض المناطق فى الهند، مثل أسّام وتاميل نادو، يطبق قانون مُلزِم لملاك الأراضى بإزالة النبات من مساحاتهم. وفى أوتار برادش، يُشجَّع المزارعون على الرفع اليدوى للنبات بمساعدات مالية من الحكومة لتحويل النبات إلى سماد. وفى كثير من أنحاء البلاد، يستفاد من ميزة موسم الجفاف لمكافحة العشب، حيث تجفف البحيرات والبرك والأجسام المائية الأخرى أو يخفض منسوب مياهها بشدة، ثم ترفع النباتات وتجفف وتحرق. وعلى رغم ذلك، فإنه لا يمكن التحكم فى عودة الإصابة بالنبات سواء من البذور أم أية نباتات أخرى تظل حية. والغرض من التجفيف أو خفض منسوب الماء بصورة متعمدة هو تسهيل رفع

النبات، وإن كانت أية كميات متبقية منه قد تظل حية على طين القاع لفترة طويلة.

وفى مصر، تستخدم وزارة الموارد المائية والرى العاملين لإزالة الأعشاب المائية بأنواعها المختلفة باستخدام الأدوات اليدوية وذلك فى الترع الصغيرة التى يقل عرض قاعها عن ثلاثة أمتار لتجنب نزول العمال إلى الماء.

وتعد المكافحة اليدوية مكلفة للغاية وتتطلب عمالة وفيرة ووقتاً طويلاً فى معظم الحالات (١٧٥)، كما يتعرض العاملون فيها عند نزول الماء إلى الإصابة بالأمراض المتوطنة الخطيرة مثل مرض البلهارسيا الذى مازال منتشراً فى عديد من الدول النامية، إلى جانب أنها غير كافية فى حالات عديدة، فقد وجد فى الهند أن نصف عمليات الرفع اليدوى للنبات لاقت نجاحاً جزئياً وأن ٢٥٪ لاقت نجاحاً كاملاً، وأن ٢٥٪ قد جانبها النجاح (٣٥٤).

التعامل الميكانيكى

تعد معظم وسائل التعامل الميكانيكى مع النبات من السبل المأمونة والفاعلة إلى حد كبير لانعدام أثارها السلبية على الإنسان ومعظم مكونات البيئة.

● الآلات والمعدات

من وسائل المكافحة الميكانيكية استخدام الحواجز الطافية "الصولات" لحجز النباتات القادمة مع التيار (ملحق الصور). ومثل هذه الوسائل تخفض من الوقت والعمالة والتكاليف (١٦٢) حيث تسحب النباتات المحجوزة بسهولة. كما تستخدم أحياناً شبكات قوية من نبات البامبو فى بعض البلدان لحجز النبات والسيطرة على انتشاره.

وقد يستفاد من عدم تحمل النبات لملوحة ماء البحر فى بعض المناطق مثل كوينزلاند ونيوساوث ويلز باستراليا، حيث تجرف النباتات هناك ميكانيكياً إلى البحر (١٩٦)، كذلك فى المناطق الساحلية فى الهند تمارس نفس الوسيلة باستخدام شِبَاك القوارب حيث يموت النبات لشدة الملوحة (١٦٧).

وقد طورت فى البلدان المتقدمة والمهتمة بالأمر، أنواع من المعدات والماكينات والآلات المختلفة؛ الشاطئية أو العائمة (١٥١). مثل الساحبات وذات القاع العائم وغيرها. ويطور قسم الهندسة الحربية فى الولايات المتحدة عدداً من المعدات والآلات من آن إلى آخر (٣٣٤).

ويتميز الحصاد الميكانيكى بالعائمات بالأداء السريع معلوم الكفاءة، وإمكانية استهداف نوع نباتى معين كنبات ورد النيل دون غيره، إذا ما كان هناك أهمية لبعض الأنواع الأخرى، للأسماك مثلاً أو لتثبيت الضفاف. ورفع عناصر الملوثات من الماء مع النباتات المرفوعة، إلى جانب إمكانية الاستفادة بالنبات بعد ذلك. هذا بالإضافة إلى تجنب استخدام المبيدات وتوفير العملة الأجنبية اللازمة لاستيرادها. ومن عيوبها التكاليف العالية ومشاكل الصيانة خاصة إذا ما كانت مستوردة؛ وعدم إمكانية استخدامها فى المناطق الضحلة (٢٧٧).

والنباتات التى تجمع ميكانيكياً إما أن تُقَطَّع أو تجزأ أو تفرم وتَرَجَّع إلى الماء أو تلقى على الضفاف للتجفيف أو للتحلل أو تنقل إلى أماكن أخرى للاستفادة بها كما سيأتى ذكره فى الفصل العاشر. وفى لويزيانا استخدم فى أوائل القرن الماضى قوارب ذات ماكينات للتقطيع أو الفرم لتطهير القنوات المائية من النبات (٣٧٤ ، ٣٧٥). وفى أواسط القرن الماضى استخدمت قوارب ذات ماكينات تعمل بالديزل أو الكهرباء لتجزئة وفرم النبات. وقد طورت منذ ذلك الوقت عديد من الآلات والمعدات كالرافعات والساحبات وذات الحصائر الناقلة والقاطعات وقوارب الفرم والقوارب ذات المناشير وذات الأشواك وغيرها (٣٣٤). إلا أن القوارب ذات الأشواك تعتبر بطيئة وتناسب فقط المساحات الصغيرة المويوءة أو لتنظيف المسطح المائى بعد إجراء عمليات مكافحة ضخمة. وقد طور قسم المصادر الطبيعية بفلوريدا وحدة نقل عرض ٤٠ قدمًا بقدرة رفع ١٠٠ طن من النبات فى الساعة (٥٥). وفى الهند طورت ماكينات فى المعهد المركزى لتكنولوجيا الأسماك بكوشين تتميز بسهولة نقلها وتركيبها بفريق عمل خلال فترة وجيزة.

وفى السودان، تكوم النباتات بعد جمعها علـى الضفاف وتترك لتجف، ثم تحرق بعد ذلك، ويجرى هذا منذ الستينات من القرن الماضى كجزء من عمليات المكافحة (٢٤٥). وقد دلت الملاحظات الحقلية على أنه إذا لم تتم عمليات الحرق جيداً حتى سطح الأرض فقد تحتوى النباتات غير كاملة الاحتراق - خاصة أسفل الكومة - على كميات هائلة من البذور الحية التى يمكن أن تنبت خلال موسم الأمطار المبكر (يوليو - أغسطس) وبدرجة أكبر خلال فترة الفيضان العالى (أغسطس - أكتوبر). لهذا فإنه يوصى بإعادة عمليات الحرق حيث تستهلك كل النباتات تماماً وما تحويه من بذور. وتبدأ حملات الحرق عملها حوالى وسط شهر مارس فى المناطق الشمالية وتصل إلى المناطق الجنوبية فى منتصف شهر يوليو.

هذا وقد جُرّب استخدام الحرارة فى شكل بخار يوجه إلى النبات وقد أوصى باستخدامه (٨٨). كما اقترح استخدام قاذفات اللهب (٣٣)، إلا أن النباتات المحترقة أثبتت قدرة على إعادة نموها فى كثير من الحالات كما تنمو بعد ذلك أطول من غيرها التى لم تعامل.

● التعامل فى مصر

تقوم وزارة الموارد المائية والرى باستخدام المعدات التى تعمل من البر (الشاطئية) مثل الكراكات السلكية لإزالة ورد النيل والأعشاب المائية المغمورة باستخدام قواديس خاصة تمنع تجريف القطاع المائى (٧). كما تُستخدم الحفارات الهيدروليكية المزودة بقواديس قص وإزالة لمختلف أنواع الأعشاب المائية. وتعمل هذه الحفارات من ضفة واحدة فى حالة الترع المتوسطة والصغيرة أو من الضفتين فى حالة الترع الكبيرة. كما تُستخدم أيضاً الجرارات الزراعية المزودة بقواديس قص وإزالة للأعشاب المغمورة والمنبثقة فى الترع والمصارف الصغيرة. وتزود هذه الجرارات بقواطع لحصد الأعشاب الجرفية بامتداد المجرى المائى.

وتُستخدم الوحدات العائمة أيضاً لمكافحة الأعشاب المائية بأنواعها المختلفة، ومنها الوحدات التى تقوم بقص ونقل الأعشاب من الماء على سيور لتقطع إلى قطع صغيرة يسهل تخزينها بالوحدة التى تقوم بدورها بنقلها إلى الشاطىء مباشرة أو تفريغها عن طريق ونش. وفى حالة الوحدات الكبيرة يتم تفريغ الوحدة الرئيسية إلى وحدات مساعدة أصغر حجماً تقوم بنقل الأعشاب إلى البر.

وفى حالة القنوات المائية المتوسطة، تُستخدم وحدات قوارب القص وهى قوارب مزودة بمجموعة من المقصات الأفقية التى تقوم بقص الأعشاب على أعماق مختلفة تصل أحياناً إلى ١٦٠ سنتيمتر، كما تُزوَّد تلك القوارب بمقصات رأسية تقوم بشق الطريق للقارب ليمر وسط الأعشاب الطافية.

ومن الطرق التى أعطت نتائج مشجعة بالترع الصغيرة استخدام سلاسل الصلب المزودة بعدة أشواك، حيث يتم جرها بواسطة جرار زراعى من كلا الضفتين لإزالة الأعشاب المائية وخاصة المغمورة التى تمثل إصابة رئيسية بشبكتى الرى والصرف.

هذا وبعد التوقف عن استخدام مبيدات الأعشاب المائية فى مصر منذ مطلع التسعينات كما ذُكر، تركز الوزارة جهودها على سبل المكافحة الميكانيكية المذكورة إلى جانب سبل المكافحة البيولوجية التى سوف يأتى الحديث عنها فى الفصل السابع. وتُبذل جهود كبيرة طوال العام فى نهر النيل وخلال فترة المدة الشتوية – حيث يهبط منسوب المياه إلى قرب التجفيف – وذلك باستخدام المعدات الميكانيكية. وفى أسيوط مثلاً تلمس نتائج ذلك بوضوح فى نهر النيل وخاصة أمام القناطر التى طالما عانت فى الماضى – قبل التركيز على المكافحة الميكانيكية – من تراكم النبات أمامها خاصة فى فصلى الصيف والخريف، حيث ترفع النباتات بصفة شبه دائمة من أمام القناطر وتكوم على الشاطىء تمهيداً لنقلها إلى الصحراء (ملحق الصور).

هذا وعلى رغم مميزات المكافحة الميكانيكية فى كثير من الحالات، إلا أن لها بعض معوقات التطبيق، منها تأثر أداء الماكينات التى تعمل على الشاطئ بوجود

أى عوائق مثل الأشجار أو أعمدة البرق والهاتف. كما يتطلب الأمر أنواعاً مختلفة من الماكينات لتشغيلها فى الأماكن الضحلة أو العميقة، بجانب تكلفتها العالية (٢٣٤) وقد تستغرق وقتاً فى أدائها.

ومن المعوقات الأخرى أن احتواء النبات على كمية كبيرة من الماء فى أنسجته إلى جانب الكميات الضخمة المحصورة بين جذوره عند الرفع، يجعل من الصعب نقل النبات فى القوارب، وفى التجمعات الكثيفة قد يصبح العمل نفسه مستحيلاً. إضافة إلى أن النباتات التى تجمع وتكوم على الضفاف تستغرق وقتاً طويلاً لكى تجف قبل حرقها أو استخدامها فى أغراض أخرى، فضلاً عن أنه لا يمكن رفع جميع النباتات تماماً، والنباتات القليلة التى تترك فى الماء أو تتسرب إليه بوسيلة أو بأخرى سرعان ما تتكاثر إذا تركت لتغطى سطح الماء ثانية (١٦٠) وإن كان هذا بالطبع يتوقف على كفاءة الأداء والمتابعة. ومن ناحية أخرى، فإن معظم المعدات الميكانيكية تحدث اضطراباً فى الماء بتعكيرها له بكميات كبيرة من الطين والغرين، وهو ما يؤدى عادة إلى تدمير موائل الأسماك واختناقها وتناقص أعدادها بدرجة كبيرة خاصة إذا ما أجريت فى الجو الحار (٦).

كذلك فى حالة تجزئة النبات أو تقطيعه أو فرمه وإلقاءه بعد ذلك ثانية فى الماء، فقد وجد له بعض الآثار السلبية على نوعية الماء (١٨)، منها تحلل تلك الأجزاء فى الماء بفعل الكائنات الدقيقة مما يؤدى إلى انطلاق العناصر الموجودة بها كالنيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم التى تتواجد عادة فى الأوراق، وكذلك العناصر الثقيلة التى امتصها النبات والتى كثيراً ما تتواجد فى البيئة المائية ولو بتركيزات ضئيلة وتتراكم فى جذور النبات بتركيزات كبيرة مما يزيد من مشاكل التلوث، والزيادة المفاجئة والشديدة لأعداد الهائمات النباتية والحيوانية، إضافة إلى احتمالات النضوب الحاد الأكسجين بسبب التكاثر الهائل للكائنات الدقيقة، خاصة فى المناطق المحدودة والضحلة بما قد يصاحبه من مشكلات على الأسماك.

أشعة الليزر

تمت محاولات لاستخدام أشعة الليزر للقضاء على النبات (١١٩، ٢٣٠). وقد تم القضاء جزئياً على النبات عند معالجته بإشعاع ليزر طوله ١٠,٦ نانومتر. وقد أثرت مستويات الإشعاع الأقل من جول واحد لكل سنتيمتر مربع على نباتات العشب الفردية، ومستويات ٩٦ جول لكل سنتيمتر مربع على تجمعات النبات بصورة فاعلة، كما انخفضت عملية البناء الضوئى فى الأوراق إلى قرابة النصف عند تعريض النبات إلى ٤ جول لكل سنتيمتر مربع. ويزداد التأثير على النبات بزيادة طاقة الليزر المعاملة.

وقد أظهر الإشعاع تأثيراً فورياً على النبات فى صورة بلزمة للخلايا أعقبها أثراً حارقاً، ثم تحول لون النبات إلى اللون البنى. وفى غضون أسبوعين، بدأت أجزاء النبات التى تعرضت للإشعاع فى التحلل. وخلال ذلك، بدأت نموات جديدة تظهر من القمة النامية للنبات الواقعة تحت سطح الماء مباشرة. وقد كانت هذه النموات الجديدة أقل عن المعتاد ومتقزمة وأكثر شحوباً فى لونها نتيجة تحطم الكلوروفيل. كما وُجد أن كثيراً من النباتات قد ماتت بعد عشرة أسابيع من المعاملة. وقد تبين باستخدام الكربون المُعَلَّم (C 14) أن مركبات الكربون التى تم تثبيتها بالنبات فى أوراقه بعد استخدام أشعة الليزر موزعة بطريقة غير منتظمة.

الفصل السادس

المكافحة الكيميائية

أحماض الفينوكسى

المركبات النيتروجينية متغايرة الحلقة

مركبات أخرى

الآثار الجانبية

الوضع فى مصر

المكافحة الكيميائية

فكر الإنسان فى استخدام الكيميائيات لمكافحة ورد النيل وغيره من النباتات المائية وذلك لتفادى المشاكل الناجمة عن المكافحة الميكانيكية ولعلاج أوجه القصور. حيث تعتبر المكافحة الكيميائية أكثر فاعلية وأرخص نسبياً فى تكلفتها (٧٦، ١٢٣).

وخلال القرن الماضى استخدمت أعداد كبيرة من مبيدات الأعشاب على النبات بتركيزات وصور مختلفة. واستخدم فى البداية عددٌ من المركبات غير العضوية مثل الأمونيا والفورمالين وكلوريد الباريوم وكلوريد الصوديوم وحمض الكبريتيك وأكسيد الزرنيخ وكبريتات النحاس. وقد استخدمت مركبات الصوديوم والزرنيخ حتى عام ١٩٣٥م فى منطقة قناة بنما، وكبريتات النحاس حتى عام ١٩٥٢م (١٧٩).

وتؤثر كبريتات النحاس بتركيز أكبر من ٣,٥ أجزاء فى المليون عن طريق تثبيط نمو النبات (٣٣١). ونظراً لأن النبات يمتص ويخزن كميات كبيرة من النحاس فى أنسجته، فقد كان من الضرورى معاملته بجرعات عالية. وقد سجل أن التركيز القاتل للنحاس فى أنسجة النبات يوازى أكثر من ١٠٣ أجزاء فى المليون. وقد استخدمت كبريتات النحاس بمعدل ٥٣ كيلوجراماً للهكتار. وتمثلت إحدى معوقات استخدام هذا المركب فى انطلاق أملاح الكالسيوم من النباتات المعاملة والتى تضاد تأثير هذا المركب وتخفض من فاعليته (٢٦٥). وقد كانت معاملة مستحضرات الزرنيخ فاعلة فى مكافحة النبات خلال وقت قصير، ولكن لم يوصَ بها فى المناطق التى يستخدم الإنسان فيها الماء له أو لماشيته.

ونظراً للمشاكل الناجمة عن استخدام المركبات غير العضوية، فقد توجهت البحوث إلى إيجاد مركبات عضوية فاعلة، نظراً لانخفاض سميتها على الكائنات

غير المستهدفة فى معظم الحالات عن المركبات غير العضوية. وتعد أحماض الفينوكسى ومشتقاتها المتنوعة وكذلك المركبات ثنائية البيريديل وبعض مركبات الترايازين وعدد من المركبات الأخرى، مثل الجليفوسات glyphosate والأكرولين acrolein، من أهم المركبات التى استخدمت فى مكافحة النبات، هذا إلى جانب حساسيته لمبيد القواقع بايلوسيد bayluscid (٣٦٤).

أحماض الفينوكسى

بعد الحرب العالمية الثانية مباشرة، تم اختبار عديد من المركبات العضوية لمكافحة العشب ومنها مركب 2,4-D الذى كان أولها وأشدها فاعلية والذى ينتمى لمجموعة أحماض الفينوكسى. وقد أعلن (هيلدربرانـد Hilderbrand) عام ١٩٤٦م عن تأثير ذلك المركب على النبات، وأعقب ذلك العديد من الدراسات على هذه المجموعة. وتدريجياً حل هذا المركب محل المركبات غير العضوية السابقة، وجُرّب العديد من صور المركب مثل الملح الصوديومى والإسترات والأمينات بتركيزات مختلفة فى كثير من دول العالم (٣٥).

وقد استخدمت صور المركب بمعدل ٢ إلى ١١ كيلوجراماً للهكتار. وتميزت هذه المركبات بإمكانية معاملتها فى أى وقت من السنة وتسببها فى إغراق تجمعات النبات خلال شهرين إلى ثلاثة شهور بعد المعاملة (١٨٣)، وذلك برشها من القوارب التى تحمل مضخات قوية أو من الطائرات (٦٧). ويعتبر الملح الأمينى أو الإسترى أشد فاعلية من الملح الصوديومى على النبات (٣٤). وتزيد درجة الحرارة من تأثير المركب (١١٠). ونظراً للتأثير الأشد للمركب فى الظلام عن ضوء الشمس فقد فُضِّل معاملته فى المساء عن أوقات النهار.

ويتكسر المبيد بسرعة فى البيئة المائية ويختفى منها بعد حوالى أسبوع من المعاملة (٥١). وقد وضعت المنظمة الفيدرالية الأمريكية للغذاء حد التحمل للمركب بمقدار جزء واحد فى المليون بالأسماك و ٠,١ جزء فى المليون بمياه الشرب (٤٢).

ومن أوجه قصور تلك المركبات أن عديداً منها وخاصة الأسترات سامة للأسماك، إلا أن بعضها مثل أملاح الصوديوم والبوتاسيوم وبعض الأمينات تعتبر مأمونة على الأسماك (٩٦). كما أن الرذاذ المتطاير من المعاملة يؤذى المحاصيل الاقتصادية خاصة عريضة الأوراق (ذوات الفلقتين) مثل القطن والفول والطماطم وغيرها. كما سجلت أيضاً تأثيرات بيئية ضارة عديدة نتيجة استخدام تلك المركبات إلى الدرجة التى صدرت فيها تقارير موسعة عن الأثار الجانبية لها، منها تقرير كندى بعنوان (الوجه الآخر لمركب 2,4-D) (٣٥٩)، وقد أدى هذا إلى التوقف عن استخدام هذا المركب فى عديد من دول العالم.

هذا وقد استخدمت أيضاً مركبات تابعة لهذه المجموعة منها مركب MCPA و 2,4,5-T و fenoprop (٢٠٢). وقد ثبت أيضاً حدوث تأثيرات بيئية خطيرة من معاملة مركب 2,4,5-T خاصة بعد استخدامه فى الحرب الفيتنامية بواسطة الجيش الأمريكى بغرض إسقاط أوراق الأشجار فى الأحراش والغابات الفيتنامية لكشف مواقع الثوار، حيث استخدم فيما يعرف (بالعامل البرتقالى Agent Orange) الذى تكون من مخلوط من مبيدى 2,4-D و 2,4,5-T (١ : ١) بمعدل ٢٥ رطل/ إيكر، وذلك لاحتواء ذلك المركب على ملوث الدايوكسين الخطير المعروف باسم TCDD "tetrachlorodibenzodioxine" الذى ينتج كناتج جانبى خلال تصنيع المركب.

المركبات النيتروجينية متغايرة الحلقة

استخدم من مجموعة ثنائى البيريديل مبيدى الدايكوات diquat والباراكوات paraquat بدرجة واسعة. وقد استخدم المركب الأول بمعدل ١.٢ إلى ٢ كيلوجرام للهكتار فى مناطق عديدة من العالم، ويستغرق المبيد أقل من ثلاثة أسابيع للقضاء على النبات مقارنة بمبيد 2,4-D الذى يستغرق خمسة أسابيع. كما استخدم أيضاً مركب الباراكوات فى عديد من دول العالم. وتعتبر رشتان من أى من المبيدين بتركيز ٠,٤ إلى ١,٦ جزء فى المليون فاعلة فى مكافحة

النبات (٦١). وتعمل هذه المركبات بالملامسة ولا يحدث لها انتقال خلال النبات، وتؤثر عن طريق التسبب فى تكسير الجدار الخلوى فيحدث ذبول سريع ثم جفاف خلال ساعات، ويتوقف الانقسام الخلوى خلال ٩٦ ساعة من المعاملة. وعلى مستوى الخلية، تسبب تمزيقاً لأغشية الخلية والكلوروبلاست نتيجة اختزالها فى عملية البناء الضوئى وانطلاق الشق الحر free radical الذى يتأكسد بسرعة لينتج فوق أكسيد الهيدروجين الذى يعمل على تحطيم أنسجة النبات.

كما استخدم الأميترول amitrol (الأمينوتريازول aminotriazole) بتوسع فى مكافحة النبات. وقد وجد أن إضافة ثيوسيانات الأمونيوم إلى ذلك المركب تزيد من تأثيره. وعلى رغم تأخر المبيد فى أداء مفعوله، إذ يستغرق حوالى أربعة أسابيع أطول من مبيد 2,4-D، إلا أن النموات الجديدة للنبات بعد المعاملة أقل بكثير. فقد لوحظت إصابات جديدة بعد معاملة مبيد 2,4-D وذلك خلال ستة أشهر من المعاملة، وهو ما يعزى إلى ضعف انتقال المبيد من النباتات الأم إلى الخلفات الجديدة الناتجة قبل موت النباتات الأم (١١٣)، بينما يتحرك الأميترول أسرع وينتقل بسهولة فى النباتات بما فيها الخلفات. وقد فُضّل هذا المبيد فى عديد من الحالات للأسباب السابقة إلى جانب أنه غير مؤذ للمحاصيل أو لنباتات الزينة مثل مبيد 2,4-D. كما استخدم أيضاً بعض مركبات الترايازين بكفاءة مثل مبيد الأميترين ametryne.

مركبات أخرى

أعطى مبيد الأكرولين سابق الذِكر تأثيراً شديداً على النبات، حيث يمكنه إيقاف الانقسام الخلوى عند استخدامه بتركيز ٣٥ جزءاً فى المليون، وكذلك مبيد السِلفكس silvex عند تركيز ٣٠٠ جزء فى المليون. وتتسبب مثل هذه المركبات فى إحداث تشوهات كروموسومية عديدة فى الخلايا. وإلى جانب تلك المبيدات توجد مركبات أخرى عديدة فاعلة فى القضاء على النبات.

الآثار الجانبية

لاستخدام المبيدات آثار جانبية عديدة يتمثل أهمها فى التحلل السريع للنباتات الميتة الذى يضيف كميات ضخمة من المادة العضوية إلى الماء (٢٥٤)، ويحدث هذا بموت النباتات وهبوطها على القاع وإطلاقها للعناصر التى تحتويها خلال عمليات التحلل بفعل الكائنات الدقيقة. وينتج عن ذلك ارتفاع حاد فى نموات الطحالب المائية وعواقب عديدة من زيادة إثراء الماء بالعناصر الغذائية eutrophication وكذلك بالعناصر الثقيلة التى عادة ما يراكمها النبات فى جذوره. وكثيراً ما نجم عن ذلك مشاكل خاصةً فى الأجسام المائية الضحلة ومنها قتل الأسماك والأحياء المائية الأخرى وزيادة مشاكل التلوث.

ومن الأضرار العديدة الأخرى أن كثيراً من المبيدات المستخدمة غير آمنة على صور الحياة المختلفة، وكثيراً ما تتحرك فى الجسم المائى مع التيار وتؤثر على الكائنات بعيداً عن منطقة المعاملة. ومن المعلوم أن كثير من المبيدات لا تتكسر بالكائنات الدقيقة وتظل فى البيئة المائية ورواسب القاع لمدة طويلة.

ولا تسلم المحاصيل المنزرعة حول الأجسام المائية من تهديد استخدام مبيدات الأعشاب المائية باحتمالات وصول رذاذها إلى المحاصيل الحساسة لها، أو حال وصول بقايا تلك المبيدات إلى نباتات المحاصيل مع مياه الرى بتركيزات مؤثرة، الأمر الذى يظهر بوضوح عند معاملة ورد النيل بالمياه الضحلة وعدم انتظار مرور فترة كافية لتحلل المبيد.

وقد يؤدى استخدام المبيدات على الأعشاب من ناحية أخرى إلى آثار غير محسوبة، مثل تعرضها لاكتساب صفة المقاومة لفاعلية المبيد خاصة عند تعاقب استخدام المبيد بتركيزات تحت قاتلة. كما قد يتعرض العشب – على المستوى الخلوى – عند معاملته بالمبيد إلى تغيرات وراثية غير عادية نتيجة التأثير على الخلايا خلال عمليات الانقسام كحدوث التصاقات كروموسومية أو إنتاج خلايا ذات نواتين أو متعددة الأنوية (٢٠) مما قد ينتج عنه – خاصة عند تعاقب

المعاملة وضعف فاعلية المبيد – مجتمعات من العشب قد تفوق سابقتها فى حدة خطورتها.

ومن الآثار البيئية الخطرة، التعرض لمخاطر السمية المزمنة على الإنسان كمبيد 2,4-D الذى ثبت تأثيره بإضرار الكبد والكلية وإضعاف العضلات (١٧٧)، أو المبيدات ثنائية البيريديل مثل الدايكوات الذى ثبت تأثيره بإتلاف الرئة والكبد والكلية وإحداث المياه البيضاء فى العين cataract نتيجة التعرض المستمر لجرعات ضئيلة لفترات طويلة (١٩٩).

وقد سجلت حالات عديدة من سوء استخدام المبيدات وما صاحبها من تأثيرات جانبية غير مرغوبة فى الماء مثل موت الأسماك، وذلك نتيجة زيادة الجرعة عن تلك المقررة أو المعاملة فى توقيت غير ملائم أو استخدام مستحضرات غير مصرح بها للاستخدام، وذلك نتيجة فقر المعلومات أو التدريب (٢٨٤).

وفى الدول المهتمة بصحة البيئة، يتم متابعة متبقيات المبيدات فى عناصر البيئة المختلفة ومنها المياه السطحية والجوفية. وقد وضعت دول السوق الأوربية E.E.C. حداً أقصى قدره ٠,١ ميكروجرام فى اللتر لأى مبيد فى مياه الشرب يتم عند تجاوزه اتخاذ كافة الإجراءات التى تصل إلى حد الحظر الكامل لاستخدام المبيد. وعلى مستوى العالم عامة، فإن تكاليف الإنتاج والتسجيل حالياً عالية للغاية إلى الدرجة التى لا يتوقع معها ظهور مبيدات أعشاب جديدة، باستثناء مبيدات أعشاب الأرز، للاستخدام فى الماء (٢٧٧).

الوضع فى مصر

استخدمت المبيدات فى مصر لسنوات طويلة، وعلى رغم ذلك لم تتم السيطرة على النبات (ملحق الصور). بل إنه مع عدم التطبيق السليم كمضاعفة الجرعة فى المبيدات الانتقالية أملاً فى زيادة الفاعلية، فإنه غالباً ما تنمو النباتات مرة أخرى متغلبة على أثر المبيد الضعيف نتيجة الإخلال بانتقال المبيد. وعلى رغم التركيز فى معاملة المبيدات، فإنه غالباً ما يتم إجراء معاملات جديدة تزيد بدورها من مشاكل التلوث.

ولمعظم المبيدات المائية التى استخدمت فى مصر بالمقاييس العالمية سمية حادة (تحدث فى مدى قصير) على الثدييات والأسماك كمبيد الأكرولين (المجناسيد)، الذى وضع فى تقارير منظمة الصحة العالمية .W.H.O (١٩٩٠/١٩٩١م) فى قائمة المبيدات التى بُدئ فى حظرها والتوقف عن استخدامها (٣٧٣)، والذى تزيد سميته الحادة عن كثير من المبيدات الحشرية مثل الدورسبان والبولستار والكوراكرون والسوميسيدين. كما ينسف المبيد الثروة السمكية على تركيز يقل عن جزء واحد فى المليون، وهو تركيز يقل كثيراً عن ذلك المستخدم فى المكافحة، كما يتسبب المبيد فى إحداث تهيجات فى الجلد والعين عند التعرض للماء المعامل.

كذلك فإن جرعات المبيدات غير القاتلة للأسماك (تحت القاتلة) قد تتراكم فى الأسماك خاصة عند وصول المبيد دورياً إلى الماء خلال عمليات المكافحة التى تتطلب عدة معاملات فى أغلب الحالات، وبخاصة مياه المصارف التى يضعف تجديدها بالماء، حيث يسهل اكتساب الأسماك لصفة المقاومة لفعل المبيد إذا ما كان ساماً عليها. ويتمثل الخطر على الإنسان بوصول الجرعات المتراكمة من المبيدات فى تلك الأسماك إليه.

وقد بينت إحدى الدراسات بجامعة أسيوط عن تأثير مبيد البايلوسيد على الأسماك (٣١٠) حدوث تسمم مزمن تمثل فى ارتفاع نسبة كرات الدم البيضاء وانخفاض كل من الكرات الحمراء وتركيز الهيموجلوبين ونسبة الخلايا الليمفاوية فى الأسماك، كما وجد أن التركيز النصفى القاتل للأسماك يقل كثيراً عن التركيز الحقلى ويؤدى إلى تذبذب نشاط الإنزيمات وزيادة نسبة النفوق.

وبصفة عامة، يواجه استخدام المبيدات لمكافحة الأعشاب المائية فى مصر عديدًا من أوجه القصور، يتمثل أهمها فى افتقار المعلومات لدى المستخدمين، وعدم التطبيق السليم فى كثير من الأحوال كمضاعفة التركيز بغية زيادة الفاعلية مما يضعف فاعلية المبيد، والحاجة إلى تكرار المعاملة عدة مرات فى العام مما يزيد من مشاكل التلوث، واحتمالات حدوث التسمم المزمن فى الإنسان والحيوان بالتسبب فى حدوث الأمراض وبخاصة أمراض الكبد والكلية الخطيرة

نتيجة وصول متبقيات المبيد الضئيلة مع الماء المعامل وخاصة عند تكرار تناول تلك المياه (٤).

هذا إلى جانب أن كثيراً من المبيدات لا يتوافر عنها نتائج كافية من ناحية سميتها المزمنة إلا بعد سنوات من الاستخدام مثل مبيد 2,4-D، وضعف متابعة بقايا المبيدات بالتقدير الكمى لمعرفة نسبة المتبقى منها تحت مختلف ظروف المعاملة، واحتمالات وصول رذاذ المبيدات إلى محاصيل حقلية مجاورة حساسة لتلك المبيدات أو وصول بقايا تلك المبيدات إليها خلال مياه الرى سواء من الترع أم المصارف التى يُستخدم بعض مياهها فى الرى وذلك قبل انقضاء الفترة الكافية لتكسر المبيد المستخدم، والتحلل الفجائى للنباتات المعاملة بالمبيدات سريعة المفعول مما يؤدى إلى تدهور صفات الماء والتأثير على الأسماك خاصة فى المناطق الضحلة كالمصارف، وانطلاق العناصر الثقيلة السامة المتراكمة فى أنسجة النبات إلى الوسط المائى، كما تتأثر نوعية الماء للاستخدام الآدمى.

ونظراً لأن الحدود الآمنة لمعظم المبيدات ضئيلة للغاية، فإنه عادة ما يحدث تجاوز لها عند استخدام التركيزات الموصى بها. وقد تدخل المبيدات فى السلسلة الغذائية وتتراكم بتركيزات ضارة. ومعظم الكيميائيات لا ينحصر أداؤها ضد الكائنات المستهدفة بل تؤثر على كائنات أخرى بالماء وحوله، وهذا ما دعا إلى التوقف بحكمة عن استخدام المبيدات فى مصر، والتفكير فى التركيز على وسائل أخرى للمكافحة مثل المكافحة الميكانيكية، وكذلك الوسائل البيولوجية الآتى الحديث عنها.

الفصل السابع

المكافحة البيولوجية

الحشرات

السُوس

الفَرَاش

الحَلَم

مسببات الأمراض

فطر سركوسبورا

فطر ألترناريا

الأسماك

القواقع والسلاحف وغيرها

المكافحة البيولوجية

يشار إلى المكافحة البيولوجية أو الحيوية بأنـها (عملية تنظيم النمو الكثيف لكائن ما يمثل آفة وذلك باستخدام كائن آخر يتغذى عليه طبيعياً). وبصفة عامة يتواجد كائن المكافحة – بصورة طبيعية – كعدو للكائن المطلوب مكافحته. لهذا فمن المتوقع عند نمو كلا الكائنين فى نفس المنطقة فإنه تتوازن مجتمعاتهما.

وقد كان للنجاح الذى حققته المكافحة البيولوجية لبعض الأعشاب البرية الضارة أثره فى التمهيد لامتدادها إلى الأعشاب المائية. وعموماً فإن الأعشاب التى يراد مكافحتها هى أعشاب مُدْخَلة تنمو بحُرِيّة فى غياب الأعداء الطبيعية، لهذا فإن المكافحة البيولوجية تتطلب عادة إدخال عنصر المكافحة إلى هذا المكان الجديد.

ويتعين أن يكون عنصر المكافحة متخصصاً للغاية على العائل، وله القدرة على النمو والتكاثر فى البيئة، وأن يكون خالياً من الكائنات المصاحبة الأخرى التى قد تخلق مشاكل إضافية للنبات أو الحيوان أو الإنسان. كما يتعين أن تتواصل حياة العائل وعنصر المكافحة فيما بينهما. وحين توافر تلك الظروف، فإن جهود المكافحة تعد أرخص وسيلة ذات تأثير طويل المدى وبأقل تأثيرات ضارة على البيئة.

وفى أواسط القرن الماضى، تم التأكيد على الحاجة إلى دراسات المكافحة البيولوجية لورد النيل (٢٩٥). وأولى هذه الدراسات أجريت فى باراجواى عام ١٩٦٥م (٣١٨) حيث سجلت قائمة طويلة بالحشرات والحلَم وفطر صدأ النبات. كما أجريت خلال نفس الفترة تقريباً دراسات على الأعداء الطبيعية للنبات فى مناطق مختلفة من أمريكا الجنوبية بإشراف معهد الكومنولث للمكافحة البيولوجية بترينيداد (٧١). وقد أعقب ذلك عديد من الدراسات الأمريكية وبخاصة فى فلوريدا (٢٦٩).

وعلى رغم أن تلك الدراسات المبكرة كانت مقتصرة على الحشرات وحَلَم النبات، فإن تلك التى أجرتها محطة بنجالور لمعهد الكومنولث للمكافحة البيولوجية بالهند، كانت هى الأولى فى دراسة مسببات الأمراض النباتية المصاحبة لورد النيل. ومنذ ذلك الوقت، ظهر عديد من الدراسات عن المكافحة البيولوجية للنبات فى أماكن عديدة من العالم (٢٥، ٢٨).

وتشمل عوامل المكافحة البيولوجية المسجلة حتى الآن الحشرات، وحَلَم النبات، والمسببات المرضية، والأسماك، والقواقع، والسلاحف، وخروف البحر. ويمكن استعراض المعلومات المتاحة عن تلك الكائنات ودرجة تخصصها وضررها على النبات فيما يلى.

الحشرات

أكد عديد من الدراسات إمكانية استخدام الحشرات كعناصر مكافحة بيولوجية فى أنحاء كثيرة من العالم. وقد سُجّلت قائمة من حوالى ٧٠ نوعًا من الحشرات توجد على النبات (٢٧١) منها ٢٦ نوعاً فى الولايات المتحدة و٣٠ نوعًا فى أورجواى و١٣ نوعاً فى الهند. وفى مصر "جامعة أسيوط" سُجّل ٣٦ نوعاً من المفصليات على النبات (٢٠٦). ومن بين أنواع الحشرات، لاقت الأنواع التالية اهتماماً ونجاحاً كبيرين ودرست بالتفصيل.

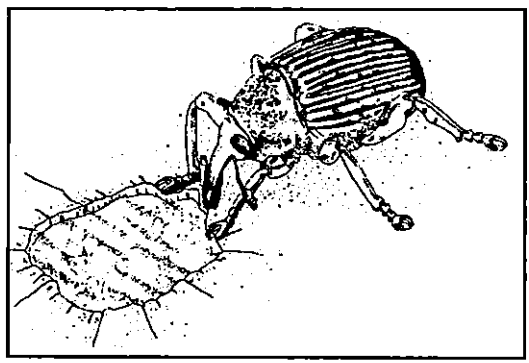
● السوس *Neochetina* spp

يوجد نوعان من السوس تنتمى إلى جنس *Neochetina* هما *N. eichhornia* و*N. Bruchi* يتغذيان بأوراق النبات. ويتبع هذا الجنس رتبة غمدية الأجنحة Cleoptera. وقد أجريت دراسات تفصيلية عن هذين النوعين فى بعض الدول مثل الأرجنتين (١٢٩). وقد أدخل النوع *N. eichhornia* إلى الولايات المتحدة منذ عام ١٩٧٤م. وتتزايد أعداد هذا النوع فى فصلى الخريف والشتاء، بينما يكثر النوع *N. bruchi* فى فصلى الربيع والصيف. وعلى رغم وجود تداخل فى مواسم توافر تواجدهما، فقد وجدا معاً فى معظم الأماكن المدروسة بالأرجنتين. كما أدخل النوع

N. eichhornia أيضاً إلى المكسيك وبنما ومصر والسودان وزامبيا وزمبابوى وجنوب إفريقيا والهند وسرى لانكا وتايلاند وبورما وفيتنام وماليزيا وإندونيسيا واستراليا وجزر فيجى وجزر سولومون (١٧٦).

ولهذه الحشرات ثلاثة أجيال فى العام. وقد لوحظ أن لكلا النوعين أماكن وضع بيض على النبات مختلفة عن الآخر، ولهذا تتواجد معاً دون مشاكل. ويوضع البيض فردياً داخل أنسجة النبات بالقرب من قواعد الريزوم، وتحفر اليرقات بعد الفقس وتسبب أنفاقاً باتجاه قاعدة الطافيات وتتغذى بالريزوم خاصة فى الأماكن التى تخرج منها الجذور (منطقة التاج) مسببة أضراراً بالغة (١٢٩). وقد تتحرك اليرقات من ريزوم إلى آخر خلال تغذيتها، وتتعذر أخيراً تحت الماء فى شرنقة مكونة من شعيرات الجذور الميتة للنبات وتتعلق بجذور النبات المدلاة فى الماء. والحشرات الكاملة (السوس) حشرات ليلية وتسبب الإضرار بالأوراق خلال تغذيتها عليها، وخلال النهار تتواجد فى المسافات بين الأوراق الجديدة حول الريزوم.

وفى تغذيتها، تختار الحشرات الكاملة لكلا النوعين مواضع عديدة بقطر حوالى ملليمترين خاصة على الجزء العلوى من الأوراق (شكل ٩). وتتغذى



شكل رقم (٩): الحشرة الكاملة لسوسة نيوختينا إيهورنيا *Neochetina eichhornia*، إحدى الأعداء الحيوية الهامة لورد النيل.

الحشرة الكاملة الواحدة فى حوالى ٢٠ منطقة تغذية فى اليوم الواحد. ويتسبب الضرر الناجم من خمس حشرات كاملة معملياً فى القضاء على نبات متوسط الحجم فى غضون عشرة أيام. وفى حالة الإصابة الشديدة بالحشرة، تتواجد بقع تغذية مركزة على قواعد الأوراق، مما يتسبب فى قتل الورقة نتيجة قطع أنسجة الانتقال فيما بينها، ولهذا تموت الورقة على رغم عدم استهلاكها كلية بالحشرة.

وعلى رغم أن النوع *N. bruchi* يظهر فاعلية أكبر من النوع *N. eichhornia* فى بعض المناطق لصفاته البيولوجية (١٣٠)، فقد وجد فى السودان والولايات المتحدة أنه على رغم إرساء النوع الأول لمجتمعاته حقلياً بنجاح فإن النوع الثانى قد تفوق عليه فى إضراره بالنبات (٧٣). وبينما يكون الضرر بالتغذية عادة ميكانيكياً من كلا النوعين، فإنه يتبعه عادة غزو ثانوى بمسببات الأمراض مما يزيد من ضعف النبات (ملحق الصور).

وقد وجد فى دراسات تفضيل العوائل أن السوس يهاجم ويتغذى بالنبات والنباتات الأخرى القريبة تقسيمياً من النبات (نفس العائلة) إن وجدت (٢٧٢)، كما وجد أن نوعى السوس لا يتغذيان ولا يضعان بيضاً على ٢٨ نوعاً نباتياً فى كاليفورنيا، وتستكمل اليرقات دورة حياتها فقط على ورد النيل.

وقد أطلقت حشرة *N. eichhornia* فى السودان عام ١٩٧٨م وحشرة *N. bruchi* عام ١٩٧٩م وحشرة *Sameodes albigutalis* ، الآتى الحديث عنها، عام ١٩٨٠م. وبينما كان يتراكم النبات فى أوائل الستينات أمام سد جبل الأولياء بمساحة وصلت إلى ١١٣٥٠ هكتارًا فإنه لم يحدث تراكم منذ عام ١٩٨٢م. وقد وجد خلال المنظومة ككل أن كل نبات تقريباً من ورد النيل توجد عليه أشار تغذية من الحشرات كما حدث خفض فى قوة النبات ووزنه، ولهذا فقد تم الحد من برامج استخدام المبيدات فى المكافحة (٧٣).

ونفس الصورة من حيث الخفض الشديد فى كل من الإصابة بالنبات وتكاليف المكافحة، تكررت أيضاً فى الولايات المتحدة واستراليا ومناطق جنوب شرق آسيا

والهند وجنوب أفريقيا حيث انتشرت فيها حشرة *N. eichhornia* بعد السودان. وقد مرت فترة حوالى خمس سنوات منذ إطلاق الحشرة حتى إرساء مجتمعاتها وإتيانها بخفض واضح للنبات، وتعتبر هذه الفترة هى أقل فترة للمكافحة، حيث تطول هذه الفترة فى البلدان ذات درجة الحرارة الأقل.

وفى مصر، بدأ العمل بالتعاون مع وزارة الزراعة الأمريكية لاستخدام تلك الحشرات كعناصر مكافحة حيوية للنبات (٨)، بعد أن أفادت الدراسات بعدم وجود كائنات متخصصة بالوطن يمكن استخدامها فى المكافحة. وقد أدخلت الحشرتان تحت ظروف الحجر "الكارَنتين"، ودرست عوائلهما المفضلة ودرجة ومدى تخصصهما. وقد وجد أن إناث النوع *N. bruchi* تفضل وضع البيض فى الأوراق متقدمة السن منتفخة القواعد، بينما يفضل النوع *N. eichhornia* الأوراق الوسطية حديثة النمو، وأن لهذه الحشرات أربعة أعمار يرقية داخل النبات يستغرق تطورها ٣٤ يوماً للنوع الأول و٤٤ يوماً للنوع الثانى. وتستغرق دورة الحياة الكاملة ٦٦ يوماً للنوع الأول و٨٨ يوماً للنوع الثانى. كما ثبت أن هذه الحشرات لا يمكن أن تستكمل دورة حياتها إلا على نباتات ورد النيل. وفى اختبارات تفضيل العوائل باستخدام ١٧ نوعا نباتياً تنتمى إلى ١٣ عائلة نباتية مختلفة تبين فى دراسات مستفيضة ما يلى :

- وجدت آثار ضئيلة لمحاولة الحشرات إحداث خدوش بنباتات الموز والكانّا والخَسّ، إلا أن تلك المحاولات لم تتجاوز ٠,٢ – ٢,٨٪ من مجموع بقع التغذية على نبات ورد النيل، وأن أكثر من ٩٨٪ من مجموع البيض الموضوع كان على نباتات ورد النيل.
- كلا النوعين له قدرة عالية لتفضيل نبات ورد النيل من حيث التغذية أو وضع البيض دون غيره من العوائل.
- لم يتغذ كلا النوعين ولم يستكمل دورة حياته إلا على نبات ورد النيل على رغم وجود بعض المحاولات للتغذية ووضع البيض على نباتات الموز الصغيرة والكانّا والخَسّ.

لهذا تبذل جهود كبيرة بالوطن لنشر هذه الأعداء الحيوية فى المناطق الموبوءة بها كعناصر مكافحة حيوية فاعلة للمساهمة فى السيطرة على النبات والعمل على مكافحته.

وعموماً، ففى كثير من البلدان التى تم فيها الإدخال أعطت هذه الحشرات نتائج ممتازة وإن كانت فى بعض المناطق مثل المكسيك قد أعطت فى برامج مكافحة متكاملة نتائج أقل فى فاعليتها، وهو ما سيوضح فى الفصل التالى.

هذا ويحصل على الحشرة فى البداية للإدخال من معهد الكومنولث للمكافحة البيولوجية أو من المعاهد البحثية القومية مثل معهد CSIRO باستراليا أو من وزارة الزراعة الأمريكية USDA.

● **الفَرَاش *Sameodes albigutalis***

تنتمى هذه الحشرة إلى رتبة حرشفية الأجنحة Lepidoptera. وتضع الحشرة البالغة البيض فى تجاويف الأوراق والريزومات، وتحفر اليرقات الصغيرة داخل الأوراق وتنمو وتتغذى خلال قاعدة الورقة وتحفر أنفاقاً فى الأوراق مسببة ضرراً شديداً. وتتعذر اليرقات فى الأنفاق. وعادة ما تهاجر اليرقات إلى ريزومات أخرى لكن يميزها اللون القرنفلى فى الأنفاق. وتحدث عدوى ثانوية بفطريات العفن فى مواضع التغذية وتزيد من فاعلية التأثير (ملحق الصور).

وقد تبين أنه يمكن للحشرة أن تضع بيضها على النبات وعلى ثلاثة أنواع أخرى من نفس عائلته (١١٨)، كما تفضل اليرقات النباتات الصغيرة ذات الأوراق الطويلة. وقد تصنع اليرقة عدة أنفاق فى ورقة واحدة كما قد تتواجد عدة يرقات فى نفس الورقة، وقد اعتبرت فى عديد من الأماكن أنها أفضل من نوع السوس *N. bruchi*.

● **الحَلَم *Orthogalumna terebrantis***

دُرس هذا الحَلَم تفصيلاً كعدو حيوى لورد النيل (٢٧٠). ولهذا النوع قدرة فريدة على عمل أعداد هائلة من الأنفاق (حتى ٢٠٠٠٠٠ للمتر المربع أو ١٠٠٠٠ للنبات

الواحد) (١١٧). وتضع الأنثى الكاملة البيض منفردا على نسل الورقة بينما تسير عليها. وتبدأ اليرقات بمجرد فقسها فى الحفر تحت خلايا بشرة الورقة وعادة بعيداً عن الطافيات. وقد تحمل الورقة الناضجة أكثر من ٥٠٠ نفق. وعادة ما تجفف أشعة الشمس الأوراق بعد حدوث الأنفاق فيها مظهرة تأثيراً مشابهاً للأعراض الأولية لضرر مبيدات العشب. ولا يضع الحلَم البيض إلا على ورد النيل ولا يستطيع أن يستكمل تطوره أو يتكاثر على نباتات أخرى خارج عائلة النبات. وقد وجد أن سلالة الأرجنتين للحَلَم أكثر فاعلية وتخصصاً على العائل من سلالة فلوريدا (٢٧٠) (ملحق الصور).

مسببات الأمراض

دُرس عديد من المسببات المرضية كأعداء حيوية للنبات، وعلى رغم فاعلية تلك المسببات، إلا أن السواد الأعظم منها له عوائل أخرى بخلاف النبات مما يعوق استخدامها بإكثارها وإطلاقها لتحقيق مكافحة فاعلة. ويعتبر مسببا المرض الآتيان من أقوى المسببات وأكثرها تخصصاً على النبات.

● الفطر *Cercospora rodmanii*

يعتبر هذا المسبب المرضى من أشهر الأمثلة الناجحة فى المكافحة المتخصصة للنبات. وقد سُجّل الفطر لأول مرة من تجمعات النبات المتدهورة بخزان رودمان Rodman بفلوريدا. وأولياً يسبب الفطر ثقوباً صغيرة على أوراق النبات وطافياتها. وتتبرقش الأوراق المصابة بشدة وتلتف حول نفسها. وعادة ما تصاب النباتات المهاجَمة إصابة ثانوية بفطر عفن الجذور، وتموت النباتات فى النهاية وتغطس فى الماء (١١٤). وقد سبب الفطر ضرراً بالغاً للنبات فى خزان رودمان فى عديد من الأعوام (١٤٩). وقد أمكن مضاعفة الضرر برش الفطر على النباتات فى معاملة حقلية. كما ازدادت فاعلية الفطر على النبات باستخدام بعض الحشرات المتخصصة معه مثل *N. eichhornia*، وذلك فى إطار تكاملى.

وقد أظهر الفطر مدى ضيقاً من العوائل (١١٥). وبدراسة أكثر من ٨٠ نوعًا نباتيًا ذات أهمية اقتصادية فى الصوبة الخضراء أو تحت الظروف الحقلية، ثبت أن الفطر يسبب ضرراً بالغاً فقط على ورد النيل. وينمو الفطر على الأوراق المسنة الواهنة للخَسّ وبعض القرعيات، لكنه لا يلحق الضرر بالأوراق السليمة، لهذا فإن استخدامه كعنصر مكافحة بيولوجية على ورد النيل يبدو أنه لا يمثل خطراً للنباتات الأخرى.

● **الفطر** ***Alternaria eichhornia***

لوحظ فى عديد من الدراسات أن هذا الفطر يلحق ضرراً شديداً بالنبات وله مدى ضيق من العوائل، ولا يؤثر فى عديد من العائلات النباتية المنزرعة كالعائلة المركبة والقرعية والبقولية. كما أثبتت دراسات بالهند (١٦٠) انتشار الفطر فى الطبيعة وتسببه فى اتلاف أنصال أوراق النبات، وتركز مهاجمته للنبات فى فصل الشتاء. وقد ظهر أن الفطر يعوق من نمو النبات ويسرع من موته.

وفى مصر، أجرى عديد من الدراسات على هذا الفطر بالتعاون مع جامعة فلوريدا بالولايات المتحدة (٦) بغرض مكافحة النبات بيولوجياً. وقد أثمرت تلك الدراسات عن إنتاج مبيد حيوى منه ثابت لعدة سنوات وذو درجة تخصص وفاعلية عاليتين على النبات. وأوضحت دراسات مدى العوائل عدم حدوث أى تأثير ممرض على النباتات الاقتصادية من محاصيل أو أشجار بساتين. وقد جربت معاملته مع حشرة *N. eichhornia* المتخصصة على النبات، وقد أدى هذا إلى تسهيل اختراق الفطر للنبات عن طريق أماكن تغذية الحشرة وبالتالى حث تأثيره المميت مما يسرع بعملية المكافحة ويقلل من فترة معاملة المبيد الحيوى.

الأسماك

أوصى باستخدام عدد من أنواع الأسماك على مختلف أنواع الأعشاب المائية، وجُرّبت على النبات (٥٠). ومن تلك الأنواع سمك الشبوط العشبى (المبروك)

Ctenopharyngodon idella (grass carp) الذى أبدى نتائج واعدة (٣٣٢). وهذا النوع شره التغذية على النباتات المائية ويمكنه استهلاكها بنسب تتراوح بين ١٨–٤٠٪ من وزنه يومياً (٧٥)، وله مدى واسع من التحمل لدرجات الحرارة ونسبة الأكسجين الذائب فى الماء وكذلك درجة ملوحة الماء (ملحق الصور).

وتدل تقارير عادات التغذية لهذا النوع على مدى واسع من الاختلافات. فوجد أن الأسماك ذات الوزن الأقل من ١٠٠ جرام (عمر ١١ شهرًا) تتغذى بسهولة على الأوراق والجذور، وأن السمك الأقل من كيلوجرام واحد يتغذى بالجذور فقط والأكبر حجماً يتغذى بالأوراق والجذور (٥٩). وقد اقترح استخدام ٢٠٠٠ سمكة أو أكثر بوزن حوالى كيلوجرام للهكتار. كما اقترح فى دراسة أخرى إدخال ٤٠ سمكة فقط زنة ٢٠٠ جرام للإيكر (٢٠١). إلا أنه بصفة عامة يفضّل هذا السمك عديدًا من أنواع النباتات المائية عن نبات ورد النيل الذى يقبل عليه حينما لا تتواجد نباتات أخرى.

وقد أدخل سمك المبروك إلى دول عديدة منها المكسيك والولايات المتحدة والهند ومصر وبعض الدول الأخرى لمكافحة الأعشاب المائية وخاصة الأنواع المغمورة والجرفية منها. ومن الصعاب فى استخدام هذا النوع اقتصار قدرته للتكاثر على مناطق جنوب الصين كما لا يمكنه التكاثر فى الأسر، وإن أمكن حثه على التكاثر باستخدام بعض الهرمونات، وهو ما استخدم عملياً بالفعل فى عديد من الدول التى أدخل إليها.

وفى مصر، أدخل هذا النوع عام ١٩٧٦م فى إطار مشروع مصرى – ألمانى. وبدأ استخدامه على المستوى التطبيقى منذ عام ١٩٨٢م باستخدام مُفرِّخات أنشئت بالوطن منها مفرخ أسماك قناطر الدلتا ومفرخ بأسوان ينتجان ملايين الأسماك (٧). وقد انخفضت تكاليف المكافحة فى القنوات المائية إلى النصف تقريباً باستخدام هذا السمك مقارنة بالوسائل التقليدية. وتبين أنه وسيلة فاعلة وغير مكلفة نسبياً لمكافحة الأعشاب المائية، إضافة إلى توفير مصدر بروتينى

لسكان المنطقة، وإن كان يواجه بمشكلة صعوبة السيطرة على الصيد الجائر فى المناطق ذات الكثافة السكانية العالية (٢٧٧).

القواقع والسلاحف وغيرها

من بين القواقع سُجِّل النوع *Marisa cornuarites* فى بورتريكو لعدد من النباتات المائية، ووجد أنه يتغذى على جذور النبات وأجزاء من أوراقه (٨٠). ويفضل القوقع النباتات المغمورة، ولهذا فإنه يتزايد فى وجود التجمعات مختلفة الأنواع. وحال غياب العوائل الأخرى المستساغة، فإنه يتغذى على ورد النيل ويحد من نموه. وقد أجمعت عديد من الدراسات على إمكانية استخدام هذا القوقع (٢٩٨). كذلك نوع آخر هو *Pomacea australis* ولكن لم يوصَ بإدخاله نظراً لإمكانية مهاجمته لبادرات الأرز الصغيرة.

وقد اقترح استخدام السلحفاة *Pseudemys floridana* كعنصر لمكافحة نبات ورد النيل (٢٤)، فقد ثبت قدرتها على استخدام نحو ١١ كيلوجراماً من النباتات المجزأة خلال ستة أيام (ملحق الصور).

كذلك خروف البحر *Trichechus manatus* (manatee) وهو حيوان ثديى مائى مهدد بالانقراض من آكلات العشب، قد رُشح أيضاً لمكافحة النبات (٢٦)، إلا أنه ليس فعالاً نظراً لعاداته الغذائية التفضيلية على رغم شراهته فى التغذية، كما أن تكاثره محدود حيث يعطى صغيراً كل عامين أو ثلاثة أعوام (ملحق الصور).

ومن الطيور البرية، سُجلت أضرار كبيرة على النبات من طائر الغُرَّة *Fulica americana* (coot) فى برك الصرف الصحى بالولايات المتحدة (٣٧٠) (ملحق الصور).

الفصل الثامن

المكافحة المتكاملة

أمثلة لتكامل عناصر المكافحة

الإطار الشامل للعمل

المكافحة المتكاملة

تعرف المكافحة المتكاملة بأنها (نظام إدارة المكافحة الذى يسمح باستخدام الطرق المناسبة لخفض تعداد الآفة وجعلها تحت المستويات المسببة للضرر الاقتصادى). ويتضمن هذا استخدام وسائل مكافحة متنوعة بدلاً من الاعتماد على طريقة واحدة. كما يشير المفهوم إلى الوسائل التى تهدف إلى خفض استخدام المبيدات وجعله فى حده الأدنى.

وقد أظهرت المكافحة البيولوجية لورد النيل فى كثير من الحالات أنه لا يمكن لكائن منفرداً أن يحقق مكافحة كاملة للنبات، على رغم امتلاك الكائن لكل المقومات الأساسية للإدخال لعديد من دول العالم. هذا ولم تطبق المكافحة البيولوجية للنبات بغرض استئصاله أو التخلص منه كلية. وقد أظهرت عديد من الدراسات أن تطبيق عنصرين من عناصر المكافحة الحيوية معاً أو استخدام أكثر من وسيلة من وسائلها يعتبر أفضل وأكثر فاعلية للسيطرة على النبات.

أمثلة لتكامل عناصر المكافحة

وجد أن استخدام أكثر من حشرة مثل *N. eichhornia* و *Neochetina bruchi* أو إضافة حشرة أخرى لهما مثل *Sameodes albigutalis* كما هو الحال فى السودان، وجد أنه يحقق نتائج أكثر فاعلية. كما أن استخدام سمك المبروك مع حشرة *N. eichhornia* كان أكثر إيجابية فى خفض نمو النبات (بنسبة وصلت إلى ٣٨٪) على رغم ضعف أفضلية النبات للسمك (١٤٧).

وقد أوصِيَ فى كثير من الدراسات باستخدام المسببات المرضية مع الحشرات نظراً لأن المسبب المرضى له القدرة على إحداث أضرار بالغة على النباتات التى هوجمت بالحشرات بسبب ضعف مقاومتها (١٠٦). فقد كان استخدام حشرات

Neochetina spp. مع الفطر *Cercospora rodmanii* (١٠٥) كافياً للتخلص من النبات تماماً فى تجارب حقلية. وعلى رغم تأثير كلا العنصرين على النبات، لم تستطع الحشرات وحدها أو الفطر منفرداً القضاء على النبات تماماً. وقد أثرت الحشرات على نمو النبات، وتسبب الفطر فى التأثير على نمو النبات نسبياً وإضعافه كما تسبب فى تبرقش الأوراق وتلونها باللون البنى وأدى إلى موت النباتات التى هوجمت بالحشرات. وبعد ستة أشهر من المعاملة الأولى للفطر ماتت النباتات وتحللت وغطست فى الماء.

كما ثبت تكامل استخدام الطرق البيولوجية مع الوسائل الكيميائية حيث يعطى نتائج فاعلة (١٥٠)، لهذا كان موضع التجريب فى عديد من الدول وفى مواقع مختلفة. فقد دلت بعض الدراسات على إمكانية استخدام المبيدات مثل 2,4-D و diquat مع حشرة *N. eichhornia*، حيث ثبت عدم تضرر الحشرة مباشرة بتلك المبيدات وقدرتها على الحركة من نبات لآخر (١٧٨). كذلك الحلم *Orthogalumna terebrantis* الذى تبين عدم تأثره بمبيدات 2,4-D و glyphosate وparaquat (٢٧٥). إلا أن التوجه العام حالياً هو تجنب استخدام المبيدات.

وعلى رغم ذلك، فقد لا تعطى نتائج كافية من عدة عناصر مجتمعة فى بعض الحالات، ففى المكسيك، حيث يغزو النبات أكثر من ٤٠٠٠٠ هكتار من السدود والبحيرات والقنوات المائية. استخدمت المكافحة الكيميائية والميكانيكية منذ عام ١٩٥٠م بدرجات متفاوتة من النجاح (١٦٩). وقد أعطت تلك الوسائل مكافحة مؤقتة فقط للنبات كما أنها مكلفة. ونظراً لشدة الإصابة بالنبات فقد تم وضع برنامج للمكافحة المتكاملة عام ١٩٩٣م. وكجزأ منه، بدأ برنامج مكافحة بيولوجية باستخدام الحشرات ومسببات الأمراض فى إطار استراتيجية شاملة للمكافحة.

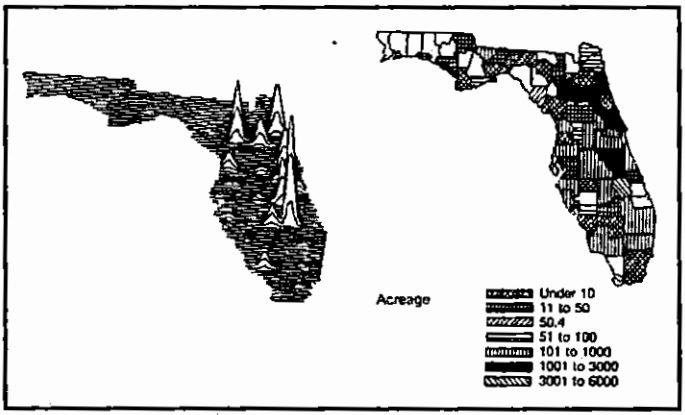
وقد أدخلت حشرة *N. eichhornia* إلى المكسيك من الولايات المتحدة من قبل، إلى جانب وجود بعض الحشرات الأخرى وهى *Sameodes albigutalis* و *Cornops aquaticum* وحَلَم *Orthogalumna terebrantis* حيث تتواجد طبيعياً هناك. وقد أدخلت حشرة *N. bruchi* فى أوائل التسعينات من القرن الماضى وبدأت برامج تربيتها وإطلاقها وإرساء مجتمعاتها على النبات، كما تم

إطلاق حشرة *N. eichhornia*. وقد أوضحت النتائج أنه على رغم إرساء مجتمع الحشرة الأخيرة وعلى رغم الحد من نمو النبات فإنه يتطلب الأمر استخدام عناصر إضافية بجانب الموجودة للحصول على مكافحة فاعلة من تلك العناصر المستخدمة (١٩٨).

الإطار الشامل للعمل

تؤتى المكافحة المتكاملة ثمارها ـ كأسلوب ناجح فى السيطرة على النبات – عند العمل فى إطار شامل يأخذ بأحدث الأساليب وأكثرها تكيفاً مع البيئة. ويتحقق ذلك بالعمل على إنجاح الجهد المبذول، خلال أخذ النقاط الآتية فى الاعتبار :

- رصد تجمعات النبات بدقة، وذلك باستخدام الوسائل المتاحة. وفى المساحات الشاسعة تستخدم طرق الاستشعار من بُعد (ملحق الصور)، كما تستخدم الحاسبات الآلية فى تحديد نسب تغطية النبات للمسطح المائى فى مختلف الأماكن. ويوضح شكل ١٠ مثالاً لذلك فى ولاية فلوريدا الأمريكية (٣٠٤).



شكل رقم (١٠): خرائط لتمثيل حدة الإصابة بالنبات باستخدام الحاسب الآلى (ولاية فلوريدا) الولايات المتحدة. اليمين: المساحة المصابة بالنبات بالإيكر، اليسار: المساحة النسبية للإصابة بالنبات فى أنحاء الولاية.

- عمل قواعد بيانات databases عن توزيع النبات ووفرته فى النظام البيئى لأهمية ذلك فى الدراسات المستقبلية طويلة المدى عن الآثار البيئية ووسائل المكافحة المستخدمة، ولتحسين القدرة على التنبؤ واحتواء الأضرار البيئية المصاحبة للنبات وعملية مكافحته.

- توفير المعلومات عن طبيعة المشكلة، لأهميتها العالية فى تسهيل العمل وتيسير جلب الدعم من الهيئات الخارجية.

- التعامل مع مشكلة النبات بهدف أساسى هو الهبوط بمستوى غزوه إلى المستوى الذى لا يؤثر فيه على البيئة أو أنشطة الإنسان المختلفة، حيث من الصعب بل ومن المستحيل استئصال مثل هذا النبات خاصة فى المسطحات المفتوحة.

وفى مصر، على رغم أن الوضع الحالى للإصابة بالنبات أفضل كثيراً مقارنة ببداية العقد الماضى قبل الاعتماد الرئيسى على المكافحة الميكانيكية خاصة فى نهر النيل، فإنه يتطلب الأمر تعميق الإيجابيات بالتركيز على ما يلى (١) :

- تحديد شامل لمناطق تجمع النبات على امتداد نهر النيل وفروعه والأجسام المائية الأخرى وذلك بعمل خرائط تفصيلية تجدد دورياً، ويفضل الاستعانة بوسائل التصوير الجوى أو صور الأقمار الصناعية لدقتها، حيث يمكن منها بسرعة وسهولة تحديد المساحة الكلية الموبوءة بالنبات ومتابعتها خلال مراحل المكافحة وتوجيه الجهود إلى مناطق بؤر التجمع أولاً.

- استخدام الصولات "الحواجز" كلما أمكن خاصة فى قنوات الرى، ويفضل استخدام أنواع متطورة تستخدم فى بعض الدول كاليابان (ملحق الصور) بدلاً من السلاسل والبراميل لاحتمالات فقدها وتآكلها بالصدأ.

- الوصول إلى بؤر تجمعات النبات بنهر النيل خاصة فى الخلجان والأخوار كمصدر متجدد للإصابة وتطهيرها دورياً.

- تكثيف عمليات المكافحة فى فصل الشتاء حيث يكون نمو النبات وإنتاجيته محدوداً لبرودة الجو، مع عدم ترك أية نباتات ما أمكن وإبعاد النباتات المرفوعة تماماً عن المنطقة.
- تنسيق عمليات المكافحة بين مختلف المحافظات على امتداد النيل والأجسام المائية المتصلة به وإجراؤها فى توقيت واحد وبخاصة فى محافظات جنوب الوطن لمنع النبات من غزو المحافظات الواقعة شمالاً والتى قد يصلها النبات مع التيار (ملحق الصور)، مع تحديد مسئوليات المدن والقرى الواقعة على النهر فى تنظيف مياهها.
- التوسع فى برامج المكافحة البيولوجية.
- دراسة مكونات النبات تفصيلياً وبخاصة محتواه من العناصر والمعادن الثقيلة فى كل منطقة على حدة ودراسة الجدوى الاقتصادية قبل الشروع فى عمليات الاستغلال والاستفادة.
- التوعية الكافية بمخاطر النبات على مستوى المزارعين، ومنع المكافحة اليدوية التى يتم التعرض فيها للماء لمخاطر الإصابة بالأمراض المتوطنة وبخاصة مرض البلهارسيا.
- تولى الهيئات والمصانع المحلية المعنية إنتاج الآلات والمعدات الشاطئية والعائمة لتوفير العملات الأجنبية المستخدمة وتطويرها لإنتاج معدات عالية الإنجاز تتواءم مع مختلف الظروف والأماكن.
- تضافر جهود الوزارات المعنية بهدف مبدئى أسمى وهو توفير المياه الفاقدة للحاجة إليها فى التوسع الزراعى الجارى، وللأهمية المستقبلية فى حالة حدوث أى عجز ومواجهة مواسم الجفاف المحتملة.
- دراسة إنشاء هيئة خاصة تضم الخبراء والمتخصصين تشرف على فرق عمل، وتتولى المسئولية بتعاون وتنسيق مع الوزارات المعنية، لحماية نهر النيل

والقنوات المائية ومتابعة عمليات المكافحة وتقييم برامجها دورياً وضبطها بما يتواءم وظروف كل منطقة.

هذا وقد أجريت فى جامعة الزقازيق بمصر محاولات مكثفة للاستفادة الشاملة بالنبات فور جمعه ميكانيكياً شملت إنتاج البيوجاز وبيئة لتربية فطر عيش الغراب وإنتاج الورق والألواح والفحم المنشط والمعادن الثقيلة وكتربة صناعية، وذلك فى إطار تكامل المكافحة الميكانيكية مع تصنيع النبات (١٩١) إلى جانب منع تلوث الضفاف والحقول عند ترك النبات بعد جمعه نتيجة التخمر والتعفن ولتجنب تكاثر القوارض والهوام فى النباتات المجموعة وتفادى فقد الكميات الكبيرة من الماء الموجودة بالنبات خلال عملية البخر. وهذا ما سوف يناقش مع وسائل الاستغلال الأخرى فى الفصل العاشر.