الفصل الحادي عشر
تشخيص الأضرار ومقاومة المحاصيل لمبيدات الحشائش

تشخيص الأضرار ومقاومة المحاصيل لمبيدات الحشائش

١- أضرار مبيدات الحشائش

يتوفر حالياً أكثر من ١١٠ مادة فعالة يتشكل منها مئات من مستحضرات مبيدات الحشائش، و من المعروف أن هذه المركبات تم تقييمها من حيث تحمل المحاصيل، الثبات في التربة، الإختيارية، التأثيرات التوكسيوكولوجية والبيئية قبل تسويق المنتج للإستخدام، ويقل إستخدام أو حتى يمتنع عن إستخدام المادة الكيمائية إذا ما كانت تضر بالمحصول المستهدف أو إذا ما كانت عالية الثبات في التربة لمدة طويلة من الزمن في المناطق المستخدمة للدورة الزراعية أو التناوب المحصولى بدرجة عالية. وبعض مبيدات الحشائش مثل تلك المستخدمة في بساتين الموالح عالية الثبات لفترات أطول من تلك المستخدمة في مكافحة الحشائش بالمحاصيل أو الخضروات. ومبيدات الحشائش التي يمتد تأثيرها المتبقي لفترة طويلة تكون ذات فائدة عالية في المناطق التي لا يكون بها التناوب المحصولي مهماً (مثل بساتين الموالح)، أو المناطق التي تتطلب مكافحة المجموع الخضري كلية (مثل أسوار الحماية النباتية المحيطة بالمباني).

وعند تطبيق معظم المبيدات تبعاً لتوجيهات ملصق البيانات، فإنها غالباً لا تؤدي لمشاكل بالتربة أما المبيدات التي تكون عكس ذلك فإن ملصق البيانات المصاحب لها يحتوي بصفة عامة على عبارات التحذير المناسبة. ولايظهر التأثير الضار فقط مع المركبات المستخدمة لمكافحة الحشائش بمعاملة التربة، حيث أنه في العديد من الحالات تسبب إنجراف المبيدات أو تطايرها في الإضرار بالمحاصيل أو الأصناف الحساسة، ومن المعروف أن تكرار مشاكل الإنجراف والتطاير قد أدى لإصدار قوانين محرمة أومحددة لتطبيق بعض أنواع المبيدات التابعة لمجموعة الأوكسينات العضوية عن طريق الرش الجوي في مناطق معينة ببعض الولايات الأمريكية، كما أن هناك بعض

المتطلبات التي يلزم استكمالها قبل إستخدام هذه المركبات ومنها الإحتفاظ بسجلات خاصة، وتقدير سرعة الرياح.

ومع ذلك فإنه يتوقع ظهور أضرار لمبيدات الحشائش تجاه بعض نباتات المحصول غير المستهدفة في بعض الحالات حتى مع الإلتزام وتواجد الارشادات اللازمة بالملصق، ومعظم الضرر يظهر عند الوقوع في بعض الأخطاء المتعلقة بحساب معدلات الإستخدام، معايرة الرش، إختيار المبيد، إنجراف المحلول أو في بعض حالات الطقس غير العادية. وعند ظهور مثل هذه الإضرار فإنه غالباً ما يصعب التشخيص وفي بعض الحالات يؤدي للإرتباك حيث أن أعراض الضرر تتباين بدرجة كبيرة جداً تبعاً لنوعا المبيد، نوع النبات، الظروف البيئية المتعلقة بالطقس المتطرف، رطوبة وجفاف التربة، موعد وطريقة التطبيق، ومرحلة النمو للنباتات المعاملة أو المعرضة، وذلك بالإضافة إلى بعض مشاكل التغذية والملوحة، ومسببات الضرر الفسيولوجية أو الطفرات الجينية، الأمراض، النيماتودا، والحشرات والحلم والتي قد تتسبب غالباً في أضرار مشابهة لتلك الناجمة عن بعض مجاميع المبيدات، وبصفة عامة فإنه يصعب تقدير الضرر بعد وقوعه أنه راجع للمبيد، وفقط فإن الأشخاص المدربين قد يكونوا قادرين على تحديد إذا ما كان هناك شك في المبيد، والبرغم من ذلك فإنه فقط تحليل التربة أو الأنسجة النباتية هو السبيل الوحيد للتأكيد إذا ما كان هناك تواجد للمبيد. وبالطبع فإن ذلك يكون ممكناً فقط إذا ما استمر تواجد المركب الكيمائي في النسيج النباتي، كما أن الإستخلاص والخطوات الأخرى لتقدير المبيد قد تكون غير متاحه لبعض المبيدات.

وكما ذكر سابقاً فإن مبيدات الحشائش تندرج من حيث الاستخدام تحت ثلاثة أقسام رئيسية هي مبيدات لمعاملة الحشائش عريضة الأوراق بعد الإنبثاق (وتشمل هذه المجموعة منظمات النمو 2,4-D، 2,4-DP، MCPA، MCPP، ديكامبا، وغيرها)،

مبيدات لمكافحة الحشائش النجيلية غير المرغوبة وتستخدم قبل الانبثاق (ومنها بنفليورالين، DCPA، تريفليورالين، وغيرها. ومن المعروف أن هذه المجموعة يمكن أن تسبب مشاكل الانجراف، ومنها فينوكسابروب الذي يستخدم في المكافحة بعد الانبثاق) ومبيدات مكافحة المجموع الخضري الكلي (وتشمل مبيدات باراكوات، جليفوسينات، ومعقمات التربة مثل الديرون، والبروماسيل)، وبصفة عامة فإن هناك عدد من العوامل التي يمكن أن تؤثر في انتشار أي من مبيدات الحشائش ووصولها للنباتات غير المستهدفة وبالتالي احتمال ظهور الضرر، ومن بينها:

١- صورة مستحضر المبيد - تحدد صورة المستحضر كيفية تطبيق المبيد وتوزيعه أو انتشاره، وعلى سبيل المثال فإن منظم النمو 2,4-D المجهز في صورة مستحضر إستر منخفض التطاير يمكن تبخره بعد التطبيق وحمله بالرياح إلى مناطق غير مستهدفة، أما المستحضر الأميني يكون أقل قابلية للتبخير، وعموماً فإن المستحضرات المحببة تمتاز بندرة حملها بعيداً عن الموقع أو المكان المطلوب أو المستهدف.

٢- التطبيق - تتميز قطرات الرش الدقيقة بقدرتها العالية للإنجراف من موقع التطبيق أكثر من القطرات كبيرة الحجم.

٣- الحرارة - درجات الحرارة المرتفعة خلال التطبيق أو بعده مباشرة قد تتسبب في تبخير أو تطاير بعض المبيدات وإنجرافها لمناطق خارج نطاق المساحات المستهدفة، ويكون للمبيدات التي لها خاصية التطاير المقدرة على إحداث الضرر وهي في حالة بخارية.

٤- الرياح - لا تطبق المبيدات في الأيام العاصفة أو عند هبوب الرياح، وحتى في الأيام التي يبدو أنها ذات طقس معتدل فإن بعض قطرات الرش يمكن أن تتحرك بعيداً عن المسافات المعاملة.

٥- عوامل التربة - إمكانية إمتصاص الجذور للمبيدات من التربة المعاملة بها يتوقف على نوع المبيد، نوع التربة، ومحتواها من الرطوبة. وبعض المبيدات متحركة نسبياً (مثل ديكامبا) وهي تتحرك بسهولة في التربة الرملية أو المسامية، خاصة بعد سقوط المطر أو الري. كما أن ثبات بعض المبيدات يتأثر بنوع التربة.

وتشير كثير من المراجع إلى أن أعراض أضرار مبيدات الحشائش وفي عديد من الحالات لا تكون على نفس صورة الضرر الناشئة من مبيد معين محل الإهتمام. ومن المعروف أن العديد من مجاميع أو عائلات مبيدات الحشائش تشترك في أعراض ضرر متشابهة، وحتى في الحالات التي يكون فيها الفرد ليس على دراية بمبيد معين، فإنه يمكن أن يكون قادراً على تمييز الأعراض من خلال المعرفة بالخصائص العامة لأضرار المبيدات.

٢- اعتبارات تشخيص الضرر

بصفة عامة، فإن التشخيص الدقيق للضرر الناجم عن مبيدات الحشائش يتطلب الإلمام بالمعلومات الخاصة بالأعراض الناتجة عن مبيد معين على نبات معين، وهذه المعلومات غالباً ليست جاهزة أو متاحة، وبالإضافة لذلك فإن طريقة تأثير المبيد المشكوك فيه وسلوكه ومصيره في التربة، والجرعة المطبقة أو المدمصة تكون من العوامل الهامة في تقدير إحتمال الضرر بمبيد ما. وعلى سبيل المثال فإن بعض مبيدات الحشائش مثل المحتوية على الجلايفوسات ترتبط بشدة بجزيئات التربة وتهدم بسرعة بواسطة الكائنات الدقيقة، مما يقلل من إمكانية إمتصاصها أو تناولها بالجذور، وعلى العكس، فإن مبيد ديكامبا يسهل إمتصاصه بواسطة جذور الأشجار الممتدة بالتربة عبر المساحة المعاملة. كما أن المعلومات المتعلقة بالمبيدات الأخرى المطبقة هامة أيضاً، والشكوك السابقة حول التداخل فيما بين مبيدات الحشائش والحشرات أصبحت واضحة

أو معروفة، وفي نفس الوقت فإن التطبيق غير المناسب لمبيدات الحشرات فقط يمكن أن يسبب ضرر النبات. ويبقى السؤال الآن، ما هي النقاط الواجب على الشخص القائم بالتشخيص النظر إليها ؟ ولا شك أنه يأتي في مقدمتها النقاط الثلاثة الرئيسية التالية:

١- الموعد - حيث أن الضرر الناتج عن المبيد يظهر عادة خلال يوم أو أثنين من بعد التعرض، وبالرغم من أن الأعراض قد تتطور حتى لعدة أسابيع من بعد التعرض، وقد يظهر الضرر بعد فترات طويلة، في حالة جذور الأشجار التي يتكرر معاملتها لفترات قد تمتد لسنتين.

٢- النباتات القريبة أو المتاخمة - إذا ما لوحظ ضرر المبيد المشكوك فيه، فإن النباتات المجاورة أو المتاخمة تظهر عليها الأعراض في نفس الوقت، ولذا فإنه يلزم النظر إلى الضرر على نوعين أو أكثر من الأنواع المختلفة.

٣- المكان - تقدير ما إذا كانت النباتات المضارة على علاقة بالمساحة التي تم تطبيق المبيدات بها، وتطاير مبيدات الحشائش المنظمة للنمو يمكن أن ينتج عند تعرض النباتات البعيدة عن مكان التطبيق، ومرة أخرى، فإن النباتات المحيطة يجب فحصها. كما أن معقمات التربة يمكن أن تتحرك في التربة، ولكن فقط في اتجاه سريان الماء. بالرغم من أن جذور الأشجار تمتد بمقدار مرتين أو ثلاث مرات عن أطول التفرعات الجذرية، والأشجار التي يبدو أنها بعيدة عن موقع التطبيق يمكن أن تتعرض للضرر.

ومن ناحية أخرى فإنه إذا ما كان النبات سوف يشفى أولايشفى من الأضرار غير المستهدفة للمبيدات فإنه يلزم التأكيد على أن ذلك يتوقف على الغطاء الكلي المتأثر من النبات، كمية المبيدات التي تم استقبالها، ونوع المبيد المستخدم، والنباتات الخشبية الصحية التي تستقبل جرعة منخفضة من منظمات النمو المبيدة غالباً ما تميل للشفاء. بالرغم من أنه إذا تم امتصاص الجرعات الأكبر، فإن المادة يمكن أن تبقى ثابتة داخل

مثل هذه النباتات والأعراض قد تظهر بعد موسمين أو ثلاثة، كما أن النباتات التي تمتص معقمات التربة قد لا تشفى. وأيضاً، فإن موعد التعرض سوف يؤثر على الشفاء، والنباتات التي تتعرض لمبيدات حشائش بطريقة عارضة في وقت متأخر من العام عندما تكون في حالة استعداد للدخول في السكون لن تضار بدرجة كبيرة مثل النباتات التي تتعرض مبكراً خلال موسم النمو. وبصفة عامة، فإنه في الحالات التي يكون فيها هناك شك في أضرار للمبيدات، فإن الاستخدام المناسب للسماد ومياه الري يمكن أن يساعد الأشجار والشجيرات في الشفاء، كما أن تناول أو الاستهلاك الغذائي للمحاصيل أو النباتات التي تستقبل مبيدات الحشائش المنجرفة محل تسأل؟

وفيما يلي بعض المعلومات اللازمة لمساعدة المهتمين أو الأخصائيين لتمييز أعراض أو أضرار عائلات أو مجاميع مبيدات الحشائش، من خلال سرد الأعراض العامة للضرر والتي يمكن أن تساعد في تجنب بعض مجاميع مبيدات الحشائش كمسببات محتملة الضرر.

٣- أعراض الضرر لمجاميع مبيدات الحشائش

٣-١- مجموعة الأميدات Amides

تستخدم هذه المجموعة كمبيدات انتقائية قبل الانبثاق أو الزراعة، وهي تبدى انتقال قليل أو محدود بالنبات، وبصفة عامة، فهى تتداخل مع إنقسام الخلية وتثبط النمو في الأوراق الطرفية والأشطاء وميرستيم الجذور، ولكي تعطي أقصى نشاط فإن ذلك يتطلب تساقط الأمطار أو الخلط الميكانيكي بالتربة. والأميدات سريعة الهدم بمجرد تواجدها أو دخولها التربة ولذا فإن سلوك الغسيل أو الإرتشاح لها أقل ما يمكن. وتتباين الأعراض الخاصة بها، ولكنها عادة ما يصاحبها تثبيط النمو، تشوه في تكوين الأشطاء أو الأوراق، وتقزم النمو. ومن بين مبيدات هذه المجموعة ديفرينول (نابروباميد)،

كيرب (بروناميد)، ستام (بروبانيل)، جاليري (أيسوكسابين)، و النابتلام الذي يتميز بخاصية تبديل أو تغيير الإنتحاء الأرضي (نزعة جذور النبات للإتجاه نحو باطن التربة). وينتج عن ذلك أن يكون نمو الجذور لأعلى خارج التربة، ولذا فإنه من المعروف كقاعدة عامة أن الأميدات قادرة على مكافحة الأعشاب ضيقة الأوراق أو النجيليات عنها من عريضة الأوراق.

٣-٢- مشتقات الأحماض الأمينية Amino Acid Derivatives

أهم مركباتها الجليفوسينات والجلينوسات، وهي مبيدات متنقلة تستخدم لمعاملة المجموع الخضري حيث تتداخل مع تخليق الحامض الأميني الأروماتي، ويتوقف نمو النباتات المعاملة بها وتذبل ثم يظهر عليها الشحوب أو الأصفرار ويعقب ذلك موت موضعي للأنسجة، ويتم ذلك من خلال خطوات بطيئة قد تتطلب مدة ١٠ – ١٤ يوماً والأشجار والشجيرات المعاملة بالجرعات تحت المميتة قد تنشط نمو أوراق جديدة ملتوية أو ملتفة، وبصفة عامة تكون مشوهة. وكما سبق ذكره فإن مركبات هذه المجموعة أكثر فاعلية تجاة الحشائش ضيقة الأوراق أو النجيليات عنها من الحشائش عريضة الأوراق، ولكنها تعتبر كمبيدات حشائش غير متخيرة للمجموع الخضري ليس لها أو ذات نشاط قليل بالتربة. وإختراقها للأوراق النباتية يكون بطيئاً، ولذا فإن تساقط الأمطار مباشرة بعد التطبيق قد يؤدي لإختزال في عملية المكافحة.

٣-٣- مركبات الأريل تريازينون Aryltriazinone

تؤدي لإنتهاك الأغشية الخلوية ومنها السلفينترازون. ويعتقد أنها تعمل بطريقة مشابهة لمبيدات الحشائش التابعة لمجموعة الداي فينيل إيثر التي تثبط إنزيم بروتوبورفيرنوجين أكسيديز Protoporphyrinogen oxidase (PROTOX) والتي تؤدي لعملية أكسدة تتسبب في بناء الأوكسيجينات الفردية أو فوق الأوكسيدات

السامة. وتشمل الأعراض موت موضعي للأنسجة النباتية أو التنكرز والموت بالتعرض للضوء. وملامسة السلفينترازون للمجموع الخضري يؤدي إلى جفاف وتنكرز سريع للأنسجة النباتية المعرضة.

3-٤- مركبات أريل أوكسي فينوكسي بروبيونات Arylphenoxypropionate

لها نشاط تثبيطي بعد الإنبثاق على الحشائش ضيقة الأوراق أو النجيليات بمعدلات منخفضة جداً، وهي تثبط المرافق الإنزيمي أسيتيل- كو أ- كربوكسيليز Actyl-CoA Carboxylase (ACCase) وهو الإنزيم اللازم لتخليق الحامض الدهني، ويتسبب ذلك في منع نمو خلايا جديدة. ومن أهم مركباتها ديكلوفوب- ميثيل، ميثوكسي بروب- إيثيل، فليوازيفوب-أ، كيويزالفوب-أ، وكقاعدة عامة، فإن هذه المركبات يمكن تطبيقها مع المحاصيل عريضة الأوراق بدون أو مع قليل من الضرر. وبعض المركبات التي تتضمنها هذه المجموعة تعكس نشاط التربة عند تطبيقها بمعدلات عالية، والمعروف عن مركبات هذه المجموعة أنها متنقلة من نقطة أو مكان إمتصاصها إلى مناطق النشاط المرستيمي. وعادة ما تظهر أعراض الضرر بها على النجيليات أو الحشائش ضيقة الأوراق خلال ٧ أيام من التطبيق، وتبدأ بشحوب أو أصفرار وفي بعض الأحيان إحمرار في أنسجة الورقة والذي يتبعه شحوب وموت موضعي أو تنكرز كامل. ويبدو أن للطقس تأثير قليل جداً على فاعليتها. ومن الجدير بالذكر أنه قد لوحظ تأثير مضاد وإختزال في الفعالية أو المكافحة عند خلطها في خزان آلة الرش مع مبيدات أخرى.

٣-٥- البنزوات Benzoates

يؤدي البيرثيوباك لتثبيط إنزيم الأسيتولاكتات (ALS) Acetolactate synthase أو Acetohydroxylated synthase (AHAS) وهو الإنزيم الرئيسي

لعملية التخليق الحيوي للأحماض الأمينية المتفرعة أيسوليوسين، ليوسين والفالين. وعملية موت النبات المعرض لها نتيجة لتثبيط ALS معروفة، إلا أن خطوات عملية التسمم النباتي التابعة ليست واضحة تماماً، وتختلف أعراض الضرر تبعاً للأنواع النباتية، وعموماً فهي تشمل ظهور الشحوب والتنكرز بالمناطق المرستيمية يتبعه شحوب وتنكرز عام للمجموع الخضري وموت النبات.

٣-٦- أحماض البنزويك Benzoic acids

أحماض البنزويك استخدمت كمبيدات حشائش منذ أربعينات القرن الماضي، وهي لها خصائص هرمونات النمو أو الأوكسينات والتي تسبب إفراط النمو الخلوي، وهي تتحرك من الأوراق إلى المناطق المرستيمية الطرفية بالورقة، الأشطاء، والجذور، ويمكن أن تتحرك أيضاً في تيار النتح. وفي بعض الحالات، فإن المبيدات التي يتم تطبيقها على المجموع الخضري يمكن أن تتساقط وتتلامس مع التربة ومن ثم إمتصاصها بواسطة جذور النبات، وبصفة خاصة فإن مبيد ديكامبا عند استخدامه لمكافحة حشائش المسطحات الخضراء يمكن أن تتحرك جزيئته في محيط جذور نباتات الزينة الحساسة ويمكن أن تنتقل للأوراق، ويتسبب ذلك في التأثير الضار للمبيد، والتأثيرات الثانوية لهذه المجموعة يعتقد أنها راجعة للتداخل مع تخليق الحمض النووي RNA والبروتين. وغالباً فإن أعراضها تتشابه مع أعراض مركبات الفينوكسي مع إفراط في إلتواء الأوراق.

٣-٧- البنزوثياديازولات Benzothiadiazoles

تقتل الحشائش عريضة الأوراق من خلال تثبيط عملية البناء الضوئي وهي تبدي سلوك إنتقال قليل أو محدود جداً، ولذا فإنها يمكن أن تستخدم فقط بعد الإنبثاق، وحتى تكون فعالة فإنه يلزم مراعاة التغطية الجيدة لمحاليلها على النباتات المستهدفة أو

الحساسة، وتتضمن الأعراض الشائعة لها الشحوب والإصفرار الذي يتبعه تنكرز كلي للمجموع الخضري.

٣-٨- مركبات البيبريدليم Bipyridyllums

إكتشفت مركباتها خلال الخمسينات من القرن الماضي، وهي مبيدات ملامسة بصفة أساسية عند تطبيقها على الأنسجة النباتية، وتؤدي لتثبيط البناء الضوئي الذي يتسبب في إنتهاك كلي للأغشية الخلوية، وحيث أنها محدودة الإنتقال فإن التغطية المتجانسة لمحاليلها مطلوبة للحصول على أفضل فعالية، ومن أهم مركباتها الديكوات والباراكوات وتحمل جزيئاتها شحنة كهربائية موجبة قوية ولذا فإنها ترتبط بشدة مع المواد الغروية الملامسة لها مما يحد أو يمنع نشاطها في التربة. وهي تتطلب سطوع ضوء الشمس لإعطاء أعلى فعالية، وغالباً فإن النباتات المعاملة في الأيام التي تسود فيها الغيوم أو في الظلام لا تظهر عليها الأعراض حتى تتعرض للضوء. وبالإضافة لإستخدامتها كمبيدات حشائش، فإنها يمكن أن تستخدم أيضاً كمجففات للأوراق قبل الحصاد. وتشمل الأعراض الخاصة بها تنكرز كلي سريع على المناطق النباتية المغطاة بجزيئات أو قطرات الرش. ومن الممكن أن تؤدي لجفاف نصف الأوراق في الوقت الذي يكون فيه النصف الآخر مازال أخضر. وقد تبقى مبيدات هذه المجموعة فعالة لمدة ٧٢ ساعة عند رشها على الأغطية البلاستيكية (Plastic mulch). وإذا ما تعرضت النباتات لإيروسولاتها فإن الأعراض الأولية تشبه أعراض الإصابة الفيروسية، وبعد ذلك تظهر مساحات صغيرة من الأنسجة الميتة.

٣-٩- الكاربامات Carbamates

هناك عدد قليل من مركبات المجموعة التي يتم تطبيقها قبل الإنبثاق، ولكن الغالبية من مركباتها الحديثة يتم تطبيقها بعد الإنبات، ولحد ما فإنها تشبه

الكلوروأسيتاميدات حيث أنها مثبطات للمناطق المرستيمية التي لها القدرة على الإنتقال، و من بين مركبات المجموعة ما يتم تطبيقه لمعاملة التربة ويمكن تناوله بواسطة البذور، الأشطاء وبدرجة أقل الجذور. وأعراض الضرر لها تتضمن تثبيط نمو الجذور، تقزم النبات، وإصفرار وتنكرز إذا ما تم تطبيقها بعد الإنبثاق.

٣-١٠- الكلوروأسيتاميدات Chloroacetamides

يعتقد أن الكلوروأسيتاميدات (مثل ميتولاكلور، بروباكلور) تنتهك تخليق سلسلة طويلة من الأحماض الدهنية، وهي لها مقدرة على الإنتقال مع تيار النتح من الجذور إلى الأوراق. وتأثيرها الضار على الذرة يمكن أن يظهر في تشوه أو إلتفاف الأوراق. وبالنسبة لفول الصويا فإن تأثيراها يظهر بتشكل أوراق قلبية وقد لوحظ نفس التأثير المتعلق بالتفاف الأوراق في بعض أنواع الخضروات. وإذا لم يكن الضرر خطيرا، فإن النباتات يمكن أن يشفي من الأعراض. ولا تستطيع مركبات هذه المجموعة مكافحة النباتات التي إنبثقت أو خرجت فعلاً من التربة.

٣-١١- السيكلوهكسانيديونات Cyclohexanediones

تثبط المرافق الإنزيمي أسيتيل كربوكسيليز Acetyl CoA Carboxlase (ACCase) وينشط الإنزيم الخطوة الأولى في تخليق الحامض الدهني. ويؤدي ذلك إلى إيقاف أنتاج الفوسفولبيدات المستخدمة في بناء مكونات جديدة لازمة لنمو الخلية. ويتوقف النمو مباشرة بعد تطبيق هذه المبيدات، ومن الأعراض الهامة لها تكون تبقعات على الأوراق وتنكرز خلال ١-٣ أسابيع من التطبيق، وبعد ذلك فإن لونها يتحول إلى اللون البنفسجي المحمر.

٣-١٢- الداي نيتروآنيلنات Dinitroanilines

تستلزم غالبية مركبات الداي نيتروآنيلين الخلط بالتربة لتجنب التطاير والهدم الضوئي، والذي يمكن أن يحولها إلى مبيدات حشائش عديمة الفائدة تماماً، وبعض من مركبات هذه المجموعة مثل البينفين، بينديمثالين، أقل حساسية للتطاير والهدم الضوئي وربما يتم تطبيقه مباشرة على سطح التربة. وغالباً فإنها تعمل كمثبطات للإنقسام الميتوزي الذي يمنع نمو الجذور. كما أن نمو الأشطاء قد يثبط أيضاً إذا ما امتصت المبيد، أو أنها قد تتأثر بطريقة غير مباشرة بإختزال نمو الجذور. وبصفة عامة فإن أعراض الضرر تكون مصحوبة بتثبيط نمو الجذور الجانبية مما يؤدي لقصرها، أو إنتفاخ أو تضخم الجذور. وبالنظر للأضرار على الذرة والأعشاب المصاحبة للمحاصيل فإن الأعراض النموذجية تظهر في شكل إحتراق للجذور أو قصرها وتغلظها، وظهور تبقعات حمراء بالأوراق، وغالباً ما يكون الضرر راجعاً لأسلوب التطبيق بتركيز المبيد على مواضع محلية أو معينة بالنبات أو نتيجة لمشاكل في الخلط بالتربة. ومن أهم الأعراض للعديد من محاصيل الخضر هو التقزم المبكر وإنتفاخ أو تضخم، وخاصة للعائلة القرعية. و حيث أن مركبات الداي نيتروآنيلين تعمل على أطراف الجذور، فإن مكافحة النباتات المنبثقة لا يكون وارداً بصفة عامة.

٣-١٣- مركبات داي فينيل إيثر Diphenylethers

يعتقد أن مركبات الداي فينيل إيثر مثبطة لإنزيم بروتوبورفيريلوجين أوكسيديز (بروتوكس) (Protox) Protoporphyrinogen oxidase، وهو أحد الإنزيمات الهامة في تخليق الكلوروفيل ١ والصبغيات، وتهاجم هذه المركبات الليبيدات والبروتينات وتؤكسدها مؤدية لفقد الكلورفيل والكاروتينات وإرتشاح أغشية الخلية مما يتسبب في التحلل أو التحطم السريع. وغالباً ما يكون هدم الأغشية راجعاً لبعض

الشقوق الأكسجينية الحرة. ومن المعروف أن تحرك هذه المجموعة في النبات يكون محدوداً، ولذا فإن التغطية الملائمة تعتبر عاملاً أساسياً في نجاح المكافحة. وأيضاً فإن الحشائش عريضة الأوراق تتأثر بها أكثر من ضيقة الأوراق والنجيليات. وعامة فإن الأعراض على المجموع الخضري تظهر في شكل حروق أو تنكرز، ومن مركباتها الشائعة اللاكتوفين، والأوكسي فليورفين، الذي يمتاز بنشاط جيد قبل الإنبثاق، وتشمل الأعراض أيضاً تجعد وتكيس والتفاف الأوراق، وفي أغلب الأحيان يتم ذلك في الاتجاه لأسفل، مع شحوب طارئ عند استخدام المعدلات العالية.

٣-١٤- الايميدازولينونات Imidazolinones

تعتبر هذه المجموعة مثبطات ميرستيمية بالتداخل مع تخليق الحمض الأميني، وهي لها نفس موقع تأثير مجموعة السيلفونيل يوريا. وكلا المجموعتين يثبط إنزيم الأسيتولاكتات (ALS) Acetolactate synthase، أو إنزيم حامض الأسيتوهيدروكسي (AHAS) Acetohydroxy acid synthase اللازم لإنتاج الأحماض الأمينية الأساسية ليوسين، أيسوسين والفالين. والايميدازولينونات لها نشاط على المجموع الخضري وفي التربة وتتباين بدرجة كبيرة من حيث الثبات في التربة. وكقاعدة عامة، فإنها أكثر فعالية على الحشائش عريضة الأوراق منها عن ضيقة الأوراق أو النجيليات، كما أنها ذات سمية منخفضة جداً تجاه الثدييات. ومن أهم أعراض أضرارها تاجه الأنواع الحساسة توقف فوري للنمو يصاحبه قصر الساق أو السلاميات، وإندماج عام في نمو النبات يتبعه شحوب طارئ وأخيراً التنكرز أو موت الأنسجة الموضعي. كما أنه يمكن ملاحظة تغير لون الأوراق إلى اللون الأرجواني وإنعقاف الجذور أو إلتوائها. وتأثير المجموعة بطئ ولذا فإن ظهور هذه الأعراض على النباتات المتأثرة يتطلب ٣-٤ أسابيع أو أكثر.

٣-١٥- مركبات ن- فينيل فيثالينميد N-Phenylphthalimide

من مركباتها الشائعة الفليوميكلوراك والفليوميوكسازين وغالباً فإنها تشبه مبيدات الداي فينيل إيثر، ويعتقد أنها مثبطة لإنزيم بروتوكس Protoporphyrinogen oxidase (Protox) وهو أحد الإنزيمات الهامة في تخليق كلورفيل II وبعض الصبغات، والليبيدات والبروتينات التي تهاجمها يتم أكسدتها، مما ينتج عنه فقد الكلورفيل والكاروتينات وإرتشاح في أغشية الخلية مما يتسبب في تحللها وهدمها السريع. وأعراض الفليوميكلوراك قد تظهر خلال يوم واحد مع سطوع الشمس وتتمثل في الذبول والشحوب الذي يتبعه تحول الأوراق للون البني، والجفاف وموت الأنسجة. والنباتات الحساسة المنبثقة من تربة معاملة بالفليوميوكسازين يظهر عليها التنكرز ثم الموت بعد فترة قصيرة من التعرض لضوء الشمس. وملامسة المبيد للمجموع الخضري يسبب الجفاف السريع وتنكرز الأنسجة النباتية المعرضة.

٣-١٦- أحماض الفثاليك Phthalic acids

التأثير الفعلي لأحماض الفثاليك ليست معروفة جيداً، ولكن مبيد DCPA يمكن أن تثبط الإنقسام الميتوزي بالتأثير على تكوين جدار الخلية وترتيب الأنابيب الدقيقة لكلا من الجذور وأطراف الأشطاء. وأيضاً فإن الإندوثال يثبط RNA الرسول ويحد ذلك من تخليق البروتين. ويؤدي ذلك لتناقص في معدل التنفس وأيض الدهون والتداخل مع الإنقسام الطبيعي للخلية. وتحت الظروف اليابسة أو المائية فإن أعراض الإندوثال تظهر في صورة تساقط وأنسجة بنية جافة.

٣-١٧- النيتريلات Nitriles

هناك مركبين شائعين يمثلا هذه المجموعة وهما البروموكسينيل والديكلوبينيل، ولكنهما يؤديا لأعراض مختلفة. ويطبق الديكلوبينيل عادة قبل الإنبثاق تجاه الحشائش

ويعمل أساساً على نقط النمو للأشطاء والجذور، وعادة ما ينتج عنه إنتفاخ أو تضخم وضعف شديد للسوق والجذور أو الأوراق، وفي بعض الأحوال فإنه يلاحظ ظهور تبقعات أو تنكرز على الأوراق. وللديكلوبينيل نشاط تجاه النباتات النابتة وأيضاً الحشائش التي قد تنبت قبل التطبيق. وكما سبق ذكره فإن البروموكسينيل يتم تطبيقه بعد الإنبات، وهو ذو نشاط ملامس مع تحرك محدود على الحشائش عريضة الأوراق ويعمل كمثبط لعملية البناء الضوئي ويؤدي إلى جفاف سريع وتنكرز النباتات المعاملة.

٣-١٨- الزرنيخات العضوية Organic Arsenicals

يتبعها بعض المبيدات القديمة التي يعتقد أنها تثبط إنزيم الماليك، ويؤدي ذلك لبناء حمض الماليك وأضرار التحلل الخلوي. وهي تستخدم على كل من القطن والمسطحات الخضراء كمركبات للمجموع الخضري بعد الإنبثاق لمكافحة الحشائش الضيقة الأوراق وبعض الحشائش عريضة الأوراق. وتشمل الأعراض شحوب الأوراق ويتبع ذلك التنكرز. وقد يتحول لونها للبنفسجي الخفيف قبل التنكرز الكلي.

٣-١٩- مركبات الفينوكس Phenoxys

من أشهرها مبيدي 2,4-D ، 2,4-DB وهي مجموعة قديمة نسبياً والتي يرجع تاريخها لأربعينات القرن الماضي، ومن المعروف أن مبيد 2,4-D هو أول مبيدات المجموعة ومبيدات الحشائش العضوية بصفة عامة، وهذه المجموعة لها خصائص الأوكسينات المؤدية لإفراط النمو الخلوي تظهر أعراضة في صورة نمو غير طبيعي للنبات. وأول أعراض الضرر عادة ما يكون إلتواء الساق يتبعه تشوه أو عيوب بالأنسجة الطرفية مما قد يؤدي إلتواء وتكيس الأوراق وإنحناء كلي للسوق. وعادة ما تستخدم مركبات الفينوكس لمعاملة المجموع الخضري وهي تنتقل في النبات مع تيار

الغذاء. وفي بعض الحالات فإنه يتم تطبيقها بمعدلات عالية مما يعطيها نشاطاً عالياً بالتربة تجاه البادرات المنبثقة عريضة الأوراق.

٣-٢٠- مركبات اليوريا الإستبدالية Substituted Ureas

تعتبر المجموعة التقليدية من حيث التأثير التثبيطي لعملية البناء الضوئي الذي ينتهك أغشية الخلية، وهي غير إنتقائية نسبياً عند استخدام المعدلات المرتفعة منها، وغالبيتها يستخدم في معاملة التربة بالرغم من أن عدد قليل منها له أيضاً نشاط تجاه المجموع الخضري. وأعراض الضرر لمركبات اليوريا الإستبدالية (ومنها الفليوميترون، دايرون، لينرون) تظهر بصورة عامة في شكل شحوب طارئ يتبعه تنكرز. وهي لا تثبط المجموع الجذري، وغالباً فإن الضرر الناشئ عن مركبات هذه المجموعة يصعب تفريقه عن الضرر الناشئ عن مركبات مجموعة الترايزاينات.

٣-٢١- أحماض البيكولينك Picolinic Acids

مركبات هذه المجموعة ومنها التريكلوبير، الكلوبيراليد ذات تأثير مشابه جداً للمركبات النشطة هرمونياً أو الأوكسينات التي لها تأثير ممتاز على الحشائش عريضة الأوراق، وقد أطلق عليها بالسوبرفينوكسيات حيث أنها تتسبب بمعدلات منخفضة جداً في أعراض ضرر مشابهة لتلك الناشئة عن المعدلات المستخدمة من مركبات الفينوكسي. وأحماض البيكولينيك ذات تأثير منتهك هرمونيا، وتنتقل في كلا من اللحاء والخشب. وهي ممتازة في مكافحة الحشائش المستديمة عريضة الأوراق.

٣-٢٢- البيريدينات والبيريدازينونات Pyridines & Pyridazinones

مجموعة نشطة تجاه كلاً من الحشائش ضيقة وعريضة الأوراق، كما أنها تظهر مثل هذا النشاط إذا ما استخدمت بمعدلات أعلى لمعاملة التربة. وعادة فإنه يتم تطبيقها قبل الإنبثاق لمكافحة الحشائش إلا أنها تنتقل خلال النباتات الحساسة. ومن أهمها

النورفليورازون، الفليوريدون، والديثبوبير وهي متوافقة الخلط بدرجة كبيرة مع مدى واسع من مبيدات الحشائش المستخدمة قبل وبعد الإنبثاق. وهي تتسبب في ابيضاض طارئ، وتتسبب الجرعات المميتة منها في ظهور تبقعات بيضاء تتطور إلى تنكرز أو موت أنسجة كامل، أماالجرعات تحت المميتة فإنها تؤدي لأن يبقى النبات في مرحلة ابيضاض لفترة طويلة من الوقت.

٣-٢٣- مركبات السيلفونيل يوريا Sulfonylureas

من المعروف أن هذه المركبات ظهرت خلال فترة السبعينات من القرن الماضي، وأنها مثبطات للمناطق المرستيمية مع كلا من التطبيق على المجموع الخضري أو التربة. وهي تثبط إنزيم الأسيتولاكتات Acetolactate synthase (ALS)، وهو الإنزيم الرئيسي في إنتاج الأحماض الأمينية ليوسين، أيسوليوسين والفالين اللازمة لنمو النبات (نفس تأثير الايميدازولينوينات). وغالباً فإنها شديدة النشاط الحيوي بمعدلات التطبيق المنخفضة، وفي بعض المناطق فإنها تبقى ثابتة بالتربة لفترات كافية لإحداث الضرر بالمحاصيل الحساسة التالية. وعموماً، فإن التربة عالية الحموضة pH الغنية بالمادة العضوية وخاصة في الأجواء الرطبة تظهربها مثل هذه المشاكل، وتتضمن أعراض الضرر لهذه المجموعة توقف النمو، قصر النبات، تبقعات صفراء، وتنكرز متدرج بالأوراق وأنسجة الساق.

٣-٢٤- مركبات الثيوكاربامات Thiocarbamates

تعمل هذه المجموعة أيضاً كمثبطات للمريستيم، ولكنها ذات خصائص مختلفة عن المجموعات السابق الاشارة إليها المسببة لهذا التأثير، وغالباً فإنها متطايرة نسبياً ويتم خلط مركباتها (ثيوبينكارب، EPTC، بيوتيلات، بيبيولات) بالتربة للتقليل من

الفقد السطحي. وهي تثبط إنقسام الخلية وإستطالتها، والتخليق الحيوي للأحماض الدهنية والدهون، والبروتينات، كما أنها قد تغير في توزيع الهرمون بالنبات. ويتم إمتصاصها عبر البذور، الأشطاء أو الجذور، والأشطاء أكثر تأثراً بها منها عن الجذور. وتعمل بصفة رئيسية عن طريق تثبيط نمو الأشطاء للبادرات المنبثقة. والأعراض الرئيسية على الحشائش ضيقة الأوراق أو النجيليات تتمثل في فشل الأوراق من الإنبثاق. وعندما يظهر ذلك فإن الأوراق النامية غالباً ما تشكل فص مميز "buggy whipping" وبالنسبة للنباتات عريضة الأوراق، فإن أوراق البادرة غالباً ما تكون مندمجة معاً أو أنها قد تلتف أو تتكيس معاً مع التنكرز الحواف.

٣- ٢٥- الترايزاينات Triazines

عرفت هذه المجموعة في أوائل الخمسينات من القرن الماضي (ومنها البروميترين، أميترين، ميتربيوزين، بروميتون، سيمازين، هكسازينون) واستخدمت بصفة أساسية كمبيدات لمعاملة التربة قبل الإنبثاق. وبعض مركباتها ينتشر استعمالها أيضاً بعد الإنبثاق، والترايزاينات مثبطات لعملية التمثيل الضوئي، وتتمثل أعراضها بصفة عامة على صورة تبقعات شاحبة بالأوراق يتبعها موت موضعي للأنسجة أو التنكرز، وغالباً ما تتأثر الأوراق المحيطة الخارجية السفلية بدرجة أكبر عن غيرها، وإذا ما تحولت الأوراق الداخلية للون الأصفر فإن بعض تعرقاتها تبقى خضراء. وتمتص الترايزينات المستخدمة في معاملة التربة عن طريق الجذور، وتتحرك بالنبات مع تيار النتح. والمبيدات التي يتم تطبيقها بعد الإنبثاق يؤدي تلامسها الأولي لظهور حروق بالأوراق، وهي فعالة جداً على الحشائش الصغيرة عريضة الأوراق وبعض الحشائش الضيقة الأوراق أو النجيليات.

٣-٢٦- مركبات تريازولوبريميدينات Triazolo-pyrimidines

تثبط هذه المجموعة إنزيم أسيتولاكتات (Acetolactate synthase (ALS، والمعروف أيضاً باسم إنزيم (Acetohydroxylated synthase (AHAS وهو إنزيم رئيسي في التخليق الحيوي للأحماض الأمينية متفرعة السلسلة أيسوليوسين، ليوسين وفالين. ويحدث موت النبات كنتيجة للإستجابة لتثبيط إنزيم ALS، ولكن الخطوات الفعلية المؤدية لتسمم النبات ليست معروفة على وجه الدقة. ومعظم أنواع الحشائش الحساسة يتم قتلها قبل الإنبثاق عقب معاملة التربة بمبيدات هذه المجموعة، وذلك بالرغم أن بعض الحشائش قد تموت بعد الإنبثاق تحت ظروف معينة. كما أن الأنواع الحساسة التي تنجح في الإنبثاق تبدو متقزمة، يظهر عليها تأثر نقط النمو، وتلون مفاجئ للأوراق بلون بنفسجي مع إنتشار التنكرز خلال ١-٣ أسابيع. وبعد الإنبثاق فإن أعراض الضرر بعد تطبيق الكلورانسيولام (أحد مبيدات المجموعة) تظهر خلال ٣- ١٠ أيام. وتشمل هذه الأعراض التقزم، تثبيط نقط النمو، تبقعات شاحبة يتبعها موت للأنسجة أو تنكرز. وغالباً ما يحدث الموت الكامل للحشائش الحساسة خلال ٢- ٣ أسابيع.

٣-٢٧- مركبات اليوراسيل Uracils

اليوراسيلات مثبطات للتخليق الضوئي أيضاً مثل الترايزينات، ومركبات الفينيل يوريا، وهي تسبب إيقاف تفاعل الضوء (تفاعل هل Hill)، وعادة فإن هذه المركبات تستخدم لمعاملة التربة، وتتحرك مع تيار النتح بالنبات. وينتشر استخدام مبيدات المجموعة ومنها البروماسيل وتيرباسيل بكثافة على الموالح، وهي ذات درجة عالية من التحمل لهذه المبيدات، وذلك بالمعدلات الموصى بها، وتتميز متبقيات هذه المبيدات بأن لها تأثير إبادي يمكن أن يحقق مكافحة جيدة للحشائش. وأعراض الضرر لهذه

المجموعة تتمثل بصفة عامة في ظهور تبقعات وشحوب يتبعه تنكرز. وغالباً ما يظهر ذلك على عروق الورقة أولاً ثم ينتشر بعد ذلك إلى المساحات التي تتخللها.

٣-٢٨- المركبات غير المصنفة Unclassified Compounds

يتبعها عدد من المركبات منها مبيد بينسيوليد وهو مثبط لإستطالة الجذور، أو مثبط جزئي لإنقسام الخلية (الإنقسام الميتوزي)، والميكانيكية الفعلية للتأثير ليست معروفة على وجه الدقة. وبالنسبة لمبيد كلومازون فإن ميكانيكية التأثير ليست كاملة الوضوح، ولكنه يبدو أنه يثبط أحد إنزيمات المالك الأيضية بعد تكون فارنيسيل بيروفوسفات. وعادة ما تنبثق البادرات الحساسة من التربة المعاملة بالمبيد، ولكنها تكون شاحبة أو ذات لون مائل للبياض وفي خلال بضعة أيام يظهر عليها التنكرز. والأنواع الحساسة في مراحل النمو المتأخرة قد تسبب إبيضاض المجموع الخضري عند تطبيقها بعد الإنبثاق أو عند تعرضها لأبخرة المبيد أو قطراته المنجرفة من المساحات المعاملة المجاورة. أما مبيد كيونكلوراك فإن الأعراض التي يسببها تجاه النباتات الحساسة عريضة الأوراق تبدو مشابهة للأوكسينات الأصلية (IAA)، وهو قد يثبط أحد الإنزيمات المصاحبة للتخليق الحيوي للسليلوز بالنباتات ضيقة الأوراق أو النجيليات. وقد يرجع تأثيره عليها أيضاً لزيادة إنتاج الإيثلين والسيانيد. وفي بعض النباتات عريضة الأوراق الحساسة فإن الأعراض تشبه تلك الناتجة عن مبيدات الحشائش الهرمونية (الأوكسينات) والتي تشمل إنحناء الساق، وتضخم بالساق وخاصة عند العقد، تبقعات عند نقاط النمو، ذبول، وتنكرز. وفي الحشائش ضيقة الأوراق أو النجيليات الحساسة يظهر تبقعات سريعة في شكل أحزمة بمنطقة الإستطالة الحديثة للأوراق، يتبعه تبقعات عامة بالمجموع الخضري وأيضاً تنكرز.

٤- المحاصيل المقاومة لمبيدات الحشائش

٤-١- تقنيات وأهمية المحاصيل المقاومة

حيث أن مبيدات الحشائش تحدث تأثيرها الفعال علي مواقع حيوية معينة بالنبات ومنها الإنزيمات المتعلقة بالعمليات الأيضية مما يؤدي لتثبيط انتاج الغذاء وتجويع النبات وموته، فإن بعض النباتات قد تكتسب بعض الصفات الناجمة عن تغيرات وراثية مفاجئة كالطفرات أو ناجمة عن التعديل الوراثي بالطرق التقليدية أو التقنيات الحيوية الحديثة، ومن بين هذه الصفات تحمل أو مقاومة مبيدات معينة. وبالفعل اصبح من المتاح خلال السنوات القليلة الماضية الحصول علي بعض المحاصيل المقاومة للمبيدات Herbicide Resistant Crops (HRCs) باستخدام تقنيات الهندسة الوراثية بالإضافة للأصناف المتحصل عليها من خلال التربية من أجل المقاومة. ومن بين المحاصيل التي تم انتخاب أصناف مقاومة منها بالطرق العادية كل من الذرة المقاوم للسيكلوهكسانيديونات و الأميدازولينونات، فول الصويا المقاوم لمركبات السيلفونيل يوريا، والكانولا المقاومة للترايزينات. أما المحاصيل المهندسة وراثيا من خلال الإدخال والدمج الجيني لمقاومة مبيدات الحشائش فمنها القطن المقاوم للبروموكسينيل، الكانولا والذرة المقاومة للجليفوسينات، وفول الصويا والكانولا والقطن والذرة المقاومة للجليفوسات. ومن المتوقع استمرار ظهور أصناف محاصيل اخرى جديدة مقاومة للمبيدات مع تطور وإنتشار تقنيات الهندسة الوراثية. ومن بين الأمثلة المذكورة فقد أثبتت المحاصيل المقاومة للجليفوسات والجليفوسينات قدرة هائلة ومن ثم التطبيق علي نطاق واسع.

ومن الواضح أن صناعة المبيدات تتحول بسرعة من انتاج الكيماويات التقليدية إلي الانتاج المبني علي أسس التقنيات الحيوية، ويؤكد ذلك الإستثمارات المكثفة لمنتجي المبيدات بالعديد من الدول في مجالي التقنيات الحيوية النباتية وصناعة انتاج البذور

والتقاوي. ومنذ أن طرحت المحاصيل المقاومة للتسويق فإن المساحات المنزرعة والكميات المستخدمة منها كغذاء بالمقارنة بالمحاصيل التقليدية بهذه الدول (الأرجنتين، أستراليا، البرازيل، كندا، اليابان، كوريا، المكسيك، هولندا، روسيا، جنوب أفريقيا، سويسرا، الولايات المتحدة الأمريكية، أورجواى) في تزايد مستمر. و بصفة عامة فإن المحاصيل المقاومة للمبيدات توفر العديد من المزايا للمزارعين، وفي أغلب الأحوال فإنها تمكنهم من تصميم استراتيجية مبسطة لإدارة الحشائش مبنية علي عدد أقل من المبيدات. وعلي سبيل المثال، فإن الجليفوسات والجليفوسينات يعتبرا من المبيدات النموذجية للزراعة بدون حرث مما يتيح للمزارعين رشها عند أو قرب الزراعة، وأيضا حسب الحاجة طوال موسم النمو. وفي العديد من الحالات فإن المحاصيل المقاومة للمبيدات تساهم في تقليل تكاليف مكافحة الحشائش، وكغيرها من التكنولوجيات الحديثة فإن الفائدة الاقتصادية العائدة من استخدامها تكون كبيرة للمستخدمين الأوائل لها. كما أن الآثار البيئية الضارة المصاحبة لإدارة الأعشاب من خلال استخدام المحاصيل المقاومة للمبيدات تكون أقل من استخدام المبيدات المتخيرة مع الحراثة. ومن ناحية أخرى، فإن مثل هذه المحاصيل قد تكون مفيدة في استئصال الحشائش المتطفلة ، وقد يظهر لبعض المبيدات غير المتخيرة عند استخدامها عليها نشاط تجاه بعض مسببات الأمراض النباتية. وعلي سبيل المثال، فإن الجليفوسينات تثبط إصابة النباتات المتسلقة المقاومة للجليفوسينات ببعض مسببات الأمراض النباتية، ولاشك أن هناك حاجة لمزيد من البحوث حول التأثيرات الثانوية للمبيدات لتدعيم التقدير الجيد لدورها في الإدارة المتكاملة للآفات.

ويتوقع مع ذلك أن الأصناف المهندسة وراثيا لمقاومة مبيدات الحشائش لغالبية المحاصيل الرئيسية سوف تكون متاحة في المستقبل القريب، أما المحاصيل الثانوية فسيأتي دورها فيما بعد. ومن الملاحظ أن الشركات بطيئة في تطوير وانتاج المحاصيل

الثانوية المقاومة لمبيدات الحشائش لنفس السبب الذي يجعلهم غير مقبلين علي تسجيل منتجاتهم للتسويق المحدود أو علي نطاق صغير أو التي يكون عائدها الاقتصادي قليلا، وبمعنى آخر تغلب الإعتبارات المهيمنة علي مبادئ الإستثمار والمخاطرة. وحتى الآن فإنه لايوجد دعم مادي عام لابتكار المحاصيل الثانوية المقاومة لمبيدات الحشائش، وبصفة عامة فإنه يمكن تلخيص مزايا المحاصيل المقاومة لمبيدات الحشائش فيما يلي:

١- المكافحة الفائقة للحشائش والحصول علي أعلي غلة للمحصول.

٢- أمكانية مكافحة الحشائش بعد نمو النباتات.

٣- خفض عدد مرات الرش بالمبيدات خلال الموسم.

٤- التقليل من استخدام الوقود نظرا لخفض عدد مرات الرش.

٥- اسخدام مركبات أقل سمية وغير نشطة في التربة.

٦- إمكانية التقليل من أو عدم حرث التربة، مما يعود بالفائدة علي مكونات التربة والكائنات الحية الدقيقة بها.

٤-٢- ميكانيكيات المقاومة

كما سبق ذكره فإن إضافة صفة معينة علي النبات لمقاومة مبيدات الحشائش قد أدى لظهور أصناف تجارية مقاومة لبعض المبيدات واسعة الانتشار وخاصة الجليفوسات والجليفوسينات، وكلاهما ذو أهمية كبيرة في مكافحة الحشائش الضارة لما لها من فعالية عالية تجاه الأنواع المستهدفة، مع تأثير ضئيل أو محدود تجاه الكائنات الحيوانية غير المستهدفة. ولكن فإن أهم عيوب أو سلبيات هذين المبيدين أن لهما تأثير ضارتجاه نباتات المحصول، وأن هذا التأثير قد يتساوى مع تأثيرهما علي الحشائش الضارو وانباتات غير المرغوبة. وغالبا فإن ميكانيكية تحمل ومقاومة المحاصيل المعدلة للمبيدات يكون من خلال:

١- إدخال ودمج جين بكتيريا التربة بنباتات المحصول التي تنتج شكل من إنزيم EPSPS المقاوم للجليفوسات (من المعروف أن تأثير الجليفوسات يرجع لتثبيط إنزيم EPSPS الذي يدخل في تخليق المركبات الحيوية للأحماض الأمينية العطرية والفيتامينات والعديد من المواد الأيضية الثانوية في النبات)، وأيضا دمج جين لأنواع من البكتيريا منتجة لإنزيم خافض من تأثير الجليفوسات.

٢- إحتواء المحاصيل المعدلة المقاومة للجليفوسينات علي جين بكتيري منتج لإنزيم قادر علي إزالة أو التخلص من سمية الفوسفونوثريسين مما يمنعه من التسبب في غحداث الضرر (يرجع تأثير الجليفوسينات لإحتوائها علي المكون النشط فوسفينوثريسين الذي يقتل النبات بإعاقة الإنزيم المسئول عن عملية تمثيل النيتروجين وإزالة سمية الأمونيا، وهي المنتج الثانوي لعملية التمثيل الغذائي في النبات).

٣- انتاج بروتين جديد يزيل سمية المبيد.

٤- تعديل البروتين المستهدف لمبيدات الحشائش بحيث لا يتأثر به.

٥- انتاج عوائق أو حواجز طبيعية فيزيائية أو فسيولوجية تمنع دخول المبيد إلي النبات.