مجلة الفلاحة (٢٠٢٢) ٩٦ (١): ١-٨

مقاومه الحشائش لفعل مبيدات الحشائش

أ. د. إبراهيم صالح
استاذ علوم المبيدات- كليه الزراعه جامعه القاهره
isabdallah@agr.cu.edu.eg

تعتبر الحشائش من اهم الافات المحدده للانتاج الزراعى على مستوى العالم والتى تؤدى الى حدوث أضرار عديدة سواء للإنتاج الزراعي أو الأنشطة المختلفة للإنسان. حيث ينتج عن وجودها إنخفاض فى انتاج وصفات و جوده المحصول نظرا لمنافسه الحشائش للمحصول على المياه و المكان والعناصر الغذائية و كذلك تكون عائلا وسطيا للأفات الحشرية والمسببات المرضية وأيضا فإن بعضها يفرز مواد سامة تثبط نمو المحصول نفسه وكذلك قد تضر الحشائش مباشره بصحة الإنسان (Zaki 2000) . ومن الجدير بالذكر أنه معروف عالميا أن اضرار الحشائش تفوق أى أضرار تنشأ من الآفات الزراعيه الأخرى مجتمعة مثل الحشرات ومسببات الأمراض النباتية المختلفة و الاكاروسات والنيماتودا و القوارض الخ. ويقدر النقص فى المحصول الذى تسببه الحشائش سنويا بحوالى 45%-43 اذا تركت بدون مكافحه (Oerke, 2006 ,Rao and 2000). و كذلك تقدر الخسائرالتى تسببها سنويا بحوالى 40 بليون دولار(WSSA, 2007) .و نظرا لخطوره الحشائش فقد استعمل المزارعون و المنتجين وسائل عديده لمكافحتها و لكن يظل استعمال مبيدات الحشائش هو الطريقه الوحيده الفعاله و الرئيسيه و التى يمكن ان يعتمد عليها فى مكافحه الحشائش حتى الان على مستوى العالم. و لأسف فقد ادى الاستعمال المتكرر و المكثف لمبيدات الحشائش لعده سنوات الى نشوء و تطور صفه مقاومه فى الحشائش ضد بعض هذه المبيدات. . ويمكن تعريف ظاهرة المقاومة على أنها الاستجابة المتناقصة لعشيره نوع حشائش ما ضد مبيدات الحشائش المستخدم مما يعنى قدرة نوع الحشائش على البقاء حيا عقب استخدام مبيدات الحشائش بالمعدل الموصى به ، بالرغم من ان هذا المعدل من شأنه أن يقتل هذه الحشائش . وبالتالى فان ظاهره المقاومه هى تغييرچيني في الكائن الحشائش إستجابة للضغط الانتخابى نتيجة لاستعمال المبيد. و على الجانب الاخرفإن تحمل النبات/المحصول tolerance لمبيد حشائش معين هو القدرة الكامنة لهذا النوع من النباتات على البقاء والتكاثر بعد التعرض لمبيد الحشائش و لكن صفه التحمل لا تورث للجيل الناتج.HRAC)).على سبيل المثال القمح متحمل لمبيد fenoxaprop لأنه يستطيع تمثيل المبيد و نزع سميته بسرعة.

تمتلك نباتات الحشائش الكثير من التباين الوراثى الذى يسمح لها ان تعيش تحت ظروف جويه مغايره. و يعتبر تطور صفه المقاومه هو نتيجه ضغط انتخابى من المبيد ، فالمبيد يعمل على قتل الأفراد الحساسة بينما تنجو الأفراد المقاومة وباستمرار تعرض الأجيال للمبيد يستمر الانتخاب وتتكون سلالة مقاومة وتزداد درجة مقاومتها باستمرار تعرضها لتركيزات قاتلة من المبيد. فالمبيدات ذات الاثر الباقى الطويل التى تستخدم قبل الانبات او التعرض المستمر و المتكرر للمبيدات بعد الانبات يزيد من الضغط الانتخابى بالمبيد.

و على مستوى العالم يوجد حاليًا ، منها 267 نوعًا من الحشائش تأكد مقاومتها ضد مبيدات الحشائش (154 عريضه اوراق و 113 رفيعه الاوراق). و هذه الحشلئش طورت مقاومة لـ 21 من أصل 31 تشكل جميع مبيدات الحشائش والتى تمثل ايضا مقاومه ضد 165 مبيدً حشائش مختلفً. و عالميا حتى عام 2022 فقد ظهرت المقاومة لمبيدات الحشائش في 97 محصول (Heap 2022)).

و تعتبر ظاهره مقاومه الحشائش مشكله خطيره عالميا تعانى منها حوالى 72 دولة على مستوى العالم. وتشكل ظاهره المقاومه خطرا للانتاج الزراعى المستدام و تمثل تحديا للامن الغذائى إذ سوف يسبب ظاهره المقاومه الى حدوث انخفاض فعاليه مبيدات الحشائش و الذى يؤدى بدورهالى زياده تكلفه المكافحه و قله الانتاج الزراعى ومن ثم انخفاض العائد للمزارعين و المنتجين .كذلك فان لهذه الظاهره تاثيرات بيئيه و اجتماعيه اخرى حيث قد يتطلب الامر لجوء المزارعين الى استخدام مبيدات جديده قد تكون اقل امانا و اكثر تكلفه. و يعتبر حالات المقاومه الأكثر الحشائش شيوعًا فى العالم هى التى ضد مبيدات التريازين ، مثبطات انزيم ALS، والمقاومة للجليفوسات. وفيما يتعلق بالبلدان التى فيها اكثر حالات المقاومه ، فإن أعلى 10 بلدان هي الولايات المتحدة وأستراليا وكندا وفرنسا والبرازيل والصين وإسبانيا وإسرائيل واليابان وألمانيا (*et al* 2017 aninVrbnič) . و من اهم الحشائش التى اظهرت مقاومه ضد المبيدات حشائش الزمير فى القمح و عصا الخولى فى الارز. (Abdallah *et al* 2014)

بعد اكتشاف المقاومه ، لا بد من التحقق من ظهورها ، لذلك فإن النظر فى تاريخ المزرعه السابق قد يشير إلى عوامل تؤدي بالفعل إلى تطور المقاومة. و من هذه العوامل:

1. هل تم استخدام نفس مبيدات الحشائش التي لها نفس طريقه التأثير في نفس الحقل أو في المنطقة المجاوره لعدة سنوات؟
2. هل تم بنجاح مكافحه الحشائش بواسطة مبيدات الحشائش محل الاهتمام؟
3. هل لوحظ تراجع في نسبه المكافحه في السنوات الأخيرة؟
4. هل توجد حالات معروفة لمقاومة الحشائش في الحقول المجاورة والمزارع وعلى جوانب الطرق وما إلى ذلك؟
5. فيماعدا الحشائش التي لا يتم مكافحتها : هل اداء مبيد الحشائش جيد ومرضى بشكل عام على الأنواع الأخرى الحساسه ؟

و بصفه عامه هناك عوامل تؤثرفى في سرعة تكوين السلالة المقاومة للمبيد و التى ترتبط فى النهايه بزياده الانتخاب منها ما هو مرتبط بصفات الحشائش او صفات المبيد المستخدم. فمن أهم الصفات المتعلقه بالحشائش:

- ان تكون الحشائش حوليه

- إنتاج وفير من البذور
- سرعه انبات البذور و قله السكون
- عدد الاجيال فى العام
- حساسيه شديده لمبيد معين
- تكرار عالى من جينات المقاومه

واما الصفات المتعلقه بالمبيد :

- المبيد له طريقه تأثير واحده
- طريق تمثيل للمبيد شائعه
- اثر باقى طويل فى التربه
- فاعليه عاليه على مدى واسع من الحشائش
- استعمال متكرر لنفس المبيد اومبيدات لها نفس طريقه التأثير
- استخدام معدل تطبيق عالى
- قله الاعتماد على طرق المكافحه الاخرى
- الزراعه بمحصول واحد و عدم اتباع دوره زراعيه monoculture
- عدد جينات المقاومة ودرجة السيادة number of resistance
10 .تكرار جين المقاومة Resistance Gene

وهناك ثلاثة انماط معروفة للمقاومة ضد مبيدات الحشائش: (1) مقاومة منفردة ، (2) مقاومة مشتركه/عبوريه ، و (3) مقاومة متعددة. المقاومة المفردة هي عندما تكون الحشائش مقاومة لمجموعه واحد فقط من مبيدات الحشائش و / أو لها طريقة فعل واحدة (على سبيل المثال ، مقاومة الصامه للجليفوسات). أما المقاومة العبوريه فانها تحدث عندما تكون الحشائش مقاومة لواحدة أو أكثر من مجموعات مبيدات الحشائش أوالتي تنتمي إلى نفس طريقة الفعل (على سبيل المثال ، مقاومة الصامه لمبيدات حشائش السلفونيل يوريا وإيميدازولينون ، وكلاهما ينتميان إلى طريقة فعل واحده ALS inhibitors). بينما تحدث المقاومة المتعددة عندما تكون الحشائش مقاومة لمجموعتين على الأقل من مبيدات الحشائش التي تنتمي إلى طريقتين فعل مختلفه (على سبيل المثال ، مقاومة الصامه ل ALS -inhibitors و glyphosate).

و طبقا ل Heap 2019, فان هناك 3 حالات مقاومه تم تسجيلها تحت الظروف المصريه من خلال بعض الابحاث المنشوره : فى عام 1989 فى حشائش نشاش الدبان ضد مبيد paraquat و فى عام 2012 فى حشائش ابو ركبه ضد مبيد sodium bispyribac و فى عام 2009 فى حشائش الدنيبه ضد مبيد ethyl fenoxaprop (http://www.weedscience.org).

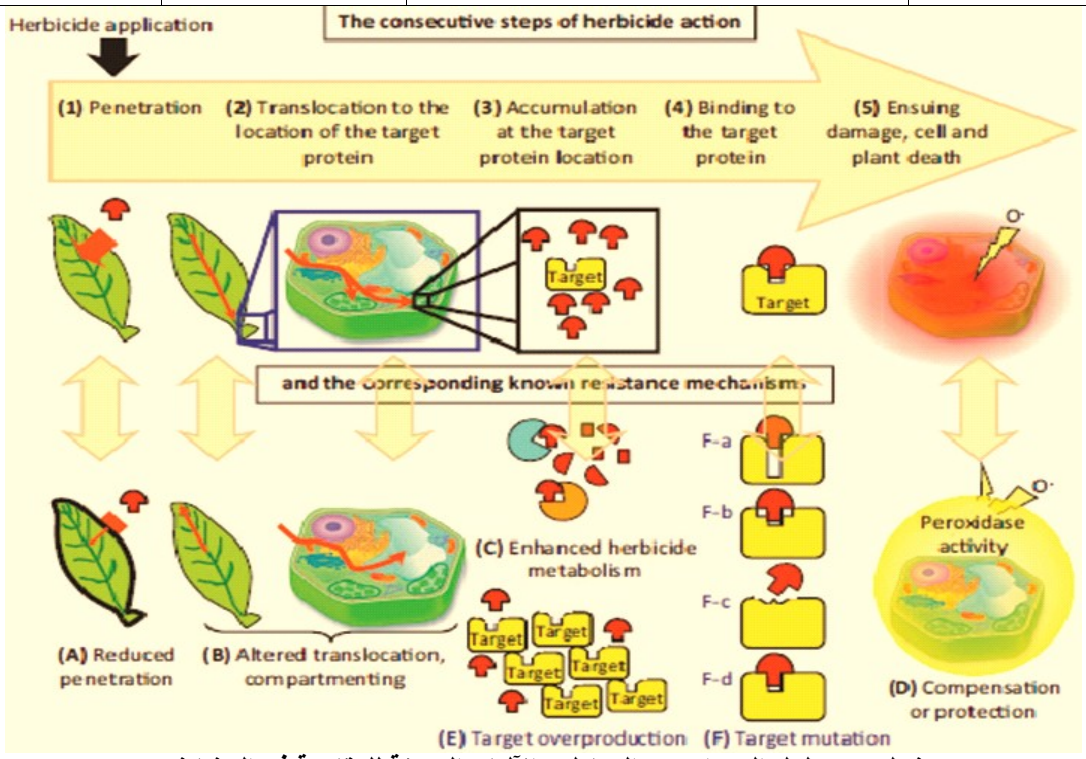
و قد تم تقسيم مبيدات الحشائش التي لها نفس طرق التأثير الى مجامع من A إلى Z (جدول 1). و قد يكون خطر تطور مقاومة مبيدات الحشائش أعلى في مجموعات معينة عن أخرى. على سبيل المثال ، المجموعات (A) و (B) هم أكثر عرضة لتكوين صفه المقاومة ضدها من المجموعات الاخرى I, L and M

جدول (1) مخاطر تطور صفه المقاومه فى الحشائش ضد مجاميع مبيدات الحشائش المختلفه

Herbicide Group	Risk	Mode of Action	Active ingredient
A	High	Inhibitors of fat synthesis) ACC'ase] acetyl CoA carboxylase] inhibitors)	Haloxyfop
A	High	Inhibitors of fat synthesis) ACC'ase] acetyl CoAcarboxylase] inhibitors)	Fluazifop-p
B	High	Inhibitors of acetolactate synthase (ALS inhibitors)	Imazapyr
B	High	Inhibitors of acetolactate synthase (ALS inhibitors)	Metsulfuron-methyl
B + M	High +Moderate	Inhibitors of acetolactate synthase (ALS inhibitors) +Inhibitors of EPSP synthase	Metsulfuron-methyl +Glyphosate
B + M	High +Moderate	Inhibitors of acetolactate synthase (ALS inhibitors) +Inhibitors of EPSP synthase	Imazapyr +Glyphosate
B + I	High +Moderate	Inhibitors of acetolactate synthase (ALS inhibitors) +Disruptors of plant cell growth (synthetic auxins)	Metsulfuron-methyl +Aminopyralid
C	Moderate	Inhibitors of photosynthesis at photosystem II (PS II inhibitors)	Atrazine

C	Moderate	Inhibitors of photosynthesis at photosystem II (PS II inhibitors)	Diuron
C	Moderate	Inhibitors of photosynthesis at photosystem II (PS II inhibitors)	Bromacil
C	Moderate	Inhibitors of photosynthesis at photosystem II (PS II inhibitors)	Simazine
C	Moderate	Inhibitors of photosynthesis at photosystem II (PS II inhibitors)	Hexazinone
C	Moderate	Inhibitors of photosynthesis at photosystem II (PS II inhibitors)	Bromoxynil
C	Moderate	Inhibitors of photosynthesis at photosystem II (PS II inhibitors)	Tebuthiuron
C + F	Moderate	Inhibitors of photosynthesis at photosystem II (PS II inhibitors) + Bleachers: inhibitors of carotenoid biosynthesis at the phytoene desaturase step (PDS inhibitors)	Bromoxynil +Diflufenican
D	Moderate	Inhibitors of microtubule assembly	Propyzamide
F	Moderate	Bleachers: inhibitors of carotenoid biosynthesis at the phytoene desaturase step (PDS inhibitors)	Diflufenican
G	Moderate	Inhibitors of protoporphyrinogen oxidase (PPOs)	Oxyfluorfen
G	Moderate	Inhibitors of protoporphyrinogen oxidase (PPOs)	Flumioxazin
G	Moderate	Inhibitors of protoporphyrinogen oxidase (PPOs)	Carfentrazone-ethyl
I	Moderate	Disruptors of plant cell growth (synthetic auxins)	2,4-D
I	Moderate	Disruptors of plant cell growth (synthetic auxins)	Dichlorprop
I	Moderate	Disruptors of plant cell growth (synthetic auxins)	Triclopyr
I	Moderate	Disruptors of plant cell growth (synthetic auxins)	Fluroxypyr
I	Moderate	Disruptors of plant cell growth (synthetic auxins)	2,4-D amine
I	Moderate	Disruptors of plant cell growth (synthetic auxins)	2,4-D ester
I	Moderate	Disruptors of plant cell growth (synthetic auxins)	2,4-D LV ester
I	Moderate	Disruptors of plant cell growth (synthetic auxins)	Dicamba
I	Moderate	Disruptors of plant cell growth (synthetic auxins)	Clopyralid
I	Moderate	Disruptors of plant cell growth (synthetic auxins)	MCPA
I	Moderate	Disruptors of plant cell growth (synthetic auxins)	Picloram
I	Moderate	Disruptors of plant cell growth (synthetic auxins)	Triclopyr +Picloram
I	Moderate	Disruptors of plant cell growth (synthetic auxins)	2,4-D +Picloram
I	Moderate	Disruptors of plant cell growth (synthetic auxins)	MCPA +Dicamba
I	Moderate	Disruptors of plant cell growth (synthetic auxins)	Picloram +Aminopyralid

I	Moderate	Disruptors of plant cell growth (synthetic auxins)	Picloram +Triclopyr +Aminopyralid
J	Moderate	Inhibitors of fat synthesis (Not ACCase inhibitors)	Flupropanate
J	Moderate	Inhibitors of fat synthesis (Not ACCase inhibitors)	2,2-DPA
L	Moderate	Inhibitors of photosynthesis at photosystem I (PSI inhibitors)	Diquat
M	Moderate	Inhibitors of EPSP synthase	Glyphosate
M	Moderate	Inhibitors of EPSP synthase	Glyphosate-trimesium
M + B	Moderate+ High	Inhibitors of EPSP synthase + Inhibitors of acetolactate synthase (ALS inhibitors)	Glyphosate +Metsulfuron-methyl
N	Moderate	Inhibitors of glutamine synthetase	Glufosinate-ammonium
O	Moderate	Inhibitors of cell wall (cellulose) synthesis	Dichlobenil
Q	Moderate	Bleachers: Inhibitors of carotenoid biosynthesis unknown target	Amitrole
Q	Moderate	Bleachers: Inhibitors of carotenoid biosynthesis unknown target	Amitrole +Ammonium thiocyanate
Z	Moderate	Herbicides with unknown and probably diverse sites of action	MSMA



شكل (1) سلوك المبيدات بعد المعامله والآليات الممكنة للمقاومة في الحشائش

Délye *et al.*, 2013 (Trends in Genetics)

جدول (2) طرق فعل أهم مبيدات الحشائش

Table 1. Summary of the known molecular modes of action of herbicides.

Physiological site	Molecular site	Herbicide class
Amino acid synthesis	EPSP synthase	Glyphosate
	Acetolactate synthase	Sulfonylureas
		Imidiazolinones
	Glutamine synthetase	Glufosinate
Photosynthesis	D-1 quinone-binding protein	Triazines
		Anilides
		Substituted ureas
		Biscarbamates
		Benzimidazoles
		Uracils
		Quinones
		Hydroxynitriles
Bleaching	Photosystem I	Bipyridyliums
		Heteropentalenes
	Protoporphyrinogen oxidase	Diphenyl ethers
		Oxadiazoles
		N-phenyl imides
Lipid synthesis	Acetyl-CoA carboxylase	Aryloxyphenoxy propionates
		Cyclohexanediones
Carotenoid synthesis	Phytoene desaturase	Substituted pyridazinones
		Fluridone
		m-Phenoxybenzamides
		4-Hydroxypyridines
	Lycopene cyclase	Aminotriazole
	ζ-Carotene desaturase	Dichlormate
	IPP isomerase and/or prenyl transferase	Isoxazolidinones
Cell division	β-Tubulin	Dinitroanilines
		Phosphoric amides
Cellulose synthesis	Cellulose synthase?	Dichlobenil
Folate synthesis	Dihydropteroate synthase	Asulam

أليات/ ميكانيكيه المقاومه ضد مبيدات الحشائش

كما فى شكل (1) فانه يمكن تصنيف آليات مقاومة الحشائش ضد مبيدات الحشائش الى:

1. مقاومه نتيجه حدوث تغيير فى الموقع المستهدف (مكان التأثير) target site resistance mechanism, ، يرجع ذلك إلى حدوث تغيير في تركيب الموقع المستهدف (طفرات وراثيه او زياده فى انتاج جزيئات البروتين المستهدف)، ومن ثم لن يستطيع مبيد الحشائش أن يرتبط بمكانه الطبيعي الذي يؤثر فيه، مما يسمح لحشائش أن ينجو ويظل حيا بعد المعاملة بالمبيد
2. مقاومة نتيجه عوامل ليست متعلقه بمكان التأثير non-target site resistance mechanism و التى تحدث نتيجه حدوث تمثيل حيوى للنبات او انخفاض فى انتقال المبيد الى مكان التأثير اوانعزال المبيد فى الفجوه العصاريه

الطرق الجديثه فى الكشف المبكر عن مقاومه الحشائش لفعل المبيدات

الخطوة الأولى للحد من نشوء المقاومة فى الحشائش وإدارتها بكفاءة هو الاكتشاف المبكر. الجدول (3) يبين أهم الطرق و الوسائل الحديثه المتبعه فى الكشف عن مقاومه الحشائش (Tataridas 2022 *et al*). في الجدول 3 ، تم عرض العديد من الاختبارات التشخيصية السريعة الممكن اجراؤها في المزرعة للكشف عن المقاومة ضد مبيدات الحشائش للمساعدة في فحص الحشائش المفترض مقاومتها لمبيدات الحشائش. تتطلب بعض الاختبارات أن تظل الظروف البيئية مستقرة للحصول هلى نتائج صحيحة ، بينما يتطلب الاختبارات الاخرى مستحثات وتقنيات متطورة جدل للحصول على نتائج أكثر دقه.

جدول (3) طرق الكشف المبكر عن مقاومه الحشائش لفعل المبيدات

.Indicative tools and methods for early weed detection

Method	Description	Testing	Plant tissue	Plant species examined
Seed testing through competitive allele specific polymerase chain reaction	A novel identification assay to detect *Amaranthus palmeri* in seed lots by using single nucleotide polymorphism genetic-based tests.	Laboratory	Seed	*Amaranthus palmeri*
Real-time recombinase polymerase amplification assay	Use of recombinase polymerase amplification (RPA) technology to identify silver leaf nightshade in 1 h.			*Solanum elaeagnifolum*
Hyperspectral classification of *Cyperus esculentus*	Use of hyperspectral reflectance values to discriminate between yellow nuts edge and other weeds belonging to Cyperaceae family.	Laboratory/ field	Seed/ leaves	*Cyperus Esculentus*
Q-bank	An online database that includes image-driven identification keys for several	Laboratory/ field	Leaf	>100 species
		— seedlig/ leaf	Seed/	

. Indicative non-destructive tools, methods, techniques, and applications for rapid herbicide resistance screening

Type of test/ screening	Testing	Description	Plant tissue	Resistance mechanism screened	Herbicides screened for putative resistance	Assays for comparison and validation	Plant species examined
Leaf-disk assay	Laboratory	Seedlings are placed in microplates and are exposed to variant doses of herbicide solutions. Herbicide stress is measured after 48 h according to F_v/F_m ratio, which is an indicator of the photosynthetic efficiency of the plant tissue.	Leaf disk	—	Fomesafen (PPO inhibitor)	Whole plant spray	*Amaranthus palmeri*
					Glyphosate (EPSPS inhibitor)		*Amaranthus tuberculatus*
					Dicamba (synthetic auxin)		*Eleusine indica*
							Bassia scoparia
Raman spectroscopy	Laboratory/ field	Seedlings treated with glyphosate are screened for putative resistance based on observed vibrational bands that are recorded 24 and 48 h after application, by using a handheld spectrometer.	Leaf	—	Glyphosate (EPSPS inhibitor)	Dose–response assays (GR_{50}) EPSPS gene expression	*Amaranthus palmeri*
Agar-based assay	Laboratory	Test kit in containers with herbicide-containing agar to measure the seedling growth after 1 week.	Seed	—	Clethodim (ACCase inhibitor) Glyphosate (EPSPS inhibitor)	Dose response assays Seed dormancy Stability of	*Lolium rigidum*

					Pyroxasulfone (Elongase inhibitor)	herbicides in agar	
Agar bioassay sensitivity test	Laboratory	A quick agar-based test to screen putative herbicide resistance populations in 12 days.	Seed	—	Cinmethylin (fatty acid thioesterases inhibitor)	Whole plant pot bioassay	*Alopecurus myosuroides*
					Flufenacet (cell division inhibition)		
Next-generation sequencing-targeted amplicon sequencing (NGS-TAS)	Lab	Detection of amino acid polymorphisms and mutations by using targeted amplicon sequencing.	Seed/ leaf	TSR	Imazethapyr (ALS inhibitor)	—	*Ambrosia artemisiifolia*
					Linuron (ALS inhibitor)		
Thermal infrared imagery	Field	Use of thermal images to capture the canopy temperature on weeds that were on early growth stage, 4 days after glyphosate application.	Leaves	—	Glyphosate (EPSPS inhibitor)	—	*Ambrosia artemisiifolia* *Amaranthus rudis* *Kochia scoparia*
					Herbicides		
Type of test/ **screening**	Testing	Description	Plant tissue	Resistance mechanism screened	screened for putative resistance	Assays for comparison and validation	Plant species examined
Spectral reflectance indices	Laboratory	Use of spectral weed indices to record canopy spectral reflectance 72 h after glyphosate application.	Leaves	—	Glyphosate (EPSPS inhibitor)	—	*Ambrosia artemisiifolia* *Amaranthus rudis* *Kochia scoparia*
Weed PAM	Laboratory/ Field	Use of a chlorophyll fluorescence imaging sensor to measure maximum photosynthesis efficiency F_v/F_m 5 days after treatment	Leaf	—	ACCase, ALS and PS II inhibitors	Whole plant bioassays	*Alopecurus myosuroides*
Root length in growth pouches	Laboratory	Use of growth pouches to measure the root and shoot lengths of the weed 6 days after incubation in a herbicide solution.	Seed	—	ACCase, ALS, PSII, GS, and EPSPS inhibitors	Whole plant bioassays Dose response	*Echinochloa* spp.
Excised leaf assay	Laboratory	Measurement of herbicide metabolism by measuring the herbicide degradation rates	Leaf	NTSR	Mesotrione (HPPD inhibitor) Primisulfuron (ALS inhibitor)	—	*Amaranthus tuberculatus*

استراتيجية التغلب على المقاومة لمبيدات الحشائش (اداره مقاومه الحشائش لفعل المبيدات)

يجب أن تشمل استراتيجيه اداره الحشائش المقاومه جميع التدابير الوقائية والزراعيه والميكانيكية والكيميائية المتاحة لمكافحة الحشائش بطريقة فعالة وآمنة وفعالة و غير مكلفه و تشمل هذه التدابير كلا من : (أ) حصر نباتات الحشائش الموجوده حاليا ؛ (ب) منع إنتاج بذور الحشائش وتقليل المخزون من البذور فى التربة seed bank ؛ (ج) منع انتقال البذور والاجزاء الخضريه من حقل إلى حقل أو من حواف الحقل (د) إبقاء الأراضي خالية من الحشائش قدر الإمكان ؛ (هـ) زراعه بذور نظيفه و نقيه من المحاصيل ؛ (و) زراعة المحاصيل التنافسية القادرة على المنافسه مع الحشائش ؛ (ز) إتلاف بذور الحشائش في المواد النباتيه ما بعد الحصاد (Integrated Harrington Seed Destructor) ؛ (ح) استخدام التدابير الميكانيكية والفيزيائية كلما امكن ؛ (ط) استخدام مبيدات الحشائش ذات طرق الفعل المختلفة مع استخدام مخاليط المبيدات ؛ (ي) استخدام معدل مبيدات الحشائش الموصى به لعدد معين من عشائر الحشائش ؛ (ك) اتباع الدوره الزراعيه التي تسمح باستخدام مبيدات الحشائش ذات طريقه الفعل المختلفه (Norsworthy *et al* 2012).

المراجع

- Ibrahim Abdallah, Alejandro Garcia, and Albert Fischer) 2014 :(Ricefield bulrush) *Schoenoplectus mucronatus*) L (.Palla (evolved multiple resistance to propanil and bensulfuron herbicides. Journal of Biological and Chemical Research. 2: 788-799 .
- Christophe Délye, Marie Jasieniuk, Valérie Le Corre (2013): Deciphering the evolution of herbicide resistance in weeds. Trends in Genetics, (29):11, 649-65. https://doi.org/10.1016/j.tig.2013.06.001
- Heap, I. (2022). The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. www.weedscience.org (Accessed 31 October 2022).
- HRAC Herbicide Resistance Action Committee (2022) available at https://hracglobal.com/
- International Herbicide-Resistant Weed Database. Available at https://www.weedscience.org
- Rick S. Llewellyn, Robert L. Nichols, Theodore M. Webster, Kevin W. Bradley, George Frisvold, Stephen B. Powles, Nilda R. Burgos, William W. Witt, and Michael Barrett (2012): Reducing the risks of herbicide resistance: Best management practices and recommendations. Weed Science. 12 (Special Issue):31-62
- Oerke, E. C. (2006): Crop losses to pests, Journal of Agricultural Science. 144: 31-43.
- Rao, S. (2000): Principles of weed science 2nd ed. New York: Science Publishers, 526 p.
- Tataridas A, Jabran K, Kanatas P, Oliveira RS, Freitas H, Travlos I. 2022)): Early detection, herbicide resistance screening, and integrated management of invasive plant species: a review. Pest Management Science. doi: 10.1002/ps.6963.
- Vrbničanin, S. , Pavlović, D. , Božić, D. . Weed Resistance to Herbicides. In: Pacanoski, Z. , editor. Herbicide Resistance in Weeds and Crops . London: Intech Open; 2017. Available from: https://www.intechopen.com/chapters/55149 doi: 10.5772/6797

Zaki, M.A. (2000). Identification and control of important weeds in Egypt. AlAhram commercial Press Kalyoub. Pp:266