

● توصیه اصولی علف‌کش

فرشید نورالوندی | دکتری علوم علف‌های‌هرز، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

چکیده

علف‌کش‌ها، مهم‌ترین ابزار کنترل علف‌های‌هرز و جزء جدایی‌ناپذیر برنامه‌های مدیریت تلفیقی آن‌ها هستند. کاربرد علف‌کش‌ها برای کنترل علف‌های‌هرز مزایایی به همراه دارد که برخی از آن‌ها عبارتند از: کارایی بالا در کنترل علف‌های‌هرز، سهولت و راحتی کاربرد، انعطاف‌پذیر بودن با سایر عملیات مدیریت مزرعه و مقرون به صرفه بودن. تأکید بیش از حد بر استفاده از علف‌کش‌ها و عدم کاربرد مدیریت شده آن‌ها باعث ایجاد مشکلاتی از جمله بروز مقاومت در علف‌های‌هرز، آلودگی محیط زیست و تهدید سلامت انسان می‌شود. کاربرد مدیریت شده علف‌کش‌ها برای بهره‌بردن از فواید آن‌ها و به حداقل رساندن آثار جانبی منفی، ضروری است. انتخاب علف‌کش مناسب، اولین قدم در جهت به ثمر نشاندن یک برنامه موفق کنترل شیمیایی علف‌های‌هرز است. در این مقاله با تلفیق اصول تجربی و علمی، یک چارچوب ساده برای انتخاب و توصیه علف‌کش مناسب به کشاورز ترسیم شده است. کلمات کلیدی: اختلاط علف‌کش، پنجره زمانی کاربرد، تناوب مصرف، فلور علف‌هرز، هزینه کنترل.

مقدمه

از زمان معرفی اولین علف‌کش‌های سنتزی در دهه ۴۰ میلادی، همواره یک روند افزایشی در مصرف آن‌ها مشاهده شده است. این روند افزایشی در سالیان اخیر نیز حفظ شده به نحوی که افزایش ۵۰ درصدی در مصرف علف‌کش‌ها در یک بازه زمانی ۱۰ ساله مشاهده شده است. مصرف علف‌کش‌ها در کشورهای جهان سوم حتی با شیب تندتری رو به افزایش است. خسارت علف‌های‌هرز بر محصول در بازه‌های زمانی خاصی بیشتر است. در نتیجه وجود یک برنامه زمان‌بندی شده مدیریتی، برای حذف یا به حداقل رساندن تداخل (Interference) گیاه زراعی - علف‌هرز ضروری است. عملیات وجین دستی علف‌های‌هرز زمان‌بر بوده و غالباً دسترسی مناسب به نیروی انسانی در زمان اضطراری دشوار است. این چالش‌ها در سوق دادن هر چه بیشتر کشاورزی به سمت استفاده از علف‌کش‌ها نقش دارد.



توجهات جهانی به حفظ منابع، خاک و انرژی در سالیان اخیر افزایش یافته است. این موضوع در بخش کشاورزی نیز جلوه نموده و به صورت مستقیم و غیرمستقیم روش‌های مدیریت علف‌های هرز را دستخوش تغییراتی کرده است. برای مثال در کشور ما به دلیل محدودیت‌های روزافزون منابع آبی، روش‌های کشت مستقیم برنج، ترویج و توصیه شده است. در این شرایط به دلیل عدم امکان استفاده از غرقاب به‌عنوان مهم‌ترین روش کنترل علف‌های هرز در برنج، تنوع و تراکم علف‌های هرز مزرعه افزایش یافته و اتکا بیشتری بر استفاده از علف‌کش خواهد بود. همچنین در روش‌های کشت‌های بدون خاک ورزی که امروزه بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته‌اند، استفاده از عملیات خاک‌ورزی و شخم به‌عنوان مهم‌ترین ابزار مدیریت علف‌های هرز در زراعت‌های نوین مقدور نبوده و در این شرایط عملاً غیر از علف‌کش‌ها گزینه دیگری برای مدیریت علف‌های هرز در دسترس نیست.

تا به امروز ۱۱۸ علف‌کش در کشور ثبت شده است. سالیانه ۳۵-۳۰ هزار تن آفت‌کش در کشور مصرف می‌شود.

از این میزان حداقل ۱۲ هزار تن آن علف‌کش است که در سطحی بالغ بر هفت میلیون هکتار استفاده می‌شود. بیشترین میزان مصرف از نظر حجمی به علف‌کش‌های پاراکوات (Gramoxone®, SL 200, Syngenta) و گلایفوسیت (Roundup®, SL 410, Monsanto) با مقدار حدود ۳۵۰۰ تن و از نظر سطح سمپاشی به تری‌بنورون‌متیل (Granstar®, DF 750, Dupont) با سطحی در حدود ۱/۴ میلیون هکتار اختصاص دارد. این داده‌ها نشان از اهمیت علف‌کش‌ها به‌عنوان یکی از مهم‌ترین نهاده‌های کشاورزی با گردش مالی بسیار زیاد دارد. بدون علف‌کش‌ها، مدیریت علف‌های هرز در بسیاری از محصولات کشاورزی با چالش اساسی مواجه بوده و در برخی موارد حتی ناممکن خواهد بود.

اهمیت علف‌کش‌ها برای تولید محصولات کشاورزی غیر قابل انکار است، اما نباید از نقش دانش و تخصص در به حداکثر رساندن بهره‌وری ناشی از کاربرد آن‌ها غافل شد. علی‌رغم اینکه گاهی توصیه و کاربرد یک علف‌کش در ظاهر موضوعی ساده به نظر می‌رسد، این مهم در عمل با کاستی‌ها و اشتباهات زیادی همراه است. این نواقص، عمدتاً در سطوح انتخاب علف‌کش مناسب و سپس کاربرد آن به وجود می‌آید. در این مقاله سعی شده است که برخی از جنبه‌های مرتبط با انتخاب و توصیه یک علف‌کش مناسب با نگاهی علمی و عملی بیان شود.



تعیین نوع محصول

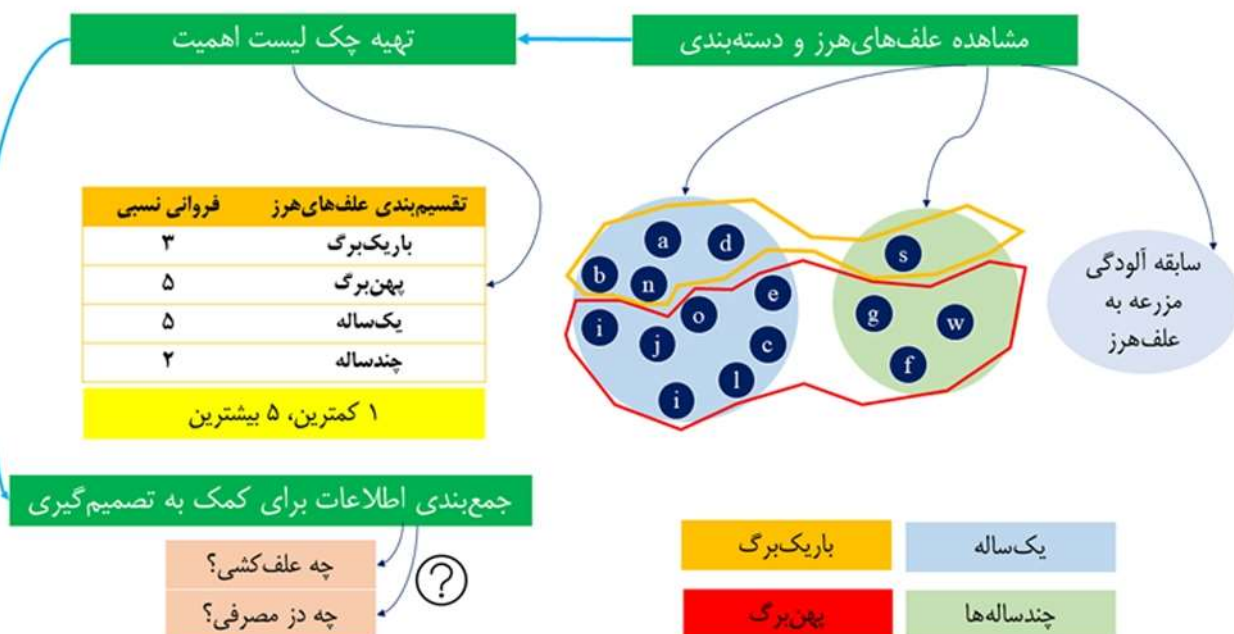
ببینید محصول کشاورز چیست و چه علف‌کش‌هایی برای آن ثبت و توصیه شده است. فهرست علف‌کش‌های ثبت و توصیه شده به وسیله سازمان حفظ نباتات برای محصولات زراعی و باغی روی وبسایت آن قابل دسترسی است (<https://ppo.ir>). هیچ وقت یک علف‌کش را صرفاً براساس تجربه شخصی خود، توصیه مقالات، توصیه در شبکه‌های اجتماعی و ... بدون اطلاع از وضعیت ثبت آن برای محصول توصیه و مصرف نکنید؛ این کار خلاف قوانین است. برچسب علف‌کش را مطالعه کنید؛ محصولات ثبتی و دز مصرف علف‌کش بر روی آن نوشته شده است. در تشخیص نوع محصول دقیق عمل کنید. فقط اینکه محصول ذرت (*Zea mays L.*) است، کافی نیست! ممکن است حتی میان واریته‌های مختلف در پاسخ به علف‌کش تفاوت مشاهده شود. نیکوسولفورون (Cruz®, OD 40, Bießerfeld) مهم‌ترین علف‌کش دومنظوره کشور برای کنترل علف‌های هرز ذرت است، اما قابل مصرف در اغلب رقم‌های ذرت شیرین نیست.

در نظر داشته باشید که فقط نگاه کردن به فهرست سموم مجاز کشور و توصیه برای محصول کافی نیست. شرایط کاربرد و موارد خاص را در نظر داشته باشید. برای مثال چگونه ممکن است برای یونجه (*Medicago sativa L.*)، گلایفوسیت که یک علف‌کشی عمومی است مجاز باشد؟ استفاده از گلایفوسیت فقط زمانی برای یونجه مجاز است که علف‌هرز سسی زراعی (*Cuscuta campestris*) کم و بیش کل مزرعه را آلوده کرده و کنترل لکه‌ای آن هم اثربخشی مطلوبی ندارد. نکته دیگر مربوط به دز توصیه شده در این شرایط است. در شرایط معمول این علف‌کش با دز ۱۲-۴ لیتر در هکتار توصیه شده است، اما در این شرایط خاص که بیان شد، دز کاربرد ۷۳۰-۳۶۶ میلی‌لیتر در هکتار است. پس عجلانه عمل نکرده و خوب به شرایط کاربرد توجه کنید.

ارزیابی فلور علف‌هرز

چه علف‌های هرزی در مزرعه وجود دارد؟ فراوانی آن‌ها به چه صورت است؟ آیا می‌توان آن‌ها را در دسته‌بندی‌های به خصوصی قرار داد؟ اغلب لازم نیست به عنوان متخصص گیاه شناسی علف‌های هرز را در سطح جنس و گونه شناسایی کنید. آن‌ها را براساس چرخه زندگی (یک‌ساله و چندساله)، ریخت‌شناسی (پهن‌برگ و باریک‌برگ)، زمان رویش (پاییزه و تابستانه) و یا به هر صورت دیگری که عملاً در انتخاب علف‌کش مناسب کمک می‌کند، تقسیم‌بندی کنید. فراوانی نسبی آن‌ها را در مزرعه براساس یک مقیاس دلخواه و قراردادی (مثلاً ۱-۵ به صورتی که یک کمترین و پنج بیشترین است) نمره دهید (شکل ۱).

معمولاً در مورد علف‌کش‌های پس‌رویشی فرصت کافی برای بازدید و ثبت فلور مزرعه پس از رویش علف‌های هرز وجود دارد. در مقابل برای علف‌کش‌های پیش‌رویشی چنین چیزی امکان‌پذیر نیست. در این مورد به تاریخچه فلور مزرعه مراجعه کنید. از کشاورز پرسید در گذشته بیشتر چه علف‌های هرزی در دسرساز بوده‌اند. در بسیاری از موارد تشخیص فلور علف‌هرز در سطح خانواده هم در توصیه علف‌کش مناسب کمک می‌کند، اما برخی موارد باید دقیق‌تر عمل کنید. کشاورز ادعا می‌کند علی‌رغم کاربرد باریک‌برگ‌کش اختصاصی در پیاز، همچنان باریک‌برگ‌ها در مزرعه مشکل ساز هستند. بازدید از مزرعه نشان می‌دهد مشکل کشاورز باوایارسلام (*Cyperus spp.*) است که شباهت کلی با علف‌های هرز باریک‌برگ دارد. سعی کنید حداقل اطلاعات پایه از زیست‌شناسی علف‌های هرز داشته باشید.



شکل ۱- ارزیابی فلور علف‌هرز مزرعه و دسته‌بندی آن‌ها

دیفلوفنیکان + ایمن کننده (Othello®, OD 82.5) را پیشنهاد کند. اما آیا گزینه ارزان‌تری که مشکل را حل کند وجود ندارد؟ توجه کنید معمولاً هر علف‌کشی که در بازار وجود دارد، مصرف آن با خود فلسفه‌ای به همراه دارد! ببینید ضرورت کاربرد یک علف‌کش گران قیمت چیست.

یک نکته کلیدی در برآورد هزینه توجه به «هزینه در واحد سطح» است، نه قیمت واحد کالا. ممکن است قیمت هر کیلوگرم در لیتر از یک علف‌کش بالا باشد، اما دز مصرف آن در هکتار پایین بوده و مصرف آن اقتصادی باشد. در مقابل ممکن است یک کالا که از قیمت واحد پایین دارد، دز مصرف آن در هکتار بالا بوده و در نتیجه هزینه در واحد سطح برای آن افزایش می‌یابد. به علاوه اگر کاربرد یک علف‌کش نیاز به شرایط خاص دارد که مستلزم هزینه اضافی است (مثلاً نیاز به مصرف ادجوانت اختصاصی یا فن‌آوری کاربرد خاص)، آن را نیز در نظر داشته باشید. همچنین می‌توانید سایر روش‌های کنترل علف‌های هرز را نیز در برآورد هزینه در نظر گرفته، آن را از نظر اقتصادی با کاربرد علف‌کش مقایسه کرده و سپس توصیه نهایی را انجام دهید.

برآورد کارایی - هزینه؛ تعریف یک چارچوب ساده

همه تا حدودی با مفهوم هزینه - فایده کردن آشنا هستیم. در توصیه اغلب نمی‌توان فقط به هزینه‌ها یا به کارایی تکیه کرد. معمولاً به دنبال آن هستیم که بدانیم با صرف هر واحد هزینه چه چیزی به دست می‌آوریم. هدف از این بخش ترسیم یک چارچوب ساده مفهومی از این اصل برای کمک به تصمیم‌گیری است. چارچوب پیشنهاد شده در این بخش انعطاف‌پذیر بوده و شما می‌توانید بسته به شرایط و اطلاعات خود تغییراتی در آن ایجاد کنید. سعی کنید که تغییرات در راستای ساده سازی بیشتر باشد. دقت خروجی‌ها مهم است، ولی این موضوع الزاماً با پیچیدگی به دست نمی‌آید.

با توجه به نوع محصول گزینه‌های علف‌کشی در دسترس را فهرست کنید. فرض کنید علف‌کش‌های A، B، C و D با این شرایط منطبق است. اطلاعات در مورد فلور علف‌های هرز را هم که در قسمت قبل به آن تأکید شد، مد نظر قرار دهید. فرض کنید علف‌های هرز را به صورت باریک‌برگ‌ها و پهن‌برگ‌ها دسته بندی نموده و بسته به فراوانی، به ترتیب نمره اهمیت ۳ و ۵ (از ۵) را به آن‌ها اختصاص داده‌اید (شکل ۱). در مرحله بعد به کارایی علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک برگ نمره دهید. توجه داشته باشید که منظور از حروف لاتین اشاره شده همواره یک کالا به تنهایی نیست، بلکه ممکن است ترکیبی از علف‌کش‌ها نیز باشد. برای مثال ممکن است A و B ترکیبی از علف‌کش‌های پهن‌برگ‌کش و باریک‌برگ‌کش و C و D علف‌کش‌های دومنظوره باشند. برای دادن نمره فنی و احتساب هزینه‌ها این موضوع را در نظر داشته باشید. سپس برآیند نمره کیفی را برای هر علف‌کش محاسبه کنید (شکل ۲).

در گام بعدی، از یک سو فهرست علف‌کش‌های ثبت و توصیه شده برای محصول و از سوی دیگر علف‌های هرز مهم مزرعه را در نظر گرفته و علف‌کشی را انتخاب کنید که نه تنها برای محصول ایمن است، بلکه از طیف تأثیر مناسبی روی علف‌های هرز مهم برخوردار است. کافی نیست برای کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ گندم فقط باریک‌برگ‌کش توصیه کنید. کلودینافوپ پروپازریل (Topik®, EC 80, Syngenta) باریک‌برگ‌کش است، اما جودره (*Hordeum spontaneum koch*) و چاودار (*Secale cereale L.*) را کنترل نمی‌کند، اگرچه هر دو باریک‌برگ هستند. تری بنورون متیل رایج‌ترین پهن‌برگ‌کش کشور برای کنترل علف‌های هرز گندم (*Triticum aestivum L.*) و جو (*Hordeum vulgare L.*) است اما خیلی از علف‌های هرز پهن‌برگ مانند ارشته خطایی (*Lepyrodictis holosteoides* (C.A. Mey.) Fenzl ex) را کنترل نمی‌کند. لازم است طیف تأثیر علف‌کش‌ها را بدانید و بعد توصیه کنید.

غربال گزینه‌های قابل دسترس در بازار

برای انتخاب علف‌کش مناسب و توصیه آن به کشاورز صرفاً کتابی عمل نکنید! نام بردن از یک علف‌کش که در مقالات خوب و مؤثر گزارش شده است، کافی نیست. آیا اصلاً آن علف‌کش در بازار موجود است؟ پنوکسولام (Rizolan®, SC 240, Dow AgroSciences) که یک علف‌کش از خانواده بازدارندگان سنتز آنزیم استولاکتات سینتاز (ALS inhibitors) است، چندین سال پیش برای کنترل طیف وسیعی از علف‌های هرز برنج (*Oryza sativa L.*) در کشور ثبت شد. علف‌کش تاپرامزون (Clio®, SC 297, BASF) نیز برای کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ ذرت به کشور معرفی شد. هیچکدام از این علف‌کش‌ها در بازار وجود ندارند. در واقع بسیاری دیگر از علف‌کش‌هایی که تاکنون در سطح تحقیقات و یا در فهرست علف‌کش‌ها مشاهده کرده‌اید، در بازار موجود نیستند. این موضوع دلایل متفاوتی دارد از جمله: عدم واردات کالا پس از ثبت یا واردات محدود آن در برخی سال‌ها و توزیع در مناطق خاص. علف‌کش بنزوویل پروپ اتیل (Suffix®, EC 200) کارایی خوبی در کنترل جودره داشته است، اما سال‌ها است که در بازار موجود نیست. لازم است متخصصان و دانشجویان بخش کشاورزی ارتباط کافی با بازار سموم داشته باشند. کشاورز به متخصص آشنا به وضعیت بازار اعتماد بیشتری دارد.

برآورد هزینه

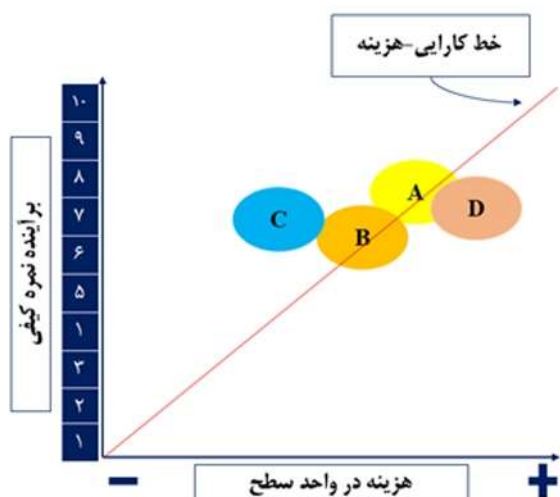
کشاورز زمانی پذیرای توصیه شما است که کاربرد علف‌کش پیشنهاد شده مقرون به صرفه باشد. کشاورزی یک بنگاه اقتصادی است و کشاورز به دنبال بیشترین بهره‌وری اقتصادی در برابر کمترین هزینه ممکن است. فرض کنید یک مزرعه گندم را بازدید می‌کنید. مشکل اصلی کشاورز با علف‌های هرز پهن‌برگ خاکشیر معمولی (*Descurainia sophia Webb ex Prantl*)، ماهوشاه (*Malcolmia africana* (L.) W.T.Aiton) و خردل وحشی (*Sinapis arvensis L.*) و علف‌هرز باریک‌برگ یولاف وحشی (*Avena ludoviciana durieu*) است. زمانی که چندین گزینه مناسب وجود دارد شما کدام علف‌کش را پیشنهاد می‌کنید؟ ممکن است یک کارشناس به فهرست نگاه کرده و علف‌کش دومنظوره شرکت Bayer Crop Science، یدوسولفورون متیل سدیم + مزوسولفورون متیل +



شکل ۲- محاسبه نمره کیفی علفکش

گزینه‌ها از کارایی مطلوب‌تری برخوردار نیست اما هزینه در واحد سطح بیشتری دارد. در مقابل علفکش C ضمن این که از کارایی مناسبی برخوردار است، قیمت مناسبی هم دارد. همیشه محل قرارگیری علفکش‌ها در فضای نمودار کارایی - هزینه در واحد سطح تا این اندازه فشرده و نزدیک به هم نبوده و در آن شرایط تصمیم‌گیری در مورد بهترین انتخاب آسان‌تر است. شما می‌توانید بسته به شرایط تحلیل خود را از موضوع داشته باشید. ممکن است برای یک کشاورز هزینه و برای دیگری کیفیت محور تصمیم‌گیری باشد. برای تصمیم‌گیری در رابطه با بهترین انتخاب، همه مسائل و

برای هر علفکش هزینه در واحد سطح را محاسبه کنید (شکل ۳). از قیمت واحد و دز علفکش در واحد سطح برای این منظور استفاده کنید. حال یک محور مختصات ترسیم کنید که محور عمودی آن برآیند نمره کیفی و محور افقی هزینه در واحد سطح باشد (شکل ۳). از برآیند نمره فنی (۷) و هزینه در واحد سطح (X) علفکش‌ها، برای نمایش دادن نسبت هزینه به کارایی آن‌ها در محور مختصات استفاده کنید. می‌توانید این کار را بر روی یک کاغذ انجام دهید. آرایش علفکش‌ها را در فضای محور مختصات مشاهده کنید (شکل ۳). ببینید کدام علفکش برای شما بیشترین بهره‌وری را به دنبال دارد. در این مثال به نظر می‌رسد علفکش D علی‌رغم اینکه نسبت به سایر



علفکش	قیمت واحد	دز مصرف در واحد سطح	هزینه در واحد سطح
A	X1	D1	X1D1
B	X2	D2	X2D2
C	X3	D3	X3D3
D	X4	D4	X4D4

علفکش	برآینده نمره کیفی
A	۷/۸۷۵
B	۷
C	۷/۷۵
D	۷/۶۲۵

شکل ۳- روش برآورد نسبت کارایی - هزینه علفکش

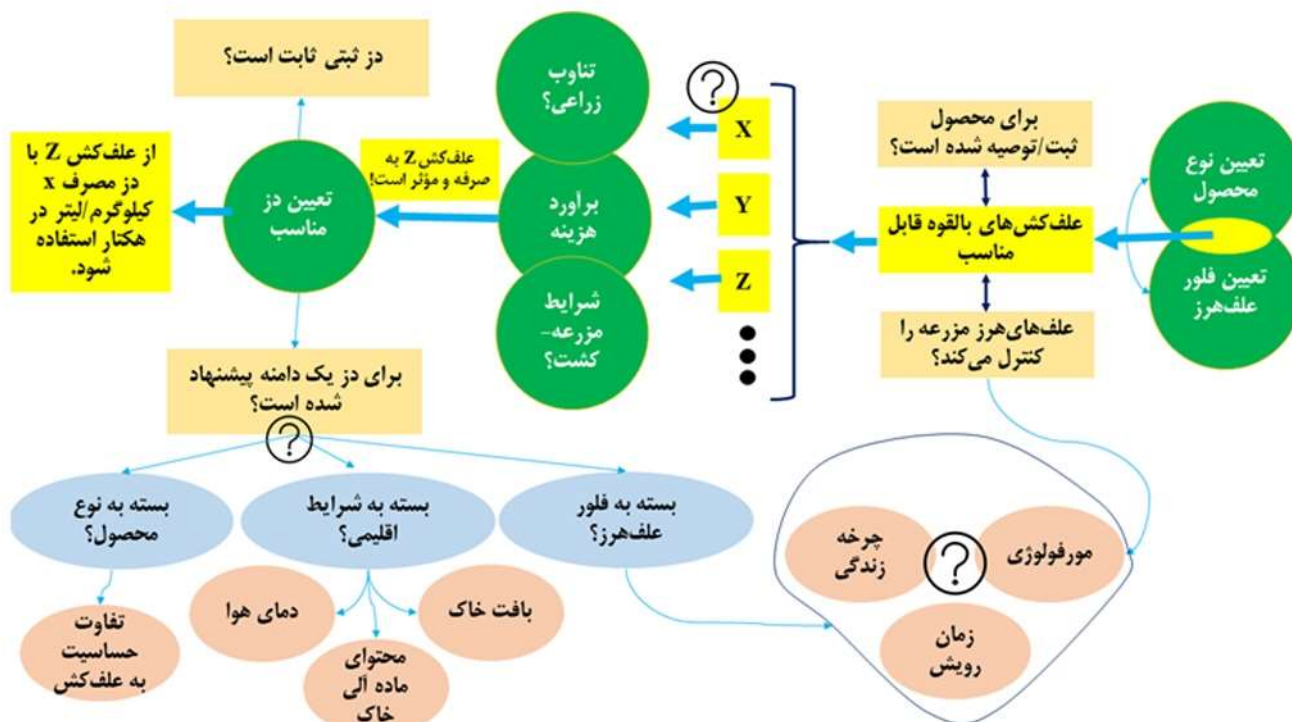
در زمان ثبت کالا نیز سازمان حفظ نباتات براساس دز پیشنهاد شده از سوی مالک کالا، آزمایش‌های تکمیلی انجام داده و دز ثبتی کالا را برای کشور اعلام می‌کند. توصیه کنندگان و کاربران موظف به رعایت این دز هستند. مسئولیت عواقب عدم کارایی سم و یا ایجاد گیاه‌سوزی بر روی محصول در شرایط کاربرد دز اشتباه بر عهده فرد توصیه کننده بوده و هیچ مسئولیتی متوجه شرکت تولید کننده یا وارد کننده نمی‌باشد.

برای برخی از سموم، یک دامنه از دز پیشنهاد شده است. این موضوع بیشتر در رابطه با سایر آفت‌کش‌ها (حشره‌کش‌ها، کنه‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها) دیده می‌شود. در جایی که برای یک علف‌کش دامنه‌ای از دز پیشنهاد شده علت را بررسی کنید. مراجعه به دستورالعمل سازمان حفظ نباتات می‌تواند مفید باشد. دز توصیه شده علف‌کش اتوکسی سولفورون + تریافامون (Council®, Bayer AG)، ۱۰۰-۱۵۰ گرم در هکتار است و دز بالاتر برای مواقعی است که تراکم علف‌های هرز به خصوص چندساله‌ها زیاد باشد. علف‌کش فلوازیفوپ پی بوتیل (Fusi-lade Forte®, Syngenta, ۱۵۰) با دز یک لیتر در هکتار برای مناطق جنوبی کشور و در سایر مناطق با دز ۱/۵ لیتر در هکتار توصیه شده که به دلیل تفاوت کارایی علف‌کش، بسته به دمای هوا است.

محدودیت‌های موجود را در نظر بگیرید. این محدودیت‌ها حتی آن دسته از مواردی که ممکن است بعداً و در مرحله اجرا نمایان شوند را نیز در بر می‌گیرد. برآورد هزینه مهم است اما شرط کافی نیست. گاهی اوقات چاره‌ای به جز کاربرد یک علف‌کش، هر چند که خیلی گران باشد نیست. کاربرد علف‌کش پایریدیت (Lentagran®, EC 600, Syngen-) برای کنترل علف‌های هرز نخود ایرانی (Cicer arietinum L.) در عمل به اندازه وجین دستی هزینه‌بر است، ضمن اینکه زمانی که وجین انجام شود مزرعه پاک‌تر شده و تنش ناشی از کاربرد علف‌کش را نیز وجود ندارد. اما موضوعی که به‌خصوص در سالیان اخیر برای کشاورزی مسئله‌ساز شده است، کمبود نیروی کارگری است. در نتیجه گاهی اوقات با علم به گران بودن کاربرد علف‌کش، به دلیل سایر محدودیت‌های موجود، رفتن به استقبال آن اجتناب‌ناپذیر است. در رابطه با سایر شرایط مرتبط با مزرعه و کشاورز که در انتخاب و توصیه علف‌کش نقش زیادی دارند در ادامه توضیح داده شده است.

تعیین دز کاربرد

تعیین دز مناسب علف‌کش به اندازه انتخاب خود علف‌کش اهمیت دارد (شکل ۴). دز نامناسب کاربرد علف‌کش، شکست در کنترل شیمیایی علف‌های هرز (دز کاهش یافته) یا ایجاد گیاه‌سوزی در محصول (دز افزایش یافته) را در پی دارد. توجه کنید انتخاب دز کاربرد موضوعی دلخواه نبوده و تابع ضوابط قانونی است. دز توصیه شده در زمان کشف و توسعه علف‌کش، توسط شرکت اصلی سازنده براساس آزمایش‌های دقیق و علمی، برای مؤثر واقع شدن در دامنه وسیعی از شرایط محیطی پیشنهاد شده است.



شکل ۴- انتخاب علف‌کش مناسب و عوامل مؤثر در تصمیم‌گیری

زمان کاربرد

تعیین زمان مناسب کاربرد به اندازه تعیین علف‌کش مناسب اهمیت دارد. به توصیه‌های فنی موجود بر روی برچسب علف‌کش توجه کرده و بهترین زمان کاربرد را در نظر بگیرید. مهم‌ترین دلیل وجود برچسب روی علف‌کش خواندن و به کار بستن توضیحات فنی آن توسط کاربر و توصیه کننده است. در اغلب توصیه‌ها برای علف‌کش‌های پس‌رویشی، زمان مناسب مراحل ابتدایی رویش علف‌های هرز (برای مثال ۲-۴ برگگی) است. اگر به دلیل تأخیر در کاربرد، علف‌های هرز بیش از اندازه بزرگ شده باشند، توقع کنترل مناسب نداشته باشید. اگر کشاورز دیر هنگام به شما مراجعه کرده و توصیه علف‌کش می‌خواهد، به او گوشزد کنید که معمولاً نتایج کنترل شیمیایی در این شرایط مطلوب نیست. همیشه افزایش دز در این شرایط چاره‌ساز نبوده و چه بسا موجب گیاه‌سوزی بر روی محصول می‌شود. «پنجره زمانی» (time window) کاربرد علف‌کش، مرحله رشدی علف‌های هرز و مراحل حساس رشدی محصول نسبت به کاربرد علف‌کش‌ها را بر هم منطبق کنید (شکل ۶).

حساسیت مراحل رشدی محصول را در نظر بگیرید. ذرت و گندم به خوبی علف‌کش‌های شبه اکسینی مانند توفوردی + ام‌سی‌پی‌ای را تحمل می‌کنند، اما اگر همین علف‌کش‌ها خیلی دیر هنگام به کار روند، مثلاً زمانی که گندم به ساقه رفته یا حتی سنبله تشکیل داده و یا ذرت بیش از ۳۰-۲۰ سانتی‌متر ارتفاع دارد، بروز خسارت قابل انتظار خواهد بود (شکل ۵). توصیه یک علف‌کش شوخی بردار نیست! اگر یک قارچ‌کش یا حشره‌کش را به اشتباه توصیه کنید احتمالاً تبعات آن فقط عدم کنترل آفت یا بیماری باشد، ولی توصیه اشتباه علف‌کش یعنی از بین رفتن محصول و حاصل دست رنج یک سال کشاورز.

برای برخی از علف‌کش‌ها مانند اکسی‌فلورفن (Goal® 2E, EC 240, Dow AgroSciences)، علف‌کش پیاز، دز شکسته (Split-dose) پیشنهاد شده است. دز ثبتي این علف‌کش دو لیتر در هکتار است، اما می‌توان آن را به صورت دز شکسته به فاصله دو هفته و هر بار به میزان ۰/۷۵ لیتر در هکتار استفاده کرد. این روش کاربرد فوایدی به همراه دارد از جمله: (الف) کاهش میزان گیاه‌سوزی ذاتی ناشی از این علف‌کش بر روی محصول، (ب) کاهش میزان مصرف علف‌کش و در نتیجه آلودگی محیط زیست و (ج) افزایش دوره زمانی کنترل علف‌های هرز.

طیف تأثیر علف‌کش

کشاورز به کارشناس مراجعه کرده و ادعای مشکل بروز مقاومت در علف‌های هرز مزرعه خود دارد. دلیل او عدم کنترل اغلب علف‌های هرز باریک برگ علی‌رغم استفاده از یک باریک‌برگ‌کش گندم، کلودینافوپ پروپارژیل، است. به مزرعه مراجعه کرده و جمعیت زیادی از علف‌های هرز جودره، چچم (*Lolium sp.*) و چاودار را مشاهده می‌کنید. تشخیص شما چیست؟ بروز مقاومت؟ کاربرد نادرست علف‌کش؟ ببینید آیا اصلاً علف‌های هرز مزرعه در طیف تأثیر علف‌کش به کار رفته قرار داشته‌اند؟ هر علف‌کش طیف تأثیر خاص خود را دارد. فقط اینکه گفته شود محصول باریک‌برگ و علف‌های هرز پهن‌برگ هستند و یک پهن‌برگ‌کش شبه اکسینی (-Aux in-type) مانند توفوردی + ام‌سی‌پی‌ای (U46 Combi Fluid®, SL 675, BASF-Nufarm) توصیه کنیم کافی نیست! برای چاودار در غلات کشور هیچ علف‌کش اختصاصی وجود ندارد. به کشاورز توصیه کنید مآخار انجام داده و تک بوته‌های چاودار را قبل از به بذر نشستن سرزنی کند. جودره را فقط برخی از علف‌کش‌های دومنظوره گندم آن هم تا حدی کنترل می‌کنند. اگر کشاورز مشکل چچم در گندم دارد به او دیکلوفوپ متیل (*Iloxa®*, EC 360, Bayer Crop Science) یا پینوکسادن (*Axial®*, EC 50, Syngenta) را توصیه کنید. تری‌بنورون متیل رایج‌ترین پهن‌برگ‌کش گندم کشور است اما بسیاری از علف‌های هرز پهن‌برگ و اخیراً دردرساز شده کشور مانند ارشته خطایی، پنیرک (*Malva neglec-* ta Wallr) و بی‌تی‌راخ (*Galium aparine L.*) را کنترل نمی‌کند. توجه کنید در مرحله تشخیص علف‌های هرز مزرعه، گاهی لازم است بیش از حد حساس و دقیق باشد و تنها به اینکه علف‌هرز باریک‌برگ یا پهن‌برگ می‌بینم، کفایت نکنید.



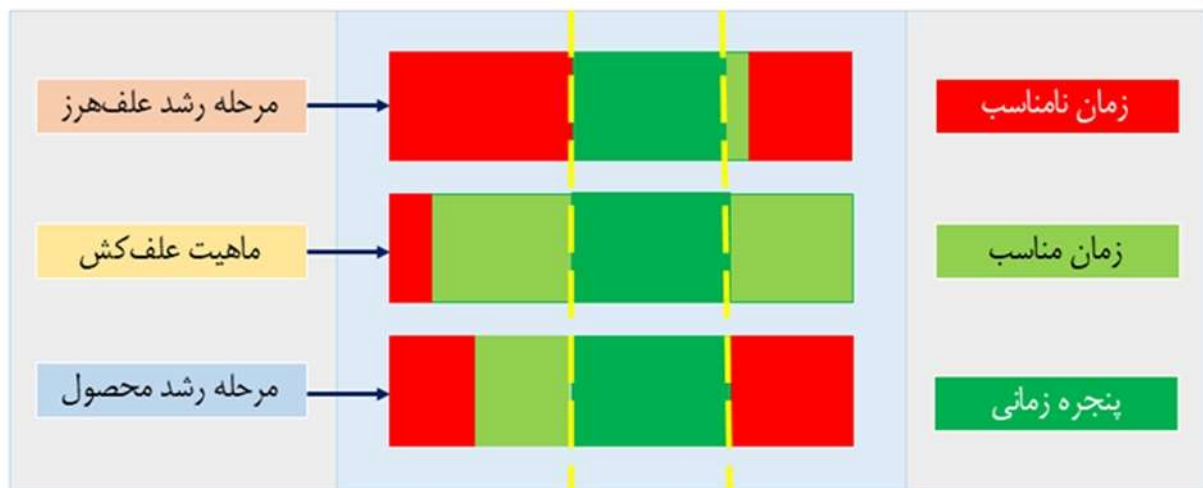
شکل ۵- ناهنجاری رشدی ریشه‌های نابجای ذرت (راست) و سنبله گندم (چپ) در نتیجه کاربرد دیر هنگام علف‌کش توفوردی.

(الف) کاربرد زودهنگام. در این شرایط به دلیل تعجیل در کاربرد علف‌کش اگرچه علف‌های هرز موجود به اندازه کافی کوچک هستند که به صورت کامل کنترل شوند، اما رویش فلاش‌های بعدی علف‌هرز که از آن به عنوان «فرار از علف‌کش» تعبیر می‌شود، قابل انتظار خواهد بود (شکل ۷). در نتیجه به احتمال زیاد شاهد از سرگیری مجدد رقابت علف‌هرز-گیاه‌زراعی و پیامدهای منفی آن خواهیم بود. این حالت به خصوص برای علف‌کش‌های پس‌رویشی که بقایای فعال در خاک (Residual activity) ندارند بیشتر متصور خواهد بود. مثلاً اگر مخلوط علف‌کش بنتازون (Basagran®, SL 480, BASF) و هالوکسی فوپ آرمیتیل (Gallant® super, EC 108, Dow AgroSciences) برای لوبیا خیلی زود استفاده شود، با توجه به عدم فعالیت آن‌ها در خاک و رشد بطئی و کند لوبیا در مراحل ابتدایی، رویش فلاش‌های بعدی و غالب شدن علف‌های هرز در برابر محصول قابل انتظار است. همین سناریو در زمان کاربرد علف‌کش فن‌مدیفام + دس‌مدیفام + اتوفومزیت (Betanal® Progress, OF 274, Bayer Crop Science) بر روی چغندر قند (*Beta vulgaris L.*) متصور است. گاهی ممکن است کاربرد زودهنگام علف‌کش به محصول صدمه بزند. برای مثال در زمان کاربرد علف‌کش تری‌فلورالین (Triflan®, EC 480, Dow AgroSciences) باید به محصول فرصت کافی داده شود تا ریشه‌های آن به خوبی در عمق خاک رشد کرده و از منطقه قرارگیری علف‌کش خارج شود.

یک چارچوب مفهومی از پنجره زمانی کاربرد علف‌کش

برای علف‌کش‌های خاک مصرف پیش کاشت و پیش‌رویشی پنجره زمانی کاربرد بسته‌تر است و انعطاف‌پذیری کمتری در اختیار کاربر است. اغلب علف‌کش‌های پس‌رویشی برای مؤثر بودن باید در مرحله رشدی مناسب علف‌های هرز به کار گرفته شوند. اگرچه کاربرد یک علف‌کش پس‌رویشی به شما انعطاف‌پذیری زمانی بیشتری می‌دهد ولی مسئولیت و تخصص بیشتری می‌طلبد. پنجره زمانی کاربرد جایی است که بهترین تعادل میان مرحله رشدی محصول، مرحله رشدی علف‌هرز و ماهیت علف‌کش برای کاربرد بهینه و حصول بهترین نتایج دیده می‌شود (شکل ۶). یک پنجره زمانی کاربرد برای یک علف‌کش در یک محصول در نظر بگیرید. منظور از این پنجره زمانی، بازه زمانی است که در آن محصول در مرحله یا مراحل فنولوژیکی قرار دارد که کاربرد علف‌کش روی آن ایجاد خسارت نمی‌کند. هر زمانی که برای کاربرد علف‌کش انتخاب می‌کنید باید درون این بازه قرار بگیرید. آیا انتخاب هر زمانی درون این بازه اصلاً تفاوتی دارد؟ اگر جواب مثبت است، چه زمان یا زمان‌هایی بهتر است؟

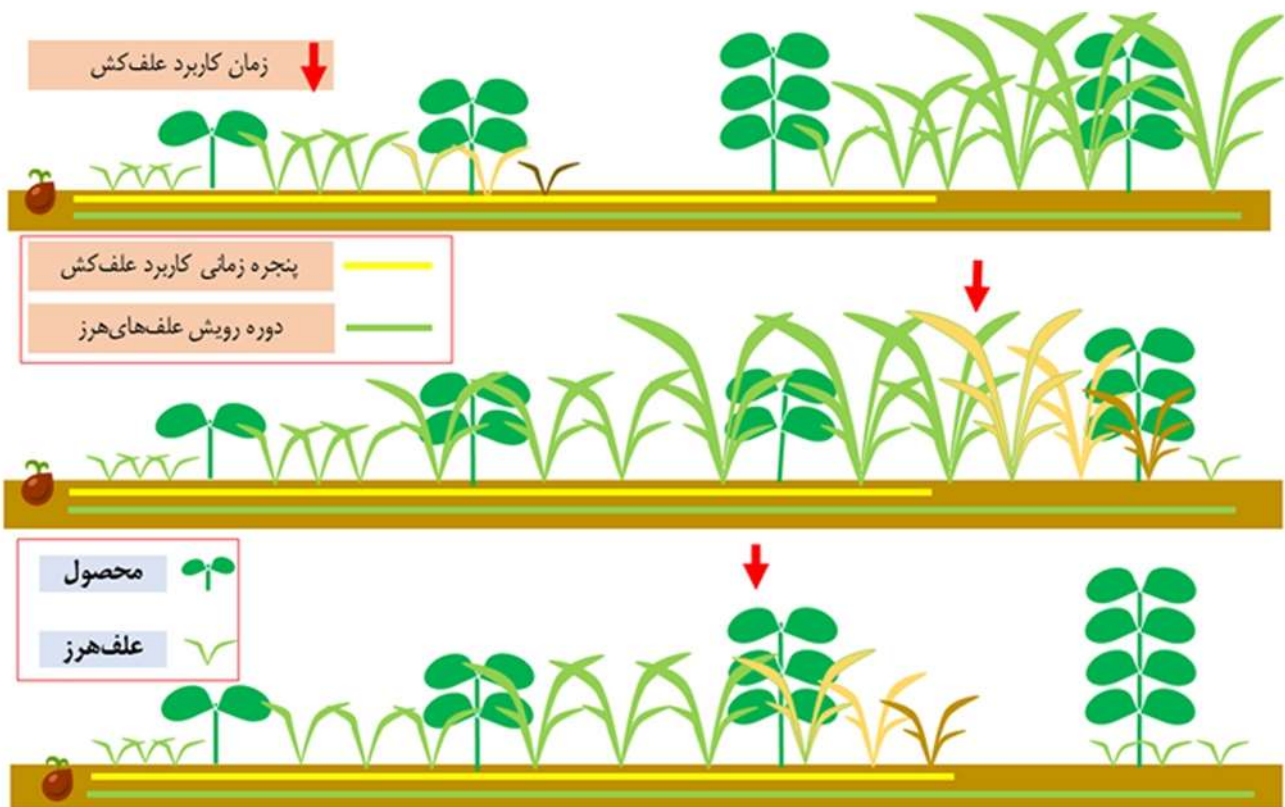
فرض کنید در مزرعه با فلاش‌های متعدد جوانه‌زنی روبرو هستیم (شکل ۷). این ویژگی در بسیاری از علف‌های هرز به دلیل وجود خواب‌بذر و نیازهای متفاوت برای جوانه‌زنی از اعماق مختلف خاک قابل انتظار است. تاج‌خروس ریشه‌قرمز (*Amaranthus retroflexus L.*) و سلمه‌تره (*Chenopodium album L.*) از علف‌های هرز تابستانه‌ای هستند که از این ویژگی برخوردار هستند. چالش در انتخاب زمان کاربرد وقتی ایجاد می‌شود که با عدم رویش هم‌زمان علف‌های هرز مواجه هستیم. در این شرایط سه سناریو قابل انتظار خواهد بود.



شکل ۶- مفهوم پنجره زمانی کاربرد علف‌کش

سر گذاشته و ممکن است بر روی محصول ایجاد خسارت کند. برای مثال زمان کاربرد پاراکوات در سیب‌زمینی تا حداکثر رویش ۲۰-۱۰ درصد غده‌ها است. اگر دیرتر از این علف‌کش استفاده شود، پیامدهای آن شامل از بین رفتن درصدی از رویش مزرعه و کاهش عملکرد خواهد بود. معمولاً کشاورزان سیب‌زمینی کار به همراه پاراکوات از علف‌کش متری‌بوزین (Sencor®, WP 700, Bayer Crop Science) استفاده می‌کنند تا فعالیت علف‌کشی در خاک و امتداد کنترل علف‌های هرز فراهم شود.

(ب) کاربرد دیرهنگام. در این شرایط به دلیل تأخیر بیش از حد در کاربرد علف‌کش، شاهد رقابت شدید ابتدای فصل میان علف‌هرز-گیاه‌زراعی خواهیم بود (شکل ۷). این مرحله منطبق بر دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز بوده و می‌تواند بیشترین پیامد منفی بر رشد و عملکرد محصول را به همراه داشته باشد؛ حتی اگر پس از آن علف‌های هرز از مزرعه حذف شوند. مشکل دوم بزرگ شدن علف‌های هرز به اندازه‌ای است که ممکن است دیگر علف‌کش در از بین بردن کامل آن‌ها از کارایی لازم برخوردار نباشد. توجه کنید، گاهی زمان کاربرد به اندازه‌ای تأخیر دارد که حتی پنجره زمانی کاربرد را نیز پشت



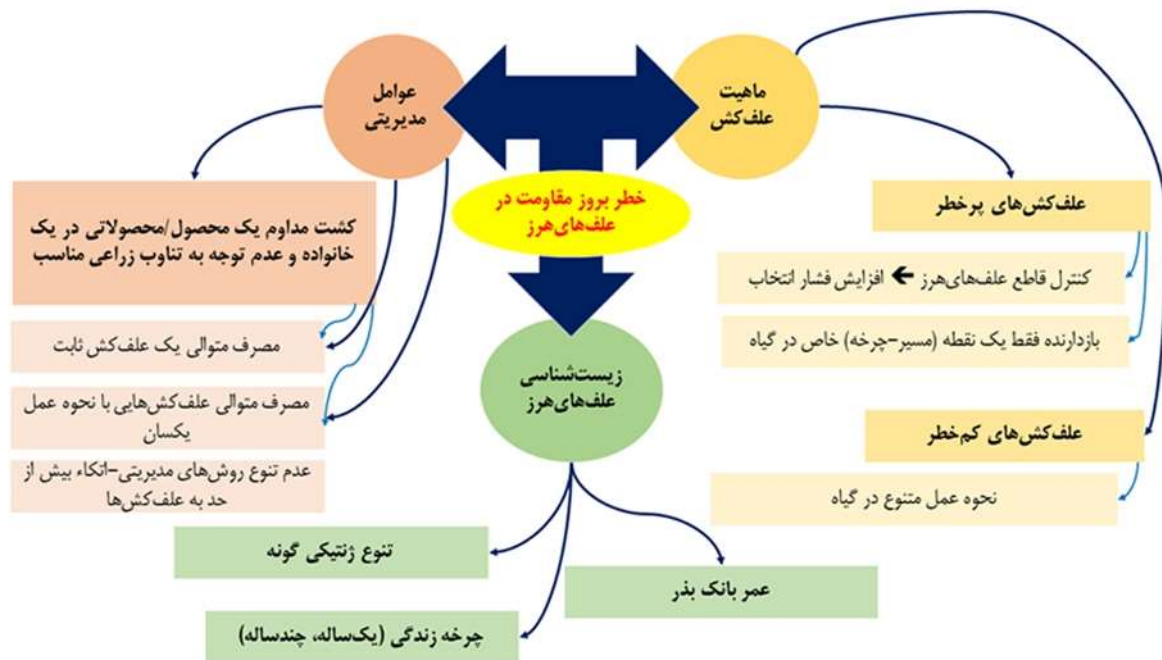
شکل ۷- اهمیت تطبیق زمان کاربرد علف‌کش بسته به الگوی رویش علف‌های هرز

را جدی بگیرید. اگر در تناوب زراعی محصولات وجینی قرار داشته است، اطمینان خاطر بیشتری برای حذف تک‌بوته یا جمعیت‌های مقاوم به علف‌کش وجود دارد. اطلاعات را مستند سازی کنید. اگر به‌عنوان مشاور با کشاورزان همکاری می‌کنید برای آن‌ها پرونده تهیه کنید. به این ترتیب در سالیان آینده با دسترسی داشتن به سابقه مزرعه توصیه راحت‌تر خواهد بود. تناوب در مصرف علف‌کش به معنی تغییر نام علف‌کش نیست! تناوب را در سطح خانواده شیمیایی و نحوه عمل ایجاد کنید. وظیفه و رسالت علمی و اجتماعی یک متخصص علف‌های هرز، کاهش مخاطرات ناشی از کاربرد مدیریت نشده علف‌کش‌ها است. خطر بروز مقاومت را جدی بگیرید. زمانی که مقاومت شکل گرفته و گسترش یابد، عملاً یکی از گزینه‌های علف‌کشی خود را دیگر در دست ندارید. به یاد داشته باشید که بیش از سه دهه است که هیچ علف‌کشی با نحوه عمل جدید به بازارهای جهانی معرفی نشده است. امروزه معرفی یک علف‌کش جدید، بیش از هر زمان دیگری مستلزم صرف هزینه‌های کلان و زمان زیاد است. همین موضوع باعث علاقه کمتر شرکت‌های آگروکیمیکال (Agrochemical companies) برای معرفی و توسعه علف‌کش جدید شده است. پیدایش بیوتیپ‌های (Biotypes) مقاوم علف‌های هرز امری اجتناب ناپذیر است. تلاش کنید همین گزینه‌های محدود و قابل دسترس، با مدیریت درست و دانش محور برای زمان بیشتری حفظ شوند.

(ج) کاربرد به موقع. زمانی است که نه تنها به خوبی با پنجره زمانی کاربرد علف‌کش سازگار است بلکه طیف وسیعی از فلاش‌های رویش علف‌هرز در مزرعه را نیز به دام می‌اندازد (شکل ۷). در این زمان کاربرد، از رقابت شدید ابتدای فصل علف‌هرز- گیاه زراعی جلوگیری شده و دوره عاری از علف‌های هرز امتداد می‌یابد. در این شرایط معمولاً علف‌های هرزی که بعداً سبز می‌شوند با توجه به استقرار مناسب محصول از پتانسیل خسارت کافی برخوردار نخواهند بود. برای تعیین این زمان نیاز به شناخت کافی از فلور علف‌هرز مزرعه، الگوها و نیازهای جوانه‌زنی و رویش علف‌های هرز، اثر روش‌های آماده‌سازی زمین و آبیاری بر رویش علف‌های هرز و ... است. توجه به سابقه مزرعه (در صورت موجود بودن) نیز می‌تواند کمک کننده باشد. مدل‌های پیش‌بینی کننده الگوهای رویش علف‌های هرز مزرعه در جهان موضوع مطالعات زیادی بوده است.

تناوب در مصرف علف‌کش

در مواردی ممکن است توصیه چندین گزینه (علف‌کش) امکان‌پذیر باشد. تناوب در مصرف علف‌کش‌ها را به‌خصوص زمانی که دست شما برای انتخاب باز است، رعایت کنید. اگر یک علف‌کش خوب است در استفاده مکرر از آن اصرار نداشته باشید. مصرف متوالی یک علف‌کش خوب، آن را می‌کشد! بسیاری از علف‌کش‌های پرمصرف در جهان، مانند گلایفوسیت، قربانی محبوبیت خود شده‌اند. سابقه عوامل مدیریتی مزرعه را که بر بروز مقاومت علف‌های هرز تأثیر می‌گذارد، بررسی کنید (شکل ۸). از کشاورز بپرسید در سالیان گذشته چه علف‌کش‌هایی استفاده کرده است. تناوب کشت را بررسی کنید. اگر کشت متوالی محصولی را داشته‌اند که استفاده از علف‌کش تنها گزینه کنترل علف‌هرز در آن بوده است، خطر بروز مقاومت



شکل ۸- عوامل اثرگذار بروز مقاومت در علف‌های هرز

توجه به شرایط کشاورز - مزرعه

فرنگی با هدف تولید نشاء توصیه نکنید. برنج در کشور ما اغلب به صورت نشایی (غرقاب) کشت می‌شود. اما اخیراً تلاش‌هایی برای ترویج روش‌های کشت مستقیم برنج (بذر) صورت گرفته است. علف‌کش‌ها و روش کاربرد آن‌ها در این دو روش کشت تفاوت‌هایی دارد. برای مثال علف‌کش بیس‌پیربک سدیم (Nominee®, Kumiai) با فرمولاسیون OF 100 فقط به صورت محلول‌پاشی قابل استفاده و مناسب برای کشت مستقیم برنج است؛ آن را برای کشت نشایی توصیه نکنید به جز در مواردی که در زمان کاربرد علف‌کش آب مزرعه تخلیه شده باشد. اگر قصد دارید برای کشت نشایی آن را توصیه کنید از فرمولاسیون (Clean Weed®, Parijat SC 400) یا (Vejin®, Gharda SC 125) که سازگار با روش قطره‌پاشی است، استفاده کنید.

با مراجعه به مزرعه و یا پرسش از کشاورز، هر عاملی را که ممکن است در توصیه و یا شرایط کاربرد علف‌کش اثرگذار باشد، بررسی کنید. اطلاعات را ثبت کرده و کاربردی توصیه کنید (شکل ۴). برای مزرعه‌ای که شرایط کشت بدون خاک‌ورزی دارد، علف‌کش خاک مصرف توصیه نکنید. در این شرایط گزینه‌های پیشنهادی شما فقط محدود به علف‌کش‌های پس‌رویشی خواهد بود. اگر یک علف‌کش مانند پندی‌متالین (Stomp®, EC 330; Prowl®, CS 450, BASF) یا تری‌فلورالین را برای کاربرد به همراه آبیاری (Herbigation) توصیه می‌کنید، اطمینان حاصل کنید که سیستم آبیاری مزرعه از نوع تحت فشار است (پخش یکنواخت و راحتی کاربرد). روش کشت را در نظر بگیرید. برای مثال ببینید آیا کشاورز از کشت بذر یا نشاء استفاده می‌کند. تری‌فلورالین برای گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* L.) ثبت شده است، اما فقط قابل استفاده در مزرعه و زمان نشاء کردن این محصول است. هرگز تری‌فلورالین را در خزانه بذری گوجه



شکل ۱۰- ایجاد حالت اپیناستی در برگ گوجه فرنگی در نتیجه بادبردگی یک علف‌کش شبه اکسینی



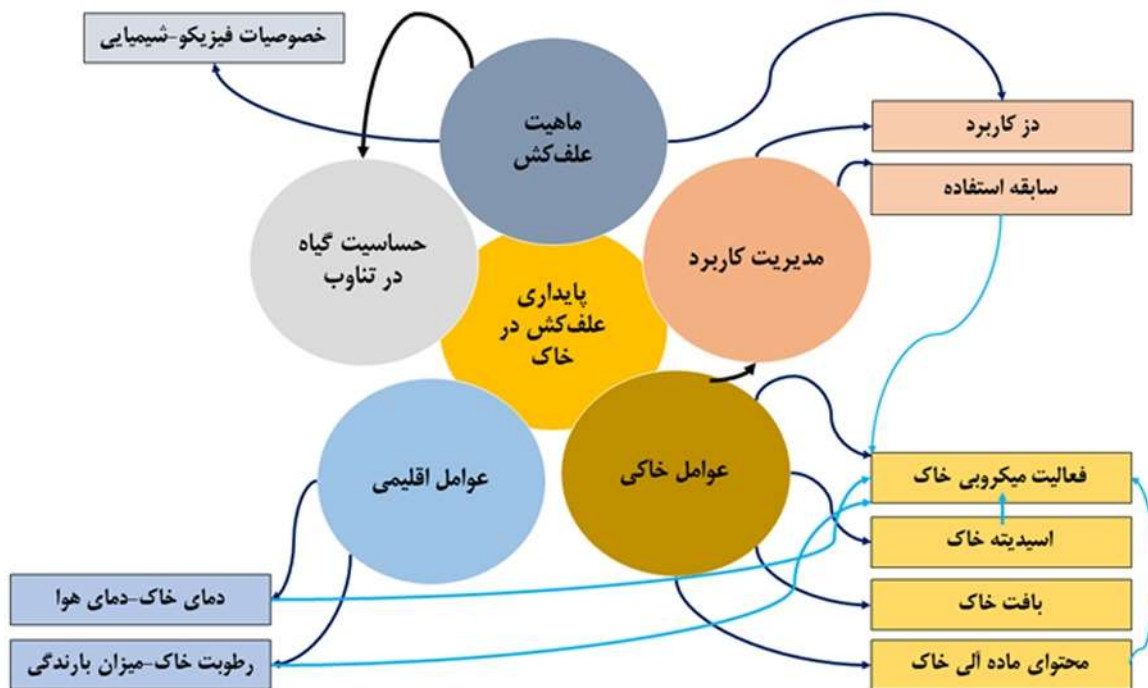
شکل ۹- ایجاد حالت فنجانی شدن برگ (leaf cupping) و اپیناستی (Epinasty) در برگ سویا در نتیجه بادبردگی یک علف‌کش شبه اکسینی.

خاک (Herbicide carryover) برای کشت بعد می‌تواند دردسرساز شود. به‌طور مثال آترزین (Gesaprim®, WP) علف‌کش خاک مصرف ذرت است که در کنترل اغلب علف‌های هرز یک‌ساله بسیار مفید است، اما در تناوب مرسوم ذرت - گندم، سبب عدم رویش یکنواخت در گندم می‌شود. مشکل باقیمانده علف‌کش فقط محدود به علف‌کش‌های خاک مصرف نیست. نیکوسولفورون یک علف‌کش پس‌رویشی مطلوب برای کنترل علف‌های هرز ذرت است. اگر در تناوب اقدام به کشت گیاهان حساس به این علف‌کش مانند چغندر قند شود، خسارت جبران ناپذیری به دنبال دارد. ایمازتاپیر (Pursuit®, SL 100, BASF)، در لوبیا (*Glycine max (L) Merrill*) و سویا (*Phaseolus vulgaris L.*) کاربرد زیادی دارد، اما بقایای آن تا مدت‌ها مانع رویش یکنواخت گیاهان حساس به آن در تناوب، مانند کدوئیان (*Cucurbitaceae*) می‌شود. قبل از تجویز علف‌کش نیمه عمر و عوامل اثرگذار بر پایداری آن (مانند دما، رطوبت و اسیدیته خاک) را در نظر بگیرید. هدف از توصیه علف‌کش فقط حل مشکل امروز نیست، فردا را هم ببینید. به‌عنوان کارشناس زندگی را برای کشاورز راحت‌تر کنید!

اطراف مزرعه محل سمپاشی را خوب نگاه کنید. اگر تابستان است و برای ذرت یک علف‌کش شبه اکسینی مانند توفوردی + ام‌سی‌پی‌ای توصیه می‌کنید، فاصله مزرعه تا کشت‌های حساس مجاور را بررسی کنید. علف‌کش‌های شبه اکسینی حتی در مقادیر کم و طی فرایند بادبردگی خسارت سنگینی بر روی محصولاتی مانند گوجه فرنگی و پنبه (*Gossypium hirsu-tum L.*) وارد می‌کنند (شکل ۹ و ۱۰). وضعیت سلامت محصول را بررسی کنید. آیا محصول در شرایط تنش خاصی است؟ احتمال خسارت به محصول در نتیجه کاربرد علف‌کش زمانی که دچار تنش‌های زیستی و غیرزیستی است، زیاد است. تناوب زراعی کشاورز را حتماً در نظر بگیرید. در این مورد در ادامه بیشتر توضیح داده شده است.

توجه به تناوب زراعی در زمان کاربرد علف‌کش

برای توصیه علف‌کش تناوب زراعی کشاورز را در نظر داشته باشید (شکل ۴). برخی از علف‌کش‌ها تا مدت‌ها در خاک پایدار بوده و به گیاه حساس در تناوب صدمه می‌زنند. آیا با عوامل مؤثر در پایداری علف‌کش در خاک آشنا هستید؟ شکل ۱۱ نمای کلی عوامل اثرگذار بر پایداری علف‌کش در خاک و ارتباط آن‌ها را با هم نشان می‌دهد. با کشت‌های غالب و تناوب زراعی منطقه خود آشنایی داشته باشید. شاید کشاورز امروز از نتایج توصیه شما راضی باشد، اما شاید فردا درگیر مشکلاتی شود. باقیمانده علف‌کش در



شکل ۱۱- عوامل اثرگذار بر ماندگاری علف‌کش در خاک

برخی از علف‌کش‌های سولفونیل اوره از کارایی زیادی در کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ برخوردار نیستند. اختلاط آن‌ها با یک علف‌کش شبه اکسینی در افزایش طیف تأثیر کمک می‌کند.

۲- کاهش تعداد دفعات سمپاشی: هر بار که ادوات سمپاشی وارد زمین شود باعث کوبیده شدن خاک مزرعه و مستلزم پرداخت هزینه سمپاشی برای کشاورز است. پس چه

اختلاط علف‌کش‌ها

موقعی وجود دارد که ضروری است علف‌کش‌ها در اختلاط با یکدیگر استفاده شوند. توجه داشته باشید همان‌طور که بیان شد باید برای اختلاط علف‌کش‌ها یک ضرورت وجود داشته باشد؛ چرا که اختلاط می‌تواند پیامدهای منفی به همراه داشته باشد. برخی فواید اختلاط علف‌کش‌ها عبارتند از:

۱- افزایش طیف تأثیر (کنترل طیف وسیع‌تری از علف‌های هرز):

توجه به اصل توصیه ابتدایی علفکش برای یک سطح کوچک (Pilot)

همواره به کشاورز توصیه کنید ابتدا علفکش را در یک سطح کوچک به صورت آزمایشی استفاده کرده و در صورت عدم مشاهده آثار منفی ناشی از کاربرد، آن را به کل مزرعه تعمیم دهید. این موضوع را به خصوص زمانی رعایت کنید که علفکش‌ها را در اختلاط بایکدیگر و یا به همراه مواد افزودنی به کار می‌برید که برهمکنش نهایی ترکیبات کاملاً شناخته شده نیست.

به روز باشید

دائماً فهرست علفکش‌های مجاز کشور را بررسی کنید. بینید چه علفکش‌هایی به فهرست اضافه شده و چه علفکش‌هایی از آن حذف شده‌اند. آیا برای کنترل ارشته خطایی در گندم علفکش مناسب سراغ ندارید؟ علفکش بنتازون + دیکلوپروپ (BASF, ۵۶۶ Basagran® DP SL) در سال ۱۳۹۷ برای کنترل برخی از علف‌های هرز سمج گندم مانند ارشته خطایی ثبت شده است. توصیه و مصرف بوتاکلر (Machete®, EC ۶۰۰, Monsanto) برای کنترل علف‌های هرز برنج از سال ۱۴۰۰ ممنوع است. علفکش بیس‌پیرباک سدیم با فرمولاسیون‌های ۱۰۰ OF، ۴۰۰ SC و ۱۲۵ SC به ترتیب از شرکت‌های Kumiai، Parijat و Gharda در کشور ثبت شده و جایگزین مناسبی برای بوتاکلر است. در جدول ضمیمه، فهرست علفکش‌های که در پنج سال اخیر در کشور ثبت شده‌اند، نشان داده شده است.

نتیجه‌گیری نهایی

علفکش‌ها ابزاری مهم و حیاتی در دستان ما برای تنوع بخشیدن به روش‌های کنترل علف‌های هرز هستند. در اختیار داشتن علفکش‌های جدید و مؤثر، به تنهایی در به هدف نشان دادن یک برنامه کنترل شیمیایی موفقیت آمیز کافی نیست، بلکه تجربه و دانش فرد توصیه کننده در کاربرد مدیریت شده علفکش‌ها به همان اندازه اهمیت دارد. توصیه مناسب در سایه نگاهی جامع که اجزا آن را خصوصیات علفکش، زیست‌شناسی علف‌های هرز، شرایط مزرعه و محصول و برهم‌کنش‌های آن‌ها تشکیل می‌دهد، می‌باشد. خروجی یک توصیه مناسب، افزایش بهره‌وری کشاورز، ارتقا وجهه متخصصین کشاورزی در جامعه (اعتماد به متخصصین کشاورزی)، حفظ کارایی علفکش‌های موجود و به حداقل رساندن مخاطرات ناشی از پیامدهای منفی کاربرد علفکش‌ها است. در اختیار داشتن ابزار مناسب و دانش استفاده از آن در توسعه روش‌های کارآمدتر مدیریت علف‌های هرز می‌تواند راهگشا باشد.

چیزی بهتر از آن که این نوع عملیات‌ها با هم ترکیب شوند.

۳- مدیریت علف‌های هرز مقاوم نسبت به علفکش: در این حالت دو یا تعداد بیشتری علفکش با نحوه عمل متفاوت در مخلوط با یکدیگر استفاده می‌شوند. برای مثال، با توجه به استفاده زیاد از گلایفوسیت برای کنترل علف‌های هرز نواحی غیرزراعی، باغ، فاصله بین دو کشت و قبل از کشت، چندین بیوتیپ علف‌هرز مقاوم نسبت به آن از جمله چچم گزارش شده است. برای رفع این مشکل برخی از علفکش‌ها مانند فلازاسولفورون (Flazasulfuron) در اختلاط با گلایفوسیت استفاده شده است. به یاد داشته باشید هر اختلاطی به مدیریت بیوتیپ‌های مقاوم علف‌های هرز کمک نمی‌کند. برای مثال زمانی که مشکل یولاف وحشی مقاوم به علفکش دارید، اختلاط علف-کش پایه با باریک‌برگ‌کشی که طیف تأثیر مناسبی بر روی این علف‌هرز ندارد، کمکی نمی‌کند. به علاوه به دلیل سرعت بروز مقاومت عرضی (Cross resistance)، اختلاط دو علفکش هم خانواده نیز چندان مفید نخواهد بود. منظور از تناوب مصرف علفکش‌ها و اختلاط آن‌ها برای مدیریت بروز مقاومت، ترکیب نحوه عمل‌های متفاوت (Mode of actions) است نه اسامی!

۴- ایجاد حالت هم‌افزایی (Synergy): آترازین یک علفکش بازدارنده فتوسنتز در فتوسیستم II است که از گذشته استفاده از آن برای ذرت رایج بوده است. زمانی که علفکش در گیاه فعال می‌شود، زنجیره انتقال الکترون در فتوسیستم مختل شده و تنش اکسیداتیو ایجاد می‌شود. در این شرایط گیاه برای مقابله با این شرایط از رنگدانه‌های کمکی کلروفیل مانند کاروتنوئیدها استفاده می‌کند. استفاده از علفکش مزوتریون که بازدارنده سنتز کاروتنوئیدها در گیاه است در اختلاط با آترازین یک هم‌افزایی قابل توجه ایجاد می‌کند.

سازگاری برخی از اختلاط‌ها به صورت علمی - تجربی از گذشته ثابت شده است. اختلاط تری‌بنورون متیل با باریک‌برگ‌کش‌های خانواده بازدارندگان آنزیم استیل کوآنزیم آ کربوکسیلاز (ACCase inhibitors) برای کنترل همزمان اغلب علف‌های هرز گندم از این موارد است. در مواردی که از سازگاری دو علفکش اطلاع ندارید حتماً یک آزمایش کوچک سازگاری اختلاط فیزیکی انجام دهید. توجه کنید این روش اگرچه به شما می‌گوید که آیا دو علف-کش در مخزن سمپاش با یکدیگر سازگاری دارند، اما اطلاعاتی در رابطه با پاسخ فیزیولوژیک گیاه به آن در اختیار قرار نمی‌دهد. در مورد برخی از اختلاط‌های مفید هم برداشت اشتباه ایجاد شده است. اختلاط گلایفوسیت با توفوردی + ام‌سی‌پی‌ای بر کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ اثر هم‌افزایی دارد، اما زمانی که با تراکم بالایی از علف‌های هرز باریک‌برگ چندساله مواجه هستیم، چنین اختلاطی نه تنها به جا نیست بلکه حتی ممکن است بر کارایی علفکش گلایفوسیت در کنترل باریک‌برگ‌ها اثر منفی داشته باشد. پس فقط توجه به سازگاری علفکش‌ها در اختلاط کافی نیست. بررسی کنید با چه علف‌هرز یا علف‌های هرزی روبرو هستید.

- Bauerle, M.J., Griffin, J.L., Alford, J.L., Curry, A.B., Kenty, M.M. 2015. Field evaluation of auxin herbicide volatility using cotton and tomato as bioassay crops. *Weed Technology*. 29, 185-197.
- Chahal, P.S., Jugulam, M., Jhala, A.J. 2019. Basis of Atrazine and Mesotrione Synergism for Controlling Atrazine-and HPPD Inhibitor-Resistant Palmer Amaranth. *Agronomy Journal*. 111, 3265-3273.
- Chauhan, B.S., Singh, R.G., Mahajan, G. 2012. Ecology and management of weeds under conservation agriculture: a review. *Crop Protection*. 38, 57-65.
- Culpepper, A.S., Grey, T.L., Vencill, W.K., Kichler, J.M., Webster, T.M., Brown, S.M., Hanna, W.W. 2006. Glyphosate-resistant Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) confirmed in Georgia. *Weed Science*. 54, 620-626.
- Datta, A., Ullah, H., Ferdous, Z. 2017. Water management in rice. In *Rice production worldwide*. 255-277.
- Duke, S.O. 2012. Why have no new herbicide modes of action appeared in recent years? *Pest management science*. 68, 505-512.
- Fernandez-Moreno, P.T., Bastida, F., De Prado, R. 2017. Evidence, mechanism and alternative chemical seedbank-level control of glyphosate resistance of a rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) biotype from southern Spain. *Frontiers in plant science*. 8, 450.
- Gianessi, L.P. 2013. The increasing importance of herbicides in worldwide crop production. *Pest management science*. 69, 1099-1105.
- Inoue, M.H., de Oliveira Junior, R.S., Constantin, J., de Oliveira, M.F. 2000. Persistence of biological activity of imazaquin and imazethapyr sprayed in two seasons of the year. *Acta Scientiarum*. 22, 993-997.
- Kurata, K., Niinomi, Y., Shimono, Y., Miyashita, M., Tominaga, T. 2018. Non-target-site mechanism of glyphosate resistance in Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*). *Weed Biology and Management*. 18, 127-135.
- Lamichhane, J.R., Debaeke, P., Steinberg, C., You, M.P., Barbetti, M.J., Aubertot, J.N. 2018. Abiotic and biotic factors affecting crop seed germination and seedling emergence: a conceptual framework. *Plant and soil*. 432, 1-28.
- Matloob, A., Khaliq, A., Chauhan, B.S. 2015. Weeds of direct-seeded rice in Asia: problems and opportunities. In *Advances in agronomy*. 130, 291-336.
- Mutti, N.K., Mahajan, G., Chauhan, B.S. 2019. Seed germination ecology of glyphosate resistant and glyphosate susceptible biotypes of *Echinochloa colona* in Australia. *Crop and Pasture Science*. 70, 367-372.
- Zhang, Z.P. 2003. Development of chemical weed control and integrated weed management in China. *Weed Biology and Management*. 3, 197-203.



جدول ۱- علفکش‌های ثبت شده در کشور طی سال‌های ۹۹-۱۳۹۴.

تاریخ ثبت	دز مصرف (لیتر/کیلوگرم)	محصول	علف‌هرز	شرکت	فرمولاسیون	نام تجاری	نام عمومی
۹۶/۶/۲۷	۰/۱ - ۰/۱۵	برنج	باریک‌برگ، پهن‌برگ و جگن‌ها	Bayer AG	WG 300	Council®	آتو کسی سولفورون + تریا فامون
۹۵/۱۲/۲	۰/۱	نیشکر	دوم‌منظوره	Bayer AG	SC 500	Alion®	ایندازیفلام
۹۶/۹/۱۳	۰/۲	مرکبات	علف‌های هرز یک‌ساله	Bayer AG	SC 500	Alion®	ایندازیفلام
۹۶/۱۲/۱۴	۰/۱۵	باغ‌های میوه سردسیری	علف‌های هرز یک‌ساله	Bayer AG	SC 500	Alion®	ایندازیفلام
۹۶/۹/۱۳	۱/۴-۵/۵	گندم	علف‌های هرز پهن‌برگ (ارشته خطایی)	Bayer AG	EC 560	Buerril Universal®	برومو کسینیل + توفوردی
۹۷/۵/۱	۲	گندم	علف‌های هرز سمج و ارشته خطایی	BASF	SL 566	Basagran® DP	بنتازون + دیکلوپروپ
۹۸/۸/۲۷	۲-۲/۵	شالیزار (برنج)	پهن‌برگ‌ها و جگن‌ها	BASF	SL 460	Basagran® M60	بنتازون + ام‌سی‌بی‌ای
۹۸/۱۱/۲۸	۲-۲/۵	ذرت	پهن‌برگ‌ها	BASF	SL 460	Basagran® M60	بنتازون + ام‌سی‌بی‌ای
۹۶/۵/۲	۰/۲۵	برنج	باریک‌برگ، پهن‌برگ و جگن‌ها	Kumiai	OF 100	Nominee®	بیس پیریناک سدیم
۹۶/۵/۲	۰/۰۶۵	برنج	باریک‌برگ، پهن‌برگ و جگن‌ها	Parijat	SC 400	Clean Weed®	بیس پیریناک سدیم
۹۸/۲/۹	۰/۲۸ - ۰/۳۲	برنج	باریک‌برگ، پهن‌برگ و جگن‌ها	Gharda	SC 125	Vejin®	بیس پیریناک سدیم
۹۸/۷/۲۲	۴۴۷-۶۴۷ قرص ۵ گرمی	کشت نشایی برنج	باریک‌برگ، پهن‌برگ و جگن‌ها	بازرگانه سرای سپند پارس	Tablet 170	Pyrazehlor®	پیرازوسولفورون اتیل + پرتیلاکر
۹۸/۶/۱۱	۳	سیب‌زمینی	پهن‌برگ و باریک‌برگ	BASF	CS 455	Prowl®	پندیمتالین
۹۸/۹/۱۱	۳/۵ - ۴	هویج	پهن‌برگ و باریک‌برگ	BASF	CS 455	Prowl®	پندیمتالین
۹۶/۴/۱۹	۱/۲	گندم و جو	یولاف وحشی، چچم و فالاریس	Syngenta	EC 50	Axial®	پینوکسان + امین‌کننده
۹۷/۱۲/۱۳	۰/۷	برنج	سوروف، جگن و پهن‌برگ	East Chem	EC 50	Pyrimax®	پیری‌بنزوکسیم
۹۴/۶/۲۳	۰/۱۲۵ - ۰/۱۵	ذرت دانه‌ای	پهن‌برگ و باریک‌برگ	BASF	SC 297	Clio®	تایرآمزون
۹۷/۱۲/۶	۰/۴۴ - ۰/۵۵	ذرت دانه‌ای	پهن‌برگ و باریک‌برگ	Bayer AG	SC 465	Adengo®	تین کاربازون متیل + یزوکسافلوتل + امین‌کننده
۹۷/۸/۱۴	۰/۳	شالیزار	علف‌های هرز	LG	WG 100	Zekor®	فلوروستولفورون
۹۷/۱۲/۱۳	۲/۵	گندم	پهن‌برگ	Hockley	EC 200	Kavin Florex®	فلوروکسی‌پیر
۹۷/۶/۱۹	۰/۸ - ۱	سویا	دوم‌منظوره	Shandong Qiaochang chemical	EC 480	Goltazone®	کلومازون

توجه: در این فهرست علفکش‌هایی که دوباره با فرمولاسیون جدید، یا روی محصول جدید ثبت و یا از نو ثبت برند (Brand) شده‌اند، در نظر گرفته نشده‌اند.