علوم محیطی ۳، بهار ۱۳۸۳
ENVIRONMENTAL SCIENCES 3, Spring 2004
۴-۲۵

خط مشی های کاهش مصرف سموم علف کش

رضا دیهیم فرد
دانشجوی کارشناسی ارشد رشته زراعت، مجتمع آموزش عالی ابوریحان، دانشگاه تهران
اسکندر زند
دکترای فیزیولوژی گیاهان زراعی، استادیار بخش تحقیقات علف های هرز، مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری های گیاهی
هومان لیاقتی
دکترای اقتصاد کشاورزی، استادیار پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی
سعید صوفی زاده
دانشجوی کارشناسی ارشد رشته زراعت، مجتمع آموزش عالی ابوریحان، دانشگاه تهران
محمدعلی باغستانی
دکترای اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، استادیار پژوهش بخش تحقیقات علف های هرز، مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری های گیاهی

چکیده

امروزه بحث کاهش مصرف سموم شیمیایی، به‌علت مخاطرات زیست‌محیطی مصرف علف‌کش‌ها، از جمله آلودگی آب‌های زیرزمینی، بقایای سموم در غذا، تأثیر بر موجودات غیرهدف و نیز شیوع علف‌های هرز مقاوم به علف‌کش‌ها، به یک امر جدی مبدل گشته است. به‌همین دلیل در برخی کشورها، برنامه‌های کاهش مصرف علف‌کش‌ها توسط دولت‌ها اجباری شده است. روش‌های به حداقل رساندن مصرف علف‌کش در این کشورها شامل فناوری جدید علف‌کش‌ها با دز مصرف پایین، کاربرد نواری علف‌کش، تقسیط علف‌کش، مصرف به‌موقع علف‌کش، حذف ایزومرهای غیرفعال از برخی علف‌کش‌ها، مدیریت زمین‌های آیش، تهیه نقشه پراکنش علف‌های هرز و کاربرد علف‌کش به‌صورت لکه‌ای، استفاده از مخلوط علف‌کش‌ها و نیز شیوه‌های مدیریت تلفیقی می‌باشند. در مدیریت تلفیقی نیز از روش‌هایی چون تناوب گیاه زراعی، گیاهان پوششی، قدرت رقابتی، کنترل بیولوژیک علف‌های هرز (شامل آللوپاتی، علف‌کش‌های قارچی - میکروبی و مدیریت علف‌خواری) و آستانه اقتصادی بهینه برای کاهش میزان مصرف علف‌کش استفاده می‌شود. راهکارهای سیاسی - اقتصادی به‌کار برده شده در جهان در خصوص کاهش مصرف علف‌کش‌ها عبارتند از: بالابردن قیمت‌ها نهاده‌ها، سیاست حمایت مالی از برنامه‌های کاهش مصرف سم، ایجاد واحدهای سیار کنترل سمپاش و تعلق یارانه به این‌کار و غیره. در مجموع، امروزه فناوری پیشرفته علف‌کش‌ها، باعث کاهش مقدار دز مصرفی از کیلوگرم به گرم در هکتار شده که این امر در کاهش میزان مصرف علف‌کش‌ها تأثیر فراوان داشته است.

کلیدواژه‌ها: تقسیط علف‌کش، اختلاط علف‌کش‌ها، مدیریت تلفیقی، توانایی رقابتی.

Strategies for Reducing Consumption of Herbicides

Reza Deihimfard, M.Sc.
M.Sc. Student of Aboureihan Campus, University of Tehran
Eskandar Zand, Ph.D.
Assistant Professor, Weed Research Department, Plant Pests and Diseases Research Institute
Houman Liaghati, Ph.D.
Assistant Professor, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University
Saeid Soufizadeh, M.Sc.
M.Sc. Student of Aboureihan Campus, University of Tehran
Mohammad Ali Baghestani, Ph.D.
Assistant Professor, Weed Research Department, Plant Pests and Diseases Research Institute

Abstract

The technical progress in agriculture, the fear of excessive use of natural resources, and especially the overproduction of agricultural goods in industrialized countries are causing increasing public concern about the effects of agrochemicals including herbicides. As a result of these concerns, strategies have been implemented for reducing herbicide consumption. Promising ways to minimize herbicide consumption include: the introduction of new (low-rate) chemistries, the low-rate concept (LRC), application timing, band spraying, split application, set-aside management, patch spraying according to the estimated weed maps (Weed mapping), tank-mixing, and promotion of integrated weed management (IWM). The approach to IWM can be long-term, short-term or a combination of both. The long-term strategy involves adopting a systems approach to weed management, such as the implementation of appropriate crop rotations, companion cropping, growing crops for silage, introducing classical biological control agents etc. Policy and economic strategies for minimizing herbicide use and risk are pursued in various ways around the world. These consist of: increasing input prices; a policy of financial support for research and herbicide reduction programmes; programmes for voluntary testing of spraying equipment, etc.

Keywords: Herbicides, split application, treatment frequency, IWM, reducing consumption.

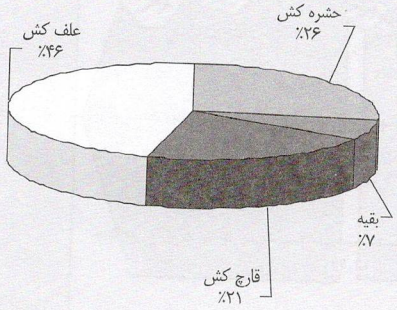
مقدمه

از آنجا که حضور علف های هرز[1] در محصولات زراعی باعث کاهش قابل ملاحظه‌ای در عملکرد می‌شود، لذا مدیریت آن ها جهت نیل به عملکرد مطلوب امری ضروری است. درکشورهای پیشرفته، از یک سو علف‌کش ها یکی از نهاده های مهم و ضروری در مدیریت علف های هرز محسوب شده و بخش قابل توجهی از عملکرد گیاهان زراعی مرهون مصرف آن ها است (میقانی و زند، ۱۳۸۲). از سوی دیگر در طی بیست سال گذشته همواره سهم فروش علف‌کش ها از کل سموم آفت‌کش فروخته‌شده در جهان بیشتر بوده است. شکل ۱ سهم فروش جهانی علف‌کش ها، حشره‌کش ها، قارچ‌کش ها و بقیه سموم را در سال ۲۰۰۰ میلادی نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، بیشترین سهم فروش مربوط به علف‌کش ها می‌باشد (زند و *همکاران*، ۱۳۸۱). این وضع نشان‌دهنده آن است که در مدیریت علف های هرز، علف‌کش ها از جایگاه ویژه‌ای در بین کشاورزان برخوردارند. عواملی که باعث به‌وجود آمدن چنین جایگاهی برای علف‌کش ها شده است، عبارتند از:

- امتیازات تکنیکی - زراعی: شامل افزایش کمی و کیفی عملکرد گیاهان زراعی به علت کاهش رقابت، کنترل مؤثرتر علف های هرز، استفاده کارآمدتر از زمین، کاهش نیاز به عملیات مکانیکی، استفاده از علف‌کش ها جهت کمک به عمل برداشت و پایین نگه‌داشتن جمعیت علف های هرز در بانک بذر می‌باشد.
- امتیازات اجتماعی: شامل آسان شدن شرایط کاری. به‌طور مثال با به‌حداقل رساندن کارگر، افزایش کارآیی نیروی انسانی، صرفه‌جویی در زمان و ایجاد اوقات فراغت و آموزش.
- امتیازات اقتصادی: کاهش هزینه ها (به‌طور مثال در انرژی)، کاهش زمان در عملیات مدیریت علف های هرز، افزایش ارزش زمین و بالا رفتن درآمد و سود خالص (Zoschke, 1994).

در کشور های صنعتی، پیشرفت های تکنیکی در امر کشاورزی به همراه بهره‌برداری بیش از اندازه از منابع کشاورزی باعث افزایش نگرانی عمومی درباره اثرات مواد شیمیایی در کشاورزی به‌ویژه علف‌کش ها شده است. همچنین نگرانی ها و سؤالاتی درباره بقایای علف‌کش در مواد غذایی، خاک، آب‌های زیرزمینی و جو؛ تأثیر بر موجودات غیرهدف[2] و مقاومت بالقوه علف های هرز به علف‌کش ها نیز وجود دارد (Watson, 1992; Eliss, 1992). جلوگیری از ورود مواد شیمیایی به سفره های زیرزمینی، سهل‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش جهت جلوگیری از آلودگی آن ها می‌باشد.

در گذشته، جامعه نیاز تولید غذا را به منظور افزایش تقاضا در سطح جهان مورد توجه قرار داد و در نتیجه علف‌کش ها به‌عنوان معجزه جامعه مدرن و نمادی از پیشرفت علمی محسوب شد. اما امروزه همان علف‌کش‌ها به‌وسیله بسیاری از متخصصان به‌عنوان آلوده‌کننده های محیط‌زیست نگاه می‌شود و استفاده از آن ها به‌وسیله بسیاری از سازمان های عمومی و تخصصی با دقت کامل بررسی می‌شود. امروزه در آمریکا بین ۱ تا ۲ میلیون کشاورز در برابر بیش از ۱۱ میلیون عضو علاقمند به محیط‌زیست قرار دارند که برخی از آن ها سعی در بالابردن آگاهی های عمومی و قانونی درباره اثرات واقعی و قابل درک آفت‌کش ها دارند (Abernathy, 1992). نگرانی عمومی در مورد پیامدهای صنعتی‌شدن کشاورزی در اواخر ۱۹۷۰ و اوایل ۱۹۸۰، دولتمردان برخی کشور های اروپایی را بر آن داشت تا به منظور تأمین ایمنی و کاهش خطرات ناشی از افراط در مصرف آفت‌کش های به ثبت رسیده به‌طور قانونی آن را تصویب کنند (Hass & Streibig, 1994). سیاست به حداقل رساندن مصرف علف‌کش‌ها با روش های گوناگون امروزه در بسیاری از کشور ها دنبال می‌شود. این نوشتار سعی در بیان راهکار های



شکل ۱- سهم جهانی فروش علف‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها از کل سموم کشاورزی فروخته شده در سال ۲۰۰۰ (Zimdahl, 2000)

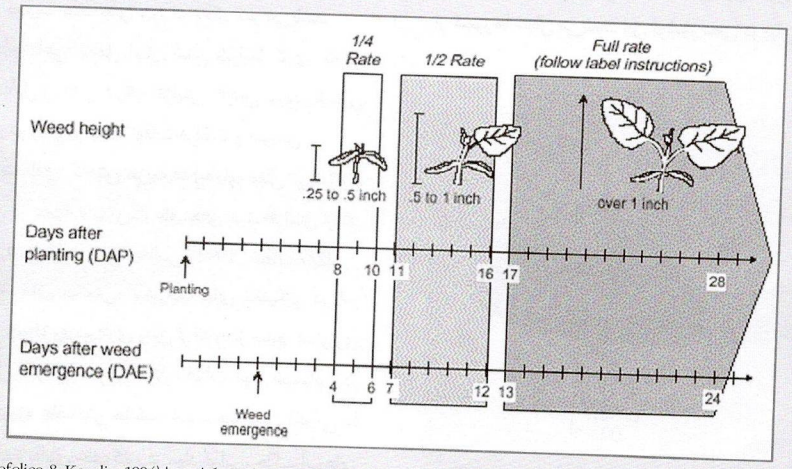
عملی و خط‌مشی های سیاسی کاهش مصرف علف‌کش در جهان و تأثیر آن ها بر روی راهبردهای تحقیقاتی جهت کاهش اتکای کشاورزان به علف‌کش دارد.

مقادیر تقلیل یافته علف‌کش‌ها[3]

ثبت مقدار دز علف‌کش روی برچسب آن بر اساس عوامل گوناگونی چون گونه گیاه زراعی، گونه علف هرز، تراکم آن ها، زمان کاربرد علف‌کش، نوع خاک، شرایط اقلیمی، عملیات خاک‌ورزی و دیگر عوامل زراعی صورت می‌گیرد. از این‌رو، مقادیر روی برچسب علف‌کش طوری تعیین شده‌اند که دارای حداکثر کارآیی درکنترل علف هرز باشند. بنابراین می‌توان با شناسایی گونه و تراکم علف هرز، نوع گیاه زراعی، زمان کاربرد، روش مصرف، مرحله رشد گیاه زراعی و علف هرز و نیز ارتفاع آن نسبت به کاهش مقادیر دز مصرف، به نصف و حتی یک چهارم اقدام نمود.

کاهش دز مصرف که با واژه‌هایی چون Low-rate concept، Dose-cutting، Reduced herbicide rate و غیره بیان شده است، بر اساس یک قانون کلی از مصرف علف‌کش استوار است:

"علف های هرز کوچک‌تر نیاز به دز پایین‌تری برای کنترل دارند" (Defelice & Kendig, 1994). از این قانون می‌توان به‌طور جدی برای تقلیل مقادیر مصرف علف‌کش‌ها خصوصا علف‌کش‌های پس‌رویشی استفاده نمود. کنترل موفق علف های هرز می‌تواند با مقادیر نصف و حتی یک چهارم مقدار ثبت شده بر روی برچسب انجام گیرد، به شرط این‌که علف‌کش‌ها در مراحل نخستین رشد گیاه زراعی که علف های هرز نیز کوچک می‌باشند، به‌کار برده شود. زمان‌بندی مناسب کاربرد علف‌کش برای استفاده از مقادیر تقلیل‌یافته در مهار علف های هرز پهن برگ در گیاه سویا در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود هنگامی که ارتفاع علف های هرز پهن برگ در زمان مصرف ۰/۶۳ تا ۲۷/۱ سانتی‌متر باشد می‌توان مقدار دز مصرف سم را تا یک چهارم تقلیل داد. در شرایطی که ارتفاع علف های هرز به ۲/۵۴–۱/۷۲ سانتی‌متر برسد، مقادیر یک چهارم مؤثر نبوده است، اما می‌توان از دز نصف استفاده نمود. با ادامه رشد علف هرز به ارتفاع بیش از ۲/۵۴ سانتیمتر دیگر نمی‌توان از مقادیر تقلیل‌یافته استفاده کرد (Defelice & Kendig, 1994). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که در استفاده از مقادیر تقلیل‌یافته، زمان‌بندی مصرف علف‌کش



شکل۲– زمان‌بندی کاربرد مقادیر تقلیل‌یافته علف‌کش‌های پس‌رویشی در علف‌های هرز پهن برگ در گیاه سویا (Defelice & Kendig, 1994).

در ابتدای دوره رشد علف هرز بسیار مهم است. البته این در مورد تمام علف های هرز صادق نیست، اما به‌طور متوسط، می‌توان با تنظیم ارتفاع علف هرز و زمان مصرف، مقادیر سم را تقلیل داد. از سوی دیگر، مقادیر تقلیل‌یافته در خصوص علف‌کش‌های خاک مصرف، مصرف تنها تا میزان نصف دز مصرف توصیه شده است. مقدار کاهش در این گونه علف‌کش‌ها خیلی مقدور نمی‌باشد زیرا کلوئید های خاک و موادآلی مقدار مشخصی از علف‌کش به‌کار گرفته شده را در خود نگه می‌دارند (Defelice and Kendig, 1994). بسیاری از دز های توصیه شده علف‌کش‌ها بر اساس خاک های با ظرفیت تبادلی کاتیونی (CEC) بالا می‌باشد (نظیر خاک های رسی و خاک های آلی) که در این مورد اگر علف‌کشی در خاک شنی با ظرفیت تبادلی کاتیونی پایین مصرف شود، می‌توان از مقادیر تقلیل‌یافته آن علف‌کش استفاده نمود و این مسئله به‌خصوص در اراضی ایران که از نظر میزان مواد آلی فقیر هستند بسیار قابل توجه می‌باشد. دیگر تحقیقات نشان داد ه‌اند که مقادیر کاهش‌یافته در مورد علف‌کش‌های خاک مصرف مؤثر نبوده است و از این‌رو، در صورت کاهش مقدار دز مصرفی این علف‌کش‌ها به حداقل یک عملیات وجین و یا کاربرد مقدار کاهش‌یافته از علف‌کش‌های پس‌رویشی نیاز می‌باشد (Doll *et al*, 1991). باید توجه داشت که در صورت امکان انتخاب نوع علف‌کش (پس و یا پیش‌رویشی)، ترجیحا در این موارد استفاده از علف‌کش‌های پس‌رویشی آن‌هم به صورت Early -post توصیه می‌شود، چرا که در این حالت اولا می‌توان علف هرز را دید و در مورد ضرورت سم‌پاشی تصمیم گرفت؛ ثانیا کاربرد علف‌کش به‌صورت Early - post سبب تقلیل میزان مصرف سم می‌شود. در مورد مقادیر تقلیل‌یافته علف‌کش‌ها به نکاتی چند می‌توان اشاره نمود:

۱- در علف‌کش‌های پس‌رویشی استفاده از مقادیر نصف دز توصیه شده نسبت به دز یک چهارم بیشتر معمول بوده و در خیلی از موارد مدیریت آن ساده‌تر است. علف‌های هرز در این مرحله قابل دیدن و شناسایی آن‌ها راحت‌تر می‌باشد.

۲- استفاده از مقادیر دز مصرفی یک چهارم مقدار توصیه شده که باید در مراحل نخستین رشد علف هرز پاشیده شود اغلب به یک کاربرد متوالی در ۱۰ تا ۱۴ روز دیگر برای کنترل طولانی مدت علف های هرز نیاز دارد.

۳- طبق تحقیقات، مقادیر کاهش‌یافته علف‌کش در کنترل گراس ها باعث کاهش عملکرد شده است. به‌عنوان مثال در مزارعی که آلوده به علف هرز بید گیاه *Agropyron repens* بوده است تنها مقادیر ذکر شده بر روی برچسب علف‌کش‌ها و یا حتی بالاتر از آن در کنترل این علف هرز مؤثر بوده است. درحالی‌که در بیشتر محصولات کاربرد مقادیر نصف علف‌کش مشابه مصرف مقدار ذکر شده بر روی برچسب، در کنترل علف های هرز پهن برگ مؤثر بوده است.

۴- در زمین های کلوخ‌دار و یا جایی که مقدار فراوانی از بقایای محصول در زمین وجود دارد نتایج قابل قبولی در مورد مقادیر کاهش یافته به‌دست نخواهد آمد. علت این مسئله را می‌توان به عدم یکنواختی در پاشیدن علف‌کش و یا در معرض قرار نگرفتن علف هرز نسبت داد.

تقسیط علف‌کش‌ها[۴]

یکی از روش‌هایی که در کاهش مصرف علف‌کش‌ها کاربرد زیادی دارد مصرف علف‌کش در چند نوبت با دز کاهش‌یافته است. این روش خصوصاً در مزارع چغندرقند آمریکا بسیار رایج است و باعث کاهش دز مصرفی علف‌کش‌های دسمدیفام و فنمدیفام از ۱/۱ تا ۱/۷ به ۱/۳ تا ۲/۸ کیلوگرم ماده مؤثره در

جدول ۱- کاربرد علف‌کش دسمدیفام در روش یک بار مصرف علف‌کش و نیز مصرف تقسیط‌شده بر میزان خسارت در چغندرقند و نیز درصد کنترل علف‌های‌هرز (Dexter, 1994).

تیمار	مقدار مصرف (kg/ha)	خسارت به چغندرقند (٪)	درصد کنترل ۴ گونه علف هرز(٪)
دسمدیفام	۰/۲۸	۴	۲۷
دسمدیفام	۰/۵۶	۱۶	۴۸
دسمدیفام	۱/۱۲	۴۹	۶۶
دسمدیفام در دو مرحله	۰/۲۸ – ۰/۲۸	۸	۶۷
دسمدیفام در دو مرحله	۰/۵۶ – ۰/۵۶	۳۹	۸۳
LSD (۰/۰۵)		۱۴	۶

- کاربرد علف‌کش تا مرحله دو برگی بوده است.
- درصد کنترل علف هرز و نیز خسارت به چغندرقند در ۱۵ روز پس از تیمار محاسبه شده است.

هکتار طی یک روند ۲۰ ساله شده است (Dexter, 1994). در مزارع چغندرقند استفاده از دز کامل برچسب علف‌کش در مراحل اولیه باعث خسارت زیادی به چغندرقند می‌شود. به علاوه، اگر علف‌کش در مراحل بعدی چند برگی مصرف شود به دلیل رشد زیاد علف هرز کارآیی علف‌کش پایین می‌آید. از این‌رو، این مسأله باعث ایجاد انگیزه در تقسیط علف کش ها خصوصاً در مزارع چغندرقند شده است. در این مزارع، علف های هرز پهن برگ در مرحله لپه‌ای و یا دو برگی می‌توانند در مقادیر تقلیل‌یافته دسمدیفام و فن مدیفام، بهتر کنترل شوند. بنابراین، مصرف ۰/۲۸ کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار (یک چهارم دز توصیه شده) در دو مرحله نشان داد که روشی مطمئن و بدون خسارت به چغندرقند در مرحله دو برگی بوده و در کنترل علف های هرز کوچک مؤثر می باشد (جدول۱). چغندرقند با مصرف کامل دسمدیفام و یا حتی مصرف در دو مرحله به میزان ۰/۵۶ کیلوگرم در هکتار خسارت دید. دلیل انتخابی بودن دو علف‌کش دسمدیفام و فن مدیفام در مزارع چغندرقند، وجود متابولیسم سریع تر این علف کش ها در چغندرقند نسبت به علف های هرز است؛ به‌طوری که چغندرقند ۸۳ الی ۹۴ درصد علف کش های جذب شده را در عرض ۲۴ ساعت متابولیسم می کند. بنابراین کاربرد دو مرحله‌ای علف کش باعث می شود تا در این فاصله یک هفته‌ای تا مصرف نصف دیگر، علف کش توسط چغندرقند متابولیسم شده و دیگر خسارتی ایجاد نکند. همچنین علف های هرزی که بین این دو زمان کاربرد سبز می شوند، به‌وسیله نیمه دوم کنترل خواهند گردید.

سیستم های مدرن تقسیط علف کش ها، اگرچه تعداد تیمارهای به کار برده شده برای یک محصول و نیز کل سطح سمپاشی شده را افزایش می دهد، اما در مجموع باعث کاهش مقدار کل ماده مؤثره مصرفی می شود. امتیازات متصورشده برای این روش شامل موارد زیر است:

۱- کنترل بهتر علف های هرز نسبت به کاربرد دز کامل که در این حالت کاربرد علف‌کش را می‌توان در مرحله اولیه رشد علف هرز و محصول شروع نمود. این کار باعث کنترل طیف وسیعی از علف های هرز می شود.

۲- خسارت برای محصول زیر حد آستانه بوده و نفوذ سم در علف هرز به‌صورت تدریجی خواهد بود.

۳- هنگامی که نصف دوم تیمار تقسیم شده مورد نیاز نباشد، هزینه مصرف علف کش کاهش می یابد.

اثرات متقابل استفاده از علف کش‌های خاکپاش، مرحله رشدی و روش سمپاشی در کاهش دز مصرفی

جدول ۲ اثرات متقابل استفاده از علف کش‌های خاکپاش، مراحل رشدی و روش سمپاشی (هوایی و زمینی) را در کاهش میزان مصرف علف کش به ازای هر هکتار نشان می دهد. کاربرد علف کش های دسمدیفام و فن مدیفام در مزرعه‌هایی که قبلاً با علف‌کش خاک مصرف تیمار شده است باعث کاهش خسارت وارده به چغندرقند و کنترل مؤثر علف‌های هرز نسبت به مصرف علف‌کش‌های پس‌رویشی به تنهایی شده است (Dexter, 1994). همچنین همان‌طور که در جدول ملاحظه می شود و قبلاً نیز

جدول ۲ – مقادیر توصیه شده در کاربرد علف‌کش‌های دسمدیفام و فن‌مدیفام در چغندرقند بر اساس مرحله رشدی، روش مصرف و استفاده از علف‌کش‌های خاک مصرف (Dexter, 1994).

مرحله رشدی	بدون کاربرد علف‌کش خاک مصرف		بعد از کاربرد علف‌کش خاک مصرف	
	سمپاشی زمینی	سمپاشی هوایی	سمپاشی زمینی	سمپاشی هوایی
	کیلوگرم در هکتار			
لپه‌ای تا دوبرگی	۰/۲۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۳
دوبرگی	۰/۳۷	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۱۸
چهار برگی	۰/۵۶	۰/۴۵	۰/۳۷	۰/۲۸
شش تا هشت برگی	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۵۶	۰/۵۶

بیان شد در مرحله ابتدایی رشد علف هرز می توان مصرف علف کش را با حداکثر راندمان به نصف و یا حتی کمتر تقلیل داد. با افزایش رشد گیاه (مراحل شش برگی به بعد)، علف کش ها با مقادیر دز بالاتر مؤثر خواهند بود. روش مصرف علف کش نیز همان طور که در جدول ۲ دیده می شود در کاهش مقدار مصرف مؤثر می باشد. کاربرد سمپاش های هوایی با فشار بیش از ۱۰۴۰ کیلوپاسکال در مقایسه با سمپاش های زمینی با فشار ۲۸۰ کیلوپاسکال، علف های هرز را بهتر کنترل نموده و باعث کاهش میزان مصرف علف کش شده است. البته استفاده از سمپاش های هوایی باعث خسارت بیشتر روی چغندرقند در مراحل ابتدایی گردیده است. نکته قابل توجه این است که در مراحل شش برگی به بعد، روش مصرف (زمینی یا هوایی) تأثیری در کاهش میزان دز مصرفی نداشته است.

نقش اختلاط علف کش ها در کاهش میزان مصرف آن ها

استفاده از فرمولاسیون های مشترک[۶] از چند علف کش باعث افزایش کارایی آن ها می شود. استفاده از مخلوط علف کش های فرموله شده، تعداد علف کش های مصرف شده را در یک زمان افزایش و مقدار کل دز مصرفی و تعداد عملیات سمپاشی مورد نیاز را (در صورت ترکیب علف کش های پهن برگ و نازک برگ کش) کاهش می دهد. امروزه فرمولاسیون های مشترک دو یا چند علف کش (به طور مثال فن مدیفام + اتوفومیست + دسمدیفام) به طور گسترده‌ای جایگزین مصرف جداگانه هر یک از علف کش های فوق الذکر در اروپا شده است (Griffiths, 1994). در منطقه دره رودخانه سرخ در آمریکا علف هرز سمج جارو[۷] که در مزارع چغندرقند زیاد می باشد با علف کش اتوفومیست با مقدار ۳ کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار کنترل می شود؛ در حالی که میزان ۰/۱۷ کیلوگرم در هکتار از مخلوط علف کش های دسمدیفام + فن مدیفام + اتوفومیست به‌طور مؤثری آن را کنترل می کند. همچنین در آنتوریو کانادا مخلوط علف کش های ریم سولفورون + نیکوسولفورون[۸] در نصف مقدار دز مصرف آن ها نتیجه عالی در کنترل گراس ها داشته است (Sullivan, 2002). در تحقیقی دیگر بر روی علف های هرز پهن برگ ذرت‌شیرین، مخلوط چندین علف کش مانند متاکلر + سیانازین، آترازین + سیانازین و آترازین + متاکلر در مقادیر کاهش‌یافته (نصف و یک چهارم) در کنترل علف های هرز مؤثر بوده است (Sullivan, 2002).

باید توجه داشت که اختلاط علف کش ها همیشه در کاهش میزان دز مصرف تأثیر نداشته و در این رابطه علف کش ها بر روی یکدیگر اثرات متقابلی دارند که عبارتند از:

۱- اثرات افزایشی: در این حالت از دز تقلیل‌یافته نمی توان استفاده نمود و باید دز توصیه شده را مصرف کرد.

۲- اثرات سینرژیسم: در این حالت هر دو علف کش بر یکدیگر اثرات مثبت داشته و باعث افزایش کارآیی هر دو علف کش می‌شود. از این رو، می توان از مقادیر تقلیل یافته جهت کاهش مصرف علف کش ها در این مورد استفاده نمود (به‌طور مثال اختلاط علف کش گرانستار با علف کش تاپیک).

۳- اثرات آنتاگونیسم: در این حالت اختلاط علف کش ها به‌علت اثرات منفی آن ها بر روی یکدیگر باعث کاهش کارآیی علف کش ها شده و بنابراین، میزان دز مصرف علف کش ها را نمی توان کاهش داد بلکه باید مصرف علف کش ها افزایش یابد.

فناوری جدید علف کش ها[۹]

از مسائل مهمی که در موفقیت برنامه های کاهش مصرف علف کش نقش بسیار مهمی داشته، تغییر فناوری علف کش ها بوده است. اولین تغییرات شامل تولید علف کش های با دز مصرف پایین در حد گرم ماده مؤثر در هکتار است (به‌طور مثال سولفونیل اوره ها و ایمیدازولینون ها). به طوری که در سوئد از کل ۴۷ درصد کاهش به‌وجود آمده در مصرف علف کش، ۱۲ تا ۲۰ درصد مربوط به تغییر فناوری علف کش ها به ویژه در غلات بوده است (Bellinder *et al*, 1994). جدول ۳ نشان می دهد که در گیاه سویا در یک مساحت معین تیمار شده با علف کش های جدید مانند سولفونیل اوره ها و ایمیدازولینون ها با مقدار مصرف پایین، در مقایسه با علف کش های با مقدار مصرف بالا نظیر گروه استانیلیدها، مقدار کل ماده مؤثره مصرف شده بسیار پایین می باشد.

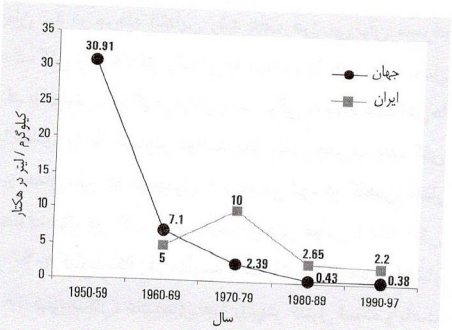
بررسی روند میزان مصرف علف کش به ازای هر هکتار، در ۵۰ سال اخیر حاکی از آن است که متوسط مقدار مصرف

علف کش ها در جهان از حدود ۳۱ کیلوگرم یا لیتر در هکتار در دهه ۱۹۵۰ میلادی به ۰/۳۸ لیتر یا کیلوگرم در هکتار در دهه ۱۹۹۰ کاهش یافته است. این مقدار برای ایران از حدود ۱۰ لیتر یا کیلوگرم در هکتار در دهه ۱۹۷۰ به ۲/۲ لیتر یا کیلوگرم در هکتار در دهه ۱۹۹۰ رسیده است (شکل ۳). علت اصلی کاهش متوسط مقدار علف کش مصرفی به ازای هر هکتار در جهان این است که در سال های اخیر بیشترین درصد فروش علف کش ها بعد از بازدارنده های فتوسیستم ۲ مربوط به بازدارنده های آنزیم ALS (استولاکتات سینتاز) می باشد که با توجه به بالابودن کارآیی این علف کش ها میزان مصرف آن ها در هکتار پایین و در حد گرم می باشد (زند و *همکاران*، ۱۳۸۲). مصرف این گروه از علف کش ها روز به روز در جهان رو به افزایش است به طوری که در سال ۲۰۰۰ حدود ۲۶ درصد علف کش های مصرفی در سرتاسر جهان مربوط به این گروه بوده است.

در بحث فناوری علف کش ها، در ترکیب علف کش لازم است چندین خصوصیت مورد توجه واقع شود. یکی از این ویژگی ها خصوصیت فیزیکی علف کش ها می باشد؛ به طوری که یک علف کش فرضی با مقدار مصرف پایین ممکن است دارای خصوصیات منفی فیزیکی مانند ظرفیت شستشوی بالا، الگوی تجزیه نامطلوب در خاک یا فشار بخار بالا باشد که همه این ها به طور جزئی و کلی می توانند امتیازات مقدار دز مصرف پایین یک علف کش را تعدیل و از بین ببرند. بنابراین، توجه به مقدار دز مصرف بدون توجه به دیگر خصوصیات مهم ترکیبات جدید صحیح نیست. به هر حال نوع ماده مؤثره در علف کش ها بیش از هر چیز در کاهش مصرف علف کش مؤثر می باشد (Zoschke, 1994).

جدول ۳ – میزان کل مقدار مصرف در سه گروه علف کش در یک مساحت مشخص در مزارع سویا در آمریکا (Zoschke, 1994).

گروه علف کش	هکتارهای تیمار شده (درصد)	کل مصرف (کیلوگرم ماده مؤثره)
استانیلیدها	۲۳	۱۱۱۷۲
ایمیدازولینون ها	۲۷	۶۳۸
سولفونیل اوره ها	۲۴	۱۳۹



شکل ۳– روند تغییرات میزان مصرف علف کش ها در ایران و جهان (زند و *همکاران*، ۱۳۸۲)

دومین تغییر در فناوری علف کش ها حذف ایزومرهای غیرفعال از دو علف کش پهن برگ غلات شامل مکوپروپ و دیکلوپروپ در سال ۱۹۸۹ بود، که میزان مصرف را تا نصف کاهش داد. حذف ایزومر های غیرفعال از این دو علف کش باعث افزایش قابلیت اختلاط آن ها با باریک برگ کش هایی مثل فنوکساپروپ - پی - اتیل شده که نهایتاً کارآیی مصرف علف کش را در کنترل علف های هرز پهن برگ و باریک برگ بالا برده است (Bellinder *et al*, 1994). این روش در سوئد باعث کاهش ۳ درصد در مصرف علف کش شده است. انتظار می رود که در آینده اهمیت این نوع تغییرات در فناوری علف کش ها رو به افزایش باشد.

استراتژی مدیریت تلفیقی در کاهش میزان مصرف علف کش

به رغم برخی مشکلات زیست محیطی که برای علف کش ها ذکر شده است، این ترکیبات هنوز به عنوان یکی از اجزای مهم مدیریت تلفیقی علف های هرز در جهان مورد استفاده قرار می گیرد. یک سیستم تلفیقی در کنترل علف های هرز، استفاده از روش های زراعی، مکانیکی، اکولوژیکی، بیولوژیکی و شیمیایی را توصیه می کند (Donovan *et al*, 2002). شیوه های استفاده از مدیریت تلفیقی شامل دو روش طولانی مدت و کوتاه مدت است. در روش طولانی مدت از راه هایی نظیر اجرای تناوب های مناسب، گیاهان همراه و معرفی عوامل کلاسیک در کنترل

بیولوژیک علف های هرز و غیره استفاده می شود. در روش کوتاه مدت، بهبود عملکرد و سلامت محصول از طریق اجرای روش هایی انجام می گیرد که رقابت گیاه زراعی را با علف هرز افزایش دهند.

تنظیم بهترین تاریخ کاشت

تاکنون از تنظیم تاریخ کاشت گیاه زراعی برای مدیریت آفات استفاده های متعددی شده است. تاریخ کاشت، زمانی بر کاهش جمعیت علف های هرز مؤثر خواهد بود که در تلفیق با سایر روش های زراعی و شیمیایی اعمال شود. تأخیر در تاریخ کاشت در بهار می تواند باعث کنترل خیلی از علف های هرز شود. کشت تأخیری امکان سبز شدن تعداد بیشتری از علف های هرز در بهار را فراهم می آورد و از این رو، می توان با روش های کنترل مکانیکی قبل از کشت نسبت به از بین بردن آن ها و در نتیجه کاهش جمعیت و بانک بذر علف های هرز در خاک کمک نمود (Defelice & Kendig, 1994). اشکال این روش این است که با تأخیر در تاریخ کاشت، ممکن است عملکرد کاهش یابد. اما در صورتی که این کاهش پایین تر از خسارت علف های هرز کنترل نشده باشد، مقرون به صرفه و اقتصادی بوده و در برنامه مدیریت درازمدت علف های هرز بسیار سودمند خواهد بود (زند و باغستانی، ۱۳۸۱). آزمایش انجام شده در ایالات متحده آمریکا نشان داد، زمانی که کشاورزان کشت ذرت و سویا را یک هفته یا بیشتر به تعویق انداختند، هزینه های کنترل علف های هرز کاهش یافت، اما به موازات آن میزان عملکرد محصول نیز کاهش پیدا کرد. بنابراین، سود خالص در هر هکتار برای کشاورزان در روش جدید مشابه روش های سنتی بود (زند و باغستانی، ۱۳۸۱).

در کل، تاریخ کاشت باید به گونه ای تعیین شود که علف های هرز اجازه سبز شدن را در زمین پیدا کنند. پس از آن، انجام یک بار عملیات شخم در کنترل و کاهش تعداد بذر علف های هرز مؤثر خواهد بود. به علاوه، در برخی از مواقع کشت زودهنگام سبب جلوانداختن رشد محصول نسبت به علف هرز می شود. در این موارد، پیش از آن که علف هرز سبز یا مستقر گردد، بسیاری از آشیانه های اکولوژیک توسط گیاه زراعی استفاده می شود که در این حالت میزان خسارت توسط علف های هرز کاهش می یابد. با توجه به این مسائل لازم است مدیر مزرعه در خصوص انتخاب تاریخ کاشت در برنامه مدیریتی خود همواره دقت نماید.

تناوب گیاه زراعی

رعایت تناوب گیاه زراعی از جمله روش های پیشگیرانه در مبارزه تلفیقی است که جمعیت علف های هرز و تنوع آن را کاهش می دهد و در نتیجه به کاهش میزان مصرف علف کش منجر می شود. انتخاب تناوب صحیح به خاطر اختلال در چرخه زندگی و نامساعد کردن شرایط جهت رشد علف های هرز به مقدار زیاد باعث کنترل آن ها می شود. بنابراین، در یک تناوب زراعی جمعیت بذر علف های هرز موجود در خاک یا کاهش می یابد یا افزایش آن با آهنگ کندتری صورت می پذیرد. به این ترتیب، با کاهش جمعیت علف های هرز در طولانی مدت می توان از مقادیر تقلیل یافته علف کش ها برای کنترل علف های هرز بهره جست. از دیدگاه اقتصادی مدت زمان لازم برای پاسخ به تناوب در کنترل علف های هرز، به چندین دوره تناوب نیاز دارد، در حالی که کشاورزان معمولاً کنترل های کوتاه مدت را ترجیح می دهند. نکته مهم دیگر آن است که انتخاب تناوب موجب تأخیر در بروز مقاومت علف های هرز به علف کش ها می گردد (زند و *همکاران*، ۱۳۸۳). همین امر می تواند به طور غیرمستقیم سبب کاهش دز مصرف سم شود، زیرا در بسیاری از موارد با شروع بروز مقاومت، کشاورزان دز سم مصرفی را جهت کنترل بیوتیپ های مقاوم افزایش می دهند. علاوه بر این، تناوب باعث کنترل سهل تر علف های هرز در یک محصول می شود. به طور مثال، کنترل علف هرز پهن برگ در گیاه زراعی باریک برگ سهل تر و تأثیر منفی آن بر روی محصول کمتر است.

کاربرد نواری[10] علف کش ها در تلفیق کنترل مکانیکی و شیمیایی علف های هرز

امروزه به دلایل فقدان سریع خاک سطح الارض و نیز بالا رفتن هزینه و اثرات محیطی استفاده از سوخت های فسیلی، استفاده

از روش‌های مکانیکی در کنترل علف‌های‌هرز کاهش یافته‌است. با این‌حال، امروزه در برخی مواقع خاک‌ورزی و وجین به‌عنوان گزینه‌های مهم در کنترل علف‌های هرز به‌شمارمی‌آیند (Doll *et al*, 1991). یکی از موارد کاربرد تلفیقی روش مکانیکی با روش شیمیایی کنترل، در کاربرد نواری علف‌کش‌ها می‌باشد. در این روش علاوه بر کاهش مقدار دز سم مصرفی، علف‌های هرز نیز به‌طور مؤثرتر کنترل می‌شوند. این روش به‌ویژه در خصوص علف‌های هرز چند ساله نسبت به مصرف دائم علف‌کش، در کنترل آن‌ها مؤثر می‌باشد. مولدر و دول (۱۹۹۳) گزارش کردند زمانی که از علف‌کش مصرفی ۵۰ تا ۷۰ درصد کاسته شود و کنترل مکانیکی متعاقب آن اعمال شود، عملکرد کاهش نخواهدیافت. جدول ۴ اثرات تلفیق مقادیر تقلیل‌یافته با روش‌های مکانیکی را در کنترل علف‌های هرز ذرت نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود پایین آوردن مقدار دز مصرفی تا نصف به همراه یک‌بار وجین باعث کنترل مؤثر علف‌هرز شده است، به‌طوری که درصد کنترل و عملکرد ذرت در مقایسه با دز کامل مصرف هیچ اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

روش‌های کاهش مصرف سم در حالت کاربرد نواری در شکل ۴ نشان داده‌شده است. در حالت «الف» مقدار علف‌کش توصیه‌شده روی برچسب به‌طور کامل در تمامی مزرعه پخش می‌شود. بدیهی‌است که در این حالت هیچ‌گونه کاهشی در مصرف علف‌کش نخواهیم داشت. در حالت «ب» علف‌کش با دز کاهش‌یافته به میزان نصف در تمامی مزرعه پاشیده شده که این‌حالت باعث کاهش ۵۰ درصد در مصرف سم می‌شود. در روش‌های «ج» و «د» مطابق شکل علف‌کش‌ها به صورت نواری در روی ردیف‌ها پخش می‌شود؛ با این تفاوت که در حالت «ج» علف‌کش با دز کامل و در حالت «د» با دز تقلیل‌یافته مصرف می‌شود. بنابراین، در حالت «ج» ۵۰ درصد کاهش مصرف سم (به علت کاهش سطح تیمارشده) و در حالت «د» ۷۵ درصد کاهش (هم به علت کاهش دز و هم کاهش سطح تیمار) مصرف خواهیم‌داشت.

یکی از کشورهایی که در آن کاربرد نواری علف‌کش رایج است ایالات متحده آمریکا می‌باشد (Griffiths, 1994). جدول ۵ هزینه علف‌کش مصرف‌شده در مزارع چغندرقند را در آمریکا و چند کشور اروپایی در سال ۱۹۹۱ نشان می‌دهد.

همان‌طور که در این جدول ملاحظه می‌شود به‌رغم بالاتر بودن سطح زیر کشت چغندرقند در آمریکا، در کل، هزینه مصرف‌شده برای علف‌کش رقم پایینی است. همچنین هزینه علف‌کش مصرفی به ازای هر هکتار در آمریکا ۹۴ دلار است که در مقایسه با سایر کشورها رقم بسیار پایینی می‌باشد. این پایین بودن میزان مصرف و در نتیجه هزینه پایین مصرف

جدول ۴- درصد کنترل علف‌های هرز و عملکرد ذرت در تلفیق روش‌های مکانیکی و شیمیایی با دز تقلیل یافته، کلمبیا ۱۹۹۱-۱۹۹۰ (Doll *et al*, 1991).

روش کنترل	درصد کنترل (۶۰ روز پس از کاشت)		عملکرد ذرت (کیلوگرم/ایکر)
	روی ردیف	بین ردیف	
۱-کاربرد متاکلر با دزکامل توصیه شده	۹۱	۹۲	۸۳۶/۹
بدون وجین	۹۷	۹۸	۴۶۰/۹
یکبار وجین در ۲۵ سانتی‌متری ذرت			
۲-کاربرد متاکلر در نصف دز توصیه‌شده	۹۵	۹۷	۱۹۱/۹
یکبار وجین در ۲۵ سانتی‌متری ذرت	۹۵	۹۷	۴۶۰/۹
دوبار وجین در ۱۳ و ۲۵ سانتی‌متری ذرت	۹۶	۹۸	۲۴۵/۹
یکبار کج بیل+ دوبار وجین			
LSD (۰/۰۵)	NS	NS	NS

علف کش به ازای هر هکتار در مزارع چغندرقند آمریکا عمدتاً به علت کاربرد نواری علف کش ها در آن کشور می باشد. در مجموع، کاربرد روش نواری مصرف علف کش به‌علت پایین آوردن سطح تیمارشده در مزرعه باعث کاهش فشار گزینش شده و در مدیریت جوامع مقاوم علف هرز نیز بسیار سودمند است. کاربرد نواری در محصولات زراعی نظیر چغندرقند و حتی گوجه‌فرنگی که به صورت ردیفی کشت می شوند از کارآیی بالا برخوردار است (Griffiths, 1994).

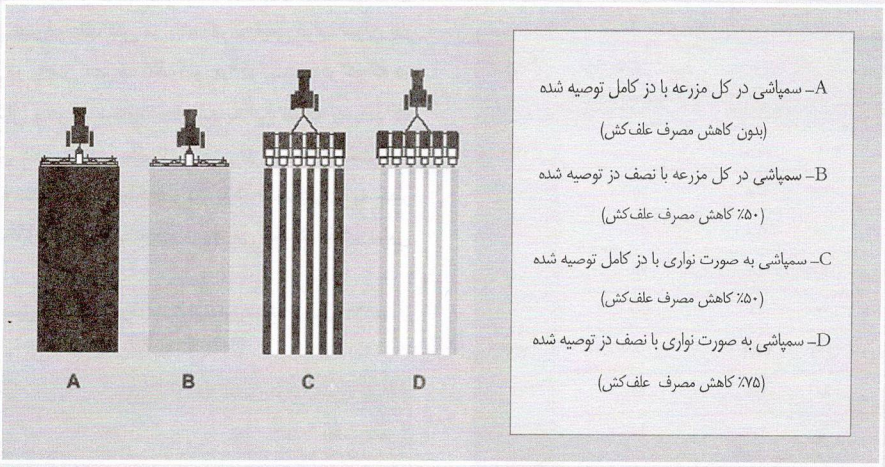
در ایران نیز جاهدی (۱۳۸۱) در یک آزمایش سه ساله توانست با استفاده از سم‌پاشی نواری در زراعت چغندرقند، مصرف علف کش را در حدود ۶۶ درصد کاهش دهد.

بالابردن قدرت رقابتی در کاهش مقدار مصرف علف‌کش

موفقیت علف های هرز به سازگاری آن ها با روش های زراعی و شیمیایی مرتبط با تولید گیاهان زراعی بستگی دارد. هر چقدر علف هرز از نظر زیستگاه و نیاز های اکولوژیکی و فنولوژیکی با گیاه زراعی شباهت بیشتری داشته باشد، به‌همان اندازه کنترل آن دشوارتر خواهد بود. از این رو، می توان از طریق دستکاری عملیات زراعی به سود گیاه زراعی با بالابردن قدرت رقابتی آن و نیز انتخاب یک رقم رقیب، امکان کاهش مصرف علف کش ها و نیز بهبود کارایی مصرف آن ها را فراهم آورد. در ادامه به بحث درباره عملیات زراعی مؤثر در افزایش توان رقابتی و در نتیجه کاهش مصرف علف کش می پردازیم.

۱- رقم گیاه زراعی

بهبود قابلیت رقابتی گیاهان زراعی می‌تواند سبب کاهش وابستگی به علف کش ها برای مدیریت علف های هرز و به‌ویژه علف های هرز مقاوم به علف کش ها شود (زند و باغستانی، ۱۳۸۱). تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی منجر به بهبود قابلیت آن ها در برابر علف‌های هرز می‌شود و می‌تواند معیاری برای برنامه‌های اصلاحی گیاهان زراعی باشد. استفاده از یک رقم گیاه زراعی با قابلیت رقابتی بالا، زمانی که با سایر روش های زراعی تلفیق شود، می تواند یک سیستم مدیریتی قوی در رابطه با کنترل علف های هرز پدید آورد. البته ارقام اصلاح شده زراعی با پتانسیل عملکرد بالا ممکن است نسبت به ارقام قدیمی تر از توانایی رقابتی کمتر برخوردار باشد.



شکل ۴- تاثیر روش‌های کاربرد مصرف علف‌کش در کاهش مقدار دز مصرفی (Doll *et al*, 1991)

توانایی رقابت هم در بین گونه‌ها و هم در بین ارقام مختلف یک گونه متفاوت است. مطالعات متعددی در خصوص رقابت گیاهانی مانند یولاف، چاودار، تریتیکاله، کلزا، گندم، جو، نخود، لوپین و بقولات دانه ای (Lemerle *et al*, 1995) و نیز مقایسه توانایی رقابت ارقام مختلف گیاهانی مانند سویا (Bussan *et al*, 1997)، گندم (زند و *همکاران*، ۱۳۸۰)، سورگوم (Walker & Buchanan, 1982)، پنبه (Bridge & Chandier, 1988)، سیب‌زمینی (Minotti & Sweet, 1981) و کلزا (Zand & Beckie, 2002) صورت گرفته است، که همگی حاکی از متفاوت بودن توانایی رقابت گونه‌های مختلف و ارقام مختلف یک گونه می‌باشند و گویای این مطلب هستند که می‌توان از طریق به نژادی ارقامی تولید نمود که توانایی رقابت آن‌ها با علف هرز بیشتر باشد.

صفاتی نظیر شاخص سطح برگ، ارتفاع و سرعت رشد گیاه با قدرت رقابتی گیاه زراعی همبستگی مثبت داشته و می‌تواند معیار مفیدی برای انتخاب رقم رقیب گیاه زراعی در برابر علف‌های هرز جهت کاهش میزان دز مصرف علف‌کش باشد.

۲- تنظیم مقدار بذر[11] (تراکم گیاه زراعی)

تنظیم میزان بذر یکی دیگر از روش‌ها جهت افزایش توانایی رقابتی گیاهان زراعی در برابر علف‌های هرز و در نتیجه کاهش میزان مصرف علف‌کش می‌باشد. در تحقیقی اثرات میزان بذر پاشی در کاهش مصرف علف‌کش ترالکوکسیدیم در جو که در سه سال و در دو منطقه انجام شد به این نتیجه رسیدند که کاهش دادن مقادیر علف‌کش حتی تا زیر ۵۰ درصد مقدار توصیه شده، مقدار عملکرد و نیز بازده اقتصادی را به خطر نینداخت (جدول۶) این نتایج پیشنهاد می اکند که مقادیر نسبی

جدول ۵ – هزینه مصرف علف‌کش‌ها در چغندرقند در سال ۱۹۹۱ (Griffiths, 1994).

	انگلیس	فرانسه	آلمان	آمریکا
سطح زیر کشت (۱۰۰۰ هکتار)	۱۸۸	۴۵۳	۵۵۱	۵۴۲
هزینه کل مصرف علف‌کش (میلیون دلار)	۳۲	۷۱	۱۲۲	۵۱
هزینه مصرف به ازای هر هکتار (دلار)	۱۷۰	۱۵۷	۲۲۱	۹۴

بالای بذرپاشی در جو می‌تواند بدون اینکه باعث کاهش بازده اقتصادی شود در بهبود عملکرد این گیاه نتیجه داشته و در مدیریت یولاف وحشی در مقادیر تقلیل یافته علف‌کش مؤثر باشد (Donovan *et al*, 2002).

تحقیق فوق مثال خوبی از تلفیق کردن یک روش شیمیایی و یک عمل زراعی در مدیریت علف‌های هرز بوده و نشان می‌دهد اگر قدرت رقابتی و سلامت محصول افزایش یابند، کارایی علف‌کش بهبود می‌یابد. در یک بررسی دیگر زمانی که مقدار بذر ذرت کشت شده دو برابر شد، کنترل علف‌های هرز در تیمارهایی که مقدار علف‌کش مصرفی در آن‌ها ۲۵ درصد کاهش یافته بود، مشابه مقادیر متداول مصرف بود. در این آزمایش تراکم بالاتر ذرت سبب کاهش رشد و تولید بذر در علف هرز دم‌روباهی شد. اثر تراکم گیاه زراعی بر جمعیت علف‌های هرز بیشتر ناشی از سایه اندازی گیاه زراعی می‌باشد (زند و باغستانی، ۱۳۸۱). در مجموع باید توجه داشت که در تنظیم مقدار بذر، افزایش هزینه‌های ناشی از مصرف بیشتر بذر نیز باید مورد ارزیابی قرار گیرد.

جدول ۶ – اثرات مقدار دز مصرف ترالکوکسیدیم و نیز میزان بذر پاشی جو در تولید بذر یولاف وحشی در متر مربع (Donovan *et al*, 2002).

سال	مقدار علف‌کش مصرفی (درصد از مقدار توصیه شده)	میزان بذر پاشی		
		۷۵ (kg/ha)	۱۲۵ (kg/ha)	۱۷۵ (kg/ha)
۱۹۹۷	۰	۳۷۱۰	۲۰۹۰	۱۲۳۰
	۲۵	۲۸۸	۱۲۶	۸۶
	۵۰	۲۰۸	۱۲۶	۱۷
	۷۵	۲۸	۹	۱۵
	۱۰۰	۲۸	۱۷	۳
۱۹۹۸	۰	۳۱۲۴	۱۶۶۳	۹۶۰
	۲۵	۲۶۶	۶۶	۱۶
	۵۰	۱۰۳	۵	۴
	۷۵	۱۰	۱۱	۴
	۱۰۰	۳	۰	۰/۶

جدول ۷ – اثر فواصل بین ردیف در تعداد روزهای مورد نیاز برای بسته‌شدن کانوپی و عملکرد در گیاه سویا (Defelice & Kendig, 1994).

	روزهای تا بسته شدن کانوپی	عملکرد (کیلوگرم در ایکر)
فواصل باریک (۲۵ سانتیمتر)	۷۳	۷۵۶
فواصل عریض (۷۶ سانتیمتر)	۹۵	۶۸۴

۳- کاهش فواصل بین ردیف‌ها[۱۲]

تغییر الگوی کاشت گیاه زراعی به‌وسیله فواصل باریک بین ردیف‌ها نیز سبب بهبود قابلیت رقابتی گیاه زراعی می‌شود. اثر آرایش کاشت مشابه اثر افزایش تراکم کاشت گیاه زراعی می‌باشد. از این طریق گیاه زراعی سبب کاهش میزان نور قابل دسترس برای علف‌های هرز مجاور شده و به این ترتیب کنترل علف هرز بهبود می‌یابد. همچنین این عمل سبب کاهش مصرف علف‌کش‌ها شده و نیز فشار گزینش در جمعیت علف‌های هرز مقاوم را کاهش می‌دهد (زند و باغستانی، ۱۳۸۱). به‌عنوان مثال، کشت سویا در ردیف‌های کم‌عرض در مقایسه با ردیف‌های عریض مزیت بیشتری دارد. در تحقیقی در این زمینه مشاهده شد که کانوپی سویا در ردیف‌هایی با عرض ۲۵ سانتیمتر، در مقایسه با ردیف‌های ۷۶ سانتیمتری زودتر بسته شده و این بسته‌شدن کانوپی در ۷۳ روز پس از کاشت اتفاق افتاد که در کنترل علف‌های هرز موجود در مزرعه نقش فراوانی داشت (جدول ۷). در آزمایش فوق مشخص شد که ردیف‌های با عرض ۲۵ سانتیمتر در سویا زمانی که مقدار علف‌کش مصرفی کاهش یافته بود، علف‌های هرز را به مقدار زیادی کنترل نمود. نکته‌ای که در این‌جا باید به آن توجه داشت محدودیت استفاده از ماشین آلات زراعی در مزرعه در ردیف‌های باریک خواهدبود.

۴- قرار دادن کود ازته به صورت نواری

گیاه زراعی و علف هرز برای مواد غذایی در خاک با هم رقابت می‌کنند. مطالعات زیادی در زمینه تاثیر افزایش کود ازته در توانایی رقابتی انجام شده است (Blakshow *et al*, 2002). در خیلی از موارد مصرف زیاد کود ازت برای علف هرز نسبت به گیاه زراعی سودمندتر بوده است. به‌طور مثال، در آزمایشی که در کالیفرنیا انجام شد یولاف‌وحشی در استفاده از ازت اضافه نسبت به گیاه گندم از توانایی رقابتی بالاتری برخوردار بود (Donovan *et al*, 2002). همچنین محققان در دانشگاه داکوتا به نتیجه مشابهی در مورد علف هرز ارزن وحشی رسیدند. افزایش به میزان دو برابر در کود ازته مصرفی، رشد گندم را افزایش نداده ولی وزن اندام هوایی علف هرز را تا ۴۱ درصد افزایش داد. در این دو آزمایش کود ازته در سطح خاک پخش و مخلوط شدند. چندین تحقیق نشان می‌دهد که کاربرد نواری کودها نسبت به رفتار سراسری آن می‌تواند برای محصول سودمند باشد (Donovan *et al*, 2002). در بررسی دیگر هنگامی که کود ازته به صورت نواری در مزرعه جو بهاره مصرف شد باعث کاهش ۲۸ تا ۶۰ درصد در حجم اندام هوایی یولاف‌وحشی گردید. جدول ۸ اثرات افزایش کود ازته و نیز نوع خاکورزی را در تعداد جمعیت علف هرز ارزن وحشی[۱۳] در شرایط رقابت با گندم، در کاربرد نواری کود ازته نشان می‌دهد. همان‌طور

جدول ۸ – اثرات کاربرد کود ازته به صورت نواری در سیستم‌های خاکورزی مرسوم و بدون خاکورزی بر جمعیت علف هرز ارزن وحشی در رقابت با گندم ۱۹۹۱ – ۱۹۹۲ (Donovan *et al*, 2002).

کود ازته	خاکورزی مرسوم		بدون خاکورزی	
	ارزن وحشی سبزشده (متر مربع)	بانک بذر (کیلوگرم در خاک)	ارزن وحشی سبزشده (متر مربع)	بانک بذر (کیلوگرم در خاک)
۰	۲۰۵	۷۷	۱۱۳	۶۷
۶۰	۴۲	۱۶	۱۴	۷
۱۲۰	۳۱	۱۴	۳	۲
۱۸۰	۱۴	۱۰	۳	۲

که ملاحظه می‌شود با افزایش مصرف کود ازته به صورت نواری، مواد غذایی بیشتری فقط در اختیار گیاه زراعی قرار گرفته و این مسأله باعث رشد سریع‌تر گیاه زراعی و همچنین سایه اندازی بر روی سطح خاک و علف هرز گردیده است. در نتیجه مانع از سبز شدن بذور علف‌های هرز شده که با جلوگیری از نفوذ نور به داخل کانوپی باعث بالا رفتن قدرت رقابت و سرکوب علف هرز می‌شود. بنابراین در طولانی مدت میزان جمعیت و بانک بذر علف هرز کاهش و در نتیجه میزان مصرف علف‌کش کاهش خواهد یافت.

استفاده از نقشه پراکنش علف‌های هرز[14] در کاهش مصرف علف‌کش

اصولاً برای کنترل علف‌های هرز درمزرعه، علف‌کش در تمام سطوح مزرعه به‌صورت یکنواخت پاشیده می‌شود. این در حالی است که علف‌های هرز معمولاً در مزرعه به‌طور یکنواخت نبوده و در نتیجه نیاز به کنترل آن‌ها در مزرعه متغیر می‌باشد. بنابراین، کاربرد سنتی و یکنواخت علف‌کش در سطح مزرعه ممکن است منجر به مصرف بیشتر یا کمتر از حد نیاز شود. در کشاورزی دقیق بر حسب غیر یکنواختی‌های موجود در مزرعه مقدار علف‌کش مصرفی متفاوت خواهد بود (Atri *et al*, 2004). در روش نقشه‌کشی پراکنش علف‌های هرز بر اساس سیستم هدایت ماهواره‌ای تصویربرداری ویدیویی و غیره تغییرات زمانی و مکانی علف‌های هرز در مزرعه ثبت و از این طریق با توجه به تراکم، نوع و مکان علف هرز می‌توان به سمپاشی مقادیر تقلیل یافته اقدام نمود (Lawson, 1994). مسأله‌ای که در این جا باید به آن اشاره شود این است که این روش در سطح یک مزرعه کاربرد نداشته و عمدتاً نگرش منطقه‌ای دارد. همچنین توزیع و مصرف علف‌کش‌ها بر اساس گونه‌های غالب در منطقه صورت می‌گیرد. در بسیاری موارد در صورت عدم وجود این نقشه و عدم دیده‌بانی دقیق از منطقه سبب مصرف علف‌کش‌هایی می‌گردد که علف‌های هرز آن منطقه در طیف علف‌کشی آن علف‌کش نمی‌باشد و این امر اهمیت استفاده از نقشه پراکنش علف‌های هرز را بازگو می‌کند. در مجموع، با وجود تحقیقات زیادی که در خصوص این روش‌های پیشرفته در کنترل علف‌های هرز صورت گرفته است هنوز سؤالات زیادی در این زمینه وجود دارد که در آینده باید مورد توجه قرار گیرد.

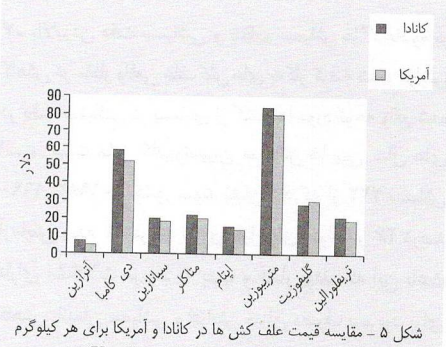
خط مشی‌های تحقیقاتی در کاهش مصرف علف‌کش

افزایش توجه به استفاده عملی از شیوه‌های مختلف تئوریک از قبیل مدل‌های آستانه اقتصادی و نیز مدل‌های پاسخ به دز (Dose response)، به منظور کاهش استفاده از علف‌کش‌ها از سال ۱۹۸۶ مورد نظر بوده است. به‌علاوه، تغییرات نسبتاً شگرف فلور علف‌های هرز در نتیجه کاربرد علف‌کش‌ها و به‌خصوص تغییر اقلیم و سایر عوامل زراعی توجهات را به سوی تحقیقات زیربنایی در زمینه اکولوژی علف‌های هرز در جهان سوق داده است (Andreasen *et al*, 1991). هرگونه شیوه کنترلی علف‌های هرز نیازمند شناسایی صحیح علف‌های هرز مورد نظر است. از این رو، سیستم‌های شناسایی گیاه‌چه‌های علف‌های هرز برای کشاورزان و کارشناسان ترویج باید فراهم گردد.

آستانه‌های اقتصادی

در طی ۱۵ سال گذشته استفاده از کاربرد آستانه‌ها در مدیریت علف‌های هرز جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است. آستانه‌های اقتصادی با تعیین سطوحی از جمعیت علف هرز که هزینه‌های کنترل آن بیش از سودآوری آن است، باعث تنظیم بهینه جمعیت علف‌های هرز (نه ریشه‌کنی) می‌شود. بحث‌های زیادی بین کشاورزان و محققان علف هرز در خصوص اهمیت تعیین آستانه‌های بحرانی کنترل علف هرز وجود دارد. البته اجرای تحقیقات در این زمینه نیز امری دشوار است، زیرا ممکن است ۵ تا ۱۰ گونه علف هرز با قدرت رقابتی و واکنش‌های متفاوت نسبت به گیاه زراعی به طور همزمان در مزرعه وجود داشته باشد. از این گذشته گیاه زراعی، علف‌های هرز و اثر متقابل آن‌ها همگی تحت تاثیر عوامل محیطی هستند. این موارد از جمله مسائلی هستند که تعیین تراکم بحرانی علف هرز را که نقطه آغاز کاهش عملکرد اقتصادی است، مشکل می‌کند. از طرف دیگر استفاده از آستانه‌ها زمانی می‌تواند باعث کاهش

میزان مصرف علف‌کش شود که بر اساس شرایط موجود در مزرعه، تراکم علف هرز زیر حد آستانه بوده و لذا اقتصادی نبودن علف‌کش تأیید شود. همچنین باید توجه داشت که بحث آستانه در آینده در مورد برخی گونه‌ها ممکن است باعث افزایش جمعیت آن‌ها شده و افزایش هزینه کنترل و بالارفتن مصرف علف‌کش را در درازمدت در پی داشته باشد. ظرفیت بالای تولید بذر در بسیاری از گونه‌های علف هرز و پویایی بانک بذر حاصله ممکن است سبب استقرار جمعیت‌های پایایی شود که هزینه کنترل در فصل‌های آتی را بالا برد. این امر سبب شده که برای بسیاری از گونه‌های علف هرز آستانه اقتصادی برابر صفر فرض شود. به عقیده نوریس (۱۹۹۹) حتی یک بوته سوروف در هکتار با وجود ۹۰ درصد تلفات بذر قادر به آلوده‌سازی مجدد یک هکتار خواهد شد. به عقیده او چنین تراکمی (یک بوته در هکتار) بالای حد آستانه اقتصادی بوده و نیازمند کنترل است. دوری جستن از مخاطرات فلسفه‌ای است که در مقایسه با حداکثر سودآوری در بین کشاورزان طرفداران بیشتری دارد. این موضوع سبب می‌شود که اغلب کشاورزان در تراکم‌های پایین‌تر از آستانه اقتصادی کنترل، برای اجتناب از مخاطره به کنترل علف‌های هرز بپردازند و بنابراین آن‌ها آستانه‌ها را در میزان مصرف علف‌کش نادیده می‌گیرند. درحال حاضر آستانه‌های مطلوب اقتصادی[15] مناسب‌ترین معیار برای مدیریت درازمدت علف‌های هرز محسوب می‌شود. آستانه‌های مطلوب اقتصادی تلاش می‌کند اثرات چند ساله پویایی جمعیت علف هرز را در



شکل ۵ – مقایسه قیمت علف کش ها در کانادا و آمریکا برای هر کیلوگرم ماده مؤثره در سال ۱۹۹۲ (Hamill *et al*, 1994).

خود جای داده و نیز پیامدهای زیست‌محیطی عملیات مدیریتی را در نظر گیرد.

در مجموع، کاربرد آستانه‌ها نیازمند عملیات تکمیلی در مدیریت تلفیقی جهت کاهش تولید بذر علف هرز، از قبیل سیستم شخم، تناوب زراعی، انتخاب رقم و فواصل ردیف است (زند *و همکاران*، ۱۳۸۳).

استراتژی‌های سیاسی ـ اقتصادی در کاهش مصرف سموم

همگام با راهبردهای علمی ـ تحقیقاتی در کاهش مصرف علف‌کش، راهکارهای سیاسی ـ اقتصادی نیز در برنامه‌های کاهش مصرف علف‌کش اتخاذ شده‌اند (Hamill *et al*, 1994; Bellinder *et al*, 1994). یکی از این استراتژی‌ها در کاهش مصرف، کاهش میزان تقاضا برای علف‌کش‌ها در جهان می‌باشد. به عنوان مثال، در سوئد مالیات‌های محیطی برای سموم وضع شده است، به این صورت که به ازای هر کیلوگرم مصرف ماده مؤثره سم، ۲۰ کرون سوئد اخذ می‌شود (Bellinder *et al*, 1994). همچنین در کانادا هزینه ثبت بالای یک علف‌کش و نیز بالابودن قیمت نهاده‌ها به‌ویژه علف‌کش‌ها نسبت به خیلی از کشورها درکاهش مصرف مؤثر بوده است. به‌عنوان مثال، هزینه ثبت یک آفت‌کش به تنهایی تقریبا ۸۰ میلیون دلار هزینه دربردارد. هزینه ثبت در کشور کانادا نسبت به آمریکا حدود ۸/۱ میلیون دلار بیشتر است. همان‌طور که در شکل ۵ ملاحظه می‌شود از میان ۸ علف‌کش مصرفی در کانادا و آمریکا تنها قیمت یک علف‌کش در کانادا کمتر از آمریکا می‌باشد.

کاهش تعداد علف‌کش‌ها یکی دیگر از استراتژی‌های کاهش مصرف علف‌کش می‌باشد. به این صورت که همگام با تقاضای کاهش مصرف آفت‌کش‌ها بخش دیگری از قانون دولتی در برخی از کشورها امکان کاستن از تعداد آفت‌کش‌ها را فراهم آورده است (Hass & Streibig, 1994). از جمله این قوانین می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱– در صورت محرز شدن فرضیاتی چون "خطرناکی ویژه برای سلامتی" و "زیان‌آوری برای محیط زیست"، در مورد یک ترکیب

ثبت آن به تأیید نمی‌رسد.

۲- در صورت وجود ترکیبات جایگزین دیگر با خطر کمتر برای سلامتی و محیط و یا در صورت وجود شیوه‌های کنترلی جایگزین مناسب ثبت آن ترکیب تأیید نمی‌گردد. به‌طور مثال، در سوئد استفاده از ترکیباتی که دارای سمیت بسیار بالایی بوده‌اند در ابتدای دوره برنامه کاهش مصرف علف‌کش ممنوع شد. یکی از این ترکیبات TCA بود که در سطح وسیع مورد استفاده قرار می‌گرفت. مصرف گلیفوزیت که برای محیط زیست خطرات کمتری داشت به‌عنوان ترکیب جایگزین مورد تشویق و حمایت قرار گرفت. مقادیر علف‌کش TCA برای کنترل علف‌های هرز ۱۵ تا ۳۰ کیلوگرم در هکتار ماده مؤثره بود که با جایگزین شدن گلیفوزیت مصرف آن به ۱ تا ۲ کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار رسید و باعث کاهش معین و مشخصی در مقدار مصرف علف‌کش گردید (Bellinder *et al*, 1994).

۳- محدوده زمانی برای ترکیبات به ثبت رسیده جدید ۵ تا ۱۰ سال است.

۴- تجدید ثبت تولیداتی که ثبت آن‌ها بر اساس قوانین قدیمی قبل از سال ۱۹۸۰ به ثبت رسیده‌اند.

در برخی از کشورها گواهی اجباری برای استفاده از تمامی آفت‌کش‌ها وضع شده است و تمامی کشاورزان لازم است تا در یک دوره سه روزه آموزشی شرکت کنند. در این کلاس‌ها آگاهی در خصوص اثرات منفی کشاورزی بر روی محیط‌زیست و چگونگی کاهش اثرات سوء آن بر محیط‌زیست آموزش داده می‌شود. پس از اتمام کلاس‌ها به هر فرد گواهی داده می‌شود، به عبارتی هر نوع استفاده از آفت‌کش‌ها درکشاورزی به یکی از این گواهی‌ها نیاز دارد. بنابراین به‌وجود آوردن یک جمعیت آگاه در امر کشاورزی، منجر به افزایش اطمینان از مصرف‌کننده می‌شود تا محیط زیست (Bellinder *et al*, 1994).

در راستای کاهش خطرات و مصرف علف‌کش‌ها در یکی از ایالت‌های کانادا آفت‌کش‌ها با رنگ‌های قرمز، زرد و سبز کدگذاری شده‌اند به این‌صورت که رنگ قرمز نشان‌دهنده کاهش فوری در مصرف آن سم به‌علت خطرات ناشی از آن، رنگ زرد در آستانه کاهش و رنگ سبز نشانه عدم نگرانی در مصرف آن علف‌کش است (Hamill *et al*, 1994).

دیگر راهکارهای کاهش مصرف سموم علف‌کش

۱- استفاده از مواد افزایشی[16] در علف‌کش: مواد افزایشی ترکیباتی هستند که به محلول سم افزوده شده تا تغییراتی را در خصوصیات فیزیکی یا فعالیت‌های بیولوژیکی آن ایجاد کند. مواد افزایشی موجب کاهش کشش سطحی شده که به این طریق باعث افزایش پخش قطرات سم بر روی برگ‌ها و کاهش لغزش آن‌ها از روی سطح برگ می‌شوند. به‌علاوه این مواد جذب علف‌کش‌ها به داخل کوتیکول برگ را افزایش و همچنین ماندگاری علف‌کش را در شرایط محیطی مختلف مانند بارندگی و شدت نور بالا روی سطح برگ افزایش داده و می‌تواند در کارآیی مصرف علف‌کش تاثیر داشته و در نتیجه میزان مصرف آن‌را کاهش دهد (زند و صارمی، ۱۳۸۱؛ نریمانی *و همکاران*، ۱۳۸۱).

۲- مدیریت زمین‌های آیش[17]: از دیگر روش‌های کاهش میزان مصرف علف‌کش در نتیجه کاهش جمعیت علف‌های هرز در مزرعه، مدیریت صحیح زمین‌های آیش می‌باشد. دراین‌حالت قطعه زمین را برای مدتی بدون کشت رهاکرده و با انجام اعمال ویژه مدیریتی، جمعیت و بانک بذر علف‌های هرز را پایین می‌آورند. در سال ۱۹۹۰ تقریبا ۱۱۰ هزار هکتار از زمین‌های غلات در انگلیس به‌صورت آیش بوده‌اند (Lowson, 1994). از سال ۱۹۹۳ سطح زمین‌های آیش در این کشور شاید بیشتر از ۵۰۰ هزار هکتار افزایش یافت که به‌طور قطع اثر عمده‌ای را در کاهش مصرف علف‌کش‌ها در انگلیس داشته است. این روش در سوئد نیز باعث ۲ درصد کاهش مصرف علف‌کش شده است (Bellinder *et al*, 1994).

۳- بالابردن دقت سمپاشی و تنظیم سمپاش‌ها[18]: علاوه بر کاهش در مقدار واقعی علف‌کش‌های به‌کار گرفته شده، افزایش در دقت سمپاشی در بسیاری از کشورها مورد توجه واقع شده است. تست‌های کالیبراسیون سمپاش‌ها بین سال‌های ۱۹۹۰-۱۹۸۲ در کشور سوئد نشان داد که از ۴۲۲ سمپاش آزمایش شده ۵۲ درصد دارای نازل‌های خراب و ۲۶ درصد دارای مشکلات مربوط به پمپ و فشار بودند که این باعث کاهش راندمان سمپاشی و افزایش میزان مصرف سم بود. برای برطرف‌کردن این مشکلات واحدهای تست سمپاش به صورت

سیار توسط دولت ایجاد و سمپاش ها به‌صورت اختیاری و داوطلبانه مورد آزمایش واقع شدند. در آغاز این امر به این آزمایش‌ها توسط دولت تا ۷۵ درصد یارانه تعلق می‌گرفت (Bellinder *et al*, 1994).

۴- استفاده از ابزارهای پیشرفته سمپاشی: پیشرفت‌های به‌عمل آمده در زمینه کنترل شیمیایی علف‌های هرز به‌صورت انتخابی و فن‌آوری عمل متناسب با زمان، فرصت‌های زیادی را برای مدیریت هوشمندانه دقیق کاربرد علف‌کش‌ها در سیستم‌های زراعی فراهم آورده است. مدیریت هوشمند سبب افزایش تأثیر عملیات کنترل علف‌های هرز و کاهش استفاده از علف‌کش‌ها و بقایای آن ها شده و به این‌ترتیب از ثبت علف‌کش های سودمند جدید و به حداقل رساندن اثرات نامطلوب زیست‌محیطی حمایت به‌عمل می‌آورد (موسوی و زند، ۱۳۸۰). در سمپاش‌های هوشمند از حس‌گرهایی برای یافتن علف های هرز استفاده می‌شود. حس‌گرها از طریق کامپیوتر به سمپاش‌ها مرتبط بوده و بر حسب حضور و غیاب علف های هرز نسبت به باز و بسته کردن نازل اقدام می‌کنند. سمپاش‌های حساس برای کار در زمین های آیش (جایی که توانایی تمیز دادن بین گیاه و خاک لخت وجود دارد) به بازار عرضه شده‌اند. مزیت بارز این فن‌آوری عدم نیاز به ارزیابی و نقشه‌برداری علف‌های هرز است.

طرح اولیه سمپاش مجهز به کنترل‌کننده چشمی شامل چندین دوربین است که هر یک از آن‌ها یک ردیف گیاه زراعی را پوشش می‌دهند. دوربین ها یک متر جلوتر از بوم سمپاش نصب گردیده‌اند. لازم است برای کنترل جداگانه هر نازل، اندازه ناحیه‌ای که تحت پوشش هر نازل قرار می‌گیرد برابر ناحیه تشخیص سیستم چشمی باشد. با توجه به کاربرد فیلترهای مادون قرمز نزدیک، برگ‌های گیاهان زنده در تصاویر، روشن‌تر از خاک زمینه خواهد بود. اخیراً حس‌گرهای ابرطیف معرفی شده‌اند که برای تشخیص علف‌های هرز داخل پوشش گیاه زراعی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این حس‌گر سبب خردکردن طیف به باندهای باریک زیادی (تا ۲۲۴ باند) می‌شود، این درحالی است که حس‌گرهای چند طیفی، طیف را فقط به ۳-۷ باند خرد می‌کنند (موسوی و زند، ۱۳۸۰).

ضوابط و معیارهای اندازه‌گیری کاهش میزان مصرف علف‌کش

در برنامه های کاهش مصرف علف‌کش ها از معیارهایی در پایان دوره برای اندازه‌گیری میزان کاهش مصرف استفاده می‌کنند. این معیارها شامل مقدار کیلوگرم ماده مؤثره مصرفی در هکتار، حداکثر مقدار دز توصیه شده، هکتار های تیمار شده، ضریب اثر محیطی (EIQ)[۱۹] و شاخص تعداد دفعات سمپاشی (TF)[۲۰] می‌باشند (Bellinder *et al*, 1994). مشکل اساسی در این اندازه‌گیری ها، استفاده از مقدار ماده مؤثره مصرفی در هکتار به‌عنوان تنها معیار اندازه‌گیری کاهش می‌باشد. امروزه در محیط‌زیست، استفاده از معیار مقدار کیلوگرم ماده مؤثره مصرفی آسان‌ترین و سریع‌ترین روش برای کاهش مصرف علف‌کش‌ها است. با این‌حال ممکن است استفاده از ترکیباتی که هنوز توسعه نیافته‌اند ولی بیشتر با محیط‌زیست سازگارند و به مقادیر زیادتری از ماده مؤثره در مصرف احتیاج دارند، جلوگیری شود. بنابراین استفاده از این معیار به تنهایی روش صحیحی نمی‌باشد (Bellinder *et al*, 1994). در دانمارک علاوه بر مقدار کیلوگرم علف‌کش مصرفی، از شاخص تعداد دفعات سمپاشی برای اندازه گیری کاهش مصرف علف‌کش‌ها استفاده می‌کنند (Hass & Streibig, 1994). تعریف این

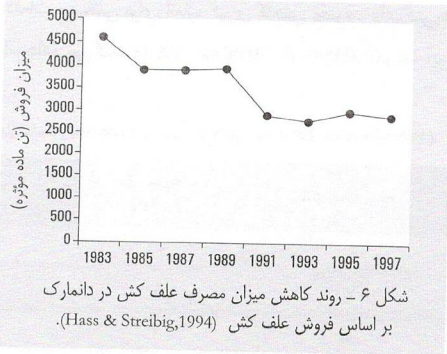
جدول ۹ - اثر کاهش مقدار دز مصرف علف‌کش‌های فنوکسی و سولفونیل اوره‌ها در مقدار شاخص تعداد دفعات سمپاشی در کشور سوئد (Bellinder *et al*, 1994).

علف‌کش	مساحت تیمار شده (هکتار)	مقدار مصرف حقیقی (kg/ha)	مقدار توصیه شده (kg/ha)	تعداد دفعات سمپاشی
سولفونیل اوره‌ها	۱۶۰۰۰	۰/۱	۰/۱	۱
فنوکسی‌ها	۱۶۰۰۰	۱	۱	۱
فنوکسی‌ها	۱۶۰۰۰	۰/۵	۱	۰/۵

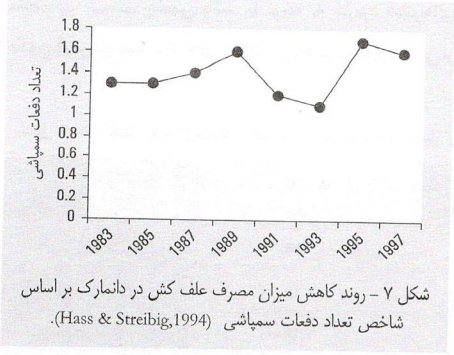
شاخص عبارت است از تعداد کل دفعاتی که یک قطعه زمین با دز توصیه شده سمپاشی می‌شود. محاسبه تعداد دفعات سمپاشی نیازمند آمار نسبتاً دقیقی در مورد سطح زیر کشت گیاه زراعی، میزان فروش و دز توصیه شده علف‌کش مورد استفاده است. به‌طور مثال، پاششی به میزان توصیه شده ۴ گرم ماده مؤثره متاسولفورون در هر هکتار مزرعه گندم معادل شاخصی برابر یک است. اگر دو گرم ماده مؤثره از این علف‌کش بتواند تحت شرایط مطلوب پاشش همان نتیجه را داشته باشد، شاخصی برابر ۰/۵ خواهیم داشت (کاهش مصرف) و اگر مقدار دز توصیه شده (۴ گرم) را نیز در ۰/۵ هکتار مصرف کنیم در این صورت نیز شاخص تعداد دفعات سمپاشی معادل ۰/۵ می‌باشد (کاهش سطح تیمار). شاید در مورد علف‌کش دیگر، مقدار توصیه شده ۲ کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار باشد که این مقدار نیز معادل شاخصی برابر ۱ خواهد بود. اگر تحت شرایط مزرعه به یک‌بار عملیات اضافی سمپاشی نیاز باشد و بنابراین میزان مصرف این علف‌کش فرضی به ۳ کیلوگرم در هکتار برسد در آن صورت تعداد دفعات سمپاشی برابر ۱/۵ خواهد بود (افزایش میزان مصرف) (Hass and Streibig, 1994). در کل، مقادیر شاخص تعداد دفعات سمپاشی برای هر علف‌کش محاسبه و سپس در مساحتی که آن علف‌کش مصرف شده است، بر اساس کل کمیت فروخته شده ضرب می‌شود. سپس ارقام به‌دست آمده با هم جمع و بر کل حداکثر مساحت تیمار شده تقسیم و میانگینی از این شاخص به‌دست می‌آید. مقادیر کاهش یافته شاخص تعداد دفعات سمپاشی طی یک روند چند ساله نشانه کاهش میزان مصرف علف‌کش است.

شاخص مذکور را از دو طریق کاهش سطوح تیمار شده و دز مصرفی می‌توان کاهش داد. با توجه به این‌که این شاخص برای هر علف‌کش به‌طور جداگانه محاسبه می‌شود، لذا استفاده از علف‌کش‌های با دز مصرف پایین (به‌طورمثال سولفونیل اوره‌ها) به‌جای علف‌کش‌هایی با دز مصرف بالا هیچ تأثیری در کاهش شاخص تعداد دفعات سمپاشی ندارند (جدول۹). همان‌طور که در جدول شماره ۹ پیدا است در علف‌کش‌های گروه سولفونیل اوره که دارای دز مصرف پایین هستند به‌علت عدم کاهش دز مصرف به ازای هر هکتار در یک مساحت مشخص (۱۶۰۰۰ هکتار) تغییری در شاخص تعداد دفعات سمپاشی آن حاصل نشده است. اما علف‌کش‌های گروه فنوکسی که دز توصیه شده برای آن‌ها یک کیلوگرم ماده مؤثره در هکتار بوده است، کاهش میزان دز مصرفی به نصف (۰/۵ کیلوگرم در هکتار) باعث کاهش شاخص مذکور شده است.

شکل‌های ۶ و ۷ کاهش مقدار علف‌کش را در طی روند چندین ساله بر اساس میزان فروش علف‌کش و هم‌چنین شاخص تعداد دفعات سمپاشی در دانمارک نشان می‌دهد (Hass & Streibig, 1994). اگر مقدار فروش را به‌عنوان معیار کاهش مصرف در نظر بگیریم مطابق شکل ۶ تا حدی در دانمارک به این کاهش دسترسی یافته‌اند، در صورتی‌که اگر شاخص تعداد دفعات سمپاشی را لحاظ کنیم میزان مصرف تقریباً روند ثابتی داشته است و اهداف کاهش مصرف علف‌کش محقق نشده‌اند (شکل۷). از این رو، میزان کم شدن فروش



شکل ۶ – روند کاهش میزان مصرف علف کش در دانمارک بر اساس فروش علف کش (Hass & Streibig,1994).



شکل ۷ – روند کاهش میزان مصرف علف کش در دانمارک بر اساس شاخص تعداد دفعات سمپاشی (Hass & Streibig,1994).

علف‌کش‌ها الزاماً گویای مقدار کاهش فشار انتخاب بر روی فلور علف‌های هرز و مخاطرات محیطی نمی‌باشد. در حالی‌که از نقطه نظر بیولوژیکی شاخص تعداد دفعات سمپاشی صرف نظر از کمیت مورد استفاده، معیار نسبی از تأثیر علف‌کش‌ها و پیامدهای محیطی آن‌ها بر روی اکوسیستم‌های زراعی است. از دیگر معیارهای اندازه‌گیری کاهش مصرف، سیستمی است که توسط کوواچ و *همکاران* (Kovach *et al*, 1992) ارائه شده است. آن‌ها آفت‌کش‌ها را بر اساس شناخت آن‌ها، گروه و دسته آن‌ها، سمیت اکولوژیکی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و رفتار آن‌ها در محیط مقایسه کردند و ضریبی به نام ضریب اثر محیطی (EIQ) را برای هر آفت‌کش بر اساس تأثیر آن بر کارگر مزرعه، مصرف‌کننده و اجزایی که با محیط در ارتباط هستند تعریف نمودند. با جمع‌کردن متوسط سمیت‌های نسبی تمامی مؤلفه‌ها (کارگر، مصرف‌کننده و غیره) می‌توان یک مقدار عددی ساده برای هر علف‌کش تعیین نمود. سپس این عدد در مساحتی که آن علف‌کش مصرف شده است و فراوانی کاربرد برای رسیدن به یک مقدار نهایی از آن ضریب برای هر علف‌کش ضرب می‌شود. در نهایت، ضرایب مربوط به علف‌کش‌ها با هم مقایسه می‌شود. علف‌کش‌هایی که ضریب پایین‌تری دارند برای محیط زیست مطمئن‌تر می‌باشند. این معیار با توجه به این‌که نوع آب و هوا و نیز نوع خاک که در کشاورزی اهمیت زیادی دارند لحاظ نشده است، در امور کشاورزی چندان مورد استفاده قرار نگرفته است.

عوامل مؤثر در موفقیت یا شکست یک برنامه کاهش مصرف علف‌کش

نوع محصول، محیط‌زیست و تاریخچه زراعی زمین تأثیر بسیار مهمی در موفقیت یا شکست یک برنامه کاهش مصرف علف‌کش خواهند داشت (Bellinder *et al*, 1994). به‌طور مثال در سوئد که ۵۰ درصد سطح زیر کشت آن‌را غلات تشکیل می‌دهد، سیاست کاهش مصرف سموم در این محصولات اعمال گردید و این سیاست‌گذاری سبب کاهش معنی‌دار مصرف علف‌کش‌ها در این محصولات شد. در مقابل، کشاورزان این کشور در گیاهانی که رقابت کننده ضعیف می‌باشند و یا جایی‌که علف‌کش‌ها به ویژه پس رویشی‌ها کمتر مؤثر بودند (مانند کلزای کشت‌بهاره، بقولات، چغندرقند و محصولات ردیفی)، توفیقی جهت کاهش مصرف علف‌کش به‌دست نیاوردند. همچنین شرایط اکوسیستم زراعی در یک منطقه از نظر نوع و تراکم علف هرز نیز در پایین آوردن مقدار مصرف علف‌کش بسیار مهم می‌باشد. به طور مثال، در سوئد اکوسیستم‌های زراعی جمعیت اندکی از علف‌های هرز دارد که باعث موفقیت این کشور در کاهش مقدار مصرف علف‌کش در مقایسه با کشورهای جنوبی شده است که آلودگی علف‌های هرز در مزارع آن‌ها بسیار زیاد است. همچنین درکشور سوئد تراکم باریک برگ‌های یکساله پایین است و تعداد کمی از علف‌های هرز پهن برگ سازگار با مناطق گرم در اراضی زراعی آن‌ها یافت می‌شود. این عامل در موفقیت برنامه‌های کاهش مصرف علف‌کش در سوئد بی‌تأثیر نبوده است. درنهایت، تاریخچه زراعی زمین به طور ویژه در موفقیت یا شکست برنامه کاهش مصرف علف‌کش‌ها مؤثر می‌باشد. محققان علف‌های هرز گزارش نمودند در مزارعی که تاریخچه طولانی (۳۰-۲۰ ساله) کنترل علف‌های هرز را دارند، می‌توان به‌طور قابل اطمینانی مقادیر کاهش یافته علف‌کش را توصیه نمود (Bellinder *et al*, 1994).

جدول ۱۰ - جمعیت چند نوع علف هرز (بوته در متر مربع) درنتیجه کاربرد و عدم کاربرد علف‌کش در چند سال متوالی (Bellinder *et al*, 1994).

سال	بدون تیمار علف‌کش	۰/۵ × دز	۱/۰ × دز
۱۹۷۳	۱۴	۱۶	۲۲
۱۹۸۰	۶۷	۱۳	۱۱
۱۹۸۱	۷۱	۱۱	۶
۱۹۸۲	۱۱۱	۱۸	۱۵
۱۹۸۳	۱۱۹	۲۳	۱۳
۱۹۸۴	۲۰۶	۱۲	۱۰
۱۹۸۵	۲۸۸	۱۴	۸
۱۹۸۶	۱۹۱	۱۲	۵
۱۹۸۷	۵۰۲	۱۱	۴
۱۹۸۸	۳۱۳	۱۱	۶
۱۹۸۹	۳۵۶	۱۱	۵

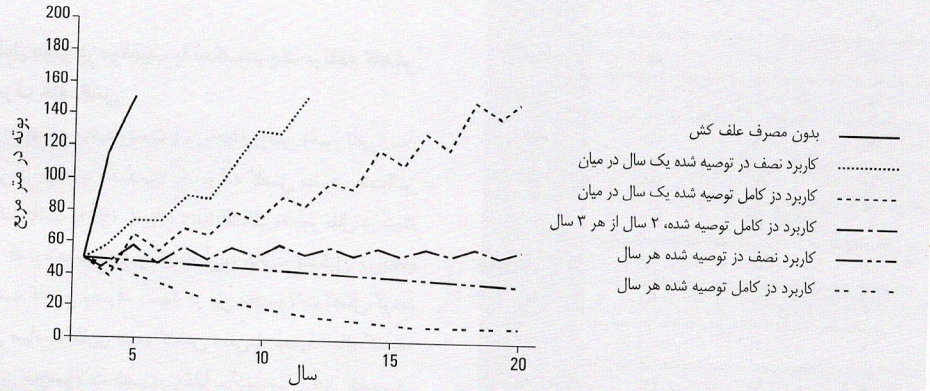
اثرات طولانی مدت استفاده از مقادیر تقلیل‌یافته علف‌کش‌ها

مطالعه اثرات طولانی‌مدت استفاده از مقادیر تقلیل‌یافته در پویایی جمعیت علف های هرز بسیار حائز اهمیت است. در تحقیق صورت گرفته، نتایج عدم کاربرد علف‌کش، کاربرد علف‌کش در مقدار نصف دز توصیه شده و دز کامل در پویایی جمعیت علف های هرز در جو بهاره بین سال های ۱۹۷۳ تا ۱۹۸۷ بررسی شد (Bellinder *et al*, 1994). نتیجه تحقیق این بودکه در اثر عدم کاربرد علف‌کش در طول چند سال، جمعیت علف‌های هرز به‌طور متوسط سالانه ۲۵ درصد افزایش یافت (جدول۱۰). همچنین جمعیت علف‌های هرز به‌ترتیب به میزان متوسط ۲ الی۱۰ درصد سالانه در کاربرد علف‌کش بامقادیر نصف دز مصرفی و نیز دز کامل مصرف، کاهش یافت. با استفاده از این اطلاعات میزان پویایی جمعیت علف‌های هرز در نتیجه کاربرد چندین شیوه مدیریتی طولانی مدت علف های هرز بیان شد. شکل ۸ این استراتژی‌ها را در میزان جمعیت علف های هرز در یک روند ۲۰ ساله نشان می‌دهد که عبارتند از: عدم کاربرد علف‌کش، مصرف نصف دز توصیه شده به‌صورت یک‌سال درمیان، دز کامل توصیه شده به صورت یک‌سال درمیان، کاربرد دز توصیه شده در دو سال از هر سه سال، نصف دز توصیه شده هر ساله و دز کامل توصیه شده هر سال.

درمیان این استراتژی‌ها، تنها دو روش از آن ها توانستند به‌طور موفقیت‌آمیزی در ثابت نگه‌داشتن و نیز پایین آوردن جمعیت علف‌های هرز (تا ۵۰ بوته در هکتار) به‌کار گرفته شود. یکی کاربرد مقادیر نصف دز توصیه شده هر ساله (یعنی ۵۰ درصد کاهش) و دیگر کاربرد دز کامل توصیه شده در دو سال از هر سه سال.

بنابراین، نگرانی محققان و سیاست‌مداران مورد قبول واقع شده است که صرف‌نظر کردن از کاربرد علف‌کش در درازمدت، منجر به افزایش تدریجی جمعیت علف‌های هرز شده و سرانجام در آینده به کاربرد مقادیر بیشتری از علف‌کش ها در کنترل جمعیت علف‌های هرز نیاز خواهیم داشت.

یکی دیگر از مسائلی که در رابطه با کاهش مصرف برخی از علف‌کش ها مطرح می‌باشد آن است که کاهش دز مصرف باعث افزایش احتمال بروز مقاومت علف‌های هرز به آن علف‌کش می‌گردد. دراین رابطه علف‌کش ها را به دو گروه می‌توان تقسیم نمود. گروه اول آن هایی که در گیاه روی متابولیسم تأثیر می‌گذارند و گروه دوم آن هایی که روی یک مکان مشخص تأثیر دارند. بنابراین باید توجه داشت که همیشه نمی‌توان مقادیر دز تقلیل‌یافته را توصیه نموده و این بستگی به نوع علف‌کش دارد.



شکل ۸ – توسعه جمعیت علف های هرز در پاسخ به استراتژی‌های بلند مدت کنترلی (Bellinder *et al*, 1994)

نتیجه‌گیری

در گام اول، برای رسیدن به اهداف کاهش مصرف سم، دانشمندان علف‌های هرز به توسعه مؤثر استراتژی‌های مدیریت علف‌های هرز نیاز دارند که هدف از آن استراتژی‌ها جلوگیری از ورود و رسیدن علف‌کش‌ها به مکان‌های غیر هدف می‌باشد. به‌طور مثال با توجه به آلودگی‌های آب‌های زیر زمینی هیچ‌گونه شکی وجود ندارد که جلوگیری از ورود مواد شیمیایی به آب‌ها خیلی مؤثرتر و کم هزینه‌تر از دفع و یا پاک‌کردن آن آلودگی‌ها می‌باشد. لازم است فعالیت‌های کلیدی در معرفی مواد شیمیایی جدید، مفهوم Low - rate، زمان‌بندی کاربرد علف‌کش‌ها و فرمولاسیون‌های ابداعی متمرکز شوند. به علاوه، ما به اطلاعاتی درباره نتایج طولانی و کوتاه‌مدت اعمال جدید مدیریت علف‌های هرز با توجه به سرنوشت علف‌کش‌ها، بانک بذر علف‌های هرز در خاک، تغییرات فلور علف‌های هرز، عملکردهای محصول و کیفیت آن‌ها، هزینه‌های کنترل بالقوه و توانایی تکنیکی و نهایتاً بازده اقتصادی برای کشاورز نیاز خواهیم داشت. همچنین باید توجه داشت که شرایط اکوسیستم‌های زراعی در یک منطقه از نظر نوع و تراکم علف‌های هرز در کاهش مقدار مصرف علف‌کش‌ها بسیار مهم بوده و ضروری است هر تکنیک مدیریتی مناسب برای آن موقعیت منطقه‌ای ویژه سازگار شده باشد.

درخصوص شرایط ایران، پیشنهاداتی که امروزه برای کاهش مصرف علف‌کش‌ها مطرح هستند به شرح ذیل می‌باشند:

۱- در برخی محصولات که به‌صورت ردیفی کشت می‌شوند مانند چغندرقند، ذرت، سویا و پنبه می‌توان با استفاده از روش‌هایی نظیر سمپاش نواری، استفاده از روش‌های مکانیکی، مصرف مواد افزودنی و نیز اختلاط مناسب علف‌کش‌ها مقدار سم مصرفی در هر هکتار را کاهش داد.

۲- در برخی محصولات مانند گندم که بیشترین سطح از نظر مبارزه شیمیایی را دارند با استفاده از استراتژی‌های مصرف بهینه علف‌کش می‌توان مصرف علف‌کش‌ها را کاهش داد. قابل ذکر است که در چنین محصولاتی استفاده به‌موقع از علف‌کش‌ها، استفاده از ارقام رقیب، رعایت تراکم مناسب کاشت، مصرف بهینه کود ازته، رعایت تناوب زراعی و مدیریت سایر آفات و بیماری‌ها و همچنین توصیه علف‌کش بر اساس طیف علف‌های هرز غالب و مصرف مواد افزودنی و اختلاط مناسب علف‌کش‌ها می‌تواند برای کاهش مصرف علف‌کش‌ها راه‌گشا باشد. نکته قابل ذکر این است که بر اساس اطلاعات موجود پاره‌ای مشکلات اجرایی مانند مناسب نبودن تعداد و کیفیت ادوات سمپاشی، نازل‌ها و شیوه کالیبراسیون ادوات نیز از مهم‌ترین عوامل افزایش مصرف علف‌کش‌ها می‌باشد.

امید است که راهکارهای ارائه شده بتواند در آینده با توجه به شرایط اکوسیستم‌های زراعی در کشور ما و نیز آلودگی‌های موجود ناشی از مصرف زیاد علف‌کش کارساز باشد.

پی نوشت:

1. Weeds
2. Non-target organisms
3. Reduced herbicide rates
4. Split application
5. Tank - mixing
6. Co- formulation
7. *Kochia*
8. Rimsolfuron & Nicosolfuron
9. New herbicide technology
10. Band application
11. Seeding rate
12. Narrow row
13. Green foxtail
14. Weed mapping
15. Economic Optimum Threshold
16. Adjuvants
17. Set –aside management
18. Sprayer precision
19. Environment Impact Quotient
20. Treatment Frequency

منابع

کالاوی، ام. بی و سی. ای. فرانکیس (۱۳۷۶). *اصلاح گیاهان زراعی در کشاورزی پایدار*. ترجمه عبدالرضا باقری و همکاران. مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

جاهدی، آژنگ (۱۳۸۱). امکان سمپاشی همزمان با انجام کولتیواتور به منظور کاهش مصرف سم در زراعت چغندرقند. چکیده *مقالات پانزدهمین کنگره گیاه پزشکی ایران*، کرمانشاه. ص ۱۵۳.

صارمی، حسین و اسکندر زند (۱۳۸۲). *قارچ‌ها و کنترل بیولوژیک آفات، بیمارگرها و علف‌های هرز*). زنجان: دانشگاه زنجان.

زند، اسکندر و *همکاران* (۱۳۸۰). بررسی روند تغییرات عملکرد، رقابت درون و برون‌گونه‌ای ارقام گندم ایرانی در طی ۵۰ سال اخیر. *علوم و صنایع کشاورزی*، شماره ۱۵، ص ۲۹-۲۱.

زند، اسکندر و *همکاران* (۱۳۸۱). نسل جدید نظام‌های مدیریت علف‌های هرز و جهت‌گیری های آینده در تحقیقات علف‌های هرز کشورهای توسعه‌یافته و کشورهای درحال توسعه. *مقالات کلیدی هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران*. تهران: دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

زند، اسکندر و *همکاران* (۱۳۸۱). *تحلیلی بر مدیریت سموم علف‌کش در ایران*. تهران: نشر آموزش کشاورزی.

زند، اسکندر و محمد علی باغستانی (۱۳۸۱). *مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها*. مشهد: جهاد دانشگاهی مشهد.

زند، اسکندر و حسین صارمی (۱۳۸۱). *علف‌کش‌ها از بیولوژی تا کاربرد*. زنجان: انتشارات دانشگاه زنجان.

زند، اسکندر، رضا دیهیم فرد و حسن یاوری نژاد (۱۳۸۲، تابستان). وضعیت تغییرات میزان مصرف علف‌کش به ازای هر هکتار و شاخص LD50 در ایران و جهان. *نشریه داخلی بخش تحقیقات علف های هرز مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، با همکاری انجمن علوم علف‌های هرز ایران*. شماره پنجم، صفحه ۳.

رادوسویچ، اس. آر. و *همکاران* (۱۳۸۳). *اکولوژی علف های هرز*. ترجمه اسکندر زند و *همکاران*. مشهد: جهاد دانشگاهی مشهد.

موسوی، سیدکریم و اسکندر زند (۱۳۸۰). مدیریت دقیق علف های هرز. *گزارش منتشرنشده، مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی*. بخش تحقیقات علف‌های هرز.

میقانی، فریبا و اسکندر زند (۱۳۸۲). اثر علف‌های هرز بر کاهش کمیت و کیفیت غذا، چالشی اساسی اما فراموش شده. همایش غذا و توسعه پایدار. *گزارش منتشرنشده، مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی*. بخش تحقیقات علف‌های هرز.

نریمانی، وجیهه و *همکاران* (۱۳۸۱). بررسی اثر روغن و لک تولید داخل در افزایش کارآیی علف‌کش‌های پس‌رویشی گندم استان آذربایجان شرقی. *چکیده مقالات پانزدهمین کنگره گیاه پزشکی ایران*، کرمانشاه. ص ۶۶.

نوروزی، عباس (۱۳۷۹). مبارزه توام شیمیایی و مکانیکی جهت کاهش مصرف سم علف‌کش در کنترل علف های هرز مزارع چغندر قند. *چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران*، بابلسر. ص ۵۷۰.

Atri, A., E. Zand., M. A. Baghestani, and J. khalghni (2004). Expert system for weed management of wheat field in Iran. *Fifth International Workshop on Artificial intelligence in Agriculture*, Cairo, Egypt.

Abernathy, J. R. (1992). Winds of change. *Weed Technology*, 6: 760-764.

Andreasen, C., J. C. Streibig and H. Hass (1991). Soil properties affecting the distribution of 37 weed species in Danish fields. *Weed Research*, 31:181-187.

Bellinder, R., G. Gummesson, and C. Karlsson (1994). Percentage-driven government mandates for pesticide reduction : The Swedish model. *Weed Technology*, 8:350-359.

Baldwin, F. L., C. B. Guy, and L. R. Oliver (1992). Arkansas's experience with reduced rate herbicide recommendation. *Proceeding 1st International. Weed Control Congress.*, Melbourne, Australia. 2:66-69.

Bridjes, D. C., and J. M. Chandier (1988). Influence of cultivar height on competitiveness of cotton with Johnson grass (*Sorghum halepense*). *Weed Science*, 36: 16-20.

Blackshow, R. E., G. Semach. and H. H. Janzen (2002). Fertilizer application method affects nitrogen uptake in weeds and wheat. *Weed Science*, 50: 634-641.

Burnside, O. C. (1972). Tolerance of soybean cultivars to weed competition and herbicide. *Weed Science*. 20: 294 – 297.

Bussan, A. J., O. C. Burnside., J. H. Orf., E. A. Ristau, and K. J. Puettmann (1997). Field evaluation of soybean (*Glycine max*) genotypes for weed competitiveness. *Weed Science*, 45:31-37.

Dexter, A. (1994). History of sugerbeet (*Beta vulgaris* L.) herbicide rate reduction in North Dakota and Minnesota. *Weed Technology*, 8:334-337.

Defelice, M. S., A. Kendig (1994). *Using reduced herbicide rates for weed control in soybean.* Department of Agronomy. University of Missouri-Columbia. http://muextension.missouri.edu/explore/miscpubs/mpo686.htm.

Doll, J., R. Doersch, R. Proost, and P. Kivlin (1991). Reduced herbicide rates: Aspects to consider. *University of Wisconsin-Extension*. http://ipcm.wisc.edu/pubs/pdf/3563-dr.pdf

Watson, A. K. (1992). Biological and other alternative control measures. *Proceeding. 1st International. Weed Control Congress*. Melbourne Australia. 1:64-73.

Walker, R. H., and G. A. Buchanan (1982). Crop manipulation in integrated weed management system. *Weed Science*, 30:17-24.

Zand, E, and H. Beckie (2002). Competitive ability of hybrid and open pollination canola (*Brassica napus* L) with wild oat (*Avena fatua* L).*Canadian Journal of Plant Science*, 82: 473-480.

Zoschke, A. (1994). Toward reduced herbicide rates and adapted weed management. *Weed Technology*, 8:376-386.

Zimdahl, R. C. (2000). *Fundamentals of Weed Science*. New York: Academic Press.

Donovan, J. T., K. N. Harker, and G. W. Clayton (2002). Implementing integrated weed management in barley (*Hordeum vulgare* L.) : *A review*.

Eliss, J. F. (1992). Herbicide development and marketing of weed control in the United States of America. *Proc. 1st International. Weed Control Congress*. Melbourne, Australia. 1:74-82.

Griffiths, W. (1994). Evolution of herbicide programmes in sugerbeet. *Weed Technology*, 8:338-343.

Hamill, A. S., A. Sugeoner, and P. Roberts (1994). Herbicide reduction in North America, in Canada, an opportunity for motivation and growth in weed management. *Weed Technology*, 8:366-371.

Hass, H., J. C. Streibig (1994). Policy and research strategies to reduced herbicide use in northern Europe.

Kovach, J., C. Petzoldt, J. Degni, and J. Tetter (1992). A method to measure the environmental impact of pesticide. *New York's Food and Life Science Bulletin*, Genera, NY. p.8.

Lawson, H. (1994). Changes in pesticide usage in the United Kingdom: Policies, results and long-term implication. *Weed Technology*, 8:360-365.

Lemerle, D., B. Verbeek., and N. Coombes (1995). Losses in grain yield of winter crops from *Lolium rigidum* depend on crop species cultivars and season . *Weed Research*, 35: 503-509.

Minotti, P. L,. and R. D. Sweet (1981). Role of crop competition in limiting losses from weeds. In (Ed.D.Pimentel): *CRC Handbook of Pest Management in Agriculture*, Vol. 2 PP.351-367. CRC Press.

Molder, T. A., and J. D. Doll (1993). Integrated reduced herbicide use with mechanical weeding in corn (*Zea mays L.*). *Weed Technology*, 7:382-389.

Norris, R. F. (1999). Ecological implications of using thresholds for weed management. In: D. D. Buhler, *Expanding the Context of Weed Management*. New York: Food Products Press, Haworth Press Inc. pp. 31-58.

Sullivan, J. (2002). Reduced rate of herbicide for sweet corn. *Food System*. http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/research/archives/researchfund/fszdocs/fs7074.htm.

علوم محیطی ۳، بهار ۱۳۸۳
ENVIRONMENTAL SCIENCES 3, Spring 2004
۲۶-۳۷

مطالعه پیامدهای زیست‌محیطی فعالیت‌های عمرانی و توسعه در تالاب شورابیل اردبیل

ابراهیم فتائی
کارشناسی ارشد محیط‌زیست، مربی گروه محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی اردبیل
حسین شیخ جباری
کارشناسی زیست‌شناسی، کارشناس مسئول محیط طبیعی، اداره کل حفاظت محیط‌زیست اردبیل

چکیده
تالاب شورابیل در وضعیت طبیعی تالاب کولابی دارای آب شور دائمی (گرم در لیتر ۸۳۰ =Sal) بود. این تالاب به لحاظ موقعیت مکانی، در اثر توسعه و گسترش کالبدی اردبیل در محدوده شهر قرار گرفته و در سال‌های اخیر با اجرای برنامه‌های عمرانی و توریستی، کاربری منطقه دگرگون شده و تغییرات عمده‌ای در وضعیت طبیعی آن به وجود آمده است. در این تحقیق از جمع‌آوری اطلاعات، تولید اطلاعات از طریق نمونه‌برداری و مراجعه حضوری و مشاهده استفاده گردید. برای سنجش پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب دریاچه، هفت ایستگاه در گستره آن مشخص و مقادیر پارامترهای BOD، COD، کلیفرم گوارشی و کل کلیفرم‌ها، Ts، Tw، pH، DO، درصد هوای اشباع، Ec و TDS اندازه‌گیری شد. آب دریاچه شورابیل در وضعیت طبیعی از نزولات جوی حوزه آبریز و چشمه‌هایی که در بستر دریاچه، ساحل جنوب دریاچه و دره‌های مشرف به این ناحیه وجود داشت تأمین می‌گردید و دارای آب شور (Ec = ۹۵۰۴۳ میکروموس بر سانتیمتر)، املاح محلول بیشتر از جنس سولفات و کلرید (TDS = ۸۲۵۰۰ ppm) و ترکیب آب از تیپ کلرید و فاقد قابلیت بهره‌برداری‌های آبیاری بود. در وضعیت فعلی آب دریاچه از رودخانه بالخلو و با استفاده از نهر بتونی با دبی چهار مترمکعب در ثانیه از محل سد الماس واقع در دوازده کیلومتری جنوب شرق اردبیل تأمین می‌شود و با تخلیه کامل آب دریاچه و پر کردن مجدد آن در بهار سال ۱۳۸۲ عملاً دریاچه طبیعی شورابیل به یک مخزن آب شیرین تبدیل گردید. اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی و شیمیایی، مقادیر میکروموس بر سانتیمتر ۴۶۰ =Ec، میلیگرم برلیتر ۱۰۹۷ =TDS و گرم در لیتر ۰/۲ = Sal را نشان می‌دهد که بیانگر تغییرات بنیادی در این اکوسیستم می‌باشد. به‌علاوه، با ایجاد سایر آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از توسعه از قبیل ورود فاضلاب انسانی، ورود زه‌آب زمین‌های کشاورزی، حرکت قایق‌های موتوری (تفریحی و ماهیگیری)، ورود مواد زاید جامد در اثر استفاده تفرجی از منطقه و همچنین توسعه شهرک‌های مسکونی و برنامه‌ریزی جهت اجرای طرح جامع توریستی در اطراف دریاچه، حیات این دریاچه طبیعی در معرض تهدید قرار گرفته است که بر اساس داده‌ها و نتایج به‌دست آمده از این تحقیق راهکارهای اجرایی جهت دستیابی به توسعه پایدار منطقه پیشنهاد گردیده است.

کلیدواژه‌ها: اثرات زیست‌محیطی، توسعه، تالاب، شورابیل، اردبیل.

Environmental Effects of Development in Ardebil Shorabil Wetland

Ebrahim Fataei, M.Sc.
Instructor, Faculty of Environment, Islamic Azad University of Ardebil
Hossein Sheikh Jabbary, B.Sc.
Biologist, Environment Department of Ardebil

Abstract
The Shorabil wetland in its natural condition was Lagoonar wetland with salty water (Sal=830 gr/li) that, as a result of the development of Ardebil has become located within the city. In recent years, outstanding changes have been affected, as result of human activities. In this research, information has been collected and produced through sampling, interviews, verbal references and observations. For measuring its physicochemical parameters, seven stations were identified in the area of the lake and sampling was carried out for measuring BOD, COD, F.cf, T.cf, Ts, Tw, pH, DO, Ec and TDS. Under natural conditions, the water was supplied by springs that were within the lake and surrounding valleys and rainfall. The water of this lake was salty and included Ec=95043 and TDS=8250ppm as well as a type of chloride, which made it of no use for irrigation purposes. At present the water of the lake is supplied by Ballekhlo River, a canal of Yamchy dam that is located 12 Kilometers southeast of Ardebil. As a result of emptying and filling the water the lake has changed into a source of supply in Spring 2003. Measuring the physicochemical parameters has given the following results: Ec=460 m/cm, TDS=1097 and Sal=0.2 gr/li. This result is evidence of basic changes in this ecosystem. On the other hand, there are other pollutants that result from development, including the leakage of waste water from agriculture drainage, the presence of engine boats and solid waste thrown away. The development of towns and the execution of a comprehensive tourist plan for Shorabil lake has threatened the life of this lake. Based on the results obtained from this research, methods to be applied for sustainable development of the region have been recommended.

Keywords: Environmental effects, development, Ardebil, Shorabil wetland.