**مقاومت علف‌های هرز به علفکش‌ها**

**دلایل و راهکارها**

**محمدامین قسام کارشناس ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز مدیریت جهاد کشاورزی فسا**

**ابراهیم رضایی واصل آبادی کارشناس تولیدات گیاهی مدیریت جهاد کشاورزی فسا**

 مقاومت به علف‌کش‌ها در علف‌های هرز به یک تهدید متداول در کشاورزی تبدیل شده است و امنیت غذای جهانی را به خطر انداخته است. در سال 1956 هارپر برای اولین بار مقاومت به علف کش­ها را پیش بینی کرد (هارپر، 1956) و پس از کشف مقاومت علف هرز زلف پیر (*Senecio vulgaris* L.) به علف‌کش‌های تریازین در سال 1968 (Ryan, 1970)، تا سال 2007 این پیش بینی با مقاوم شدن 183 گونه گیاهی در سراسر 6 قاره جهان واقعیت پیدا کرده است (هیپ، 2007). توسعه مقاومت به علف کش ها نمونه برجسته‌ای از عمل تکامل است. در پاسخ به کاربرد مکرر یک کلاس یا یک خانواده خاص از علف‌کش، ژنتیک جمعیت علف‌های هرز به سمتی تغییر خواهد کرد که فراوانی آلل‌های مقاومت و مقاومت فردی افزایش یابد. به این ترتیب، توسعه استراتژی برای جلوگیری و مدیریت مقاومت علف کش باید با تلفیق علم بیولوژی تکامل و جمعیت در علم علف های هرز همراه شود (Delye et al, 2014).

در یک دوره 5 ساله یعنی از 2001 تا 2005 ، 12 درصد از مقالات چاپ شده در Weed Research مربوط به گزارش مقاومت به علف کش ها بوده است. واضح است که مقاومت به علف کش‌ها یک موضوع پرطرفدار در تحقیقات علوم علف های هرز است. مطالعات مقاومت علف کش‌ها می تواند در سه گروه طبقه بندی شود:

* آنهایی که صفات و خصوصیات مقاومت را شناسایی و تایید می کنند (characterisation)
* آنهایی که خصوصیات بیولوژیک مقاومت را بررسی می کنند مانند نحوه توارث و تناسب نسبی (biological)
* و کسانی که نگران مدیریت مقاومت هستند (management)

بر اساس این طبقه بندی 60 درصد مقالات نگران خصوصیات (characterisation) هستند و biological and management هر کدام 20 درصد را به خود اختصاص داده اند (Neve, 2007).

علف‌های هرز زمین‌های زراعی، بزرگترین علت زیستی کاهش محصول از آغاز کشاورزی هستند و بزرگترین خطر برای امنیت غذایی هستند. در کشاورزی قدیم، کنترل علف‌های هرز یک عمل طاقت‌فرسا و در عین حال با اثر متوسط بود، تا اینکه اولین علف‌کش‌ها در اواخر دهه 1940 وارد بازار شدند. علف‌کش‌ها تاکنون موثرترین روش کنترل علف‌های هرز بوده­اند که 90 تا 99 درصد علف‌های هرز هدف را از بین می‌برند. وجین غیر شمیایی نیز می­تواند تاثیر این چنین بالایی داشته باشد ولی کاربرد روش‌های آن سخت‌تر از علف‌کش‌هاست. امروزه 217 گونه علف‌هرز مقاوم به علف‌کش در بیشتر از 670000 مزرعه گزارش شده است (Delye et al, 2014). علاوه بر آن تعداد موارد جمع آوری شده در سایت http://www.weedscience.org به طور مداوم در حال افزایش است. عوامل مختلفی که بر تکامل مقاومت به علف‌کش در علف‌های هرز موثر هستند عبارتند از جهش ژن، فراوانی اولیه آلل‌های مقاومت، توارث، شایستگی در حضور و عدم حضور علف‌کش، روش گرده افشانی و جریان ژن. در صورت شدید بودن آلودگی به علف‌هرز، حتی اگر میزان جهش نیز پایین باشد، احتمال گزینش برای مقاومت بالاست. گسترش مقاومت به علف‌کش در علف‌های هرز، فرآیندی تکاملی است. در اثر تیمار مکرر با یک خانواده خاص از علف‌کش‌ها، ترکیب ژنتیکی جمعیت‌های علف‌هرز و یا به عبارتی فراوانی آلل‌های مقاومت تغییر کرده و افراد مقاوم زیاد می‌شوند. به این طریق جمعیت علف‌های هرز نسبت به فشار گزینشی ناشی از مصرف علف‌کش سازگار می‌شوند (زند و باغستانی، 1381).

**گزینش به وسیله علف­کش­ها**

 یکی از خصوصیات منحصر به فرد در تکامل مقاومت به علف­کش در علف­های هرز نسبت به اکثر فرآیند­های تکاملی که در جمعیت­های طبیعی گیاهان اتفاق می­افتد، فشار گزینشی است که علف­کش­ها اعمال می­کنند. اکثر علف­کش­ها به نحوی در مزرعه به­کار می­روند که بتوانند 90 تا 99 درصد گیاهچه­های علف­هرز را به طور موفقیت آمیز از بین ببرند. اگر تنوع ژنتیکی مقاومت ناشی از جهش یا جریان ژن باشد، در آن صورت حتی در فراوانی­های بسیار کم نیز مصرف مداوم علف­کش منجر به افزایش سریع فراوانی گیاهان مقاوم شده و در نهایت جمعیت گیاهان مقاوم غالب می­گردد (زند و باغستانی، 1381).

از آنجا که غالبا علف­کش­ها با موفقیت بسیار بالا موجب از بین رفتن علف­های هرز می­شوند، مدل­های ریاضی حاکی از آنند که فشار گزینش ناشی از علف­کش­ها، مهم­ترین عامل تعیین کننده سرعت گسترش مقاومت به علف­کش در جمعیت علف­هرز است. چندین خصوصیت در علف­کش­ها و الگوی مصرف آنها وجود دارد که باعث افزایش کارایی آنها در از بین بردن علف­های هرز می­شود; این خصوصیات عبارتند از: محل هدف آنها، بسیار اختصاصی بودن مکانیسم عمل آنها، فعالیت طولانی مدت بقایای آنها در خاک و دفعات کاربرد آنها (زند و باغستانی، 1381).

**تناوب علف کش**

 هنگامی که علف کش در تناوب استفاده می­شود، معمولا فشار برای مقاومت نسبت به یک علف­کش خاص به طول دوره فصل رشدی که علف­کش در آن بکار رفته است، محدود می­شود. بعید به نظر می­رسد که در این دوره پس از مصرف علف کش (به استثنای علف­کش­هایی که مدت طولانی در خاک باقی می­مانند) فراوانی گیاهان مقاوم سریعتر از گیاهان حساس افزایش یافته و حتی در این دوره امکان کاهش گیاهان مقاوم نیز وجود دارد. زمان لازم برای رسیدن به فراوانی معینی از گیاهان مقاوم نسبت به یک علف­کش خاص را می­توان از طریق تناوب علف کش با عملیات زراعی مختلف و یا با علف­کش­هایی که نحوه تاثیر متفاوتی دارند، افزایش داد. مدل­ها نیر چنین پیش بینی می­کنند که مقاومت با سرعتی ظاهر می­شود که این سرعت تابع تعداد نسل­ها یا فصل­هایی است که علف هرز با یک علف­کش خاص تیمار می­شود. بنابراین اگر 8 سال لازم باشد تا در زراعتی که هر سال فقط یک علف­کش خاص در آن بکار می­رود، مقاومت بروز کند، در صورتی که همان علف­کش هر سه سال یکبار در تناوب مصرف شود زمان لازم برای بروز مقاومت 24 سال خواهد شد. بیشتر مدل­ها چنین وانمود می­کنند که در دوره­ای از تناوب که علف­کش مصرف نمی­شود، ممکن است شایستگی نسبی گیاهان مقاوم کمتر از گیاهان حساس باشد. کمتر شدن شایستگی گیاهان مقاوم، باعث کندتر شدن سرعت بروز مقاومت می­شود (زند و باغستانی، 1381).

**جریان ژن**

**گسترش مقاومت در بین جمعیت های علف هرز**

جریان ژن به وسیله گرده یا بذر از یک مزرعه حاوی گیاهان مقاوم به علف­کش به مزارع مجاور که حاوی گیاهان حساس هستند (شبیه جهش) می­تواند منبعی از ژن­های مقاوم باشد که منجر به بروز مقاومت به علف­کش می شود. میزان جریان ژن معمولاً بیشتر از میزان جهش است و بنابراین فراوانی گیاهانی که قبل از اولین کاربرد علف­کش از طریق جریان ژن نسبت به یک علف­کش خاص مقاوم می­شوند اهمیت نسبی جهش به جریان ژن ( به عنوان منابع ژن­های مقاومت در جمعیت علف­های­هرز ) روشن نیست. جهش احتمالاً باعث می­شود که مقاومت به علف­کش برای اولین بار در یک منظقه جغرافیایی بروز یابد، در حالی که جریان ژن سبب گسترش مقاومت در بین جمعیت­های موجود در یک منطقه می­گردد. مطالعات اندکی که در خصوص تنوع ایزوزایم در جمعیت­های سلمه حساس و مقاوم به تریازین صورت گرفته است، تایید کننده این موضوع می باشد. در جمعیت­های مقاوم به تریازین موجود در مناطق مختلف فرانسه، فنوتیپ­های ایزوزایم خاصی مشاهده شد که همان فنوتیپ­ها در جمعیت­های منطقه جغرافیایی دیگری نیز یافت شد. چنین نتایجی در کانادا نیز برای جمعیت­های مقاوم به تریازین مشاهده شد. که همان فنوتیپ­ها در جمعیت­های منطقه جغرافیایی دیگری نیز یافت شد. چنین نتایجی در کانادا نیز برای جمعیت­های مقاوم به تریازین مشاهده شد. شواهد موجود حاکی از آنند که جهش برای ایجاد مقاومت در جمعیت­های سلمه موجود در مناطق مختلف بطور مستقل اتفاق افتاده است. ولی گسترش مقاومت در یک منطقه احتمالاً به دلیل جریان ژن صورت گرفته است. تا همین اواخر نقش جریان ژن در گسترش مقاومت به علف کش در بین جمعیت­ها، تا حدود زیادی نادیده انگاشته شده بود. یکی از دلایل این امر احتمالاً به سرعت جریان ژن در بین جمعیت­های گیاهی موجود در محیط طبیعی مربوط می­شود، زیرا سرعت جریان ژن در این جمعیت­ها اندکی کند است که این امر اهمیت چندانی ندارد. بطور متوسط سطوح جریان ژن در بین جمعیت­هایی که بیش از چند صد متر از یکدیگر فاصله دارند، کمتر از 1% و برای جمعیت­هایی که 5/1 کیلومتر یا بیشتر از یکدیگر فاصله دارند کمتر از 2% است. این موضوع برای اکثر گونه­های گیاهی صدق می­کند. در بسیاری از گونه­هایی که خودگشنی بالایی دارند، انتظار می­رود که جریان ژن موثر در بین جمعیت­ها بقدری کم باشد که با میزان جهش برابری نماید(Ryan, 1970).

**در مشاهده مزرعه‌اي تشخيص علف‌هاي هرز مقاوم باید نكات زیر را در نظر گرفت:**

الف- سطح كنترل بقيه گونه هاي حساس علف هرز: اگر اين گونه‌ها به طور موفقيت آميزي كنترل شوند، در آن صورت امكان بروز مقاومت بيشتر است.

ب- وجود گياهان سالم در كنار گياهاني كه در اثر مصرف علفكش از بين رفته‌اند. اين شرايط ممكن است نشان دهنده وجود گياهان مقاوم باشد.

ج- تجربيات گذشته؛ اگرگونه‌هاي باقيمانده در گذشته از طريق همان علفكش به طور كامل كنترل مي شده‌اند و يا در طي چندين سال به تدريج از كيفيت كنترل كاسته شده باشد در آن صورت ضعف كنترل را مي توان به‌دليل وقوع مقاومت دانست.

د- تاريخچه علفكش؛ مصرف مكرر يك علفكش يا علفكش‌هايي با محل عمل مشابه در هر سال مي‌تواند شرايط را براي وقوع مقاومت مناسب كند.

ه- وقوع مقاومت در اطراف؛ اگر مقاومت در همان علف هرز يا مقاومت نسبت به همان علفكش در مزارع مجاور يافت شده باشد،احتمال وقوع مقاومت بسيار بالاست.

**نتیجه­گیری**

 عوامل متعددی وجود دارند که در تکامل مقاومت به علف­کش نقش مهمی دارند مانند: منبع تنوع ژنتیکی برای مقاومت (جهش و مهاجرت)، فرآوانی اولیه آلل­های مقاومت، سازگاری در حضور و یا در غیاب علف­کش، روش آمیزش علف­هرز و توارث مقاومت. سازگاری نسبی گیاهان حساس و مقاوم در حضور علف­کش مهمترین عامل در تعیین سرعت بروز مقاومت به علف­کش محسوب می­شود. در هر فشار گزینش خاصی، زمان لازم برای رسیدن به فراوانی مشخصی از گیاهان مقاوم، توسط فراوانی اولیه آن گیاهان تعیین می­شود.

**بطور كلي براي مديريت و پيشگيري از بروز مقاومت می‌توان استراتژي‌هايي را بكار بست:**

1) استفاده از علفكش‌هايي با محل عمل مختلف در تناوب هاي زراعي

2) اختلاط علفكش‌ها در مخزن سمپاش

3) تغيير در زمان مصرف علفكش‌ها

4) تغيير در ميزان مصرف علفكش‌ها

5) تكنيك هاي كشت – مديريت روش‌هاي زراعي (الگوهاي مختلف كشت، تنظيم تاريخ كاشت و .. )

6) استفاده از علفكش‌هايي با پايداري كم در خاك

7) استفاده از گياهان زراعي مقاوم تا فشار انتخاب در اثر مصرف مكرر علفكش‌ها كاهش يابد.

**منابع**

زند، ا.، و م، ع، باغستانی. 1381. مقاومت علف­های هرز به علف­کش­ها. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. 176 ص.

Delye, C., Jasieniuk, M., Corre, V, L., 2014. Deciphering the evolution of herbicide resistance in weeds. Trends Genet. 11:649-58.

Harper, J.L., 1956. The evolution of weeds in relation to resistance to herbicides. Proceedings of the 3rd British Weed Control Conference, Nov. 5–8, British Weed Control Council,Farnham, UK. 179–188.

Heap, I., 2007. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. http:// www. Weedscience .com (9 February 2007).

Neve, p., 2007. Challenges for herbicide resistance evolution and management: 50 years after Harper. Weed Res. 47: 365–369.

Ryan, G. F., 1970. Resistance of common groundsel to Simazine and Atrazine. Weed Sci. 18:614-616.