

کشاورزی

بدون تولیدات محافظه‌گیاه

آیا می‌توانیم بدون استفاده از علف‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها کشت و کار داشته باشیم؟

رقیه غریب رضا^۱، ساحل کیمیابی^۲، پارسا صالحی^۳ و فرشته کرمی^۴

۱. دانشجوی کارشناسی گیاه‌پژوهی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

bhr.gharibreza@gmail.com



آیا امکان حفظ بازده فعلی بدون استفاده از محصولات محافظه‌گیاهان با با کاهش استفاده از آن‌ها وجود دارد؟ اما چگونه با این نگرش عمومی که این محصولات ناسالم هستند و تأثیرات منفی بر تنوع زیستی و محیط‌زیست دارند، بخورد کنیم؟

PPPs شامل علف‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها هستند و می‌توانند مصنوعی و یا طبیعی (که در کشاورزی

در مارس ۲۰۱۹، مرکز تحقیقاتی پارلمان اروپا (EPRS) گزارشی را از کارگاه آموزشی "کشاورزی بدون استفاده از تولیدات محافظه‌گیاه" منتشر کرد. متناسب با محتوای این گزارش، دیدگاه‌های مرتبط با کشاورزی رایج، موضع کشاورزان ارگانیک و نظر مصرف‌کنندگان بیان شده است. محصولات محافظه‌گیاهان (Plant Protection Products) بیشتر توسط شهروندان برای سلامتی انسان و محیط‌زیست بسیار مضر تلقی می‌شود. آیا می‌توانیم ضمن استفاده‌ی کمتر از این محصولات، بازده بالا را نیز حفظ کنیم؟ در این گزارش نقش محصولات محافظه‌گیاهان در تأمین تولید مواد غذایی جهانی، حفظ تنوع زیستی و حمایت از درآمد کشاورزان ارائه شده است. یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های این قرن، امنیت غذایی و مواد غذایی سالم برای ۲۱ میلیارد نفر است. همچنین افزایش زمین کشاورزی برای کشاورزان دیگر قابل قبول نیست زیرا مهم‌ترین محرك برای از بین بردن تنوع زیستی، افزایش گازهای گلخانه‌ای و تأثیرات زیست‌محیطی است. طبق پژوهش‌های علمی، چاره‌ای جز افزایش عملکرد جهانی و کاهش اختلاف بازده برای تضمین امنیت غذایی جهانی وجود ندارد. به این ترتیب این سؤال بیش می‌آید که

می‌دهد که کاهش تنوع زیستی در سطح مزرعه نسبتاً اندک است اما در سطح جهانی کاهش چشمگیر تنوع زیستی وجود خواهد داشت. این به آن معنی است که برای تغذیه ۱۱ میلیارد نفر به تنوع زیستی بیشتری نیاز داریم، علاوه بر این، تصور اینکه PPP‌های طبیعی که در کشاورزی ارگانیک مورد استفاده قرار می‌گیرند، کمتر سرمی بوده و منجر به باقی‌مانده‌های کمتری می‌شوند، همیشه صحیح نیست و نیاز به تأیید علمی بیشتر دارد.

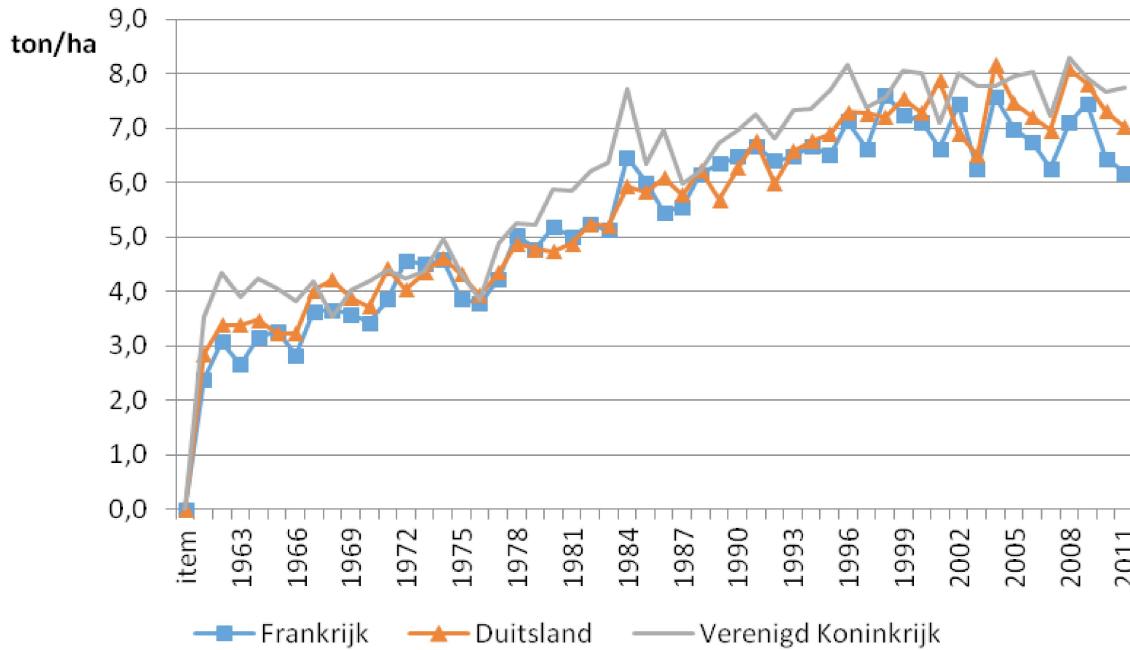
تولید مواد غذایی پایدار و سالم برای ۱۱ میلیارد نفر

تولید مواد غذایی سالم برای ۱۱ میلیارد نفر تا سال ۲۰۰ و در کنار آن پایداری زمین، یکی از بزرگترین چالش‌های این قرن خواهد بود. مالتوس (۱۷۹۸) پیش‌بینی کرد که میزان دسترسی مواد غذایی به ازای هر فرد کاهش می‌یابد زیرا افزایش جمعیت نمایی است در حالی که افزایش تولید مواد غذایی به صورت خطی است. این تحولات منجر به سوئتغذیه، مشکلات بهداشتی، مرگومیر بیشتر و درگیری‌های اجتماعی می‌شود. امروزه عکس این واقعیت وجود دارد و سرانهی مواد غذایی بیشتری نسبت به گذشته وجود دارد. از نظر تاریخی، افزایش تولید مواد غذایی بر اساس تبدیل اکوسیستم‌های طبیعی به اراضی کشاورزی صورت گرفته است. تغییر کاربری اراضی تاکنون عامل اصلی کاهش تنوع زیستی و از بین رفتن جذب CO₂ بوده و تأثیر چشمگیری در اکوسیستم سیاره‌ی زمین از جمله تغییر اقلیم و از بین رفتن تنوع زیستی دارد. در سال ۱۹۶۰ حدود ۱۲۸۰ میلیارد نفر (سرانه‌ی ۰/۴۳ هکتار/نفر) در دسترس بود. امروزه حدود ۱۷۵۰ میلیون هکتار زمین برای تغذیه ۷,۵ میلیارد نفر (سرانه‌ی ۰/۲۲ هکتار/نفر) در دسترس است. این افزایش در راندمان عملکرد به لطف انقلاب سیز امکان پذیر شد. امروزه می‌بینیم که عملکرد دیگر افزایش نمی‌یابد و این نشان می‌دهد که با توجه به تکنیک‌ها و ارقام کشت موجود، میزان بازده بیشتر حاصل نمی‌شود. انتظار می‌رود که این کارایی محصول در کشاورزی پایدار کم و بیش در حد بالا باشد، در صورتی که فناوری‌های جدیدی قابل اجرا باشند (به عنوان مثال CRISPR-Cas).

ارگانیک استفاده می‌شود) باشند. میزان تولید PPPs در سال ۱۹۸۰ به دو برابر افزایش یافت اما توسعه‌ی سنتی (مصنوعی) آن کاهش یافته است که تا حدودی به دلیل مسائل قانونی است که در دهه‌های گذشته استفاده از سوم بیولوژیکی افزایش یافته است. افزایش استفاده از PPPs یکی از محرك‌های انقلاب سیز بود و به افزایش ۲/۵ برابری عملکرد محصول در کشورهای توسعه‌یافته کمک کرد. با نگاهی به کشورهای اتحادیه اروپا، تفاوت‌های قابل توجهی در استفاده از این نهاده‌ها وجود دارد که این تفاوت با عملکرد محصول در ارتباط است. تغییر از PPP‌های گسترده به خاص که فقط آفات یا بیماری‌های خاص را هدف قرار می‌دهند و از تأثیر آن بر موجودات غیرهدف جلوگیری می‌کند دلالت بر این دارد که کشاورزان باید استفاده از PPP‌های خاص را بیشتر جدی بگیرند که این مهم‌ترین دلیل افزایش استفاده PPP‌ها بدون افزایش عملکرد است.

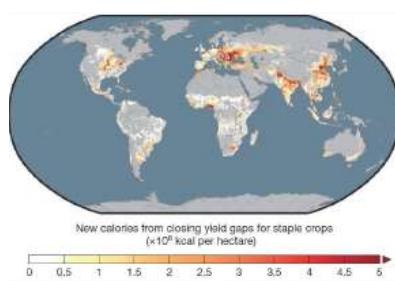
ثبت و استفاده از PPP‌ها در کشورهای اتحادیه اروپا بسیار دقیق تنظیم شده است که شامل یک رویه‌ی طولانی است. از جمله ارزیابی ریسک علمی که شامل ارزیابی اثرات سرمی بر انسان و موجودات دیگر است. امروزه PPP‌ها هنگام استفاده‌ی صحیح، بسیار این‌تر از گذشته هستند و کنترل دقیق بر روی باقیمانده‌ها وجود دارد. ضریب این‌تر ۱۰۰، سطح خطر بسیار پایین‌تری را نسبت به سایر خطرات روزانه که انسان در معرض آن قرار دارد، تضمین می‌کند. همچنین فناوری استفاده از PPP‌ها به میزان قابل توجهی بهبود یافته است که به کاهش تأثیرات بر محیط و خطرات برای مقاضیان کمی کند. حفاظت از محصول نهادها مستلزم استفاده از ها بلکه اقدامات دیگر مانند تناوب زراعی، استفاده از ارقام مقاوم، مدیریت خاک و سایر موارد است. بدون استفاده از PPPs بسته به محصول، بازده تولید کاهش می‌یابد که این کاهش از ۱۹ درصد (گندم) تا ۴۲ درصد (سیب‌زمینی) گزارش شده است. این کاهش‌ها در مناطقی که تولید واقعی بالایی دارند، بیشتر است؛ اما این سؤال هنوز مطرح است که آیا می‌توان بدون کاهش بازده، میزان استفاده PPP‌ها را کاهش داد؟ شواهد نشان می‌دهد که در تعدادی از محصولات خاص، کاهش استفاده از PPP‌ها امکان‌پذیر است.

PPP‌ها هنوز عوارض جانبی ناخواسته و غیرقابل اجتناب دارند، مانند تأثیر منفی آن‌ها بر تنوع زیستی. با این حال این همبستگی هنوز در مرحله‌ی مطالعه است و به نظر می‌رسد مهم‌ترین تأثیر در تنوع زیستی، ناشی از تغییرات کاربری اراضی است. تمام مطالعات نشان



شکل ۱. پیشرفت عملکرد گندم در فرانسه (آبی)، آلمان (قرمز) و انگلیس (خاکستری). (منبع: FAOstat. 2019)

زراعی و تکنیک‌های نوین کشت و پرورش محصولات صورت می‌گیرد. همچنین تغییرات دیگری شامل کاهش هدررفت مواد غذایی و ضایعات آن، تغییر رژیم غذایی (پروتئین حیوانی کمتر) و ممنوعیت تولید محصولات زراعی برای انرژی‌های زیست‌محیطی، اعمال گردد.



شکل ۲. رنگ قرمز نشانگر شکاف عملکرد بیشتر ۱۶ محصول مهم جهان است. بیشتر این ۱۶ محصول در آفریقا جنوبی کشت می‌شود (Foley et al. 2011).

همان‌طور که گفته شد PPPها در کنار کوددهی، واریته‌های جدید و استفاده از تکنیک‌های نوین کشاورزی از جمله برگ‌داندن خاک به جای شخم زدن می‌توانند به افزایش عملکرد محصولات کشاورزی کمک کنند.

افزایش عملکرد تأثیرات جانبی زیادی نیز به همراه دارد که از جمله می‌توان به مردابی شدن آبهای سطحی (رودخانه‌ها، حوضه‌ها)، اسیدی شدن، از بین رفتن تنوع زیستی، فرسایش خاک و... اشاره کرد. به طور متوسط سیستم‌های تولیدی جایگزین (به عنوان مثال: کشاورزی ارگانیک و زراعت زیست‌محیطی) در رابطه با نگرانی‌های موجود (تأثیر کشاورزی بر محیط) نتایج بهتری نمی‌دهد.

اگرچه امروزه غذاي کافی وجود دارد، اما این می‌تواند در آینده به مشکل تبدیل شود. جمعیت جهان در سال ۲۱۰۰ به حدود ۱۱ میلیارد نفر خواهد رسید.

از آنجاکه تبدیل اراضی به زمین‌های کشاورزی امری غیرقابل اجتناب است، امنیت غذایی تنها با افزایش بازده محصول در آینده قابل انجام است. به طور متوسط در سال ۲۱۰۰، سرانهی ۰/۱۶ کالری بر یک هکتار زمین در مقایسه با سرانهی ۰/۴۳ کالری بر یک هکتار زمین قبل از انقلاب سبز وجود خواهد داشت، بنابراین یکی از مهم‌ترین راه حل‌ها، بستن شکاف بازده یا عملکرد (شکاف بین تولید بهینه با تولید واقعی در آن محیط) است (شکل ۲). این شکاف بازده در اروپای شرقی نیز یک مشکل جدی است. برای بستن این شکاف به یک انقلاب سبز پایدار و مناسب نیاز است که این انقلاب با تنابواب کوددهی، PPPها و آبیاری مناسب، گونه‌های جدید

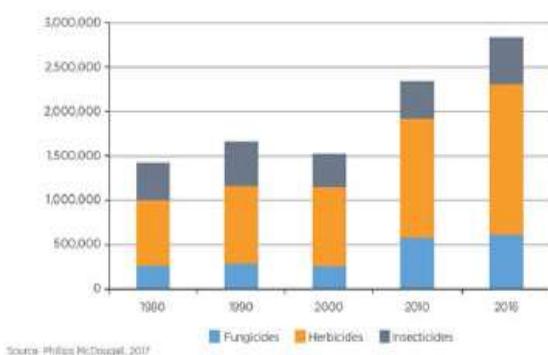


ها (مانعوی و بیولوژیک) محصولاتی هستند که به ترتیب از یک فرآیند سنتز شیمیایی یا محصولات حاصل از منشاً بیولوژیکی (حیوانات، گیاهان، باکتری‌ها، مواد معنده و...) سرچشمه می‌گیرند. ها دارای حداقل یک ماده مؤثره فعال و تعدادی مؤلفه‌های دیگر شامل امن کننده‌ها (Safener)، فرمول سازها، اجزای کمکی و هم‌افزاها هستند. همین‌طور جزء فعال می‌تواند یک ماده شیمیایی، ماده‌ی گرفته‌شده از گیاه، فرومون یا میکروارگانیسم محافظت گیاه یا مواد حاصل از گیاه آلوده به بیماری، انگل‌ها یا علف‌های هرز باشد. قوانین اتحادیه‌ی اروپا در مورد ها بسیار سخت‌گیرانه طراحی شده تا از سطح بالایی از محافظت برای سلامت انسان و محیط‌زیست اطمینان حاصل شود. در اتحادیه‌ی اروپا هیچ پاراگرافی اجازه‌ی بهره‌وری و مصرف ندارد مگر اینکه شرایط زیر را دارا باشد؛

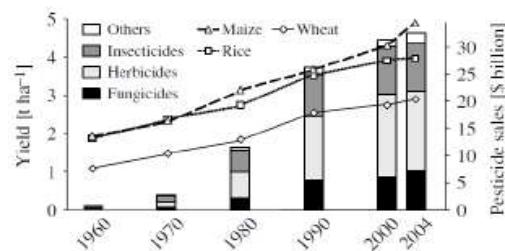
۱. هیچ اثر سویی روی مصرف کنندگان، کشاورزان، منابع طبیعی منطقه و مهاجران نداشته باشد.
۲. اثر غیرقابل قبول (اثر بدون بازگشت) روی محیط اطراف خود نگذارد.
۳. بهخوبی در مقابل آفات عمل کند.

تحول محصولات محافظتی گیاه (PPP‌ها)

همان‌طور که در شکل زیر نشان داده شده است، مقدار مواد فعال مورداستفاده در جهان از سال ۱۹۸۰ تا سال ۲۰۱۶ رو به افزایش است و یک افزایش جهشی (با شیب تند) در بین سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ قابل توجه است که فاکتورهای متعددی شامل کشاورزی آیین‌بندی شده، افزایش استفاده از علف‌کش‌ها، کشاورزی بیشتر در اقتصادهای نوظهور و اثر تغییرات دما قابل توجه است. علف‌کش‌ها، های اصلی مورداستفاده هستند.



شکل ۴. مقدار استفاده شده از محافظین محصول، هزار تن مواد فعال استفاده شده در سراسر جهان (Phillips McDougall, 2017).



شکل ۳. افزایش عملکرد سه محصول عمده و افزایش فروش های PPP

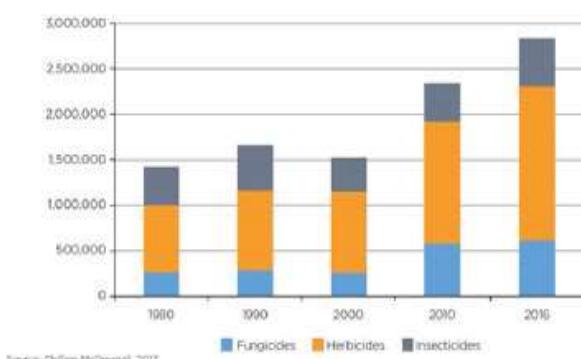
اطلاعات عمومی در مورد محصولات محافظتی گیاه (PPP‌ها)

محصولات محافظتی گیاه محصولاتی هستند که از گیاه و محصولات گیاهی در طول دوره‌ی تولید و نگهداری، محافظت می‌کنند. این محصولات در زراعت، باگبانی، جنگل‌داری و همچنین باعچه‌ها و مناطق رفاهی مورداستفاده قرار می‌گیرد. بیشتر اصطلاح سموم دفع آفات همراه با ها به کار برده می‌شود، این در حالی است که سموم دفع آفات واژه‌ی گسترشده‌تر و شامل تمام سمومی هست که ارگانیسم‌های مضر و مفید انسان و حیوانات را از بین می‌برد (Biocides) که در این مقاله تنها به (PPP‌ها) پرداخته می‌شود.



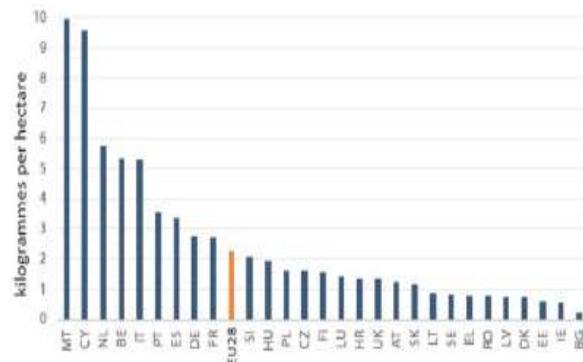
در این فرآیند، صنایع به دلایل مختلف تصمیم گرفت تا پروندهای بسیاری از مواد فعال را ارسال نکند. برخی از آن‌ها سودآور نبودند و مواد سودآور دیگری وجود داشت. در موارد دیگر، شرکت‌ها فهمیدند که برخی مواد فعال شروط و الزامات آزمون ایمنی را پشت سر نمی‌گذارند و ایمن نیستند. بسیاری از این مواد فعال غیر ایمن، متعلق به گروه‌های ارگانوفسفات سمی و کاربامات بودند. حدود ۲۵۰ ماده‌ی فعال، ارزیابی ایمنی اتحادیه اروپا را پشت سر گذاشت و به تصویب رسیدند. حدود ۷۰ ماده در بررسی شکست‌خورده و از بازار خارج شدند.

طبق قوانین، هرگونه مواجهه با ماده‌ای که معیارهای خطر را ایجاد کند، غیرقابل قبول است و محصول ثبت نمی‌شود. این قوانین تأثیر فوق العاده‌ای بر تعداد مواد فعال تولیدشده در بازار اتحادیه اروپا داشته است. همچنین در سطح جهان، توسعه و تولید مواد فعال جدید کاهش یافته است (شکل ۷). در حال حاضر (تصویب شده در فوریه ۲۰۱۹) ۴۸۴ ماده‌ی فعال توسط اتحادیه اروپا تأیید شده‌اند.



شکل ۷. تعداد مواد فعال معرفی شده در هر دهه (Phillips McDougall, 2017)

در دسترس بودن موادی که فعالیت کمتر دارند، می‌تواند به مقاومت بیشتر در برابر PPP منجر شود و ترکیبات فعال با حالات متفاوت عمل، یکی از راههای جلوگیری از تشکیل مقاومت است. علاوه بر این، تمایل به سمت PPP خاص‌تر، خطر مقاومت را افزایش می‌دهد زیرا PPP‌های دارای یک عمل خاص نسبت به PPP‌های با طیف گسترده‌ی عمل برای ایجاد مقاومت آسیب‌پذیرتر هستند.

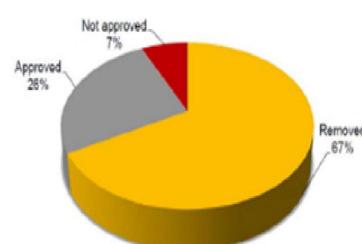


شکل ۵. فروش PPP‌ها (در کیلوگرم) در مختلف کشاورزی سال ۲۰۱۴
(sales and land use)

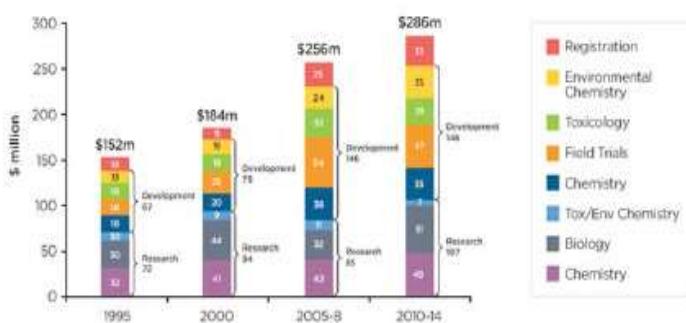
از سال ۲۰۱۷ فروش محصولات PPP در اتحادیه اروپا بین ۳۵۰۰۰ تا ۴۰۰۰۰ تن در سال بوده است. شکل زیر نشان‌دهنده فروش PPP‌های استفاده شده در مختلف کشاورزی در سال ۲۰۱۴ است. تغییرات بین ایالت‌های عضو قابل توجه است.

تأثیر برنامه‌ریزی اتحادیه اروپا بر روی مواد شیمیایی فعال

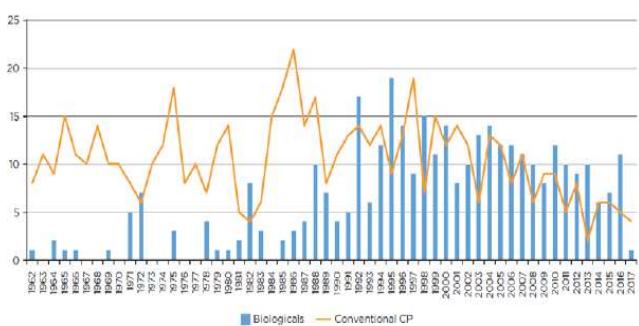
در سال ۱۹۹۳ اتحادیه اروپا یک بررسی کلی در سطح جامعه برای حدود ۱۰۰۰ ماده‌ی فعال استفاده شده در PPP در اروپا را اندازی کرد. در این پروسه‌ی بررسی، هر ماده‌ای می‌باشد که گونه‌ای مورد ارزیابی قرار گیرد که درنتیجه بدانیم آیا می‌توان از این ماده با رعایت سلامت انسان (صرف کنندگان، کشاورزان، ساکنان محلی و رهگذران) و محیط‌زیست و به طور مثال آبهای وسیع زیرزمینی و موجودات زنده مثل پستانداران، پرندگان، کرم‌های خاکی و زنبورها استفاده کرد یا خیر. این برنامه بررسی در ماه مارس ۲۰۰۹ نهایی شد. نتایج بررسی در شکل زیر مشاهده می‌شود.



شکل ۶. نتایج برنامه بررسی اتحادیه اروپا بر روی مواد فعال



شکل ۸. کشف و هزینه‌های توسعه ppp‌های جدید (Phillips McDougall, 2017)



شکل ۹. معرفی محصولات جدید سالانه برای بیولوژیک‌ها و ppp‌های مرسم (Ps)

ارزیابی خطر استفاده از ppp‌ها

ارزیابی ppp‌ها با توجه به دستورالعمل مربوط به آن‌ها در بازار انجام می‌شود. توجه به این نکته ضروری است که فرآیند قانون‌گذاری، یک سیستم دوگانه را پیش‌بینی می‌کند (شکل ۱۰)

۱- تصویب در سطح اتحادیه‌ی اروپا برای ماده‌ی فعال موجود در محصول محافظت از گیاه (PPP).

۲- مجوز در سطح هر کشور، فقط برای آن دسته از ppp‌هایی که مواد فعال آن‌ها در لیست تصویب شده در سطح اتحادیه اروپا قرار دارند، به دست می‌آید.

چنین قوانینی حداکثر برای ۱۰ سال می‌تواند از تأیید و صحبت علمی ارزیابی ریسک برخوردار باشد و برای پاسخ به سؤالات جدید، مطالعات جدید لازم است.

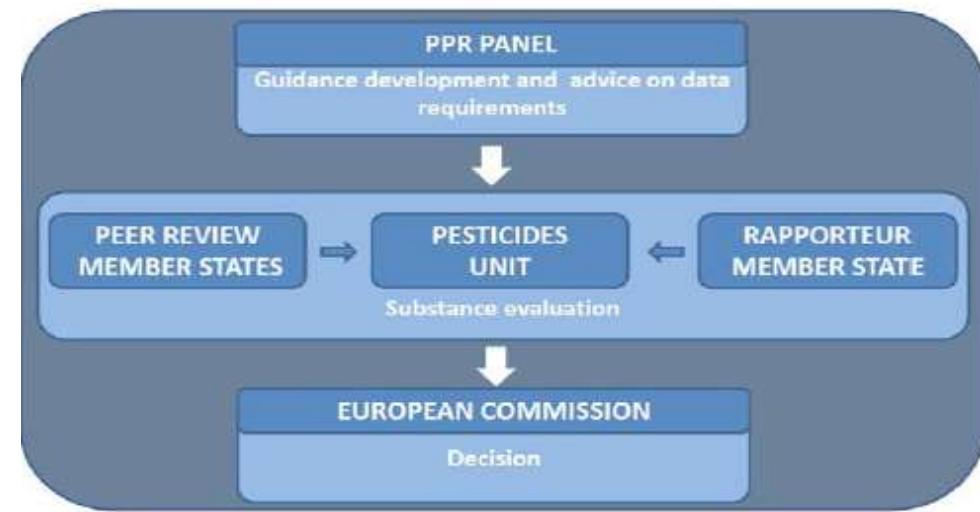
وضع این قانون، داده‌های لازم برای بررسی PPP و یک ماده‌ی فعال را که از یک الگوی معمول پیروی می‌کند نشان

به دلیل مقررات سخت‌گیرانه، هزینه‌های کشف و توسعه PPP از سال ۱۹۹۵ تقریباً دو برابر شده است (شکل ۸). علاوه بر این، در حالی که بین اولین سنتز PPP و فروش اول PPP در سال ۱۹۹۵ تقریباً ۸,۳ سال طول کشید، اکنون برای همان روش حدود ۱۱,۳ سال طول می‌کشد.

در مقابل، بازار سموم بیولوژیکی روبه افزایش و گسترش است (شکل ۹) و بسیاری از شرکت‌های تولیدکننده گیاهان دارویی در حال اجرای توسعه‌ی سموم بیولوژیکی هستند و بودجه خود را به طور قابل توجهی در این بخش افزایش می‌دهند. سموم طبیعی از گیاهان (پیرتروم)، میکروبی (باسیلوس تورینجننس) یا منشأ معدنی (گوگرد) مشتق می‌شوند یا شامل میکرووارگانیسم‌های زنده (ارگانیسم‌های بیوکنترل: مخمرها، باکتری‌ها، قارچ‌ها) هستند. حالت دوم از طریق رقابت برای فضا یا مواد مغذی، از طریق تولید آنتی‌بیوتیک‌ها، انگلی و با القای دفاع گیاهان عمل می‌کند. در سال ۲۰۱۶، آفتکش‌ها ۵,۶ درصد از کل فروش حفاظت از محصولات زراعی را در مقایسه با ۰,۴ درصد در سال ۱۹۹۳ به خود اختصاص دادند. از سموم بیولوژیکی می‌توان در کشاورزی ارگانیک و رایج استفاده کرد. کشاورزی ارگانیک روشی برای تولید محصولات کشاورزی است که هدف آن تولید مواد غذایی با استفاده از مواد و فرآیندهای طبیعی است. به همین ترتیب در کشاورزی ارگانیک هیچ کود مصنوعی و PPP قابل استفاده نیست.

استفاده از PPP‌ها هنوز در حال افزایش است اما در دهه‌ی گذشته از مواد فعال کمتری رونمایی شده است.

از سوی دیگر، بازار سموم و آفتکش‌های بیولوژیکی هر ساله در حال رشد است.



شکل ۱۰. فرآیند ارزیابی ریسک PPP‌ها در اتحادیه اروپا (Hardy and Fontier, 2011).

ارزیابی ریسک PPP‌ها از یک رویکرد مرتب و گام به گام پیروی می‌کند و در مطالعات آزمایشگاهی از آزمایش‌های تک‌گونه‌ای (شرایط آزمایشگاهی) استفاده می‌شود. اگر آزمایش حاکی از خطر غیرقابل قبول باشد، آزمایش‌های بیشتر در شرایط زیست محیطی واقعی تر مانند آزمایش میدانی انجام می‌شود. به طور معمول از آزمایش‌ها سطح پایین‌تر، ارزان‌تر و آسان‌تر استفاده می‌شود تا امکان تکرار پذیری بیشتر و در بدترین حالت ممکن (حداکثر مقدار ماده‌ای که در معرض آن می‌تواند قرار گیرد) باشد و از این آزمایش‌ها فقط جهت «خطر قابل قبول» و یا «نیاز به آزمایش بیشتر در آزمون‌های رده بالاتر» استفاده می‌شود. در صورتی که نتیجه‌ی ارزیابی در رده‌های پایین‌تر بر اساس داده‌ها استاندارد و مفروضات محافظه کارانه منفی شد، متقاضی می‌تواند از یک ارزیابی تصفیه شده استفاده نماید تا نشان دهد هیچ‌گونه اثرات غیرقابل قبول محیطی از یک PPP در شرایط واقع‌بینانه محیطی وجود ندارد. باید دقیق شود که برای هر آزمایش سطح پایین نیز، جهت تأیید PPP باید در شرایط واقعی ترازنظر ریست محیطی (آزمایش رده بالاتر) هم صورت گیرد. به عنوان مثال پس از درک برخی عوارض جانبی حشره‌کش نئونیکوتینوئید مشخص شد که روی زنبورها اثر گیج‌کننده دارد. ارزیابی ریسک به این منظور است که آیا استفاده‌ی صحیح از PPP منجر به خطرات غیرقابل قبول برای کاربر، مصرف‌کننده یا محیط‌زیست خواهد شد؟ که از بخش‌های اصلی زیر تشکیل شده است.

می‌دهد که شرایط برای مناطق مختلف به این صورت است: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی از جمله روش‌های تجزیه و تحلیل، سمشناسی پست‌انداران، باقی‌مانده، سرنوشت و کارکرد محیطی، زیست‌شناسی و اثربخشی. روش ارزیابی ریسک و معیارهای مجاز توسط پنل EFSA's PPR تشریح داده شده است.

شرح عوارض جانبی، عنصر مهمی برای تأیید و آزمایش PPP‌ها است. تأثیرات مستقیم یک PPP معمولاً بر اساس آزمایش‌ها تشریح می‌شود که در آن ارگانیسم‌های شاخص (ارگانیسم‌های غیرهادف) مانند جلبک‌ها، کک‌های آبی، حشرات مفید، ماهی‌ها، کرم‌های خاکی، زنبورها، پرندگان و موش‌ها در معرض ماده‌ی فعال یا PPP قرار می‌گیرند. این مطالعات جهت تعیین سمیت حاد یا مزمن PPP‌ها برای آن گونه‌ها استفاده می‌شود. به طور کلی اگر موجودات غیر هدف در معرض مقادیر مشخص و تحت تأثیر قرار گیرند، می‌توان انتظار داشت که تمام PPP‌ها کم‌ویژه دارای عوارض جانبی هستند. با این حال PPP‌ها در دهه‌های گذشته اختصاصی‌تر شدند. این به آن معناست که با اختصاصی‌تر شدن شیوه‌ی عمل PPP‌ها و تأثیر مستقیم فقط روی موجودات هدف مضر، از تأثیر بر سایر موجودات و محیط اطراف می‌شود. معمولاً مشخصات عوارض جانبی با PPP‌ها مطابقت دارد. مثلاً علف‌کش‌ها برای جلبک‌ها و گیاهان غیر هدف که از خویشاوندان علف‌های هرز هستند، سمی هستند. همین‌طور حشره‌کش‌ها که اغلب برای بی‌مهرگان مانند کک‌های آبی و زنبورها سمی تر هستند.



مطالعات سمنشناسی و متابولیسم

باقیمانده روی مواد غذایی

برای محافظت از مصرف کننده، باید مطالعات روی باقیمانده‌ی سmom در محصولات غذایی مطالعه شود. علاوه بر این هرگونه محصول حیوانی (شیر، گوشت و...) که به طور بالقوه با گیاهان، تغذیه شده‌اند و یا متابولیت‌های آن تحت تأثیر پردازش (پخت‌وپز، دم کردن و...) در سطح باقیمانده و یا متابولیت‌های جدید ظاهر شده‌اند، باید مورد مطالعه و ارزیابی قرار گیرد. مقادیر قابل قبول روزانه (ADI) که از مطالعات متعدد بر روی حیوانات حاصل می‌شود با باقیمانده‌های روی مواد غذایی پس از استفاده از PPPPها در ۲ سال مختلف مقایسه می‌شوند تا تأثیرات آن‌ها در شرایط مختلف اقلیمی نیز بررسی شود. بر اساس این مطالعات، بیشترین حد باقیمانده (MRL) و فاصله‌ی پس از برداشت دوره‌ی کارنس (PHI) مقرر شده است.

هیچ کالایی با باقیمانده‌ی بالاتر از (MRL) تعیین شده، وارد یا عرضه به مصرف کننده نمی‌شود. همچنین کشاورز نباید PPP را دیرتر از بازه PHI اعمال کند. علاوه بر این اتحادیه اروپا برخلاف ایالات متحده ایالات متحده آمریکا حد ALARA (کمترین حد منطقی قابل دستیابی) را نیز اعمال می‌کند. این به آن معنی است که برای ایجاد MRL، کمترین مقدار موردنیاز برای استفاده زراعی نیز می‌تواند محدود کننده باشد. برای ایجاد حد اکثر حد باقیمانده از ضریب اینمی پیش‌فرض ۱۰۰ استفاده می‌کنند (در تنظیم مقدار قابل قبول روزانه دقیق‌تر است).

مطالعات مربوط به جذب، توزیع، متابولیسم و دفع در پستانداران، سمیت حاد، سمیت کوتاه‌مدت، تأثیر بر زن‌ها (سمیت سلولی)، سمیت طولانی‌مدت و سرطان‌زاوی، سمیت تولیدمثل و غدد درون‌ریز (تقلید هورمون)، مطالعات مربوط به ماده‌ی فعال و همچنین متابولیت‌های آن در ارزیابی ریسک لحاظ شده است. توجه به این نکته ضروری است که در مورد مواد فعال جدید هیچ‌گونه مطالعه‌ای روی انسان صورت نگرفته است (برخلاف محصولات دارویی).

با این وجود در مورد مواد فعال حال حاضر موجود در بازار مطالعات مربوط به انسان مانند مطالعات اپیدمیولوژیک، نظارت بر کارگران در کارخانه‌جات تولیدی یا مطالعات مربوط به حوادث مسمومیتی در حین کار در دسترس است و باید در ارزیابی ریسک لحاظ شود.

مطالعات اکتوکسیکولوژیک

این بخش شامل مطالعات مربوط به تخریب و حمل مواد فعال و متابولیت‌های آن در ذخایر مختلف محیط‌زیست است. در خاک، آب (آب‌های سطحی و زیرزمینی)، رسوبات رودخانه و در هوایا هدف تخمین غلظت ارگانیسم‌های غیرهدف قرار گرفته است. برای ذخایر آبی که غلظت بالایی از مواد فعال را دارند، روی ماهی‌ها و بی‌مهرگان مانند کک آبی، گونه‌های حشرات نواحی رسوبی، جلبک‌ها و گیاهان آبری، آزمایش انجام می‌شوند. برای ذخایر خاکی، زنبورها، بندپایان مفید (کنه‌ها و زنبورهای انگلی)، حشرات معمولی (راسته‌ی بی‌بالان)، کرم‌های خاکی و مهره‌داران (جوندگان و پرندگان) مورد مطالعه قرار می‌گیرند. برای برخی از ارگانیسم‌ها، هر دو اثر حاد و مزمن موردنرسی قرار گرفته است.

ارگانیسم‌های غیر هدف مانند کک‌ها و کرم‌های خاکی به دلیل قرارگیری در سطح اولیه‌ی هرم اکولوژیکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. این به آن معنی است که تأثیر ناخواسته روی این موجودات زنده بر روی تمام سطوح بالایی تأثیر می‌گذارد. مطالعات ارزیابی ریسک باید توسط نهادهای معتبر و زیر نظر دولت و تحت برنامه‌های دقیق کیفی انجام گیرد.

**«بر اساس مطالعات ارزیابی ریسک،
محصولات محافظه‌گیاهان و ترکیبات فعال
آن‌ها یکی از بهترین و سالم‌ترین محصولات
در سراسر جهان است.»**

این به آن معنی است که حتی اگر سطح ماده‌ی فعال موجود در یک کالای خوراکی ۱۰۰ برابر بیشتر از MRL باشد، انتظار نمی‌رود مزمن باشد. می‌توان این موضوع را با دیگر فاکتورهای این‌می مورداستفاده در زندگی روزمره مقایسه کرد. به عنوان مثال پس از محاسبه‌ی مهندسان ساختمان، مقاومت سقف یک ساختمان، از ضریب این‌می حداقل ۱/۵ برای انتخاب ضخامت مصالح ساختمانی (فوлад، بتون و...) استفاده می‌شود.



منبع