

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

نشریه فنی

آفت کش های اخلا لگر غدد درون ریز و اثرات سوء آنها بر سلامت انسان و محیط زیست

نگارنده:

محسن مروتی

شماره ثبت:

۶۱۴۳۱

۱۴۰۱

ا

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور

آفت کش های اخلاکگر غدد درون ریز و اثرات سوء آنها بر سلامت انسان و محیط زیست

نگارنده:

محسن مروتی

موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور

۱۴۰۱

مخاطبان نشریه فنی: اعضای هیئت علمی، محققان، کشاورزان، مروجین و کارشناسان ارشد مراکز آموزشی، پژوهشی و اجرایی وابسته به وزارت جهاد کشاورزی

موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، نشریه فنی

آفت کش های اخلا لگر غدد درون ریز و اثرات سوء آنها بر سلامت انسان و محیط زیست

نگارنده: محسن مروتی

ناشر: موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

سال نشر: ۱۴۰۱

شماره و تاریخ ثبت نشریه: ۶۱۴۳۱ مورخ: ۱۴۰۱/۰۱/۲۹

نشانی مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی:

تهران، بزرگراه شهید چمران، خیابان یمن، پلاک ۱ - سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

فهرست

صفحه	عنوان
۱	پیشگفتار
۱	مکانیزم و اصول عمل اخلاالگران غدد درون ریز
۳	تأثیرات سوء بر سلامت انسان
۷	تأثیرات سوء بر روی سلامت حیات وحش
۱۳	آفت کش های اخلاالگر غدد درون ریز
۲۴	فهرست منابع

پیشگفتار

اثرات آلودگی محیط زیست بر سلامت انسان به طور فزاینده ای مورد توجه جهانی قرار گرفته است. آلاینده های محیطی مواد شیمیایی هستند که در نتیجه فعالیت های انسانی حاصل می شوند و در نهایت به محیط زیست می رسند و متعاقب آن سلامتی انسان و سایر موجودات را به خطر می اندازد. چندین مورد از این مواد شیمیایی در مجموع به عنوان **مواد شیمیایی مختل کننده غدد درون ریز**¹ (EDC) شناخته می شوند که امروزه به دلیل تأثیرات گسترده ای که دارند، از نظر بهداشت عمومی و خطرات بالقوه بیماری زایی از اهمیت بیشتری برخوردار شده اند. انجمن غدد درون ریز، EDC ها را به شرح ذیل تعریف می کند: "یک ماده شیمیایی برون زاد (غیر طبیعی) یا مخلوطی از مواد شیمیایی، که با هر جنبه ای در عملکرد هورمونها تداخل می کند. EDC های موجود در محیط بیشتر در هنگام ساخت و استفاده از آنها توسط انسان مانند آفت کش ها، پلاستیک ها، زباله های الکترونیکی، امحاء کننده های آتش، فلزات، افزودنی های غذایی و محصولات بهداشتی شخصی رها می گردند. این EDC ها می توانند تعادل هورمونی را برهم زده و در نتیجه منجر به اختلال در سلامتی از جمله ناهنجاری های رشد و تولید مثل، افزایش شیوع سرطان های حساس به تغییرات هورمونی، تاخیر در رشد عصبی و الگوی رشد غیر طبیعی در کودکان و اختلال در عملکرد سیستم ایمنی در بدن شوند (۱).

مکانیزم و اصول عمل اختلالگران غدد درون ریز

یک EDC واحد بسته به غلظت آن دارای مکانیسم های عمل مختلفی می باشد. بنابراین، دوزهای بالای دی اکسین می تواند کشنده باشد، اما غلظت های بسیار کم

¹ Endocrine-disrupting chemicals

(مانند غلظتی هایی که جامعه از طریق محصولات غذایی آلوده با آن مواجه می شوند) به طور قابل توجهی خطر ابتلا به ناهنجاری های تولید مثل در زنان را افزایش می دهد (۲).

دوره های آسیب پذیری خاص / زمان مواجهه

دانستن زمان خاص مواجهه در رشد ارگانسیم ها در ارزیابی ماهیت، شدت و اثرات بعدی EDC ها در تکامل ضروری است زیرا آنها در جنین، نوزادان و بزرگسالان متفاوت هستند. اگر مواجهه با EDC ها در دوره های حساس (مانند دوران رشد اولیه که تغییرات سریع در روند رشد و ساخت اندامهای متفاوت است) صورت گیرد آسیب غیرقابل بازگشت است (۳). شواهد قابل توجهی مبنی بر حساسیت خاص موجودات در حال رشد به مواد شیمیایی وجود دارد که در فعالیت هورمون ها در مراحل حیاتی (در رحم) اختلال ایجاد می کنند. این اثرات غالباً غیرقابل بازگشت هستند و در ارگانسیم های آسیب دیده تا آخر عمر باقی می مانند. علاوه بر این، دوره تأخیر (زمان مابین مواجهه و بروز اولین علائم آسیب) می تواند طولانی باشد (۴). مواجهه با مواد شیمیایی فعال بیولوژیکی در غلظت هایی که بر هورمون ها تأثیر می گذارد می تواند منجر به مجموعه ای از اثرات گردد که به تدریج در مراحل مختلف رشد ارگانسیم بروز داده می شود. همچنین، این تأثیرات ممکن است با پاسخ متفاوتی در مواجهه با دوزهای بالای همان ماده شیمیایی، یا در پاسخ موجود تکامل یافته مشاهده گردد (۵).

تأثیرات سوء بر سلامت انسان

آسیب به سیستم تولید مثل جنس مذکر

مواجهه با EDC ها با سه اثر همراه است که معمولاً به عنوان یک اثر کلی در نظر گرفته می شود:

(۱) کاهش توانایی تولید مثل که به صورت ناباروری و کاهش کیفیت اسپرم بروز داده می شود؛

(۲) تغییرات در رشد و تکامل جنین و در نتیجه دفرمه شدن مادرزادی دستگاه تناسلی جنس مذکر از جمله عدم نزول بیضه و قرار گرفتن غیر طبیعی روزنه مجرای خارجی ادرار

(۳) وجود تومورهای سلول زایا در بیضه

کاهش کیفیت اسپرم

مطالعات مشترکی که در چندین کشور اروپایی انجام شده است کاهش مداوم کیفیت و کمیت اسپرم در زمان بلوغ را نشان می دهد و این مشکل در مردان جوان به عنوان بدترین شاخص مشاهده می شود.

آسیب به سیستم تولید مثل جنس مونث

مواجهه با EDC ها، به ویژه در دوره مراحل رشد داخل رحم، با بلوغ زودرس، کاهش باروری، عوارض بارداری، آندومتریوز، تومورهای غیر سرطانی رحم و همچنین سرطان پستان و تخمدان همراه می باشد.

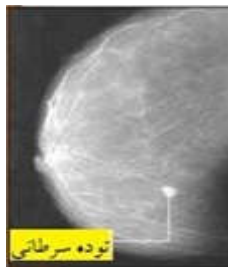
آسیب های مادرزادی

مواجهه با EDC ها مرتبط با یک سری اختلالات پزشکی مانند سقط جنین، حاملگی خارج رحمی، مرگ جنین، تولد نوزاد مرده، تولد زودرس، وزن کم هنگام تولد، تغییرات نسبت جنسیتی (تعداد نوزادان مذکر و مونث)، و ناهنجاری های مادرزادی می باشد. برخی از EDC های مرتبط با مشکلات باروری و ناهنجاری های مادرزادی شامل آفت کش های ارگانوفسفره و ارگانوکلره (د.د.ت، پنتاکلروفنول) و سرب می باشد.

تومورهای اندامهای وابسته به هورمون

سرطان پستان

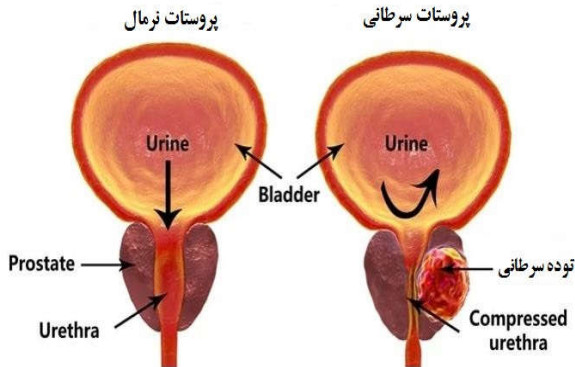
عوامل خطر بروز سرطان پستان شامل موارد تعیین کننده باروری (سن قاعدگی و یائسگی، تعداد کودکان و سن اولین زایمان، مدت زمان دوره شیردهی)، استعداد های ژنتیکی، و مواجهه با آلاینده های محیطی می باشد. حیاتی ترین زمان، دوره هایی است که در آنها پستان دارای بافت آسیب پذیرتر یعنی در دوران بلوغ و رشد رحم است. محققان مشاهده کرده اند که سرطان پستان به هورمون وابسته است و در مواجهه با EDC های استروژنی مرتبط می باشد (شکل ۱). (۵).



شکل ۱. سرطان پستان

سرطان پروستات

سرطان پروستات در میان شایع ترین انواع سرطان در مردان می باشد. افزایش چشمگیر بروز سرطان پروستات در همه کشورها مشاهده شده است. هورمون های آندروژنیک نقش کلیدی در ایجاد سرطان پروستات بازی می کنند. پژوهش ها نشان داده است که سطح بالایی از تستوسترون و متابولیت آن باعث افزایش خطر ابتلا به سرطان پروستات می شود. بروز سرطان پروستات در مواجهه با EDC ها، به ویژه آفت کش های ارگانوکلره و ارگانوفسفره در طی فرایند ساخت و کاربرد آنها و همچنین برای PCB ها، کادمیوم و آرسنیک مرتبط می باشد (شکل ۲).



شکل ۲. سرطان پروستات

سرطان بیضه

طی سه دهه اخیر سرطان بیضه به نسبت اپیدمی رسیده است و با میزان عمومی بروز ۱۲ مورد در هر ۱۰۰۰۰۰ نفر ساکن در قاره اروپا به شایع ترین نئوپلاسم های بدخیم در مردان بین ۱۵ تا ۳۴ سال تبدیل شده است. کاهش عملکرد آندروژن ها در طی دوره جنینی از جمله عوامل خطر می باشد. چندین EDC ارگانوکلره با سرطان بیضه ارتباط

دارند، از جمله متابولیت های د.د.ت، PCB ها، و سایر آفت کش های ارگانوکلره می باشد. همانند سرطان پستان، اثر افزودنی مواجهه با ترکیبی از EDC های استروژنی یک عامل خطر در به حساب می آید.

سرطان تیروئید

سرطان تیروئید از جمله بیماری های شایع در زنان جوان است. بروز آن در سراسر جهان ۱/۱۸ در ۱۰۰۰۰۰ است، که کمتر میزان سایر تومورها است. سرطان تیروئید در زنان سه برابر بیشتر است، و بیشترین میزان بروز آن در سنین ۱۵ تا ۴۴ سال می باشد. در میان EDC های مرتبط با سرطان تیروئید چندین ترکیب ارگانوکلره مانند دیوکسین ها، PCB ها، آفت کش ها و حلالها می باشند.

اختلال در تکامل سیستم مغز و اعصاب

ناتوانی های شناختی: یادگیری و حافظه، اوتیسم: کمبود توجه و بیش فعالی، عقب ماندگی ذهنی و فلج مغزی، نقایص فیزیولوژیکی اعصاب: عملکردهای شناختی و چالش ها و مسائل رفتاری، ناهنجاری در حرکات، از دست دادن حافظه و تغییر رفتارهایی که ظرفیت نیاز دارد، اختلالات حرکتی، کندی عمومی و کاهش ضریب هوشی، نقص سیستم حسی از جمله عیوب بینایی، رفتار پرخاشگرانه، تغییر رفتار هنگام بازی، نقایص مادرزادی مانند نقص لوله عصبی.

اختلالات متابولیکی

سندرم متابولیک، دیابت و چاقی سه حالت متابولیکی مرتبط با اختلال در غدد درون ریز هستند. EDC هایی که ممکن است در توسعه چنین شرایطی تاثیر گزار باشند شامل آفت کش ها (کلرپیریفوس، دیازینون، دی کلروس و کاربامات ها) (شکل ۳).



شکل ۳. اختلالات متابولیکی

اختلالات در سیستم عصبی - ایمنی - هورمونی

تعدادی از اختلالات ناتوان کننده که به سندروم خستگی مزمن شناخته می شود یا سندرم خستگی که طی چند سال گذشته به طرز چشمگیری افزایش یافته است و باعث ایجاد بیماری و رنج قابل توجهی برای افراد مبتلا و خانواده هایشان شده است. EDC های مرتبط با اختلالات در این سیستم ها شامل هیدروکربن های معطر چند حلقه ای، ترکیبات ارگانوکلره، فلزات و ترکیبات فلزات آلی می باشند.

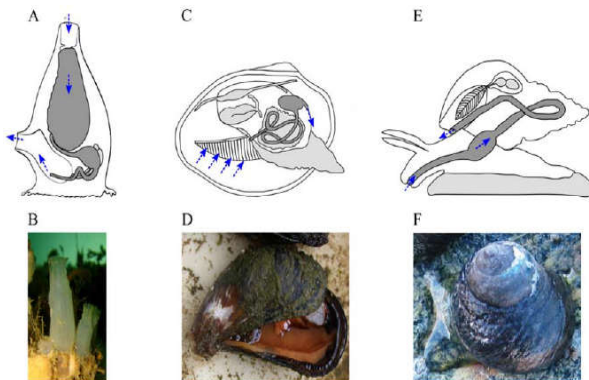
تأثیرات سوء بر حیات وحش

گونه های مختلف (گیاهان و جانوران) در مناطق مختلف جهان که دچار عوارض جدی ناشی از غدد درون ریز در مواجهه با EDC ها شدند به شرح ذیل می باشد (۶):

بی مهرگان

بیشترین مطالعات انجام شده در مورد مواجهه با EDC ها بروی بندپایان و نرم تنان می باشند. اختلالات در غدد درون ریز مشاهده شده در این گونه ها شامل ایجاد اندام های

جنسی مذکر توسط جنس مونث که در نهایت منجر به عقیم شدن می شوند، میان جنسی، مرگ و میر لاروها، مهار دگردیسی، و کاهش توانایی تولید مثل می باشد (شکل ۴).



شکل ۴. ناهنجاری های ایجاد شده در بی مهرگان

ماهی ها

اثرات مواجهه با EDC ها در ماهی ها شامل تغییر در نسبت های جنسی، اختلالات تیروئید، و تغییر در رفتار جنسی در جمعیت تحت تأثیر گرفته می باشند. EDC هایی که ممکن است بر توانایی تولید مثل در ماهی اثر بگذارند شامل زنواستروژن ها، ترکیبات پلاستیکی کننده، مواد شیمیایی مخلوط (استروژن های طبیعی و مصنوعی، آلکینولها / بیس فنول A)، مهار کننده های آنزیم آروماتاز، آفت کش های ضد آندروژنی (وینکلوزولین، پروکلوراز و فناریمول) می باشند (شکل ۵).



شکل ۵. ایجاد سرطان در ماهی ها

دوزیستان

حدود ۳۲ درصد از گونه های شناخته شده دوزیستان در معرض خطر هستند. آلودگی محیط زیست به عنوان عامل اصلی در نظر گرفته شده است. محققان مشاهده کرده اند که مواجهه با EDC ها در دوزیستان (معمولاً قورباغه، به عنوان گونه مورد مطالعه بیشتر) منجر به القا بین جنسی و نرینه کردن، تغییرات در رفتار جنسی و تغییر در دگردیسی و تکامل می شود. EDC های مرتبط با اختلال در غدد درون ریز در گونه های دوزیستی شامل ترکیبات ارگانوکلره و علف کش گلیفوسیت می باشند (شکل ۶).



شکل ۶. ناهنجاری در رشد دوزیستان

خزندگان

تحقیقات درباره اثرات EDC ها در تمساح آمریکایی / می سی سی پی و دو گونه لاک پشت آب شیرین انجام گرفته است. اثرات بر روی تمساحها شامل تغییر نسبت جنسیت است (مونث سازی)، تغییر سطح استروئیدها و آسیب به سیستم تولید مثل مانند کاهش اندازه آلت و EDC هایی مانند آفت کش های دیکوفول، د.د.ت، د.د.ای و د.د.د مرتبط با این اثرات هستند. اثرات شناخته شده بر روی لاک پشت ها شامل دوریختی جنسی ناشی از قرار گرفتن در معرض ترکیبات ارگانوکلره می باشد (شکل ۷).



شکل ۷. عدم رشد کامل در خزندگان

پرندهگان

اثرات DDT و متابولیت های آن بر روی پرندهگان از اولین تأثیرات محیط زیستی مشاهده شده در حیات وحش بود که به طور گسترده ای پس از انتشار کتاب بهار خاموش راشل کارسون در سال ۱۹۶۲ شناخته شده است. مواجهه با EDC ها باعث اختلالات در تولید مثل، رشد تخم و تغییر در رفتار جنسی پرندهگان می گردد. اختلالات در تولید مثل و تغییر در رفتار جنسی در پرندهگان ناشی از مواجهه با آلاینده های آلی پایدار یا پاپس (PCB، DDT) ها، هگزاکلروبنزن، دیوکسین ها، آفت کش های ارگانوکلره و دیلدزین) شامل ناهنجاری های اندامهای جنسی، تغییر نسبت جنسیت و اختلال در باروری می گردد (شکل ۸).



شکل ۸. اختلال در تولید تخم در پرندگان

پستانداران

مواجهه پستانداران با EDCها بیشتر در پستانداران دریایی، خرس های قطبی، گوزن ها و جانوران خانواده موستلیده بررسی شده است. در مناطق آلوده به POPS، جمعیت نهنگ ها و خرس های قطبی به طرز چشمگیری کاهش یافته است. در این مناطق همبستگی معنی داری بین اختلال در تولید مثل در خانواده های موستلیده، ستاسیه و پینیپدها و غلظت مواد شیمیایی پاپس در خون و بافت ها مشاهده شده است (شکل ۹).



شکل ۹. ناهنجاری در پستانداران

آفت کش های اخلاکگر غدد درون ریز

انسان مدرن به دلیل سبک زندگی جدید دائماً در معرض انواع مختلف مواد شیمیایی سمی است. غذایی که می خوریم، آبی که می نوشیم، هوایی که تنفس می کنیم و محیط زیست آلوده به زنوبیوتیک های سمی از جمله آفت کش ها می باشند. یک آفت کش، ماده یا مخلوطی از موادی می باشد که برای جلوگیری، از بین بردن یا کنترل هر گونه آفت، از جمله حشرات ناقل بیماری های انسانی یا حیوانی، گونه های مزاحم گیاهان یا حیوانات مضر که باعث آسیب در حین تولید، ذخیره سازی، حمل و نقل، بازاریابی مواد غذایی، کالاهای کشاورزی، چوب و محصولات چوبی، خوراک دام می باشد و همچنین موادی که به حیوانات برای کنترل حشرات، کنه ها، یا سایر آفات پارازیتوئید داخلی و بیرونی آنها زده می شود اطلاق می گردد. در دنیا، طی پنجاه سال اخیر استفاده از آفت کش ها به دلیل توسعه کشاورزی به منظور دستیابی به

عملکرد و تولید بیشتر مواد غذایی به سرعت افزایش یافته است. این وابستگی بیش از حد به مواد شیمیایی نه تنها منجر به هزینه بالای تولید بلکه باعث آسیب های غیر قابل جبران به محیط زیست و سلامتی برای انسانها و سایر اشکال زندگی می گردد (۷).

نوع و مقادیر مصرف آفت کش ها در کشاورزی در رابطه با انواع محصولات و دام تا حدی متفاوت است. برای محصولات علوفه ای بسیار کم (اگرچه برخی از آنها برای درمان اکتوپارازیت های حیوانی استفاده می شود)، محصولات گلخانه ای و بیشتر میوه ها و سبزیجات، و مناطق تفریحی، مانند پارک ها، زمین های بازی و زمین های گلف، خیلی بیشتر از آفت کش ها استفاده می شود (۸). میوه ها و سبزیجات بیشترین استفاده از حشره کش ها و قارچ کش ها را دارند، در حالی که در کشت سنتی غلات به شدت از علف کش ها استفاده می شود (۹)، علاوه بر این، فرمولاسیون آفت کش ها نیز متفاوت است. برای آفت کش های مختل کننده غدد درون ریز، شواهدی که فعال بودن آنها در دوزهای بسیار کم در داخل بدن است (۱۰، ۱۱، ۱۲)، نشان می دهد که میزان باقی مانده مجاز تعیین شده در غذا ممکن است بیش از حد بالا باشد، به ویژه در مورد هایی که در دوزهای پایین افزایش فعالیت دارند (۱۰، ۱۳، ۱۴). همچنین این نگرانی وجود دارد که مقادیری که به عنوان قابل قبول تعیین شده اند بدون در نظر گرفتن مواجهه جنین، نوزاد و کودک که حساسیت بیشتری نسبت به بزرگسالان نشان می دهند تعیین شده باشد (۱۵، ۱۶). در واقع، به نظر می رسد بسیاری از آسیب های ناشی از مواد شیمیایی EDC در طول گامتوژنز و رشد اولیه جنین باشد، گرچه ممکن است تأثیرات آن تا بزرگسالی آشکار نشود، اما اثبات ایجاد ارتباط بین مواد شیمیایی EDC و بیماری های انسانی دشوار است (۱۶، ۱۷، ۱۸).

در بررسی منابع علمی ۱۲۷ آفت کش از ۵ گروه شیمیایی با خصوصیات مختل کننده ای غدد درون ریز در دنیا شناسایی شده اند (جدول ۱)، از جمله ۹۱ مورد ذکر شده توسط PAN² (۱۹).

جدول ۱. آفت کش های با قابلیت اختلال در غدد درون ریز در ۵ گروه شیمیایی

آفت کشها	نوع	هورمون های تحت تاثیر
ارگانوکلره	حشره کش ها	آندروژن ها، استروژن ها و پرولاکتین
ارگانوفسفره	برخی حشره کشها و برخی علف کشها	استروژن ها، هورمون های تیروئید
کاربامات	علف کش ها و قارچ کش ها	آندروژن ها، استروژن ها، استروئیدها
تریازین	علف کش ها	آندروژن ها
پیرتروئید	حشره کش ها	استروژن ها، پروژسترون

این آفت کش ها طی چندین دهه گذشته به طور گسترده ای مورد استفاده قرار گرفته اند، و بروز بیماری های مرتبط با آنها در همان دوره زمانی به طور قابل توجهی افزایش یافته و بسیاری از دانشمندان را بر آن داشته است که با وجود دشواری در اثبات هرگونه ارتباط با استفاده از داده های اپیدمیولوژیک، ارتباط بین آنها را پیشنهاد دهند. نرخ بالای بیماری در جمعیت های ساکن در مناطقی که در معرض آلودگی شدید EDC

² Pesticide Action Network

ها (از جمله آفت کش ها) هستند، مانند ویندسور، شهری در کانادا (۲۰)، مناطق کشاورزی پرجمعیت در غزه، سرزمین های اشغالی فلسطین (۲۱)، کودکانی که در خانه هایشان در معرض آفت کش ها قرار گرفته اند (۲۲) و کشاورزان زن در جیپور هند (۲۳) گزارش شده است.

در بررسی منابع در جهان در حال حاضر حدود ۱۲۷ مورد آفت کش شناسایی شده که قابلیت اختلال در غدد درون ریز را دارا می باشند و یا مشکوک به این کار هستند که در حدود ۱۳ درصد از کل آفت کش ها موجود می باشند (۲۴). در ایران با بررسی تعداد حدود ۴۰۰ ترکیب آفت کش / فرمولاسیون ثبت شده می توان دریافت که حدود ۷۵ ترکیب قابلیت اختلال در غدد درون ریز یا مشکوک به این عمل هستند. از این تعداد ۳۲ مورد آن توسط هیات نظارت بر سموم به عنوان سموم پرخطر حذف گردیده اند (جدول ۳) البته با توجه به اینکه جایگزین مناسب داشته و در سطح دنیا نیز حذف گردیده اند و صرفاً ۴۳ ترکیب یعنی حدود ۱۰/۷۵ درصد در لیست سموم مجاز کشور موجود می باشند و از آنها استفاده می گردد که در سطح بین الملل نیز موجود بوده و حذف نگردیده اند. از این تعداد ۱۶ قارچ کش (۳۷/۲٪)، ۱۴ حشره کش (۳۲/۵٪) و ۱۳ علف کش (۳۰/۲٪) هستند که لیست آنها به شرح ذیل می باشد (جدول ۲) (۱۰، ۲۴، ۲۵، ۲۶).

جدول ۲. آفت کش های ثبت و توصیه شده اخلاکگر غدد درون ریز در کشور (در حال مصرف) و مکانیزم اثر آنها

آفت کش ها	نوع	مکانیزم	گروه
۱ دلتامترین	حشره کش	فعالیت استروژنی ضعیف.	گروه ۱
۲ فیتروتیون	حشره کش	مهار کننده آندروژن ها	گروه ۱
۳ تو فور دی	علف کش	هم افزایی اثرات آندروژنیک	گروه ۱
(تعليق)			
۴ آترازین	علف کش	مهار کننده آندروژن	گروه ۱
۵ متریبوزین	علف کش	باعث پرکاری تیروئید	گروه ۱
۶ تری فلورالین	علف کش	تداخل در متابولیسم استروئیدها	گروه ۱
۷ ابوکسینیل	علف کش	مهار هورمونهای تیروئید	گروه ۱
۸ لینورون	علف کش	مهار آندروژن ها	گروه ۱
۹ پیکلورام	علف کش	مکانیزم مشخص نیست	گروه ۱
۱۰ مانکوزب	قارچ کش	جلوگیری از تولید هورمون های تیروئید	گروه ۱
تیروئید			
۱۱ تیرام (تعليق)	قارچ کش	کاهش ترشح هورمون T4	گروه ۱
۱۲ پریمیکارب	حشره کش	آنتاگونیست گیرنده های استروژن	گروه ۲
استروژن			
۱۳ تری کلر فون	حشره کش	تغییر در عملکرد تیروئید	گروه ۲
۱۴ اسفیت	حشره کش	اختلال در بیان هورمون در هیپوتالاموس	گروه ۲

۱۵	سایپر مترین	حشره کش	تقلید عملکرد استروژن	گروه ۲
۱۶	پر مترین	حشره کش	جلوگیری از تکثیر سلولهای حساس به استروژن	گروه ۲
۱۷	دیمتوات	حشره کش	اختلال در هورمون های تیروئید و افزایش انسولین	گروه ۲
۱۸	فن ولریت	حشره کش	مهار عمل پروژسترون	گروه ۲
۱۹	مالاتیون (تعلیق)	حشره کش	مهار ترشح کاتکول آمین	گروه ۲
۲۰	دیورون (تعلیق)	علف کش	مهار عملکرد آندروژن ها	گروه ۲
۲۱	پروپانیل	علف کش	افزایش واکنش سلولی به استروژن	گروه ۲
۲۲	پرومترین	علف کش	مکانیزم مشخص نیست	گروه ۲
۲۳	پروکلوراز	قارچ کش	کاهش استروئیدوزنز جنین	گروه ۲
۲۴	تریادیمنول	قارچ کش	تقلید فعالیت استروژن	گروه ۲
۲۵	کاربندازیم	قارچ کش	افزایش تولید استروژن	گروه ۲
۲۶	ایپرودیون	قارچ کش	افزایش تولید استروژن	گروه ۲
۲۷	متیو کارب	حشره کش	مهار فعالیت آندروژن	گروه ۳
۲۸	فیپرونیل	حشره کش	اختلال در هورمونهای تیروئید	گروه ۳
۲۹	دیکلرووس	حشره کش	آنتاگونیست آندروژنی	گروه ۳

۳۰	پری	IGR	تقلید کننده استروژن ها	گروه ۳
	پیروکسی فن			
۳۱	گلایفوزیت	علف کش	جلوگیری از تولید استروژنها	گروه ۳
۳۲	مولینیت (تعلیق)	علف کش	آسیب به دستگاه تناسلی و کاهش باروری	گروه ۳
۳۳	پیریدیت	علف کش	مهار گیرنده های استروژن و آندروژن	گروه ۳
۳۴	توکونازول	قارچ کش	کاهش استروژن ها و افزایش آندروژن	گروه ۳
۳۵	پنکونازول	قارچ کش	کاهش استروژن و افزایش آندروژن	گروه ۳
۳۶	پروپیکونازول ل	قارچ کش	کاهش استروژن و افزایش آندروژن	گروه ۳
۳۷	بیترانول	قارچ کش	کاهش استروژن ها و افزایش آندروژن های	گروه ۳
۳۸	کاپتان	قارچ کش	مهار عملکرد استروژن	گروه ۳
۳۹	هگزاکونازول ل	قارچ کش	کاهش تولید استروژن	گروه ۳
۴۰	سایپروکونازول ل	قارچ کش	کاهش تولید استروژن ها	گروه ۳

۴۱	اپوکسی	قارچ کش	بازدارنده ضعیف استروژن و	گروه ۳
	کونازول		افزایش آندروژن موجود	
۴۲	فلوسیلازول	قارچ کش	کاهش تولید استروژن ها	گروه ۳
۴۳	فلوتریافول	قارچ کش	مهارکننده ضعیف استروژن	گروه ۳

گروه بندی بر اساس مصوبه اتحادیه اروپا

گروه ۱- شواهدی از اختلال در غدد درون ریز در ارگانسیم زنده موجود می باشد

گروه ۲- شواهدی از احتمال و پتانسیل ایجاد اختلال در غدد درون ریز موجود می باشد

گروه ۳- شواهد کافی / فاقد اطلاعات و شواهد کافی برای تأیید / عدم تأیید اثر اختلال در غدد درون

ریز توسط مواد شیمیایی آزمایش شده

جدول ۳. آفت کش های ثبت و توصیه شده اخلاکگر غدد درون ریز که از لیست سموم مجاز حذف گردیده اند

آفت کش ها	نوع	اثرات اختلال کننده ای غدد درون ریز
۱ کاربوفوران	حشره کش	افزایش سطح پروژسترون، کورتیزول و استرادیول
۲ دیازینون	حشره کش	تقلید فعالیت استروژن
۳ کلرپیریفوس متیل	حشره کش	جلوگیری از فعالیت آندروژن
۴ آلدیکارب	حشره کش	اثرات ضعیف استروژنیک.
۵ آلدین	حشره کش	مهار آندروژن ها
۶ بندیوکارب	حشره کش، کنه کش، نماتدکش	تقلید کننده ضعیف استروژن
۷ بیواترین	حشره کش	جلوگیری از تکثیر سلولهای حساس به استروژن
۸ کارباریل	حشره کش	تقلید کننده ضعیف استروژن
۹ کلردان	حشره کش	جلوگیری از عملکرد آندروژن

۱۰	لامبدا-سای	حشره کش، کاهش هورمونهای تیروئید
	هالوترین (۱۰٪)	کنه کش
	(WP)	
۱۱	د.د.ت و متابولیت	حشره کش تقلید عملکرد استروژن
	ها	
۱۲	دیلدین	حشره کش جلوگیری از عملکرد آندروژنها
۱۳	اندوسولفان	حشره کش، جلوگیری از عملکرد آندروژنها
		کنه کش
۱۴	اندرین	حشره کش جلوگیری از عملکرد آندروژنها
۱۵	فوترین	حشره کش مکانیزم مشخص نیست
۱۶	لیندن	حشره کش کاهش پروژسترون و افزایش انسولین
۱۷	هپتاکلر	حشره کش اتصال به گیرنده های استروژن و آندروژن سلولی
۱۸	متومیل	حشره کش، افزایش تولید کنه کش
۱۹	پاراتیون	حشره کش، اختلال تولید هورمون تیروئید کنه کش
۲۰	پروپوکسور	حشره کش تقلید کننده ضعیف استروژن
۲۱	تترامترین	حشره کش آنتاگونیست استروژن
۲۲	مایرکس	حشره کش تقلید کننده ضعیف استروژن

کاهش تستوسترون در خون	آفت کش	متیل پروماید	۲۳
مهاری سنتر آندروژن	کنه کش	دیکوفول	۲۴
اختلال تولید هورمون تیروئید	قارچ کش	هگزاکلروبنزن	۲۵
جلوگیری از تولید هورمون های تیروئید	قارچ کش	مانب	۲۶
جلوگیری از تولید هورمون های تیروئید	قارچ کش	زینب	۲۷
افزایش تولید استروژن	قارچ کش	بنومیل	۲۸
تکثیر سلولهای حساس به آندروژن	قارچ کش	کلروتالونیل	۲۹
مکانیزم مشخص نیست	علف کش	ترالکوکسیدیم	۳۰
تغییر در بیان ژن وابسته به هورمون تیروئید	علف کش	استوکلر	۳۱
تداخل در تولید آنزیم های مسئول متابولیسم هورمون استروئید	علف کش	آلاکلر	۳۲

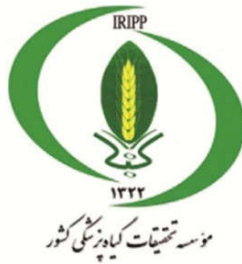
فهرست منابع

- 1- Kumar M., Sarma D. K., Shubham S., Kumawat M., Verma V., Prakash A. and Tiwari R. (2020), Environmental Endocrine-Disrupting Chemical Exposure: Role in Non-Communicable Diseases, *Frontiers in Public Health*, 24 September.
- 2- Vandenberg L. (2012), Opinion: ‘There are no safe doses for endocrine disruptors. *Environmental Health News*. March 15.
- 3- Fernández M. (2011), FUNDAMENTOS DE TOXICOLOGIA. Seminario de actualización en Toxicología Laboral. ISTAS, Madrid, 21 de septiembre de 2011.
- 4- Bern, H., Blair, S., Brasseur, T., Golborn, G. R., et al., (1992). Statement from the work session on chemically-induced alterations in sexual development: the wildlife/human connection in Eds. T Colborn and C Clement. *Chemically-Induced Alterations in Sexual and Functional Development: The Wildlife/Human Connection*. Pp. 1-8. Scientific Publishing Co N. J.
- 5- Kortenkamp, A., Olwenn Martin, Michael Faust, Richard Evans, Rebecca McKinlay, Frances Orton and Erika Rosivatz (2011), State of the Art Assessment of Endocrine Disrupters. Final Report. Project Contract Number 070307/2009/550687/SER/D3. 23.12.
- 6- Colborn, Dianne Dumanoski, y., John Peterson Myers. (1997), “Our Stolen Future” (New York: Penguin Books, 1996). Edición en castellano: Nuestro futuro robado, de Theo Colborn, Dianne

- Dumanoski y Pete Myers; Ecoespaña y Gaia-Proyecto, 2050, Madrid.
- 7- Sengupta P. and Banerjee R. (2014). Environmental toxins: Alarming impacts of pesticides on male fertility. *Hum Exp Toxicol.* 33: 1017.
 - 8- Skakkebaek N. N. (2002). Endocrine disrupters and testicular dysgenesis syndrome. *Horm Res.* 57:43.
 - 9- Sultan C, Balaguer P, Terouanne B, Georget V, Paris F, Jeandel C, et al. (2001), Environmental xenoestrogens, antiandrogens and disorders of male sexual differentiation. *Mol Cell Endocrinol*, 178(1–2):99–105.
 - 10- PAN (2005). List of lists: a catalogue of lists of pesticides identifying those associated with particularly harmful health or environmental impacts. Pesticide Action Network.
 - 11- Hardell L, Van Bavel B, Lindstrom G, Eriksson M, Carlberg M, Tuomisto J, et al. (2006), In utero exposure to persistent organic pollutants in relation to testicular cancer risk. *Int. J. Androl.* 29(1):228–34.
 - 12- Gilbertson M, Brophy J. (2001), Community health profile of Windsor, Ontario, Canada: anatomy of a Great Lakes area of concern. *Environ Health Perspect.* 109: 827–43.
 - 13- Mathur V, Bhatnagar P, Sharma RG, Acharya V, Sexana R. (2002), Breast cancer incidence and exposure to pesticides among women originating from Jaipur. *Environ Int;* 28(5):331–6.

- 14- Menegaux F. F, Baruchel A, Bertrand Y, Lescoeur B, Leverger G, Nelken B, et al. (2006), Household exposure to pesticides and risk of childhood acute leukaemia. *Occup Environ Med* 2:131.
- 15- Van Maele-Fabry G, Willems J. L. (2004), Prostate cancer among pesticide applicators: a meta-analysis. *Int Arch Occup Environ Health*, 77(8):559–70.
- 16- Snoo G. R. D, de Jong F. M. W, van der Poll R. J., Janzen S. E., van der Veen L. J., Schuemie M. P. (1997), Variation of pesticide use among farmers in Drenthe: a starting point for environmental protection. *Med. Fac. Landbouww, University of Gent*.
- 17- Matthews G. A. (1999). *Application of pesticides to crops*. London: Imperial College Press.
- 18- Weltje L, vom Saal F. S., Oehlmann J. (2005). Reproductive stimulation by low doses of xenoestrogens contrasts with the view of hormesis as an adaptive response. *Hum Exp Toxicol*, 24(9):431–7.
- 19- Hayes T. B, Collins A, Lee M, Mendoza M, Noriega N, Stuart A, et al. (2002b), Hermaphroditic, demasculinized frogs after exposure to the herbicide atrazine at low ecologically relevant doses. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 99(8):5476–80.
- 20- Hayes T, B, Tsui M, Hoang A, Haeffele C, Vonk A. (2003), Atrazine-induced hermaphroditism at 0.1 ppb in American leopard frogs (*Rana pipiens*): laboratory and field evidence. *Environ Health Perspect*; 111:568–75.

- 21- Kieszak S. M, Naeher L. P, Rubin C. S, Needham L. L, Backer L, Barr D, et al. (2002), Investigation of the relation between self-reported food consumption and household chemical exposures with urinary levels of selected nonpersistent pesticides. *J Expo Anal Environ Epidemiol*; 12(6): 404–8.
- 22- Birnbaum L. S, Fenton S. E. (2003), Cancer and developmental exposure to endocrine disruptors. *Environ Health Perspect*; 111(4):389–94.
- 23- Goldman L, Falk H, Landrigan P. J, Balk S. J, Reigart R, Etzel R. A. (2004), Environmental pediatrics and its impact on government health policy. *Pediatrics*; 113 (4Suppl):1146–57.
- 24- McKinlay, R., Plant, J. A., Bell, J. N. B., and Voulvoulis, N. (2008). Endocrine disrupting pesticides: Implications for risk assessment, *Environment International*, 34: 168–183.
- 25- EUROPEAN COMMISSION DG ENV. (2000), Towards the establishment of a priority list of substances for further evaluation of their role in endocrine disruption, preparation of a candidate list of substances as a basis for priority setting, FINAL REPORT, Annex 12, Scientific evidence used in the Expert meeting for the evaluation of the 146 selected substances, (Incorporating corrigenda to final report dated 21 June 2000).
- 26- Noorbakhsh S, Registered Pesticides in Iran, Plant Protection Organization Press (2021) 441.



**Ministry of Jihad-e-Agriculture
Agricultural Research, Education & Extension Organization
Iranian Research Institute of Plant Protection**

Endocrine disrupting Pesticides and their impact on human health and the environment

By:

**Mohsen Morowati
Iranian Research Institute of Plant Protection**

Registration No.:
61431

2022