

مجله ایمنی زیستی

دوره ۱۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱

ISSN الکترونیکی ۲۷۱۶-۹۸۰۴، ISSN چاپی ۲۷۱۷-۰۶۳۲

معرفی و بررسی زیستی تاثیرات آفت کش شیمیایی پروپاموکارب



نوع مقاله: مروری [20.1001.1.27170632.1401.15.2.6.2](https://doi.org/10.1001.1.27170632.1401.15.2.6.2)

مریم عبدالمهی^۱، فاطمه خلقتی بناء^۲، سمیه رهایی^۳، اکرم صادقی^{۴*}

۱- کارشناسی ارشد، گروه بیوتکنولوژی میکروبی، دانشکده بیوتکنولوژی، دانشگاه فناوری نوین آمل، آمل، ایران

۲- استادیار، گروه آسیب شناسی گیاهی، پژوهشکده گیاهپزشکی ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۳- استادیار، گروه بیوتکنولوژی میکروبی، دانشکده بیوتکنولوژی، دانشگاه فناوری های نوین آمل، آمل، ایران

۴- استادیار، گروه بیوتکنولوژی میکروبی، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، کرج، ایران

aksadeghi@abrii.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۰۴، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۰۶

صفحه ۶۶-۵۵

چکیده

امروزه آفت کش ها به طور گسترده ای برای کنترل آفات گیاهی استفاده می شوند و یکی از عوامل موثر بر آلودگی خاک، آب و محیط زیست هستند. آفت کش ها می توانند در محیط باقی بمانند و روی اکوسیستم گیاهان، حیوانات و موجودات آبی تاثیر بگذارند. علاوه بر این، از تخریب آفت کش ها متابولیت هایی ایجاد می شود که می تواند مضر باشد و سلامت محیط زیست و موجودات زنده را به خطر بیندازد. یکی از آفت کش های پرمصرف که برای از بین بردن قارچ های بیماری زای گیاهی استفاده می شود، پروپاموکارب است. این سم شیمیایی یک قارچ کش سیستمیک است. پروپاموکارب در مقادیر بالا می تواند شاخص میتوزی را در موش کاهش داده، منجر به اختلالات رفتاری شود و تشکیل آترواسکلروز را تسریع کند. استفاده از مقادیر زیاد این سم در گیاهان باعث ایجاد لکه های زرد روی برگ ها می شود و همچنین ظرفیت آنتی اکسیدانی گیاه را کاهش می دهد. در آبیان از جمله گورخرماهی می تواند باعث اختلالات کبدی و دیس بیوز میکروفلور روده شود. در این مقاله تاثیرات زیستی پروپاموکارب مورد بررسی قرار خواهد گرفت. اگرچه این قارچ کش جزء سموم مورد تایید سازمان های نظارتی کشورهای مختلف از جمله ایران است اما با استفاده از فناوری های نوین مانند نانومواد شاید بتوان مصرف آن را کاهش داد.

واژه های کلیدی: قارچ کش، پروپاموکارب، سم شیمیایی، آفات گیاهی، آلودگی محیط زیست.

مقدمه

آفت‌کش‌ها یکی از مهمترین عوامل موثر بر محیط زیست و سلامت انسان و حیوانات هستند. بر اساس یک بررسی، بیش از ۲۰۰۰ آفت‌کش مختلف در بازار وجود دارد و تولید انواع آفت‌کش‌ها روز به روز در حال افزایش است. در دهه‌های اخیر، استفاده از سموم دفع آفات به طور قابل توجهی افزایش یافته است. آفت‌کش‌ها به طور گسترده‌ای برای حفظ محصولات و سلامت آن‌ها استفاده می‌شوند. با افزایش استفاده از آفت‌کش‌ها بقایای آنها در زندگی روزمره ما وارد می‌شود (Zhang et al. 2019a).

علی‌رغم تلاش‌های جهانی به سمت تولید کشاورزی پایدار، مدیریت آفات به شدت بر استفاده از انواع مختلف آفت‌کش‌ها متکی است. به‌عنوان مثال، در اروپا، ۳۸۰۰۰۰ تن از آفت‌کش‌های مصنوعی و معدنی (میانگین بین سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۷ برای ۲۸ کشور اروپایی) در سال فروخته شد. آفت‌کش‌ها اغلب برای ایمنی مواد غذایی ضروری هستند و استفاده از آن‌ها همچنان یک موضوع بحث برانگیز در خط مقدم مقررات در اکثر کشورها باقی مانده است. در واقع، آفت‌کش‌ها ممکن است بر ارگانیسم‌های غیرهدف نیز تأثیر بگذارند، خاک و آب را آلوده کنند و

خطری برای سلامت انسان به شمار آیند (Fournier et al. 2020). آفت‌کش‌ها و محصولات تبدیلی آن‌ها ممکن است در محیط باقی بمانند و روی اکوسیستم و تنوع زیستی گیاهان، حیوانات و موجودات آبزی تأثیرگذار باشند. علاوه‌براین، تخریب آفت‌کش‌ها می‌تواند منجر به تولید متابولیت‌های مضر شود. استفاده سیستمیک از قارچ‌کش‌ها در دهه‌های اخیر علی‌رغم حساسیت، ایجاد مقاومت و عوارض جانبی برای سلامت انسان و محیط زیست، افزایش یافته است. اگرچه علف‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها بیشتر در نمونه‌های محیطی شناسایی می‌شوند، اما قارچ‌کش‌های زیادی وجود دارند که به دلیل خواص فیزیکوشیمیایی و استفاده روزافزون از آن‌ها، توانایی ورود به آب‌ها را نیز دارند. همچنین نگرانی فزاینده‌ای در مورد نفوذ آفت‌کش‌ها به آب‌های سطحی وجود دارد که منجر به تهدیدهایی برای تنوع زیستی آبزیان در مقیاس جهانی می‌شود (Gikas et al. 2020; Zhan et al. 2019a). به‌تازگی تعدادی از مطالعات گزارش کرده‌اند که قرار گرفتن در معرض آفت‌کش‌ها بر ساختار و عملکرد اکوسیستم‌های آبی تأثیر منفی می‌گذارد. تأثیر آفت‌کش‌ها بر حشرات مفید نیز گزارش شده است. نئونیکوتینوئیدها (neonicotinoids)

"عبداللهی و همکاران، معرفی و بررسی زیستی تاثیرات آفت کش شیمیایی پروپاموکارب"

لکه‌های زرد بر روی برگ‌ها و نکروز مریستم آپیکال (انتهایی) شاخساره می‌شود (Li et al. 2020).

در این مقاله ابتدا به معرفی پروپاموکارب به‌عنوان یکی از قارچ‌کش‌های پر مصرف می‌پردازیم. سپس تاثیر آن بر پستانداران، آبزیان و همچنین ماندگاری آن را روی اجزا مختلف گیاه مورد بررسی قرار خواهیم داد.

مکانیسم عمل PM

PM توسط Shering کشف شد و سپس توسعه یافت. نحوه عملکرد آن با سایر قارچ‌کش‌های مورد استفاده متفاوت است و به‌طور موثر سویه‌هایی را که در برابر سایر قارچ‌کش‌ها مقاوم شده‌اند را کنترل می‌کند (Buschhaus, 2003). PM یک قارچ‌کش کاربامات (carbamate) (این ترکیبات از مشتقات اسید کاربامیک هستند) سیستمیک است که برای مبارزه با بیماری‌های ناشی از قارچ‌ها در گیاهان استفاده می‌شود. این قارچ‌کش توسط ریشه‌ها و برگ‌های گیاه جذب می‌شود، با این حال، جذب آن در مقایسه با ساقه‌های بریده‌شده آهسته‌تر است. PM برای اولین بار در سال ۱۹۷۸ به‌صورت تجاری مصرف شد. فعالیت آن در برابر اوومیسست‌های خاکزاد،

می‌توانند به سلامت زنبورهای عسل نزدیک زمین‌های کشاورزی آسیب بزنند و جمعیت آنها را کاهش دهند. برخی از مواد شیمیایی مورد استفاده در کشاورزی می‌تواند مختل‌کننده غدد درون ریز انسان باشند. همچنین میکروفلور روده را مورد هدف قرار داده و ترکیب میکروبی روده را تغییر دهند. دیس بیوز (dysbiosis) میکروبی روده (شرایط عدم تعادل میکروفلور، تغییر فراوانی یا جمعیت میکروبی است که بیشتر در دستگاه گوارش دیده می‌شود) ناشی از مواد شیمیایی کشاورزی می‌تواند منجر به اختلال در متابولیسم سیستم ایمنی و حتی رفتار آن شود (Fournier et al. 2020). پروپاموکارب (propamocarb, PM) نوعی قارچ‌کش شیمیایی است که به‌طور گسترده در گلخانه‌های سبزی و صیفی تمام دنیا استفاده می‌شود. به‌طور کلی، این قارچ‌کش دارای سمیت کمی است اما نمی‌توان اثرات بلندمدت آن را بر روی محیط زیست، انسان و حیوانات نادیده گرفت (Zhang et al. 2019b).

بقایای PM در خاک، رودخانه و دریا ته‌نشین می‌شود و در نتیجه آلودگی محیطی ایجاد می‌کند. این باقیمانده‌ها وارد زنجیره غذایی شده و تهدیدی بالقوه برای سلامت انسان ایجاد می‌کنند. در همین حال، استفاده بیش از حد از PM منجر به

بر تشکیل لیپیدهای لازم برای نگهداری و تشکیل غشای سلولی اثرگذار است و باعث نشت سلولی می‌شود. گزارش‌های قبلی نشان داد که PM می‌تواند گلیکولیز و تشکیل پروتئین فیبریلاری را در سلول‌های جانوری مختل کند (Aydemir et al., 2004).

از این ماده برای ساخت فرمولاسیون‌های ترکیبی و تولید قارچ‌کش‌هایی با عملکرد بهتر استفاده شده است (جدول ۱).

به‌ویژه در برابر برخی از Phytophthora حائز اهمیت است (Sverdrup et al. 2014).

این سم هنگامی که به برای خاک‌شویی در برابر قارچ‌های پودری خیار، رازک، کاهو، چلیپاها و پیاز استفاده می‌شود، فعالیت سیستمیک خوبی از خود نشان می‌دهد (Cohen and Coffey, 1986). PM می‌تواند بیوسنتز اسیدهای چرب قارچی و فسفولیپیدها را تحت تأثیر قرار دهد، بنابراین بر تشکیل بیوفیلم در قارچ‌ها تأثیر می‌گذارد. همچنین

جدول ۱- تعدادی از قارچ‌کش‌های تجاری که در ساختارشان از PM استفاده شده است.

ساختار مولکولی	ترکیبات	قارچ‌کش‌های تجاری
	PM + هیدروکلراید	پروپلنت (proplant HCL722 SL)
	پروپاموکارب هیدروکلراید + فوزتیل آلومینوم	پرویکور انرژی (previcure energ)
	پروپاموکارب هیدروکلراید + سیموکسانیل	پروکسانیل (proxanil)
	پروپاموکارب هیدروکلراید + فلوئوبیکولید	اینفینیتو (infinito)

تاثیر PM بر روی پستانداران

در پژوهش‌های اخیر اثرات ژنوتوکسیک قارچ کش PM که برای محافظت از گیاهان در برابر قارچ‌ها استفاده می‌شود، بررسی شده است. آزمایش‌های میکرونوکلوئوس مغز استخوان و انحراف کروموزوم که در موش‌های آلبینو سوئیسی انجام شد، نشان داد که PM نسبت گلبول‌های قرمز پلی کروماتیک به نورموکروماتیک را کاهش می‌دهد. PM تعداد انحرافات کروموزومی را به طور معنی داری افزایش نمی‌دهد، اما در مقادیر بالاتر باعث کاهش شاخص میتوزی (شاخص میتوزی یک جمعیت سلولی نسبت تعداد سلول‌هایی که در حال تقسیم هستند به تعداد سلول‌هایی است که در حال تقسیم نیستند) می‌شود. همچنین فرکانس گلبول‌های قرمز ریزه‌سته را افزایش نمی‌دهد، اما نسبت گلبول‌های قرمز پلی کروماتیک/نورموکروماتیک را در تمام فواصل نمونه برداری کاهش می‌دهد. PM فقط شکاف‌ها را در ناهنجاری‌های کل کروموزوم افزایش می‌دهد. با استناد به این نتایج، می‌توان گفت که PM در مغز استخوان موش ژنوتوکسیک نیست و تنها اثرات سیتوتوکسیک دارد (Aydemir et al. 2004). علاوه بر این، قرار گرفتن در معرض PM سطوح آر.ان.ای پیامبر (mRNA) IL-1 β ,

TNF- α ، ICAM-1 و VCAM-1 و سطوح سرمی IL-1 β ، IL-6 و TNF- α و همچنین به طور قابل توجهی سطوح پروتئین‌های NF-kB، CD36، VCAM-1 و ICAM-1 را در آنورت موش‌ها افزایش می‌دهد. PM بیشتر متابولیسم کلسترول را مختل می‌کند و آترواسکلروز (تصلب شرائین) و پاسخ‌های التهابی را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهد، که نشان می‌دهد این قارچ کش پتانسیل تسریع تشکیل آترواسکلروز را دارد (Zhang et al. 2019a).

طبق مطالعه‌ی انجام شده، قرار گرفتن موش‌ها در معرض غلظت‌های مختلف PM به مدت دو هفته باعث تغییر در سطح سروتونین و دوپامین در سرم و کولون و رونویسی TPH2 و DRD2 در کولون می‌شود. قرار گرفتن در معرض غلظت‌های بالای PM تا حدودی باعث اختلالات رفتاری نیز می‌شود. نتایج به دست آمده نشان داده است که PM پتانسیل ایجاد سمیت عصبی در حیوانات را دارد. با این حال، تراتوژن یا سمیت عصبی آن برای پستانداران نامشخص است (Zhang et al. 2019a). در مطالعه‌ای، اثرات این سم بر میکروفلور روده و متابولیسم موش‌ها با قرار دادن آنها در معرض غلظت‌های مختلف از طریق آب آشامیدنی به مدت ۲۸ روز بررسی شد. نتایج نشان داد که

تأثیر PM بر روی آبزبان

به عنوان یک قارچ کش پرمصرف، PM به طور معمول در محیط یافت می شود. وجود PM حتی در ۱۰ و ۲۰ سانتی متری زیر خاک تشخیص داده شده است. این یافته به این معنی است که PM ممکن است وارد آب های سطحی شده و اثرات نامطلوبی بر روی ماهی ها بگذارد. با این حال، با توجه به دانش محدود ما، اطلاعات کمی در مورد اثرات PM بر موجودات آبی، به ویژه بر روی میکروفلور روده و متابولیسم آن ها وجود دارد. در مطالعه ای، گورخرماهی نر بالغ به مدت ۷ روز در معرض ۱۰۰ و ۱۰۰۰ میکروگرم در لیتر PM قرار گرفت تا اثرات آن بر متابولیسم و میکروفلور روده ارزیابی شود. بر اساس نتایج، کاهش قابل توجهی در تری گلیسیرید موجود در کبد گورخرماهی مشاهده شد و برخی از ژن های مربوط به گلیکولیز و متابولیسم لیپید کبد، از جمله هگزوکیناز-۱ (*HK1*)، پیروات کیناز (*PK*)، آسیل-CoA اکسیداز (*Aco*)، گیرنده آلفای فعال شده با تکثیرکننده پراکسی زوم (*Ppar-a*)، آپولیپوپروتئین (*Apo*)، استیل کوآ کربوکسیلاز-۱ (*Acc1*)، دی آسیل گلیسرول آسیل ترانسفراز (*Dgat*) و اسید چرب سنتاز (*Fas*) نیز پس از قرار گرفتن در معرض PM به طور قابل توجهی کاهش یافت (Jin et al.

رونویسی ژن های کبدی مربوط به تنظیم متابولیسم لیپید با قرار گرفتن در معرض PM مختل شد. همچنین، میکروفلور در محتویات سکوم و مدفوع در طول یا بعد از قرار گرفتن در معرض PM تغییر کرد (Wu et al. 2018).

خطرات و تظاهرات بالینی قارچ کش ها کمتر ثابت شده است. برخلاف اکثر حشره کش ها که برای پستانداران خطرناک هستند، تعداد کمی از قارچ کش ها در پستانداران ایجاد خطر می کنند و برخی استدلال کرده اند که قارچ کش ها باید سمیت کمی برای پستانداران داشته باشند. با این حال، ممکن است در حالی که یک قارچ کش با یک مکانیسم بر روی قارچ ها تأثیر می گذارد با مکانیسم متفاوتی در پستانداران باعث آسیب شود. از سال ۲۰۲۱، کمیته اقدام مقاومت در برابر قارچ کش ها (fungicide resistance action committee,) حد اقل ۲۳۰ قارچ کش را بر اساس مکانیسم عمل آن ها در ۱۳ گروه و ۶۳ زیرگروه طبقه بندی کرده است (www.frac.info).

همچنین، سازمان جهانی بهداشت، قارچ کش ها را بر اساس خطر (از کلاس a بسیار خطرناک تا کلاس u با خطر کمتر) طبقه بندی کرده است (Mohamed et al. 2022).

(2010).

تخریب PM توسط باکتری‌های محرک رشد

ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاهی (plant growth-promoting rhizobacteria, PGPR) باکتری‌های طبیعی و مفید خاک هستند که رشد گیاه را افزایش می‌دهند و در برابر بیماری‌زاهای خاص گیاهی از گیاه محافظت می‌کنند. این ریزوباکترها اثرات مفید خود را از طریق مکانیسم‌های مستقیم یا غیر مستقیم اعمال می‌کنند. باکتری‌های محرک رشد می‌توانند به طور مستقیم در تجزیه زیستی قارچ‌کش‌ها نقش داشته باشند و قارچ‌کش‌ها را با مکانیسم‌های مختلف تجزیه و تخریب کنند. از همه سویه‌های آزمایش شده، *Bacillus amyloliquefaciens* strain IN937a و *Bacillus pumilis* strain SE34 بیشترین تأثیر را بر تخریب پروپاموکارب داشتند. پروپاموکارب به طور قابل توجهی رشد باکتری‌های محرک رشد را که قابلیت تجزیه آن را دارند افزایش می‌دهد (Zhang et al. 2019a; Myresiotis et al. 2012).

ماندگاری پروپاموکارب روی اجزای مختلف گیاه

PM یک قارچ‌کش با سمیت کم است که می‌تواند به طور موثر بیماری را در گیاهان کنترل کند. با این حال، به دلیل فرار بودن و جذب داخلی، PM می‌تواند محیط زیست را آلوده کند و

نتایج نشان داد که قرار گرفتن در معرض PM برای یک مدت کوتاه می‌تواند باعث ایجاد اختلالات متابولیک کبدی و دیس بیوز میکروفلور روده در گورخرماهی نر بالغ شود. گورخرماهی به عنوان یک مدل تجربی ایده‌آل برای مطالعه سم‌شناسی آبی آفت‌کش‌های محیطی معرفی شده است. در مطالعه‌ای مشاهده شد که قرار گرفتن در معرض PM رشد جنین گورخر ماهی را به تاخیر می‌اندازد و تخم‌ریزی را در ۶۰ و ۷۲ ساعت پس از لقاح مهار کرده و ضربان قلب را افزایش می‌دهد. همانطوری که قبلاً اشاره شد PM پتانسیل ایجاد سمیت عصبی را دارد و مطالعات نشان می‌دهد که قرار گرفتن در معرض PM بر فعالیت استیل کولین استراز و دوپامین و سطح رونویسی ژن‌های مرتبط با سمیت عصبی تأثیر می‌گذارد. علاوه بر این، قرار گرفتن در معرض PM نه تنها بر فعالیت کاتالاز (CAT)، گلووتاتیون پراکسیداز (GPX) و گلووتاتیون S-ترانسفراز (GST) تأثیر می‌گذارد، بلکه بر سطح رونویسی ژن‌های مختلف نیز تأثیر دارد. به طور خلاصه، نتایج به دست آمده نشان داد که PM می‌تواند نقاط پایانی در رشد، رفتار حرکتی و استرس اکسیداتیو را در لارو گورخرماهی مختل کند (Liu et al. 2020).

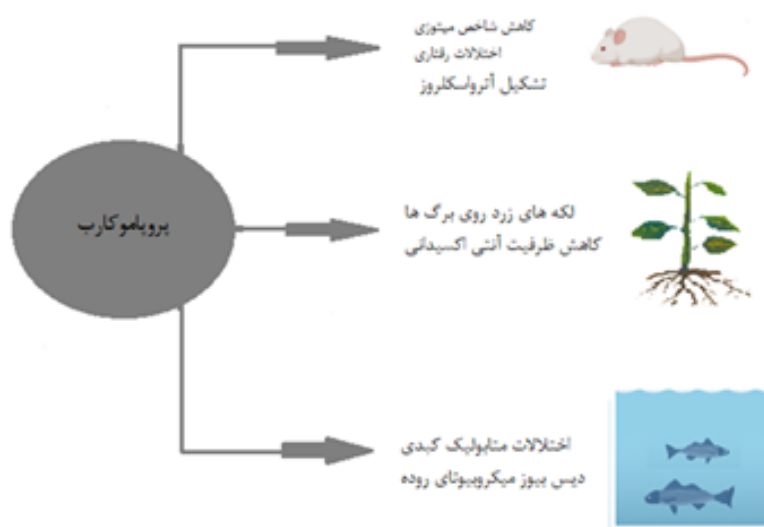
معمول بقایای PM به ندرت بین ۵ تا ۲۱ روز پس از استفاده کاهش می‌یابد. تشخیص بقایای PM در بافت‌های مختلف نشان داد که بقایای سم در برگ‌ها بیشتر از پوست میوه است و مقادیر محدودی در ریشه، ساقه و پالپ میوه وجود دارد (Li et al. 2019).

در مطالعه‌ای دیگر توانستند توسط یک نوار ایمونواسی با استفاده از آنتی‌بادی نشان‌دار شده با نانوذرات طلا PM را در نمونه‌های گوجه‌فرنگی و خیار اندازه‌گیری کنند. نوار ایمونواسی یک حد قابل مشاهده برای تشخیص ۵ نانوگرم در هر گرم نمونه بود. برای تجزیه و تحلیل کمی، محدودیت‌های محاسبه شده تشخیص نوار ایمونواسی به ترتیب ۱/۴۳ نانوگرم در گرم و ۴۴/۰ نانوگرم در گرم به ترتیب برای خیار و گوجه‌فرنگی بود. نتایج نشان داد که نوار ایمونواسی برای تشخیص PM در میوه‌ها و سبزیجات مناسب است (Liu et al. 2022). بقایای PM در گوجه‌فرنگی گیلاسی به میزان ۱/۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش شده است (Chen et al. 2020).

به راحتی مقادیری از آفت‌کش بر روی محصولی مانند خیار باقی می‌ماند. این بقایای آفت‌کش بر روی خیار به‌عنوان سموم عصبی در نظر گرفته می‌شود که سلامت انسان را به‌طور جدی به خطر می‌اندازد. یک مطالعه نشان داد که قارچ‌کش PM می‌تواند با تجزیه استیل کولین استراز موجب تجمع استیل کولین که یکی از مهمترین انتقال‌دهنده‌های عصبی است، شود (Zhang et al. 2019c).

استفاده بیش از حد از PM (۸۰۰ و ۱۲۰۰ ppm) می‌تواند باعث ایجاد سمیت گیاهی شود، مانند ایجاد لکه‌های زرد روی برگ‌ها که نشان می‌دهد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاهان تحت تنش PM کاهش می‌یابد. مقدار باقی‌مانده پروپاموکارب روی گیاه خیار بررسی شده است. مشاهدات نشان می‌دهد که حداکثر باقی‌مانده PM روی پوست میوه پس از ۲ روز تیمار با ۴۰۰ ppm پروپاموکارب از ۳ ساعت پس از تیمار تا ۲۱ روز مشاهده شده است. بقایای PM به تدریج از ساعت ۱۲ تا روز دوم مصرف پروپاموکارب افزایش و از روز ۲ تا ۵ به‌طور چشمگیری کاهش یافت. با این حال، به‌طور

"عبداللهی و همکاران، معرفی و بررسی زیستی تاثیرات آفت کش شیمیایی پروپاموکارب"



شکل ۱- تاثیر مقادیر بالای PM بر روی موش، گورخرماهی و گیاه خیار

آفت کش ها از جمله PM به عنوان انتقال دهنده

دارو

ناقلین دارو اکنون به عنوان بازیگران اصلی فارماکوکینتیک (اثر و رفتار بدن بر داروها) شناخته می شوند. آنها همچنین احتمالاً در سم شناسی و سم شناسی آلاینده های محیطی، به ویژه آفت کش ها، که انسان به طور گسترده در معرض آنها قرار دارد و گزارش شد که اثرات مخرب مختلفی بر سلامتی دارند، دخیل هستند. بنابراین، تداخل آفت کش ها با حامل های دارو باید در نظر گرفته شود. گزارش های مختلف نشان داده اند که آفت کش های متعلق به کلاس های دارویی شیمیایی مختلف می توانند با ناقل های دارو تداخل داشته باشند. بسیاری از این مطالعات، مهار فعالیت های

انتقال دهنده دارو ABC یا SLC توسط آفت کش ها را توصیف کردند (Chedik et al. 2018; Giacomini et al. 2010). آفت کش ها در حال حاضر برای تعامل با ناقل های دارو شناخته شده اند، اما اطلاعات کمی در مورد این موضوع برای آفت کش های کاربامات، یک کلاس پرمصرف از مواد شیمیایی کشاورزی، که انسان ها به شدت در معرض آن هستند، در دسترس است. کاربامات ها از جمله PM فعالیت انتقال دهنده های OCT1 و OCT2 را کاهش داده، اما فعالیت MATE2-K را تحریک می کنند. این داده ها نشان می دهد که برخی از آفت کش های کاربامات می توانند در شرایط آزمایشگاهی با برخی از ناقل های دارو تعامل داشته باشند، اما این اتفاق

منفی سموم شیمیایی راهیابی آنها به محیط‌های آبی است که یکی از عوامل آلودگی محیط زیست دریا و تالاب‌ها است. اگر مدیریت پایدار مناسبی برای سموم شیمیایی وجود نداشته باشد، این سموم از طریق رودخانه‌ها و تالاب‌ها وارد بدن موجودات زنده و در نهایت انسان شده و سپس باعث موتاسیون و جهش‌های ژنتیکی خواهند شد. قارچ‌کش‌ها ابزاری حیاتی برای کشاورزی در نظر گرفته می‌شوند که از محصولات در برابر بیماری‌های قارچی محافظت کرده و بهره‌وری بالای کشاورزی را تضمین می‌کنند. با این حال، استفاده گسترده از قارچ‌کش‌های شیمیایی منجر به خطراتی برای سلامت عمومی، منابع آبی و موجودات غیرهدف می‌شود. در سال‌های اخیر، نگرانی فزاینده‌ای در مورد رابطه بین استفاده از قارچ‌کش‌ها و اثرات نامطلوب آنها بر سلامتی موجودات زنده به وجود آمده است. امروزه، تکامل فناوری می‌تواند قارچ‌کش‌های شیمیایی جدید کم‌مصرفی مانند نانو قارچ‌کش‌ها را برای مقابله با توسعه مقاومت قارچ‌ها و جلوگیری از آلودگی‌های زیست‌محیطی فراهم کند.

زمانی رخ می‌دهد که در غلظت‌هایی بالاتر از آنچه که انسان‌ها در معرض آن قرار دارند، استفاده شود (Guéniche et al. 2020).

نتیجه‌گیری

هرچند کنترل عوامل بیماری‌زا با استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی در کشاورزی سودمند است ولی تماس مستقیم یا غیر مستقیم با آنها می‌تواند باعث ایجاد بیماری در انسان‌ها شود. بیشترین آسیب به کسانی وارد می‌شود که در تماس مستقیم با این مواد قرار دارند. به عبارت دیگر، کارگرانی که سموم آفت‌کش را مخلوط، حمل یا در مزرعه بکار می‌گیرند، در معرض و تماس شدید قرار دارند. تماس آفت‌کش با بدن می‌تواند باعث بروز مشکلاتی از قبیل حساسیت پوستی، سوزش چشم، مشکلات دستگاه تنفسی یا مسمومیت سیستماتیک شود. تماس غیر مستقیم با آفت‌کش‌ها ناشی از خوردن غذاهایی است که باقیمانده سموم آفت‌کش در آنها وجود دارد که می‌تواند باعث تجمع این مواد در بدن انسان و بیماری شود. تجمع این سموم در بدن اغلب به واسطه تماس یا مصرف طولانی‌مدت اتفاق می‌افتد. یکی دیگر از تبعات

References

فهرست منابع

- Aydemir N, Bilaloğlu R. 2004.** The investigation of the genotoxic effects of fenarimol and propamocarb in mouse bone marrow *in vivo*. Toxicology letters. 147(1): 73-78.
- Buschhaus H. 2003.** Fungicides, Carbamates. Encyclopedia of Agrochemicals.
- Chedik L, Bruyere A, Bacle A, Potin S, Le Vée M, Fardel, O. (2018).** Interactions of pesticides with membrane drug transporters: implications for toxicokinetics and toxicity. Expert Opinion on Drug Metabolism & Toxicology. 14(7):739-752.
- Chen X, WangW, Liu F, Bian Y. 2020.** Improved analysis of propamocarb and cymoxanil for the investigation of residue behavior in two vegetables with different cultivation conditions. Journal of the Science of Food and Agriculture. 100(7): 3157-3163.
- Cohen Y, Coffey M. D. 1986.** Systemic fungicides and the control of oomycetes. Annual review of Phytopathology. 24(1): 311-338.
- Fournier B, Dos Santos SP, Gustavsen JA, Imfeld G, Lamy F, Mitchell, EA, Heger TJ. 2020.** Impact of a synthetic fungicide (fosetyl-Al and propamocarb-hydrochloride) and a biopesticide (Clonostachys rosea) on soil bacterial, fungal, and protist communities. Science of the Total Environment. 738: 139635.
- Giacomini KM, Huang SM, Tweedie DJ, Benet LZ, Brouwer KL, ChuX, Zhang L. 2010.** Membrane transporters in drug development. Nat Rev Drug Discov. 9: 215-236.
- Gikas GD, Parlakidis P, Mavropoulos T, Vryzas Z. 2022.** Particularities of fungicides and factors affecting their fate and removal efficacy: a review. Sustainability. 14(7): 4056.
- Guéniche N, Bruyere A, Ringeval M, Jouan E, Huguet A, Le Hégarat L, Fardel O. 2020.** Differential interactions of carbamate pesticides with drug transporters. Xenobiotica. 50(11): 1380-1392.
- Jin Y, Zhang X, Shu L, Chen L, Sun L, Qian H, Fu Z. 2010.** Oxidative stress response and gene expression with atrazine exposure in adult female zebrafish (Danio rerio). Chemosphere. 78(7): 846-852.
- Li S, Xin M, Luan J, Liu D, Wang C, Liu C, Qin Z. 2020.** Overexpression of CsHMGB alleviates phytotoxicity and propamocarb residues in cucumber. Frontiers in Plant Science. 11: 738.
- Liu J, Xu X, Wu A, Wang, Z, Song S, Kuang H, Xu C. 2022.** Preparing monoclonal antibodies and developing immunochromatographic assay strips for the determination of propamocarb levels. Food Chemistry. 370: 131284.
- Liu X, Zhang R, Jin Y. 2020.** Differential responses of larval zebrafish to the fungicide propamocarb: Endpoints at development, locomotor behavior and oxidative stress. Science of the Total Environment. 731: 139136.
- Myresiotis C. K, Vryzas Z, Papadopoulou-Mourkidou E. 2012.** Biodegradation of soil-applied pesticides by selected strains of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and their effects on bacterial growth. Biodegradation. 23(2): 297-310.
- Nendick E, Mohamed F, Raubenheimer J, Gawarammana I, Buckley N. A, Eddleston M. 2022.** Acute fungicide self-poisoning-a prospective case series. Clinical Toxicology. 60(10): 1106-1112.
- Sverdrup L. E, Bjørge C, Grung M, Källqvist T, Klingen I, Låg M, Ropstad E. 2014.** Evaluation of the arguments in the appeal from Bayer Crop Science of the decision made by The Norwegian Food Safety Authority on the fungicide Infinito with the active substances fluopicolide and propamocarb. Opinion of the Panel on plant protection products of the Norwegian Scientific Committee for Food Safety.
- Wu S, Jin C, Wang Y, Fu Z, Jin Y. 2018.** Exposure to the fungicide propamocarb causes gut microbiota dysbiosis and metabolic disorders in mice. Environmental Pollution. 237: 775-783.
- Zhang F, Qin Z, Zhou X, Xin, M, Li S, Luan J. 2019c.** Expression and functional analysis of the propamocarb-related gene CsMAPEG in cucumber. BMC Plant Biology. 19(1): 1-18.
- Zhang R, Pan Z, Wang X, Shen M, Zhou J, Fu Z, Jin Y. 2019a.** Short-term propamocarb exposure induces hepatic metabolism disorder associated with gut microbiota dysbiosis in adult male zebrafish. Acta Biochimica et Biophysica Sinica. 51(1): 88-96.
- Zhang Y, Jin C, Wang X, Shen M, Zhou J, Wu S, Jin Y. 2019b.** Propamocarb exposure decreases the secretion of neurotransmitters and causes behavioral impairments in mice. Environmental Toxicology. 34(1): 22-29.

Introduction and Biological Investigation of Propamocarb Chemical Pesticide Effects

Maryam Abdollahi¹, Fatemeh Khelghatibana², Somayeh Rahaiee³, Akram Sadeghi^{4*}

1- MSc., Department of Microbial Biotechnology, Faculty of Biotechnology, Amol University of Special Modern Technologies, Amol, Iran.

2- Assistant Professor, Plant Pathology Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

3- Assistant Professor, Department of Microbial Biotechnology, Faculty of Biotechnology, Amol University of Special Modern Technologies, Amol, Iran.

4- Assistant Professor, Department of Microbial Biotechnology, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

aksadeghi@abrii.com

Abstract

Today, pesticides are widely used to control plant pests and are one of the most important factors affecting soil, water and environment pollution. Pesticides and their environmental products may remain in the environment and affect the ecosystem and biodiversity of plants, animals and aquatic organisms. In addition, the degradation of pesticides can lead to the production of harmful metabolites. One of the pesticides widely used to kill plant pathogenic fungi is propamocarb. This chemical poison is a systemic fungicide. Propamocarb in large amounts can reduce the mitotic index in mice, cause behavioral disorders and accelerate the formation of atherosclerosis. Using large amounts of this poison in plants causes yellow spots on the leaves and also reduces the antioxidant capacity of the plant. In aquatic animals, including zebrafish, it can cause liver disorders and intestinal microbiota dysbiosis. In this article, we first introduce propamocarb as one of the widely used fungicides. Then we will examine its effect on mammals and aquatic animals, as well as its durability on different parts of the plant. Although this chemical fungicide is one of the poisons approved by the regulatory organizations of different countries, including Iran, but with the use of new technologies such as nanomaterials, it may be possible to reduce its consumption.

Keywords: Pesticide, Propamocarb, Chemical Poison, Plant Pests, Environment Pollution.