مجله ایمنی زیستی
دوره ۱۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱
ISSN ۲۷۱۶-۹۸۰۴ الکترونیکی، ISSN ۲۷۱۷-۰۶۳۲ چاپی

معرفی و بررسی زیستی تاثیرات آفت‌کش شیمیایی پروپاموکارب

نوع مقاله: مروری 20.1001.1.27170632.1401.15.2.6.2

مریم عبدالهی[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 فناوری‌های 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 آفت‌کش‌ها به‌طور گسترده‌ای برای کنترل آفات گیاهی استفاده می‌شوند و یکی از عوامل موثر بر آلودگی خاک، آب و محیط زیست هستند. آفت‌کش‌ها می توانند در محیط باقی بمانند و روی اکوسیستم گیاهان، حیوانات و موجودات آبزی تاثیر بگذارند. علاوه‌براین، از تخریب آفت‌کش‌ها متابولیت‌هایی ایجاد می‌شود که می‌تواند مضر باشد و سلامت محیط زیست و موجودات زنده را به خطر بیاندازد. یکی از آفت‌کش‌های پرمصرف که برای از بین بردن قارچ‌های بیماری‌زای گیاهی استفاده می‌شود، پروپاموکارب است. این سم شیمیایی یک قارچ‌کش سیستمیک است. پروپاموکارب در مقادیر بالا می‌تواند 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 لکه‌های زرد روی برگ‌ها می‌شود و همچنین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاه را کاهش می‌دهد. در آبزیان از جمله گورخرماهی می‌تواند باعث اختلالات کبدی و دیس بیوز میکروفلور روده شود. در این مقاله تاثیرات زیستی پروپاموکارب مورد بررسی قرار خواهد گرفت. اگرچه این قارچ‌کش جزء سموم مورد تائید سازمان‌های نظارتی کشورهای مختلف از جمله ایران است اما با استفاده از فناوری‌های نوین مانند نانومواد شاید بتوان مصرف آن را کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: قارچ‌کش، پروپاموکارب، سم شیمیایی، آفات گیاهی، آلودگی محیط زیست.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-24]
[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.6.2]

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 به‌طور قابل توجهی افزایش یافته‌است. آفت‌کش‌ها به‌طور 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 باقی‌مانده‌است. در واقع، آفت‌کش‌ها ممکن‌است 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 تاثیرگذار 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 یافته‌است. 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 فزآینده‌ای 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. تاثیر آفت‌کش‌ها بر حشرات مفید نیز گزارش شده است. نئونیکوتینوئیدها (neonicotinoids)

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.6.2]

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 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 این‌حال، جذب آن در مقایسه با ساقه‌های بریده‌شده آهسته‌تر است. PM برای اولین‌بار در سال ۱۹۷۸ به‌صورت تجاری مصرف شد. فعالیت آن در برابر اوومیست‌های خاکزاد،

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-24]

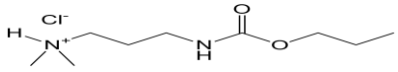
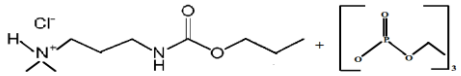
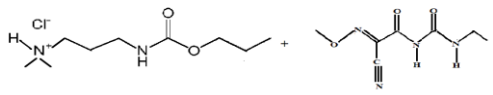
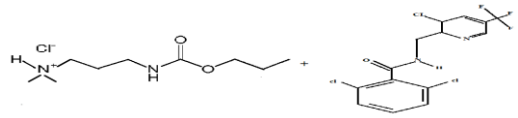
[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.6.2]

بـه‌ویژه در برابـر برخـی از Phytophthora حـائز اهمیت است (Sverdrup et al. 2014).

این سم هنگامی‌که به برای خاک‌شویی در برابـر قارچ‌های پودری خیـار، رازک، کـاهو، چلیپاهـا و پیاز استفاده می‌شود، فعالیت سیسـتمیک خـوبی از خود نشان می‌دهـد (Cohen and Coffey, 1986). PM می‌تواند بیوسنتز اسـیدهای چـرب قـارچی و فسفولیپیدها را تحت تأثیر قرار دهد، بنـابراین بـر تشکیل بیوفیلم در قارچ‌ها تأثیر می‌گذارد. همچنین بر تشکیل لیپیدهای لازم برای نگهداری و تشکیل غشای سلولی اثرگذار است و باعث نشت سـلولی مـی‌شـود. گزارش‌هـای قبلـی نشـان داد کـه 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 بـا عملکـرد بهتـر اسـتفاده شده است (جدول ۱).

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

قارچ‌کش‌های تجاری	ترکیبات	ساختار مولکولی
پروپلنت (proplant HCL722 SL)	PM + هیدروکلراید	
پرویکور انرژی (previcure energ)	پروپاموکارب هیدروکلراید+ فوزتیل آلمینیوم	
پروکسانیل (proxanil)	پروپاموکارب هیدروکلرید + سیموکسانیل	
اینفنیتو (infinito)	پروپاموکارب هیدروکلرید + فلوئوپیکولید	

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.6.2]

تاثیر PM بر روی پستانداران

در پژوهش‌های اخیر اثرات ژنوتوکسیک قارچ‌کش PM که برای محافظت از گیاهان در برابر قارچ‌ها استفاده می‌شود، بررسی شده است. آزمایش‌های میکرونوکلئوس مغز استخوان و انحراف کروموزوم که در موش‌های آلبینو سوئیسی انجام شد، نشان داد که PM نسبت گلبول‌های قرمز پلی‌کروماتیک به نورموکروماتیک را کاهش می‌دهد. PM تعداد انحرافات کروموزومی را به‌طور معنی‌داری 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/ نرموکروماتیک را در تمام فواصل نمونه‌برداری 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). علاوه‌براین، قرار گرفتن در معرض PM سطوح آر.ان.ای پیامبر (mRNA) IL-1β، TNF-α، ICAM-1 و VCAM-1 و سطوح سرمی IL-1β، IL-6 و TNF-α و همچنین به‌طور قابل‌توجهی سطوح پروتئین‌های CD36، NF-kB، VCAM-1 و ICAM-1 را در آئورت موش‌ها افزایش می‌دهد. PM بیشتر متابولیسم کلسترول را مختل می‌کند و آترواسکلروز (تصلب شرائین) و پاسخ‌های التهابی را به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهد، که نشان می‌دهد این قارچ‌کش 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 به‌دست آمده نشان داده است که PM پتانسیل ایجاد سمیت عصبی در حیوانات را دارد. با این‌حال، تراتوژن یا سمیت عصبی آن برای پستانداران نامشخص‌است (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

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.6.2]

رونویسی ژن‌های 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 قارچ‌کش‌ها کمتر ثابت شده است. برخلاف اکثر حشره‌کش‌ها که برای پستانداران خطرناک هستند، تعداد کمی از قارچ‌کش‌ها در پستانداران ایجاد خطر می‌کنند و برخی استدلال کرده‌اند که قارچ‌کش‌ها باید سمیت کمی برای پستانداران داشته باشند. با این‌حال، ممکن است در حالی‌که یک قارچ‌کش با یک مکانیسم برروی قارچ‌ها تاثیر می‌گذارد با مکانیسم متفاوتی در پستانداران باعث آسیب شود. از سال ۲۰۲۱، کمیته اقدام مقاومت در برابر قارچ‌کش‌ها (fungicide resistance action committee, FRAC) حداقل ۲۳۰ قارچ‌کش را بر اساس مکانیسم عمل آن‌ها در ۱۳ گروه و ۶۳ زیرگروه طبقه‌بندی کرده است (www.frac.info).

همچنین، سازمان جهانی بهداشت، قارچ‌کش‌ها را بر اساس خطر (از کلاس a بسیار خطرناک تا کلاس u با خطر کمتر) طبقه‌بندی کرده است (Mohamed et al. 2022).

تاثیر PM بر روی آبزیان

به‌عنوان یک قارچ‌کش پرمصرف، PM به‌طور معمول در محیط یافت می‌شود. وجود PM حتی در ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متری زیر خاک تشخیص داده شده است. این یافته به این معنی است که PM ممکن است وارد آب‌های سطحی شده و اثرات نامطلوبی بر روی ماهی‌ها بگذارد. با این‌حال، با توجه به دانش محدود ما، اطلاعات کمی در مورد اثرات PM بر موجودات آبزی، به‌ویژه بر روی میکروفلور روده و متابولیسم آن‌ها وجود دارد. در مطالعه‌ای، 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 ژن‌های مربوط به گلیکولیز و متابولیسم لیپید کبد، از جمله هگزوکیناز-۱ (*HK1*)، پیروات کیناز (*PK*)، آسیل-CoA اکسیداز (*Aco*)، گیرندهٔ آلفای فعال‌شده با تکثیرکننده پراکسی زوم (*Ppar-α*)، 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 به‌طور قابل توجهی کاهش یافت (Jin et al.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.6.2]

2010).

نتایج نشان‌داد که قرار گرفتن در معرض PM برای یک مدت کوتاه می‌تواند باعث ایجاد اختلالات متابولیک کبدی و دیس‌بیوز میکروفلور روده در گورخرماهی نر بالغ شود. گورخرماهی به‌عنوان 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. همانطوری‌که قبلا 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. علاوه‌براین، قرار گرفتن در معرض PM نه تنها بر فعالیت کاتالاز (CAT)، گلوتاتیون پراکسیداز (GPX)و گلوتاتیون S-ترانسفراز (GST) تأثیر می‌گذارد، بلکه بر سطح رونویسی ژن‌های مختلف نیز تأثیر دارد. به‌طور خلاصه، نتایج به دست آمده نشان‌داد که PM می‌تواند نقاط پایانی در رشد، رفتار حرکتی و استرس اکسیداتیو را در لارو گورخرماهی مختل کند (Liu et al. 2020).

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 به‌طور مستقیم در تجزیه زیستی قارچ‌کش‌ها نقش داشته باشند و قارچ‌کش‌ها را با مکانیسم‌های مختلف تجزیه و تخریب کنند. از همهٔ سویه‌های آزمایش شده، *Bacillus amyloliquefaciens* strain IN937a و *Bacillus pumilis* strain SE34 بیشترین تأثیر را بر تخریب پروپاموکارب داشتند. پروپاموکارب به‌طور 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 به‌طور موثر بیماری را در گیاهان کنترل کند. با این‌حال، به دلیل فرار بودن و جذب داخلی، PM می‌تواند محیط زیست را آلوده کند و

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.6.2]

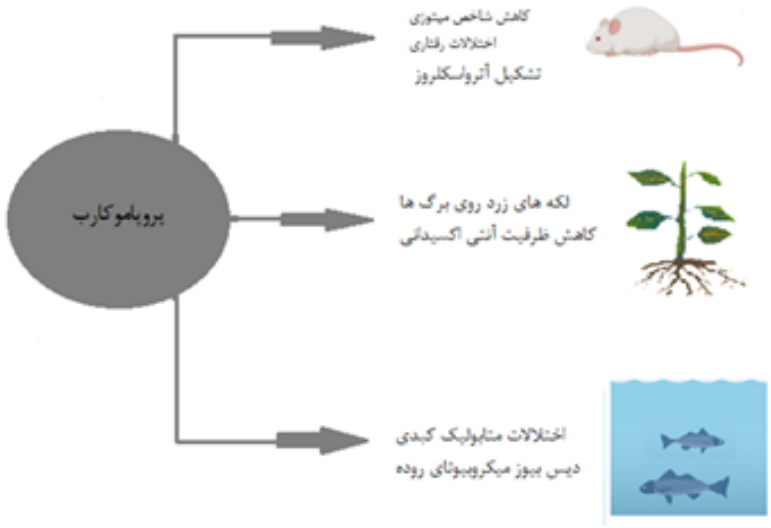
به راحتی مقادیری از آفت‌کش بر روی محصولی مانند خیار باقی می‌ماند. این بقایای آفت‌کش بر روی خیار به‌عنوان سموم عصبی در نظر گرفته می‌شود که سلامت انسان را به‌طور جدی به خطر می‌اندازد. یک مطالعه نشان داد که قارچ‌کش PM می‌تواند با تجزیه استیل کولین استراز موجب تجمع استیل کولین که یکی از مهمترین انتقال‌دهنده‌های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

استفاده بیش از حد از PM (۸۰۰ ppm 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 ۲روز تیمار با ۴۰۰ppm 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 این‌حال، به‌طور 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 نشان‌دارشده 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 میلی گرم بر کیلوگرم گزارش شده است (Chen et al. 2020).

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.6.2]



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

آفت‌کش‌ها از جمله PM به‌عنوان انتقال‌دهنده دارو

ناقلین دارو اکنون به‌عنوان بازیگران اصلی فارماکوکینتیک (اثر و رفتار بدن بر داروها) شناخته می‌شوند. آنها همچنین احتمالاً در سم‌شناسی و سم‌شناسی آلاینده‌های محیطی، به‌ویژه آفت‌کش‌ها، که انسان به‌طور گسترده در معرض آنها قرار دارد و گزارش شد که اثرات مخرب مختلفی بر سلامتی دارند، دخیل هستند. بنابراین، تداخل آفت‌کش‌ها با حامل‌های دارو باید در نظر گرفته شود. گزارش‌های مختلف نشان داده‌اند که آفت‌کش‌های متعلق به کلاس‌های دارویی شیمیایی مختلف می‌توانند با ناقل‌های دارو تداخل داشته باشند. بسیاری از این مطالعات، مهار فعالیت‌های انتقال‌دهنده دارو ABC یا SLC توسط آفت‌کش‌ها را توصیف کردند (Chedik et al. 2018; Giacomini et al. 2010). آفت‌کش‌ها در حال حاضر برای تعامل با ناقل‌های دارو شناخته شده‌اند، اما اطلاعات کمی در مورد این موضوع برای آفت‌کش‌های کاربامات، یک کلاس پرمصرف از مواد شیمیایی کشاورزی، که انسان‌ها به شدت در معرض آن هستند، در دسترس است. کاربامات ها از جمله PM فعالیت انتقال‌دهنده‌های OCT1 و OCT2 را کاهش داده، اما فعالیت MATE2-K را تحریک می‌کنند. این داده‌ها نشان می‌دهد که برخی از آفت‌کش‌های کاربامات می‌توانند در شرایط آزمایشگاهی با برخی از ناقل‌های دارو تعامل داشته باشند، اما این اتفاق

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.6.2]

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 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 این‌حال، استفاده گسترده از قارچ‌کش‌های شیمیایی منجر به خطراتی برای سلامت عمومی، منابع آبی و موجودات غیرهدف می‌شود. در سال‌های اخیر، نگرانی فزآینده‌ای در مورد رابطه بین استفاده از قارچ‌کش‌ها و اثرات نامطلوب آنها بر سلامتی موجودات زنده به‌وجود آمده است. امروزه، تکامل فناوری می‌تواند قارچ‌کش‌های شیمیایی جدید کم مصرفی مانند نانو قارچ‌کش‌ها را برای مقابله با توسعه مقاومت قارچ‌ها و جلوگیری از آلودگی‌های زیست‌محیطی فراهم کند.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.6.2]

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. EnvironmentaToxicologygy. 34(1): 22-29.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.6.2]

Introduction and Biological Investigation of Propamocarb Chemical Pesticide Effects

Maryam Abdollahi[1], Fatemeh Khelghatibana[2], Somayeh Rahaiee[3], Akram Sadeghi[4*]

1- MSc., Department of Microbial Biotechnology, Faculty of Biotechnology, Amol University of Special ModernTechnologies, 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 theirenvironmentaltion 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.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.6.2]