تکنولوژی پهپاد در خدمت سلامت کشاورز

امین طلائی‌زاده[۱]، مهران شهروز[۲]، روژین طلائی‌زاده[۳] و مهرزاد طاوسی[۴]

چکیده

کشاورزان برای مبارزه با علف‌های هرز، بیماری‌ها و آفت‌های گیاهی از انواع سموم استفاده می‌کنند. هر چند استفاده از سموم جهت کنترل عوامل خسارت‌زا در بخش کشاورزی سودمند است ولی می‌تواند موجب ایجاد بیماری و مرگ در انسان‌ها شود. این مشکلات ناشی از تماس مستقیم و یا غیرمستقیم انسان با سموم ایجاد می‌شود. امروزه پرواز پهپادها بر فراز مزارع برای سم‌پاشی و محلول‌پاشی شیوه مدیریتی جدیدی از کشاورزی را نمایان کرده است که موجب امنیت شغلی، راحتی و سلامتی کشاورزان شده است. عدم حضور فیزیکی کشاورز در زمان سم‌پاشی و جلوگیری از مسمومیت شغلی، سرعت عمل بالا، سم‌پاشی دقیق و پاشش یکنواخت به وسیله کنترل هوشمند، کاهش چشمگیر مصرف سم، صرفه‌جویی در مصرف آب و سوخت، جلوگیری از تلفات و ضایعات کشاورزی در فرآیند سم‌پاشی، قابلیت اجرا در مسیرهای صعب العبور و زمین‌های باتلاقی، کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی، افزایش بهره‌وری و ارتقای کیفیت تولیدات از مزایای استفاده از تکنولوژی نوین پهپادها است. تجارب و نتایج بسیار خوبی از استفاده پهپادها به ویژه پهپادهای سم‌پاش در کشاورزی گزارش شده است. استفاده از پهپادهای کشاورزی می‌تواند نقشی موثر و آینده‌ای روشن را برای سلامتی جامعه در دو عرصه‌ی تولید محصول سالم و سلامت شغلی کشاورزان داشته باشد.

واژگان کلیدی: پهپاد، تولیدات کشاورزی، سلامت، سم، علف‌کش، کشاورزی هوشمند

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۰۵ **تاریخ انتشار:** ۱۴۰۲/۰۳/۱۵ **ویراستار ترویجی:** نصیبه پورفاتح

۱. آزمایشگاه رباتیک کشاورزی دانشگاه صنعتی شریف و شرکت شریف اگربات، تهران
۲. و ۳. شرکت شریف اگربات، تهران
۴. محقق بخش تحقیقات اصلاح وتهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران. رایانامه: tavoosimehr@yahoo.com

مقدمه

جمعیت جهان براساس آمار سازمان خواروبار جهانی (فائو)، تا سال ۲۰۴۰ حدود ۹ میلیارد نفر خواهد شد، که نیاز است برای تغذیه آن‌ها میزان تولید محصولات کشاورزی و غذا دو برابر شود. کشاورزان برای تولید بیش‌تر و مبارزه با انواع بیماری‌ها و آفت‌های گیاهی که تولید محصول‌شان را به خطر می‌اندازد، از انواع سموم و کودها استفاده می‌کنند. هرچند استفاده از سموم جهت کنترل عوامل خسارت‌زا در بخش کشاورزی سودمند است ولی می‌توانند موجب ایجاد بیماری و مرگ در انسان‌ها شوند (عقیلی، محمدی و فرشاد، ۱۳۸۶). این مشکلات ناشی از تماس مستقیم و یا غیرمستقیم انسان با سموم است. استفاده بی‌رویه از سموم کشاورزی باعث بروز مسمومیت‌ها، بیماری‌های مادرزادی، اختلالات ژنتیکی، نازایی، اختلالات بیماری‌های قلبی عروقی، تنفسی و به خصوص انواع سرطان‌ها، مقاوم شدن آفات و بیماری‌ها و اثرات مخرب روی محیط‌زیست می‌شود (دی،چادوری و دوتا، ۲۰۱۳). بنابراین، کشاورزی و باغبانی با دیدگاه سلامتی باید استفاده از روش‌های مبارزه بیولوژیک، کاهش میزان مصرف سموم شیمیایی، رعایت فاصله سم‌پاشی با زمان برداشت براساس دوره کارنس سم مصرفی، رعایت نکات ایمنی در زمان استفاده از سموم شیمیایی را مد نظر قرار دهد (پرنده افشار و ناظمی، ۱۳۹۴). استفاده از پهپادهای کشاورزی می‌تواند نقشی موثر و آینده‌ای روشن را برای سلامتی جامعه در دو عرصه‌ی تولید محصول سالم و سلامت شغلی کشاورزان داشته باشد. پهپادها پرنده‌های بدون سرنشینی هستند که در ابعاد و سایزهای کوچک طراحی و تولید می‌شوند و می‌توان با رادیوکنترل، آن‌ها را در محدوده مجاز برد رادیویی، هدایت و کنترل کرد.

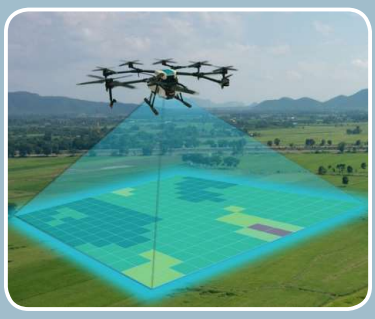
در ایران، براساس آمار مرکز توسعه مکانیزاسیون جهاد کشاورزی، ۳۵۰-۳۰۰ فروند پهپاد محلول‌پاش در حوزه کشاورزی فعال هستند و در سال زراعی ۱۳۹۹، ۷۰۰ هزار هکتار از اراضی کشاورزی کشور با پهپاد محلول‌پاشی شده است.

علاوه بر این آمار، پهپادهایی با کاربردهایی مانند سنجش از دور (باقری، ۱۳۹۹)، مه‌پاشی، حمل کالا و دارو، فیلمبرداری و عکاسی نیز مشغول به کار هستند. اطفای حریق در حوادثی مانند پلاسکو، پیدا کردن محل سانحه هواپیما در یاسوج که صعب‌العبور بود، جستجوی افراد گمشده، نقشه مناطقی که درگیر بلایای طبیعی می‌شوند، سرشماری حیوانات، مقابله با شکار غیر مجاز، تصاویر حرارتی برای شناسایی اهداف گوناگون از جمله کاربردهای این پهپادها بوده است.

در بخش کشاورزی دو نوع عمده پهپاد وجود دارد: پهپادهای سنجشی و پهپادهای پاششی. پهپادهای سنجشی با دوربین حرارتی و طیفسنجی می‌توانند سلامت خاک، آب، مشکلات و تنش‌های گیاهی را تشخیص دهند (باقری، ۱۳۹۹) و پهپادهای پاششی وظیفه اصلی‌شان سم‌پاشی و محلول‌پاشی است.

تجارب بسیار زیادی از استفاده پهپادها در کشاورزی (باقری، ۱۳۹۹) و نتایج بسیار خوب آنها به ویژه پهپادهای سم‌پاش مانند T16 برای استفاده سریع حشره‌کش‌ها، ریزمغذی‌ها و حتی پاشش بذر و کشت مستقیم گزارش شده است.

> سموم کشاورزی باید فقط در حد لزوم، در موقع ضرورت و با روش درست به کار برده شود.



> اختلالات ناشی از سموم با تماس مستقیم و یا غیرمستقیم انسان با سموم ایجاد می‌شوند. باقیمانده سموم در محیط، مواد غذایی و حیوانات اهلی، از جمله مواردی هستند که سلامت انسان را به صورت غیرمستقیم تحت تأثیر می‌دهند.

سم

هر ماده یا ترکیبی که مصرف غیر اصولی آن باعث آسیب به بدن شود، تحت عنوان «سم» شناخته می‌شود. سم‌ها می‌توانند از راه‌های مختلف مثل چشم، گوش، پوست، تنفس، خوردن و تزریق در خون وارد بدن شوند (یزدی، سررشته‌داری و زحل، ۱۳۸۹). مسمومیت به مجموعه‌ای از اختلالات در بدن گفته می‌شود که به دنبال جذب مواد سمی تظاهر پیدا می‌کنند. سم در مقادیر معینی باعث اختلال و یا توقف فعل و انفعالات حیاتی، به‌طور موقت یا دائم می‌شود. سم باید فقط در حد لزوم، در موقع ضرورت و با روش درست به کار برود. مواجهه شغلی با سم در بین کارگران کارخانجات سازنده سموم و آفت‌کش‌ها بیش‌تر به صورت استنشاقی و در کارگران کشاورزی و یا سم‌پاشی به صورت تماس پوستی بروز می‌کند. مبحث باقیمانده سموم در محصولات غذایی نیز بسیار حائز اهمیت است (دی،چادوری و دوتا، ۲۰۱۳).

تأثیر سموم کشاورزی بر سلامتی کشاورز

تولید محصولات کشاورزی در گرو سلامت قشر زحمت‌کش کشاورزان و امنیت و سلامت شغلی آن‌هاست که در نهایت امنیت غذایی جامعه را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد.

مطالعات نشان داده است که بین تأثیرگذاری سموم آفت‌کش‌ها و تأثیر منفی آن‌ها بر سلامت انسان و حتی احتمال ایجاد سرطان ارتباط زیادی وجود دارد (دی،چادوری و دوتا، ۲۰۱۳). تماس و نفوذ پوستی عمومی‌ترین راه نفوذ سم به بدن است (دقیقا برای فرد سم‌پاش اتفاق می‌افتد) اما مسمومیت می‌تواند ناشی از استنشاق یا بلعیدن آنها نیز باشد که موجب مشکلات جدی تنفسی (نقاب، صفدری کشکولی و درویش، ۱۳۹۳) و گوارشی می‌شود (یزدی، سررشته‌داری و زحل، ۱۳۸۹). در تماس پوستی آسیب‌هایی مانند قرمزی، سوزش و تحریک پوستی ایجاد می‌شود و حتی در بعضی ترکیبات، سم وارد جریان خون شده و در اندام‌های حیاتی مانند کبد، طحال یا اعصاب مرکزی عوارض خطرناکی ایجاد می‌کند. جذب سموم از راه چشم می‌تواند باعث بروز مشکلاتی مانند سوزش چشم و در حالت جذب بیش‌تر ممکن است موجب کوری شخص شود (شکل ۱).

شکل ۱. تماس مستقیم کشاورز با سم در روش سم‌پاشی سنتی

ایمن‌سازی محیط کار و محصولات کشاورزی

تمامی سموم شیمیایی باید با احتیاط به کار برده شوند، بنابراین، رعایت اصول ایمنی زیر باید به صورت جدی مدنظر شاغلین این حوزه قرار گیرد (عقیلی نژاد و همکاران، ۱۳۸۵):

- همیشه قبل از استفاده مواد شیمیایی برچسب روی آن را به دقت خوانده و طبق دستورالعمل اجرا شود.
- از تکنولوژی‌های رباتیک مثل پهپاد به جای نیروی انسانی استفاده شود.
- آفت‌کش‌ها را دور از دسترس کودکان نگه داشته و در ظروف سربسته برچسب‌دار نگهداری شوند.
- از کشیدن سیگار در زمان سم‌پاشی یا گردپاشی خودداری شود.
- از لباس‌های محافظت‌کننده و ماسک استفاده شود، آستین‌ها کاملاً در پایین دست کشیده و یقه کاملاً بسته شود و در صورت ریخته‌شدن مواد سمی روی پوست فوراً با آب و صابون شسته شوند.
- دستان بعد از سم‌پاشی یا گردپاشی و قبل از غذا خوردن شسته شوند و لباس‌ها تعویض شود.
- اگر در زمان استفاده از سم یا کمی بعد از آن احساس ناخوشی ایجاد شد، سریعاً به پزشک مراجعه شود.

تا پیش از این سم‌پاشی مزارع و باغات به صورت دستی با استفاده از موتورهای مخصوص یا تراکتورهای مجهز به تانکر انجام می‌شد و در هر دو روش نیروی انسانی نقش اصلی را داشت. در روش سم‌پاشی با موتور، کشاورز باید این وسیله را به همراه مخزن سم به پشتش بسته و با طی مسیر مزرعه و رعایت یک سری اصول از زدن ماسک گرفته تا چگونگی

انتخاب مسیر رفت و برگشت به منظور آسیب نرساندن به محصول، کار سم‌پاشی را انجام می‌داد. این روش نه تنها سلامتی سم‌پاش را به خطر می‌انداخت بلکه توان کشاورز را به خاطر حمل مخزن مستهلک می‌کرد. بعدها سم‌پاشی با نصب مخزن به تراکتور رواج یافت. در این روش هم نیروی انسانی نقش اصلی را داشت چون تراکتور در حاشیه مزرعه پارک و سم‌پاشی با هدایت شیلنگ‌های طویل و راه رفتن در مزرعه انجام می‌شد (شکل ۲). یکی از بزرگ‌ترین تحولات در صنعت کشاورزی را در دهه اخیر پهپادها ایجاد کردند. پهپادها بدون نیاز به حضور فیزیکی کشاورز و سم‌پاش، با کنترل هوشمند و دقیق از راه دور، قادر به سم‌پاشی مزارع در سطح وسیع و با سرعت بالا هستند.

شکل ۲. سمپاشی با شلنگ متصل به تراکتور سمپاش

با استفاده از پهپاد در زمان کم‌تر از ۱۰ دقیقه، ۱۰ لیتر سم در یک هکتار به صورت دقیق برای مبارزه با علف‌های هرز و بر علیه بیماری‌ها و آفات سم‌پاشی می‌شود، در حالی که همین اقدام در سم‌پاشی سنتی باید با ۴۰۰ لیتر آب، سه نفر نیروی کار و ۲۰۰ متر شیلنگ، در بازه زمانی سه ساعته انجام می‌شد (شهروز، طلائی‌زاده و الستی، ۲۰۲۰).

نتایج تحقیقات بر روی اثر سموم کشاورزی

تحقیقات مختلف جهانی ارتباط معنی‌داری بین وقوع انواع سرطان و مصرف سموم را نشان داده است. سموم کشاورزی دارای ترکیبات آلاکلر شانس ابتلا به سرطان را تا ۵ برابر افزایش می‌دهند. هم‌چنین آزمایش بر روی حیوانات نشان داد که تقریباً ۹۰ درصد قارچ‌کش‌های مورد مصرف در کشاورزی سرطان‌زا هستند.

دو برابر شدن تومورهای سیستم عصبی، چهار برابر شدن شانس ابتلا به بیماری پارکینسون، ابتلا به سرطان خون، سرطان‌های دستگاه گوارش و سایر اختلالات فیزیولوژیکی در بدن انسان در افرادی که در معرض سموم بودند، به اثبات رسیده است.

تماس با علف‌کش‌ها هم بسیار خطرناک است. این ترکیبات احتمال بروز سرطان پروستات را تا ۸ برابر، و در صورت داشتن ترکیبات فنوکسی، کلیه سرطان‌ها را تا ۱۰ برابر افزایش می‌دهد.

متأسفانه کودکانی که والدین آن‌ها در محیط کار با سموم سر و کار دارند، ریسک ابتلا به سرطان خون بیش‌تری دارند.

تحقیقات نشان داد که دانش کشاورزان درباره کاربرد علف‌کش‌ها می‌تواند تأثیر بسیار زیادی درباره کاهش اثرات منفی آن داشته باشد. ۳۳ درصد آن‌ها اطلاعاتی درباره خطرات علف‌کش‌ها نداشتند و ۵۰ درصد این کشاورزان بعد از سم‌پاشی دچار سرگیجه و تهوع می‌شدند (بندری و همکاران، ۱۳۹۸).

اهمیت استفاده از پهپاد در سم‌پاشی

محققان زیادی در کشورهای مختلف اثربخشی بالای استفاده از پهپادها را در مقایسه با روش‌های مرسوم گزارش کردند و آن را جایگزین بسیار مناسبی برای سم‌پاش‌های رایج معرفی کردند. آنها کاهش مصرف مواد شیمیایی به میزان ۴۰ درصد، کاهش حجم آب مصرفی از ۲۰ تا ۵۰ برابر، جلوگیری از خسارت ۱۵ درصد به محصول، پاشش یکنواخت قطرات محلول‌پاشی، کنترل ۹۰ درصدی آفات و افزایش کیفیت محصول را از مزایای استفاده از پهپادها را برشمردند (شهروز، طلائی‌زاده و الستی، ۲۰۲۰). در مقایسه با زمان اجرای سه ساعته سم‌پاشی به روش سنتی، پهپادها تنها در مدت ۱۰ الی ۱۵ دقیقه یک هکتار را سم‌پاشی کرده و علاوه بر این کارگران نیز از تماس مستقیم با مواد شیمیایی در امان بودند و همین امر به سلامتی آنها بسیار کمک می‌کند.

عدم حضور فیزیکی کشاورز در زمان سم‌پاشی در زمین کشاورزی و جلوگیری از مسمومیت شغلی، سرعت عمل بالا، سم‌پاشی دقیق و پاشش یکنواخت به وسیله کنترل هوشمند، کاهش چشمگیر مصرف سم در هر نوبت سم‌پاشی (باقری، ۱۳۹۹) و به تبع آن کاهش باقیمانده سموم در مواد غذایی، صرفه‌جویی

در مصرف آب و سوخت، جلوگیری از تلفات و ضایعات کشاورزی در فرآیند سم‌پاشی، قابلیت اجرا در مسیرهای صعب العبور و زمین‌های باتلاقی (شکل۳)، کاهش آسیب‌های زیست محیطی و آلوده نشدن آب‌های سطحی و زیرزمینی به خاطر نوع پاشش نازل‌ها بر روی گیاه، افزایش بهره‌وری و ارتقای کیفیت تولیدات از مزایای استفاده از تکنولوژی نوین پهپادها است.

شکل ۳. امکان سم‌پاشی زمین‌های باتلاقی از راه دور با پهپاد

این پهپادها به علت اینکه تمام عملیات محلول‌پاشی را به صورت خودکار و براساس داده‌های ماهواره‌ای انجام می‌دهند، بدون نظارت مستقیم خلبان می‌توانند، عملیات سم‌پاشی را اجرا کنند. خلبان تنها با رویت داده‌های عملیات بر روی دسته کنترلی می‌تواند بر عملیات محلول‌پاشی نظارت کرده و در این حین پهپاد می‌تواند تا ۳ کیلومتر از وی دور شود. این پهپادها این قابلیت را دارند که پس از اتمام مخزن، آخرین نقطه محلول‌پاشی شده را در حافظه خود ذخیره کرده و بار بعد پس از بازگشت به محل پرواز و تعویض مخزن و باتری دقیقا از همان نقطه ادامه محلول‌پاشی را انجام بدهد (باقری، ۱۳۹۹).

کشاورزی و باغبانی در آینده بسیار نزدیک ناگزیر از استفاده پهپاد با هدف امنیت غذایی و سلامت جسمی انسان است (شکل۴).

شکل ۴. پهپادهای محلول‌پاش در خدمت سلامت کشاورزان

با این همه، برای انتخاب روش‌های مدیریت جدید، باید کلیه جوانب مدنظر قرار گیرد. به طور کلی پهپادهای کشاورزی در دو نوع کاربری: "تصویربرداری، آنالیز و سنجش مزرعه" (لیلانگ، پاینت و پویلو، ۱۹۹۸) و "خدمات کشاورزی سم‌پاشی و کاشت بذر" دسته‌بندی می‌شوند و دارای مزایا، معایب و چالش‌هایی به شرح زیر هستند (عبداله‌زاده،ذبیحی افروزی و بخشی، ۱۳۹۸):

مزایای استفاده از پهپادهای کشاورزی

- مدیریت مزرعه در لحظه و در هر زمان
- تجزیه و تحلیل داده‌های پستی و بلندی مزرعه و در نهایت تهیه نقشه سه بعدی وضعیت زمین
- تجزیه و تحلیل داده‌های خاک برای مدیریت آبیاری و کود
- نظارت بر محصول از طریق تصاویر واضح‌تر. با استفاده از تصاویر، میزان و محل تجمع آفات و علف‌های هرز مشخص می‌شود.
- سم‌پاشی دقیق و یکنواخت محصول به وسیله کنترل هوشمند و برنامه‌ریزی مسیر پرواز قبل از عملیات براساس نظر کارشناس و نمودار چگالی آفات و یا بیماری
- سم‌پاشی با تنظیم ارتفاع و مقدار صحیح اسپری محلول
- کاهش درصد مصرف سم
- جلوگیری از افزایش تلفات و ضایعات کشاورزی در فرآیند سم‌پاشی در نتیجه عدم تماس مستقیم دستگاه و کاربر با زمین و محصول
- قابلیت اجرای سم‌پاشی در مسیرهای صعب‌العبور
- کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی مربوط به افراد بومی و جانوران مفید و کاهش آلودگی آب‌های زیرزمینی از طریق نفوذ مواد شیمیایی
- افزایش چشم‌گیر سرعت سم‌پاشی نسبت به روش‌های سنتی یا سم‌پاشی به وسیله تراکتور یا هواپیما
- اجرای عملیات در هر ساعتی از شبانه‌روز حتی در شب
- سلامت جامعه تولیدکنندگان محصولات کشاورزی

معایب و محدودیت‌های استفاده از پهپادهای کشاورزی

- داشتن محدودیت عملیاتی و مدت پرواز: بدین معنا که پس از هر بار شارژ کردن، توانایی پرواز در مدت زمان محدودی را دارند.
- وابستگی شدید اجرای عملیات به شرایط جوی و وزش باد
- هزینه خرید و یا اجاره
- نیاز به داشتن دانش و مهارت در استفاده از پهپاد
- وجود محدودیت‌های پرواز برای برخی اماکن و محل‌ها و الزام به رعایت قوانین مربوط به پهپاد

چالش‌های پیش‌روی استفاده از پهپادهای کشاورزی

- شروع هر ایده و برنامه جدید، نیازمند فرهنگ‌سازی و آموزش است. با توجه به فواید این تکنولوژی، برای پذیرش آن توسط کشاورزان نیاز به آموزش، زمان، توسعه تکنولوژی و کاهش هزینه‌های خرید و نگهداری از پهپاد است.
- از یکی از الزامات مهم استفاده از پهپاد، بومی‌سازی این تکنولوژی است. تولید داخلی همه تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری می‌تواند در گسترش و تداوم این تکنولوژی مفید باشد.
- استفاده از این سیستم مستلزم آموزش کارشناسان متخصص و آشنایی با علوم دیگر از جمله سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی، نرم‌افزار و سخت‌افزار است.
- قوانین جاری در مورد کاربرد پهپادها در حوزه‌های غیرنظامی مانند کشاورزی نیازمند بازنگری و تطبیق با امکانات است.
- برای نگهداری و تامین قطعات یدکی پهپادها، نیاز به حمایت و تجهیز شرکت‌ها و موسسات ذیربط است.
- مستندسازی دانش و تجربیات با هدف جمع‌آوری و یکپارچه‌سازی تجربه‌های متعدد و منفصل در کشور موجب آگاهی از دلایل موفقیت‌ها و یا ناکامی‌ها می‌شود.

> پهپادها با دو نوع کاربری «پاششی» و «سنجشی»، مدیریت کشاورزی مزارع و باغ‌ها را دقیق‌تر و آسان‌تر کرده است. کنترل هوشمند و دقیق از راه دور، بدون نیاز به حضور فیزیکی کشاورز و سم‌پاش، موجب امنیت شغلی و آسایش کشاورزان است.

> کشاورزی و باغبانی در آینده بسیار نزدیک ناگزیر از استفاده پهپاد با هدف امنیت غذایی و سلامت جسمی انسان است

منابع

۱. باقری، ن. ۱۳۹۹. کاربرد پهپادها در کشاورزی. مروج (۱۵۷): ۶۴-۵۹.

۲. بندری، ا.، باقری، ا.، سوختانلو، م.، جمشیدی، ا. و نوروزی، ع. ۱۳۹۸. ارزیابی دانش کشاورزان دشت مغان از پیامدهای مصرف سموم شیمیایی برای سلامت جامعه، محیط‌زیست و امنیت غذایی، فصلنامه علمی پژوهشی سلامت و محیط زیست.۱۲(۴): ۶۳۸-۶۲۱.

۳. پرنده افشار، پ. و ناظمی، ا. ۱۳۹۴. مروری بر اثرات باقی مانده سموم کشاورزی بر سلامت محیط زیست و انسان، اولین همایش ملی تخصصی علوم کشاورزی و محیط زیست ایران، اردبیل. https://civilica.com/doc/371371

۴. عبداله‌زاده، م.، ذبیحی افروزی، ر. و بخشی، م.ر. ۱۳۹۸. امکان‌سنجی استفاده از فناوریهای نوین در بخش کشاورزی (استفاده از پهپادها در بخش کشاورزی و منابع طبیعی). مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی، وزارت جهاد کشاورزی.

۵. عقیلی‌نژاد، م.، فرشاد، ع.ا.، نقوی، م. و حقانی ح.ر. ۱۳۸۵. بررسی رابطه میان مصرف سموم آفت‌کش و اثرات آن بر سلامت کشاورزان در استان‌های مختلف کشور (سال ۱۳۸۲)، مجله علمی پژوهشی سلامت کار ایران.۳(۲-۱): ۸۵-۸۱.

۶. عقیلی‌نژاد، م.، محمدی، ص. و فرشاد، ع.ا. ۱۳۸۶. تأثیر مصرف آفت‌کشها بر سلامت کشاورزان، مجله پژوهش در پزشکی. ۳۱(۴): ۳۲۷-۳۳۱.

۷. نقاب، م.، صفدری کشکولی، ن. و درویش، م. ۱۳۹۳. ارزیابی اثرات تنفسی مواجهه شغلی با سموم آفت‌کش. فصلنامه علمی تخصصی طب کار. ۶(۴): ۶۵-۵۷.

۸. یزدی، ز.، سررشته‌داری، م. و زحل، م.ع. ۱۳۸۹. اختلالات تنفسی در کارگران در تماس با مواد ارگانوفسفره. مجله دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد. ۵۳(۴): ۲۱۳-۲۰۶.

9. Dey, K.R., Choudhury, P and Dutta, B.K. 2013. Impact of pesticide use on the health of farmers: A study in Barak valley, Assam (India). Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology, 5(10): 269-277.

10. Lelong, C.C.D., Pinet, P.C. and Poilve, H. 1998. Hyperspectral Imaging and Stress Mapping in Agriculture: A Case Study on Wheat in Beauce (France). Remote Sensing of Environmental. 66: 179-191.

11. Shahrooz, M., Talaeizadeh A. and Alasty, A. 2020. "Agricultural Spraying Drones: Advantages and Disadvantages," 2020 Virtual Symposium in Plant Omics Sciences (OMICAS), 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/OMICAS52284.2020.9535527.