

بررسی عوامل موثر بر تجزیه علف‌کش‌های تاریخ منقزی موجود در انبارهای شرکت خدمات حمایتی کشاورزی

الهام شاهین فر^۱

احمد حیدری^{۲*}

heidari419@yahoo.com

محمدرضا دماوندیان^۳

بابک حیدری علیزاده^۴

تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۰۵

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۴/۰۸

چکیده

زمینه و هدف: آفت‌کش‌های تاریخ منقزی در سراسر جهان به‌عنوان یک چالش زیست محیطی مطرح می‌باشند. از این رو برای جلوگیری از آسیب‌های زیست محیطی ناشی از این سموم نیازمند شناخت کافی از عوامل موثر بر تجزیه آن‌ها به منظور برنامه ریزی دقیق و مطمئن هستیم. هزینه بازسازی و یا معدوم‌سازی آفت‌کش‌های تاریخ منقزی در مواردی از تولید اولیه آفت‌کش‌ها نیز بیشتر است.

روش بررسی: این تحقیق به منظور بررسی امکان به‌کارگیری سموم تاریخ منقزی موجود در انبارهای شرکت خدمات حمایتی کشاورزی انجام شده است. به این منظور آزمایش‌های کنترل کیفی نمونه‌ها براساس دستورالعمل‌های فائو، CIPAC و شرکت‌های سازنده آفت‌کش‌ها انجام شد.

یافته‌ها: نتایج حاصل براساس گروه‌های مختلف آفت‌کش، حالت فیزیکی فرمولاسیون علف‌کش‌ها، شرکت‌های تولید کننده، تاریخ تولید علف‌کش‌ها و موقعیت اقلیمی انبارهای نگهداری آن‌ها دسته‌بندی گردید. تجزیه و تحلیل آماری توسط آزمون Chi-Square جهت تعیین اختلاف بین متغیرهای مورد مطالعه و آزمون ریسک (Risk) جهت نشان دادن ریسک نسبی تجزیه شدن با کمک نرم افزار SPSS-18 انجام شد.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد همبستگی معنا داری بین مدت زمان پس از تولید علف‌کش‌ها و درصد تجزیه شدن آن‌ها وجود دارد. درصد تجزیه در حشره/کنه‌کش‌های تاریخ منقزی بیشتر از علف‌کش‌ها و درصد تجزیه علف‌کش‌های تاریخ منقزی بیشتر از قارچ‌کش‌ها بود. درصد تجزیه علف‌کش‌هایی که در داخل کشور فرموله شده بودند معادل ۵۲ درصد و علف‌کش‌های هندی/چینی معادل ۶۷ درصد بود. نتایج نشان داد که علف‌کش‌های مایع معادل ۵۵ درصد و علف‌کش‌های جامد معادل ۲۶ درصد تجزیه شده بودند. همچنین بین چهار منطقه آب و هوایی محل‌های نگهداری علف‌کش‌ها به لحاظ تجزیه شدن و ماندگاری رابطه آماری معنی‌داری وجود نداشت.

واژه‌های کلیدی: علف‌کش‌های تاریخ منقزی، مناطق آب و هوایی، تاریخ تولید، حالت فیزیکی فرمولاسیون.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

۲- (مسئول مکاتبات): دانشیار موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

۳- دانشیار، بخش گیاه پزشکی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

۴- استادیار موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

Investigation of the Factors Affecting the Degradation of Expired Herbicides Stockpiles of Agricultural Supportive Services Company

Elham Shahinfar¹

Ahmad Heidari^{2*}

heidari419@yahoo.com

Mohammad Reza Damavandian³

Babak Heidari Alizadeh⁴

Abstract

Background and Objective: Expired pesticides are a major problem in many countries. Thus, we need to know the effective factors in pesticides degradation to prevent environmental damage of them. In many cases restructuring or demolition costs of the expired pesticides are more than their primary production.

Method: This study investigated the possibility of applying the expired pesticides stockpiles of agricultural supportive services company. Quality control tests were performed according to the FAO, CIPAC and pesticide manufacturers' guidelines.

Results: The results were classified based on the different groups of pesticides, physical state of herbicides formulation, producing companies, date of production and location of warehouses. Data were analyzed by Chi-Square test, in case of significance. The risk test was performed to determine the relative risk for the variables using SPSS-18 software.

Conclusion: Result showed a significant correlation between the time lagged after production of herbicides and degradation percentage of herbicides. The degradation percent of expired insecticides was highest and that of expired herbicides and fungicides was at the second and third rank, respectively. The degradation percent of the expired herbicides formulated in the country was 52% and that of the expired herbicides formulated in India/China was 67%. The results show that 55% of the herbicides with liquid formulation and 26% of the herbicides with solid formulation were degraded. Considering the degradation rate of herbicides, there is no statistically significant difference between the warehouses at 4 climatic regions.

Key words: expired herbicides, climate zones, date of production, physical state of the formulation.

1- MSc Student of Agriculture Entomology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.

2- Associate professor of Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. * (*Corresponding Author*)

3- Associate professor, Department of Plant Protection, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.

4- Assistance professor of Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

مقدمه

بر اساس توصیه‌های فائو لازم است قبل از هر اقدام در خصوص سموم تاریخ منقضی مشخص شود که آیا امکان استفاده از این ترکیبات هنوز وجود دارد یا خیر. تاریخ منقضی شدن یک ترکیب آفت‌کش به معنی عدم امکان استفاده از ترکیب نمی‌باشد. ترکیب مورد نظر اگر در شرایط خوبی انبار شده باشد ممکن است هنوز سالم بوده و امکان بکارگیری آن وجود داشته باشد. بنابراین توصیه شده این ترکیبات تا حد ممکن مجدداً مورد آزمایش‌های کنترل کیفی قرار گرفته و در صورت مطابقت با شرایط استاندارد بر روی برچسب آن‌ها کلمه تاریخ انجام آزمایش ذکر شود تا امکان بهره‌برداری از آن‌ها وجود داشته باشد.

مشکلات ناشی از وجود سموم تاریخ منقضی یک چالش جهانی است و عدم ذخیره‌سازی ایمن و درست آنها پیامدهای ناگواری برای اکوسیستم و انسان‌ها ایجاد خواهد کرد. پسماند خطرناک آفت‌کش‌هایی که به درستی ذخیره و انبار نشده باشند به بیرون نشت کرده و مشکلاتی را برای انسان و محیط زیست ایجاد می‌کند. بسیاری از کشاورزان به علت عدم دسترسی به اطلاعات بروز برای نگهداری سموم تاریخ منقضی در معرض خطر مسمومیت قرار دارند (۶). نتیجه این مسئله نشت مواد به بیرون، ورود آن‌ها به آب‌های سطحی، روان آب‌ها، آب‌های زیرزمینی و ایجاد آلودگی در آنها است. سموم با فرمولاسیون مایع می‌توانند از نقاط ضعیف ظروف و درزها و قسمت‌های زخمی شده به بیرون نشت کنند. بعضی از آفت‌کش‌ها در طول مدت نگهداری اسیدی‌تر شده و باعث خوردگی ظروف فلزی و در نهایت نشت مواد سمی به بیرون می‌شوند (۱۰). محصولات غذایی در زمین‌های آلوده کشت و آب‌های آلوده برای آبیاری و آشامیدن استفاده می‌شود (۶). آشنایی این پسماندهای خطرناک می‌تواند منجر به مسمومیت‌های مزمن در کل جامعه شود که نتیجه آن ایجاد انواع سرطان، اختلال در تولید مثل و مشکلات عصبی است (۷).

در ایران از ابتدای سال ۱۳۶۰ خرید سموم بر عهده شرکت خدمات حمایتی کشاورزی گذارده شد و این وضعیت تا سال ۱۳۸۶ ادامه یافت. در طی این مدت سموم مازاد خریداری شده در انبارهای شرکت خدمات حمایتی که در استان‌های مختلف کشور قرار دارد نگهداری شده است (۱۱). این تحقیق با هدف بررسی تاثیر شرایط آب و هوایی محل‌های نگهداری بر میزان فساد علف‌کش‌های تاریخ منقضی و همچنین وضعیت تجزیه آنها بر اساس حالت فیزیکی فرمولاسیون، شرکت‌های تولید کننده و مدت زمان پس از تولید علف‌کش‌های تولید شده انجام شده است.

روش بررسی

در واقع این تحقیق بخشی از یک طرح پژوهشی گسترده است که به منظور بررسی امکان بکارگیری سموم تاریخ منقضی موجود در انبارهای شرکت خدمات حمایتی کشاورزی انجام شده است. انواع آفتکش‌های تاریخ منقضی بصورت پراکنده در انبارهای شرکت خدمات حمایتی کشاورزی در استان‌های مختلف وجود داشت. نمونه‌برداری به منظور کنترل فیزیکوشیمیایی بر اساس شماره بچ تولیدی از انبارها انجام گرفت. آزمایش‌های کنترل کیفی فیزیکوشیمیایی بر اساس نوع فرمولاسیون روی نمونه‌های جمع‌آوری شده

آفت‌کش‌ها مخلوط پیچیده‌ای از ترکیبات آلی و غیر آلی هستند که شامل ماده مؤثره و مواد همراه می‌باشند. با گذشت زمان این مخلوط پیچیده دچار تغییرات فیزیکی و شیمیایی شده است (۱). که می‌تواند تولید فرآورده‌های فرعی کند. مواد فرعی تولید شده گاهی سمیت بیشتر نسبت به تولیدات اصلی دارند (۲). در مورد آفت‌کش‌ها نیز مانند سایر کالاها یک محدوده زمانی از طرف شرکت سازنده تحت عنوان مدت زمان قابل استفاده بودن (Expiry date) بر روی برچسب سموم ذکر می‌شود. اگر این محدوده زمانی روی برچسب سموم ذکر نشده باشد دوره زمانی دو ساله برای آن در نظر گرفته می‌شود. معمولاً آفت‌کش‌ها می‌توانند مدتی پس از دوره ماندگاری (Shelf life) خود نیز مورد استفاده قرار گیرند (۳).

از نظر سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) آفت‌کش‌های سنواتی^۲ شامل آفت‌کش‌هایی می‌باشند که دیگر نمی‌توانند برای هدف اصلی و یا اهداف دیگر مورد استفاده قرار گیرند بنابراین نیاز به معدوم سازی دارند (۳). این سموم شامل آفت‌کش‌های ممنوع شده به لحاظ مخاطرات بهداشتی و زیست محیطی، سموم تاریخ مصرف گذشته، سموم خراب شده، سموم صدمه دیده، ترکیبات بی نام و ظروف آلوده خالی می‌باشند (۵). این سموم همچنین می‌توانند شامل سمومی که بعد از کنترل آفات به صورت مازاد باقی مانده و در انبارها دچار تغییرات فیزیکی و شیمیایی می‌شوند نیز باشند. در این حالت ممکن است اثرات سمی روی گیاهان و یا خطر سمیت برای انسان‌ها و محیط زیست داشته باشند (۴، ۶).

فائو شش عامل کلیدی شامل سموم ممنوع شده، انبارهای نامناسب و مدیریت انبارداری ضعیف، بسته بندی و تولیدات نامناسب، کمک‌های مالی و خرید بیش از حد نیاز، هماهنگی ناکافی در بین و درون سازمان‌های کمک کننده و منافع تجاری و عوامل پنهان را عامل تجمع آفت‌کش‌های سنواتی معرفی می‌کند (۳).

تخمین‌های متفاوتی از میزان سموم منقضی و ممنوع شده در جهان وجود دارد. برخی محققین میزان این ذخایر را در کشورهای در حال توسعه بین ۴۴۰ تا ۵۵۰ هزار تن تخمین می‌زنند (۱۰). فائو تخمین زده است در حدود نیم میلیون تن از آفت‌کش‌های تاریخ منقضی در سراسر انبارهای دنیا وجود دارد (۸). بر اساس برآوردهای فائو بیش از ۲۰ درصد ذخایر سموم سنواتی، آلاینده‌های آلی پایدار^۳ هستند. باقی مانده آلاینده‌های آلی پایدار توسط فرآیندهای زیست محیطی و اقلیمی به مسافت‌های دور منتقل می‌شود (۲). سازمان بهداشت جهانی تخمین می‌زند که قرار گرفتن در معرض آفت‌کش‌ها سالانه سه میلیون نفر را دچار مسمومیت حاد می‌کند و ۲۰۰۰۰ نفر از این قربانیان می‌میرند. تخمین‌های دیگر نشان می‌دهد سالانه ۲۵۰۰۰ نفر در کشورهای در حال توسعه دچار مسمومیت می‌شوند (۹).

1- Food and Agriculture Organization of the United Nations
2- Obsolete pesticides

3- Persistent Organic Pollutants

فاصله اطمینان (CI) 95% درصد برای متغیرهای مورد بررسی به صورت دو به دو با کمک نرم افزار SPSS-18 انجام شد. لازم به توضیح است که شانس در این آزمایش نسبت تعداد نمونه‌های تجزیه شده به تعداد نمونه‌های سالم در هر گروه می‌باشد و برای مقایسه دو گروه به لحاظ تجزیه شدن و ماندگاری از نسبت شانس دو گروه با هم استفاده شد. همچنین ریسک نسبی معادل نسبت نمونه‌هایی است که در یک گروه دچار تجزیه شده‌اند. به عبارت دیگر با کمک آزمون ریسک امکان تخریب آفت‌کش‌ها در دسته‌بندی‌های مورد مطالعه مشخص می‌شود.

نتایج

مقایسه گروه‌های مختلف آفت‌کش‌های تاریخ منقضی به لحاظ تجزیه

شدن

برای مقایسه میزان تجزیه شدن نمونه‌های آفت‌کش از گروه‌های مختلف تعداد ۱۳۱۱ نمونه از سموم تاریخ منقضی مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از آزمون Chi-Square مشخص گردید که رابطه آماری معناداری بین گروه‌های مختلف آفت‌کش‌ها به لحاظ تجزیه شدن و ماندگاری وجود دارد ($P < 0.01$ ، $df=4$ ، $\chi^2=132/43$) (جدول ۱) (شکل ۱).

انجام گرفت این آزمایش‌ها شامل تعیین درصد ماده مؤثره (برای تمامی فرمولاسیون‌ها)، تعیین pH، تعیین اسیدیته، پایداری در گرما و پایداری امولسیون برای فرمولاسیون‌های EC، تست الک تر، تر شوندگی، پایداری تغلیق و پایداری در سرما برای فرمولاسیون‌های پودری و ... می‌باشد، براساس دستورالعمل‌های فائو، CIPAC (۱۲ و ۱۳). شرکت‌های سازنده انجام شد. نتایج آزمایش‌های کنترل کیفی این آفت‌کش‌ها چنانچه خارج از حدود استانداردهای مورد نظر بود به عنوان سموم رد شده (تجزیه شده) و در صورتی که در محدوده استاندارد قرار داشت به عنوان سموم تأیید شده (ماندگار) محسوب گردید.

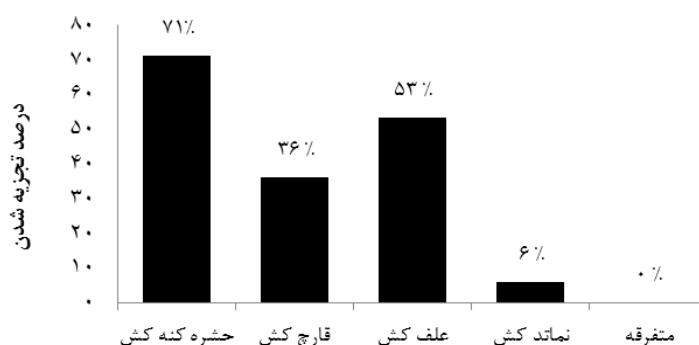
در نهایت نتایج براساس متغیر گروه آفت‌کش، موقعیت اقلیمی انبارهای محل نگهداری علف‌کش‌های تاریخ منقضی، حالت فیزیکی فرمولاسیون علف‌کش، شرکت تولید کننده و تاریخ تولید علف‌کش‌ها دسته بندی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تجزیه و تحلیل آماری با آزمون Chi-Square جهت تعیین اختلاف بین گروه‌های مختلف آفت‌کش‌ها، حالت فیزیکی فرمولاسیون علف‌کش‌ها، شرکت‌های تولید کننده و همچنین مناطق اقلیمی محل‌های نگهداری علف‌کش‌ها به لحاظ تجزیه شدن و ماندگاری روی اطلاعات طبقه بندی شده انجام و در صورت معنی‌دار بودن، آزمون ریسک (Risk) جهت نشان دادن خطر نسبی تجزیه شدن و نسبت شانس^۱ (OR) تجزیه شدن در

جدول ۱- وضعیت تجزیه شدن آفت‌کش‌های تاریخ منقضی موجود در انبارهای شرکت خدمات حمایتی کشاورزی براساس گروه‌های آفت‌کش

Table 1- Degradation status of expired pesticides stockpiles in agricultural Supportive Services Company based on the pesticides group

نتیجه آزمون آماری	جمع	گروه‌های آفت‌کش					نتیجه تست شیمیایی
		متفرقه	نماتدکش	علف‌کش	قارچ‌کش	حشره‌کنه‌کش	
$X^2=132/43^*$	۶۲۹	۰	۴	۳۳۹	۱۴۱	۱۴۵	رد شده
df = ۴	۶۸۲	۱۲	۶۴	۲۹۷	۲۵۰	۵۹	قبول شده
	۱۳۱۱	۱۲	۶۸	۶۳۶	۳۹۱	۲۰۴	جمع

* معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱



شکل ۱- درصد تجزیه شدن آفت‌کش‌های تاریخ منقضی موجود در انبارهای شرکت خدمات حمایتی کشاورزی براساس گروه آفت‌کش

Figure 1- Degradation percentage of expired pesticides stockpiles in agricultural Supportive Services Company based on pesticides group

شدن دارند (OR= ۹/۰۲۴). همچنین ریسک نسبی به منظور تعیین نسبت خطر تجزیه شدن در هر مقایسه اندازه‌گیری شد. ریسک تجزیه شدن حشره/کنه‌کش‌ها نسبت به علف‌کش‌ها ۱/۳۳۴، نسبت به قارچ‌کش‌ها ۱/۹۷۱ و نسبت به نماتدکش‌ها ۱۲/۰۸۳ بود. همچنین ریسک تجزیه شدن علف‌کش‌ها نسبت به قارچ‌کش‌ها ۱/۴۷۸ و نسبت به نماتدکش‌ها ۹/۰۶۱ اندازه‌گیری شد. ریسک تجزیه شدن قارچ‌کش‌ها نسبت به نماتدکش‌ها ۶/۱۳ بود (جدول ۲).

با تعیین نسبت شانس (OR) تجزیه شدن هر گروه در حدود اطمینان ۹۵ درصد مشخص گردید که حشره‌کش/کنه‌کش‌ها از شانس بیش‌تری برای تجزیه شدن نسبت به علف‌کش‌ها (OR= ۲/۱۵۳)، قارچ‌کش‌ها (۴/۳۵۷) و نماتدکش‌ها (OR= ۳۹/۳۲۲) پس از منقضی شدن برخوردار هستند. همچنین علف‌کش‌ها نسبت به قارچ‌کش‌ها (OR= ۲/۰۲۴) و نماتدکش‌ها (OR= ۱۸/۲۶۳) شانس بیش‌تری برای تجزیه شدن دارا می‌باشند و نهایتاً قارچ‌کش‌ها نسبت به نماتدکش‌ها شانس بیش‌تری برای تجزیه

جدول ۲-نسبت شانس (OR) و ریسک نسبی رد شدن در تست فیزیکی شیمیایی در نمونه‌های آفت‌کش تاریخ منقضی موجود در انبارهای شرکت خدمات حمایتی کشاورزی بر اساس گروه‌های آفت‌کش

Table 2- Odd ratio and relative risk of rejection of expired pesticides stockpiles in agricultural Supportive Services Company in quality control test based on pesticides group

حدود اعتماد ۹۵٪		مقدار	
حد پائین	حد بالا		
۳/۰۲۶	۱/۵۳۲	۲/۱۵۳	نسبت شانس (حشره/کنه‌کش به علف‌کش)
۱/۴۹۴	۱/۱۹	۱/۳۳۴	ریسک نسبی تجزیه شدن
۶/۳۸۶	۳/۰۲۱	۴/۳۵۷	نسبت شانس (حشره/کنه‌کش به قارچ‌کش)
۲/۳۰۹	۱/۶۸۲	۱/۹۷۱	ریسک نسبی تجزیه شدن
۱۱۲/۸۷۶	۱۳/۶۹۸	۳۹/۳۲۲	نسبت شانس (حشره/کنه‌کش به نماتدکش)
۳۱/۳۹۳	۴/۶۵۱	۱۲/۰۸۳	ریسک نسبی تجزیه شدن
۲/۶۲۱	۱/۵۶۳	۲/۰۲۴	نسبت شانس (علف‌کش به قارچ‌کش)
۱/۷۱۹	۱/۲۷۱	۱/۴۷۸	ریسک نسبی تجزیه شدن
۵۰/۷۵۱	۶/۵۷۲	۱۸/۲۶۳	نسبت شانس (علف‌کش به نماتدکش)
۲۳/۵۱۲	۳/۴۹۲	۹/۰۶۱	ریسک نسبی تجزیه شدن
۲۵/۳۰۳	۳/۲۱۸	۹/۰۲۴	نسبت شانس (قارچ‌کش به نماتدکش)
۱۶/۰۰۸	۲/۳۴۸	۶/۱۳	ریسک نسبی تجزیه شدن

تجزیه شدن آن‌ها محاسبه گردید. نتایج آماری نشان داد که بین مدت زمان پس از تولید علف‌کش‌ها و درصد تجزیه شدن آن‌ها همبستگی معنا داری وجود دارد ($P < ۰/۰۱$ ، $t=۰/۹۵۱$ ، $n=۶$) (جدول ۳) (شکل ۲).

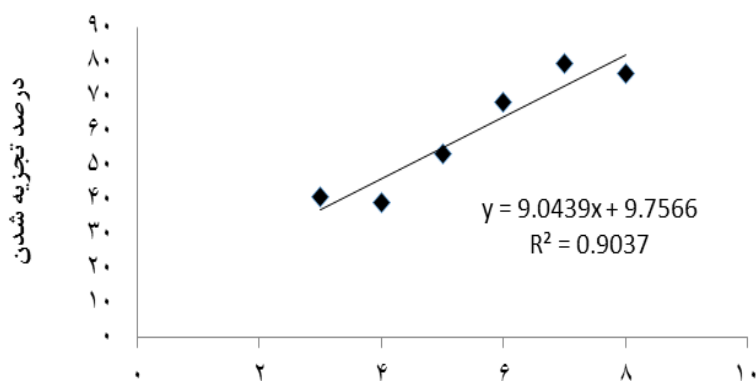
بررسی روند تجزیه علف‌کش‌های تاریخ منقضی براساس مدت زمان پس از تولید تعداد ۵۸۴ نمونه علف‌کش تاریخ منقضی براساس مدت زمان پس از تولید دسته‌بندی و همبستگی بین مدت زمان پس از تولید علف‌کش‌ها و درصد

جدول ۳- درصد تجزیه شدن علف‌کش‌های تاریخ منقضی موجود در انبارهای شرکت خدمات حمایتی کشاورزی براساس مدت زمان پس از تولید

Table 3- Degradation percentage of expired herbicides stockpiles in Agricultural Supportive Services Company based on the time lagged after production of pesticide

نتیجه آزمون آماری	درصد تجزیه شدن	مدت زمان پس از تولید علف‌کش‌ها (سال)
$r=۰/۹۵۱$	٪ ۴۱	۳
	٪ ۳۹	۴
$P=۰/۰۰۴^*$	٪ ۵۳	۵
	٪ ۶۸	۶
	٪ ۷۹	۷
	٪ ۷۷	۸

* معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱



مدت زمان تولید پس از تولید علف‌کش‌ها بر حسب (سال)

شکل ۲- همبستگی بین درصد تجزیه شدن علف‌کش‌های تاریخ منقضی موجود در انبارهای شرکت خدمات حمایتی کشاورزی با مدت زمان پس از تولید علف‌کش‌ها

Figure 2- Correlation between the times lagged after production and the percentage degradation of herbicides stockpiles in Agricultural Supportive Services Company warehouse

استفاده از آزمون Chi-Square مشخص گردید که رابطه آماری معناداری بین چهار منطقه آب و هوایی محل نگهداری علف‌کش‌های تاریخ منقضی به لحاظ تجزیه شدن علف‌کش‌ها وجود ندارد ($P > 0.01$, $df=3$, $P > 0.01$, $X^2=7/50.1$). براین اساس می‌توان نتیجه‌گیری نمود که شرایط آب و هوایی مناطق مختلف انبارداری تأثیر معنی داری بر میزان تجزیه شدن سموم علف‌کش نداشته است.

تأثیر مناطق آب و هوایی انبارهای محل نگهداری علف‌کش‌های تاریخ منقضی بر تجزیه شدن آن‌ها
تعداد ۶۱۶ نمونه از علف‌کش‌های تاریخ منقضی موجود در انبارهای شرکت خدمات حمایتی که در بازه زمانی ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۷ تولید شده بودند در چهار منطقه آب و هوایی معتدل شمالی، معتدل جنوبی، کوهستانی، بیابانی و نیمه بیابانی دسته بندی و به لحاظ تجزیه شدن مورد مطالعه قرار گرفتند.

جدول ۴- وضعیت تجزیه علف‌کش‌های تاریخ منقضی براساس مناطق آب و هوایی محل نگهداری آن‌ها

Table 4- Degradation status of expired herbicides stockpiles in agricultural Supportive Services Company based on the climate regions

نتیجه آزمون آماری	جمع	مناطق آب و هوایی				نتیجه تست شیمیایی
		بیابانی و نیمه بیابانی	کوهستانی	معتدل جنوبی	معتدل شمالی	
	۳۲۲	۲۱۹	۵۹	۷	۳۷	رد شده
$X^2=7/50.1^{n.s}$	۲۹۴	۱۷۹	۷۴	۱۳	۲۸	قبول شده
$df=3$	۶۱۶	۳۹۸	۱۳۳	۲۰	۶۵	جمع

n.s: غیر معنی دار

تجزیه شدن مورد مطالعه قرار گرفتند. با استفاده از آزمون Chi-Square مشخص گردید که رابطه آماری معناداری به لحاظ تجزیه شدن و ماندگاری بین تولیدات شرکت‌های داخلی با شرکت‌های هندی/چینی وجود دارد ($P < 0.01$, $df=10$, $X^2=8/20.4$, $df=10$, $P < 0.01$). (جدول ۵).

مقایسه وضعیت تجزیه شدن علف‌کش‌های تاریخ منقضی براساس نوع شرکت‌های تولیدکننده
تعداد ۴۳۵ نمونه از علف‌کش تاریخ منقضی موجود در انبارهای شرکت خدمات حمایتی که در بازه زمانی ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۷ تولید شده بودند براساس دو گروه تولیدات داخلی و شرکت‌های هندی/چینی دسته‌بندی و به لحاظ

جدول ۵- وضعیت تجزیه علفکش‌های تاریخ منقضی موجود در انبارهای شرکت خدمات حمایتی کشاورزی براساس شرکت تولید کننده

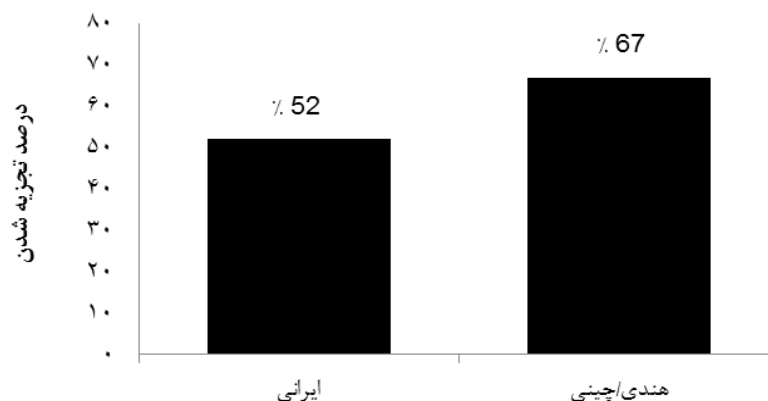
Table 5- Degradation status of expired herbicides stockpiles in agricultural Supportive Services Company based on the producing companies

نتیجه آزمون آماری	شرکت های تولید کننده			نتیجه تست شیمیایی
	جمع	هندی/چینی	ایرانی	
$X^2=8/204^*$	۲۴۵	۸۵	۱۶۰	رد شده
	۱۹۰	۴۲	۱۴۸	قبول شده
df= ۱	۴۳۵	۱۲۷	۳۰۸	جمع

* معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱

درصد و تجزیه شدن علفکش‌های تولید شده در کشورهای هند و چین معادل ۶۷ درصد بوده است.

براساس بررسی صورت گرفته مشخص گردید که درصد تجزیه شدن علفکش‌های تاریخ منقضی که در داخل کشور فرموله شده بودند معادل ۵۲



شکل ۳- درصد تجزیه شدن علفکش‌های تاریخ منقضی موجود در انبارهای شرکت خدمات حمایتی کشاورزی براساس شرکت تولید کننده

Figure 3- Degradation percentage of expired herbicides stockpiles in agricultural Supportive Services Company based on the producing companies

نسبی به منظور تعیین نسبت خطر تجزیه شدن در تولیدات ایرانی به خطر تجزیه شدن در تولیدات هندی/چینی اندازه‌گیری شد (جدول ۶).

با توجه به معنی دار شدن آزمون Chi-Square، نسبت شانس (OR) تجزیه شدن علفکش‌های ایرانی به علفکش‌های هندی/چینی در حدود اطمینان ۹۵ درصد با استفاده از آزمون ریسک (Risk) تعیین گردید. همچنین ریسک

جدول ۶- نسبت شانس (OR) و ریسک نسبی رد شدن در تست فیزیکی شیمیایی در نمونه های علفکش تاریخ منقضی موجود در انبارهای شرکت خدمات حمایتی کشاورزی بر اساس شرکت های تولید کننده

Table 6- Odd ratio and relative risk of rejection of expired herbicides stockpiles in agricultural Supportive Services Company in quality control test based on the producing companies

حدود اعتماد ۹۵٪			
حد پایین	حد بالا	مقدار	علفکش‌ها
۰/۳۴۷	۰/۸۲۳	۰/۵۳۴	نسبت شانس (ایرانی به هندی/چینی)
۰/۱۶۰	۰/۹۱۳	۰/۷۷۶	ریسک نسبی تجزیه شدن

تولید شده بودند براساس حالت فیزیکی فرمولاسیون (جامد و مایع) گروه بندی گردید و وضعیت تجزیه آنها مورد مطالعه قرار گرفت. با استفاده از آزمون Chi-Square مشخص گردید که رابطه آماری معناداری بین حالت های فیزیکی علف‌کش‌ها به لحاظ تجزیه شدن و ماندگاری وجود دارد ($P < 0/01$ ، $X^2=19/356$ ، $df=1$) (جدول ۷).

نتایج نشان داد ریسک تجزیه شدن علف‌کش‌های تاریخ منقضی تولید داخلی نسبت به علف‌کش‌های هندی/چینی معادل ۰/۷۷۶ است، عدد ریسک کوچکتر از یک نشان دهنده آن است که علف‌کش‌های فرموله شده در داخل کشور خطر تجزیه شدن کمتری نسبت به علف‌کش‌های وارداتی (هندی/چینی) دارند.

مقایسه حالت فیزیکی فرمولاسیون علف‌کش‌های تاریخ منقضی به لحاظ تجزیه شدن

تعداد ۶۱۶ نمونه از علف‌کش‌های تاریخ منقضی که از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۷

جدول ۷- وضعیت تجزیه علف‌کش‌های تاریخ منقضی موجود در انبارهای شرکت خدمات حمایتی کشاورزی براساس حالت فیزیکی فرمولاسیون

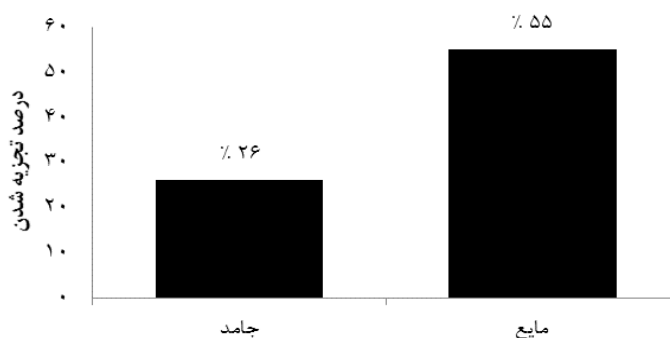
Table 7- Degradation status of expired herbicides stockpiles in agricultural Supportive Services Company based on the physical state of formulation

نتیجه آزمون آماری	حالت فیزیکی علف‌کش‌ها			نتیجه تست شیمیایی
	جمع	مایع	جامد	
$X^2=19/356^*$	۳۲۲	۳۰۶	۱۶	رد شده
	۲۹۴	۲۴۸	۴۶	قبول شده
$df=1$	۶۱۶	۵۵۴	۶۲	جمع

* معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱

جامد ۲۶ درصد می‌باشد.

براساس نتایج بدست آمده مشخص گردید که درصد تجزیه شدن علف‌کش‌ها با فرمولاسیون مایع معادل ۵۵ درصد و تجزیه شدن علف‌کش‌ها با فرمولاسیون



شکل ۴- درصد تجزیه شدن علف‌کش‌های تاریخ منقضی موجود در انبارهای شرکت خدمات حمایتی کشاورزی براساس حالت فیزیکی (جامد و مایع)

نوع فرمولاسیون

Figure 4- Degradation percentage of expired herbicides stockpiles in agricultural Supportive Services Company based on the physical state of formulation

تعیین نسبت خطر تجزیه شدن در جامد ها به خطر تجزیه شدن در مایع ها اندازه گیری شد (جدول ۸).

با توجه به معنی دار شدن آزمون Chi-Square، نسبت شانس (OR) تجزیه شدن علف‌کش‌های جامد به مایع در حدود اطمینان ۹۵٪ با استفاده از آزمون ریسک (Risk) تعیین گردید. همچنین ریسک نسبی به منظور

جدول ۸- نسبت شانس (OR) و ریسک نسبی رد شدن در تست فیزیکی شیمیایی در علفکش های تاریخ منقضی موجود در انبارهای شرکت خدمات حمایتی کشاورزی براساس حالت فیزیکی فرمولاسیون

Table 8- Odd ratio and relative risk of rejection of expired herbicides stockpiles in agricultural Supportive Services Company in quality control test based on the physical state of formulation

حدود اعتماد ۹۵٪			
حد پایین	حد بالا	مقدار	علفکش ها
۰/۱۵۶	۰/۵۱۰	۰/۲۸۲	نسبت شانس (جامد به مایع)
۰/۳۰۴	۰/۷۱۷	۰/۴۶۷	ریسک نسبی تجزیه شدن

کنترل کیفی قرار گرفت. در این آزمایش بیش از ۹۵ درصد نمونه ها ساخت یک شرکت سازنده بودند. در این بررسی هر نمونه به لحاظ کیفیت شکل ظاهری، مقدار ماده مؤثره، pH، پایداری امولسیون و پایداری در سرما مقایسه گردید (جدول ۹) (شکل ۵).

نتایج نشان داد ریسک تجزیه شدن علفکش های با فرمولاسیون جامد نسبت به فرمولاسیون مایع ۰/۴۶۷ است، عدد ریسک کوچکتر از یک نشان می دهد که علفکش های جامد خطر تجزیه شدن کمتری نسبت به علفکش های مایع دارند.

بررسی وضعیت تجزیه علفکش تاپیک تاریخ منقضی براساس شاخص های کنترل کیفی

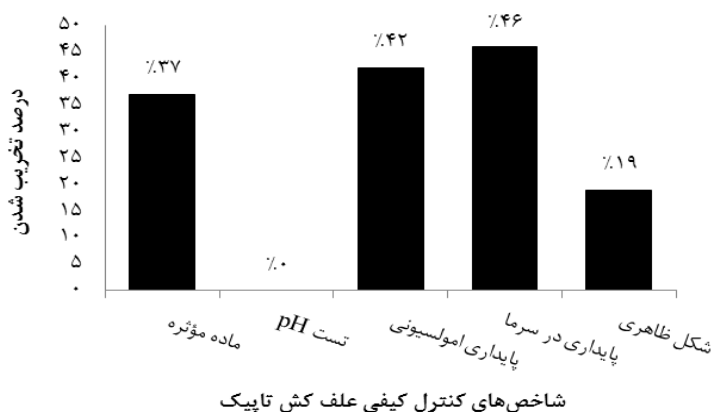
تعداد ۱۰۱ نمونه از علفکش های تاپیک گذشته مورد آزمایش های

جدول ۹- نتایج حاصل از آزمایش های فیزیکی شیمیایی برای علفکش های تاپیک تاریخ منقضی موجود در انبارهای شرکت

خدمات حمایتی کشاورزی

Table 9- Results of the quality control test of the expired Topic sample in agricultural Supportive Services Company warehouse

شاخص های کنترل کیفی	تعداد کل نمونه	تعداد رد شده ها	درصد تخریب
ماده مؤثره	۱۰۱	۳۷	۳۷
تست pH	۱۰۱	۰	۰
پایداری امولسیونی	۱۰۱	۴۲	۴۲
پایداری در سرما	۱۰۱	۴۶	۴۶
شکل ظاهری	۱۰۱	۱۹	۱۹



شکل ۵- درصد تخریب شاخص های کنترل کیفی علفکش های تاپیک منقضی شده موجود در انبارهای شرکت خدمات حمایتی کشاورزی

Figure 5- Degradation percentage of the quality control parameters of the expired Topik® sample in agricultural Supportive Services Company warehouse

که مدت زمان بیشتری از ساخت آنها می‌گذرد در معرض فساد بیشتری قرار دارند.

مقایسه میزان تجزیه علف‌کش‌های موجود در انبارهای چهار منطقه آب و هوایی کشور (معتدل شمال، معتدل جنوبی، کوهستانی، بیابانی و نیمه بیابانی) نشان داد که رابطه آماری معناداری بین تجزیه شدن و ماندگاری علف‌کش‌ها با مناطق مختلف آب و هوایی وجود ندارد. با توجه به بازدید‌های به عمل آمده از انبارهای نگهداری علف‌کش‌ها مشخص گردید که انبارهای شرکت خدمات حمایتی از شرایط فیزیکی یکسانی برخوردار هستند. آفت‌کش‌ها در انبارهای سرپوشیده دور از نور مستقیم خورشید و در شرایط سایه نگهداری می‌شوند. انبارها دارای سیستم تهویه و قفسه بندی مشابه هستند به همین دلیل مناطق آب و هوایی مختلف بر تجزیه شدن و ماندگاری این علف‌کش‌ها تاثیری نداشته است.

مقایسه میزان تجزیه علف‌کش‌های تاریخ منقضی در نمونه‌های تولید شده توسط شرکت‌های ایرانی با تولیدات هندی/چینی نشان داد که علف‌کش‌هایی که توسط شرکت‌های داخلی فرموله شده‌اند از کیفیت بالاتری به لحاظ ماندگاری پس از انقضای تاریخ تولید برخوردار هستند. علت این امر احتمالا به دلیل برخورداری از استانداردهای بهتر تولید و نظارت‌های فراگیر بر فرایند تولیدات داخلی در مقایسه با نمونه‌های وارداتی است.

مقایسه علف‌کش‌ها با فرمولاسیون جامد و مایع نشان داد که علف‌کش‌ها با فرمولاسیون مایع نسبت به علف‌کش‌های جامد از ماندگاری پایین تری برخوردار هستند. به احتمال زیاد کیفیت حلال‌ها و درجه خلوص آنها در فرمولاسیون‌های مایع می‌تواند در ماندگاری آفت‌کش‌ها تاثیر بسزایی داشته باشد. تغییرات درجه حرارت یکی از عواملی است که روی سموم مایع نسبت به سموم جامد بیشتر تاثیر می‌گذارد. Fishel در تحقیقات خود نشان داد که آفت‌کش‌های پودری و گرانوله تحت تاثیر دمای پایین نیستند در صورتی که کاهش دما در فرمولاسیون‌های مایع باعث تبلور و انعقاد آنها می‌شود (۱۶). همچنین در مطالعه اخیر نتایج آزمایش‌های کنترل کیفی علف‌کش‌های تایپیک نشان داد که ۴۶٪ نمونه‌های تایپیک توانایی خود را در مقابل سرمای صفر درجه سانتی گراد از دست داده‌اند و ۴۲٪ نمونه‌ها توانایی تشکیل امولسیون پایدار را نداشتند که علت این امر به احتمال زیاد به دلیل از بین رفتن امولسیفایر موجود در فرمولاسیون علف‌کش‌ها است. در فرمولاسیون‌های مایع کیفیت امولسیفایر در ماندگاری آنها نقش زیادی دارد که می‌تواند باعث شکسته شدن امولسیون و تجزیه فرمولاسیون شود.

انبارداری در شرایط دمای بالا ممکن است تجزیه آفت‌کش‌ها را افزایش دهد بطوریکه قبل از زمان مقرر تجزیه شوند (۱) بنابراین توصیه می‌شود جهت بالا بردن ماندگاری علف‌کش‌های با فرمولاسیون مایع، شرایط دمایی محل نگهداری به دقت کنترل شده و علف‌کش‌های مایع در اولویت مصرف قرار گیرند. همچنین فائو توصیه می‌نماید محل نگهداری علف‌کش‌ها از سایر گروه‌های آفت‌کشی جدا در نظر گرفته شود (۱۰).

در مجموع می‌توان نتیجه‌گیری نمود از آنجایی که وجود سموم تاریخ منقضی و مشکلات ناشی از عدم ذخیره سازی ایمن و درست آنها به عنوان یک معضل

براساس نتایج بررسی شاخص‌های کنترل کیفی مشخص گردید که شاخص پایداری در سرما (۴۶٪) نسبت به شاخص‌های دیگر بیشتر دچار تغییرات شده است و شاخص تست pH در تمام نمونه‌های مورد مطالعه در محدوده استاندارد قرار داشته است. بیش از ۸۰٪ نمونه‌ها به لحاظ شکل ظاهری مایع شفاف و بدون رسوب بودند. ۳۷٪ نمونه‌ها دچار تغییرات افزایشی یا کاهش‌ی ماده مؤثره شده بودند و ۴۲٪ این نمونه‌ها توانایی تشکیل امولسیون پایدار را نداشتند.

بحث و نتیجه گیری

نتایج مقایسه گروه‌های مختلف آفت‌کش به لحاظ تجزیه شدن نشان داد که حشره/کنه‌کش‌ها نسبت به سایر گروه‌های مورد بررسی در معرض فساد بیشتری قرار داشته و علف‌کش‌ها در رتبه بعدی قرار دارند. حشره/کنه‌کش‌های مورد مطالعه در این تحقیق بیشتر دارای فرمولاسیون مایع بودند و با توجه به نتایج بررسی حالت‌های فیزیکی سموم مشخص است که سموم مایع نسبت به سموم جامد بیشتر تحت تاثیر تغییرات شیمیایی قرار دارند و زودتر تجزیه و غیرقابل مصرف می‌شوند. همچنین بیشتر علف‌کش‌های مورد بررسی ساخت کشور هند بودند که با توجه به مقایسه شرکت‌ها مشخص است که تولیدات هندی/چینی بیشتر تجزیه شده‌اند. با توجه به بررسی صورت گرفته مشخص گردید که همبستگی معنا داری بین زمان تولید علف‌کش‌ها و درصد تجزیه شدن آنها وجود دارد. مستندات فائو نشان می‌دهد که آفت‌کش‌ها با گذشت زمان تجزیه شده و تولید فرآورده‌های فرعی می‌کنند. مواد فرعی تولید شده گاهی سمیت بیشتری نسبت به تولیدات اصلی دارند (۱۰). براساس تحقیقات انجام شده در سال ۲۰۰۹ فرمولاسیون آفت‌کش‌ها در معرض سه نوع تجزیه شامل تجزیه شیمیایی، میکروبی و نوری قرار می‌گیرند (۱۴). در تحقیق حاضر به دلیل آنکه تمام نمونه‌های مورد مطالعه در انبارهای سرپوشیده و به صورت مهر و موم شده نگهداری می‌شدند لذا در معرض اشعه فرابنفش خورشید و عوامل باکتریایی قرار نداشتند در نتیجه می‌توان گفت سموم سنوایی تجزیه شده در این تحقیق دچار تجزیه شیمیایی شده‌اند. در فرایند تجزیه شدن حالت فیزیکی سموم تغییر پیدا می‌کند، جامدها به مایع و مایعات به حالت جامد و کریستال تبدیل می‌شوند. بسیاری از سموم در حین تجزیه شدن گازهایی را ایجاد می‌کنند که منجر به منفجر شدن ظروف سموم می‌شود و یا در هنگام باز کردن درب ظروف محتویات داخل ظرف با فشار زیاد به بیرون پرتاب می‌شود. این تغییرات خود به خودی بوده و قابل پیش‌بینی نیست (۱۰).

Spliid و همکاران در سال ۲۰۰۶ در مورد تجزیه ۲۱ آفت‌کش تحقیق کردند. این تحقیق در طی ۵۶۳ روز صورت گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که در طی روزهای ۴۰ و ۱۶۹ رابطه منظمی بین نیمه عمر و شکست مولکول‌ها وجود دارد همچنین در طی ۱۹۸ روز ۱۴٪ آفت‌کش‌ها ردیابی و بقیه تجزیه و شکسته شدند و بعد از این روز همه آفت‌کش‌ها در زیر خط تشخیص قرار گرفتند (۱۵).

نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر نشان دهنده آن است که علف‌کش‌هایی

- products. Technical Monograph No. 10. Brussels.
- 2- FAO, 2001. Baseline study on the problem of obsolete pesticide stocks, FAO pesticide disposal, series 9, The Problem of Obsolete Pesticides, Food and agriculture organization of United Nations, Rome, Italy. available at: <http://www.fao.org/docrep/003/X8639E/x8639e00.htm>
 - 3- FAO, 1995. Prevention of accumulation of obsolete pesticide stocks provisional guidelines, FAO pesticide disposal, series 2, The Problem of Obsolete Pesticides, Food and agriculture organization of United Nations, Rome, Italy. p.3-7. Available at: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/v7460e/v7460e.pdf>
 - 4- Mwandia, A. and Touni, E. 2006. Obsolete pesticides in Africa - raising awareness of social and environmental implications. Article presented at the International Conference on Pesticide Use in Developing Countries: Environmental Fate, Effects and Public Health Implications, Tanzania.
 - 5- Satyavani, G., Gopi, R., Ayyappan, A., Balakrishnamurthy, S. and Neelakanta Reddy, P., 2011. Toxicity effect of expired pesticides to freshwater fish, *Labeo rohita*. J. of Agri. and Environ, 12: 1-9
 - 6- Kreisler, E. and Heiss, R. 2008. Managing expired pesticides as hazardous waste across borders. The Eighth International Conference on Environmental Compliance and Enforcement, Washington, DC.
 - 7- Dasgupta, S., Meisner, C. Wheeler, D. 2010. Stockpiles of obsolete pesticides and cleanup priorities: A methodology and application for Tunisia, J. of Environ manag. 91(4): 824-830.
 - 8- Shah, B. P. and Devkota, B., 2009, obsolete pesticides: their environmental and human health hazards. J. of Agri. and Environ, 10: 60-66.
 - 9- WHO/UNEP (World Health Organization/United Nations Environment Programme). 1990. Public Health Impact of Pesticides Used in Agriculture. Publisher World Health Organization, Geneva, 128 p, available at: <http://www.who.int/iris/handle/10665/39772>.
 - 10- FAO, 1996. Pesticide Storage and Stock Control Manual, FAO pesticide disposal, series 3, The Problem of Obsolete Pesticides, Food and agriculture organization of United Nations, Rome, Italy. p.12. available at: <http://www.fao.org/docrep/v8966e/v8966e00.htm>
 - 11- Heidari, A. 2010. Research Strategic Plan for

بهداشتی و زیست محیطی مطرح است لذا ضروری است برای عبور از این چالش و جلوگیری از خطرات ناشی از تجمع این آفتکشها برنامه ریزی و مدیریت صحیح و آگاهانه داشته باشیم. بنابراین می‌توان نتیجه گیری نمود که اولین اولویت در مدیریت آفتکش‌های تاریخ منقضی جلوگیری از انباشت این سموم در انبارهاست. لذا خرید، توزیع و مصرف به موقع یکی از الزامات اساسی برای جلوگیری از بروز پدیده انباشت سموم تاریخ منقضی است. در برنامه مدیریت انبارداری علفکش‌ها لازم است مصرف علفکش‌های با فرمولاسیون مایع و با تاریخ تولید بیشتر در اولویت قرار گرفته و تا حد ممکن از انباشت این سموم جلوگیری شود. بهبود شرایط نگهداری علفکش‌ها، بروز رسانی انبارهای قدیمی و تخصیص انبارهای جدید برای نگهداری سموم تاریخ گذشته و منسوخ شده، بازرسی مرتب از انبارهای نگهداری آفتکش‌ها و بررسی وضعیت فیزیکی آنها، آموزش کارکنان و کارگران انبارها برای مدیریت صحیح هنگام کار و حمل و نقل آفتکش‌ها و رعایت اصل "اولین خروجی از اولین ورودی" در انبارداری آفتکش‌ها تاثیر زیادی در بالا بردن ماندگاری آفتکش‌ها و جلوگیری از فساد پیش از موعد آنها دارد. بالاتر بودن کیفیت و ماندگاری علفکش‌های تولید داخل در مقایسه با نمونه‌های چینی و هندی گواه آن است که میتوان با تکمیل و نظارت دقیق بر فرایند تولید آفتکش‌ها زمینه بهبود کیفیت آنها را فراهم نمود. در حال حاضر هر چند این نظارت‌ها بر تولیدات داخلی در شرایط ایده‌آلی نمی‌باشد ولی همین نظارت کلی بر فرایند تولیدات داخلی از کارخانه تا عرضه توانسته تاثیر خوبی بر ارتقاء کیفیت آنها نسبت به تولیدات هندی و چینی بگذارد. در حال حاضر آفتکش‌های وارداتی پس از ورود، نمونه‌برداری شده و تحت کنترل کیفی قرار می‌گیرند این درحالی است که بر اساس شاخص‌های کنترل کیفی موجود نمی‌توان به تمام ابعاد فنی آفتکش‌ها پی برد و ضروری است با شناسائی تولید کنندگان برتر در مبداء و نظارت بر فرایند تولید آنها امکان تهیه آفتکش‌ها با کیفیت مناسب را فراهم نمود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از مشورت‌ها و همکاری‌های آقای مهندس کیوان آگاهی درخصوص تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها استفاده نموده‌اند که بدینوسیله از ایشان تقدیر و تشکر می‌گردد. این مقاله حاصل یک طرح پژوهشی است که با هدف سامان دهی و بررسی امکان بکارگیری سموم تاریخ منقضی موجود در انبارهای شرکت خدمات حمایتی کشور به اجرا درآمده است. براین اساس نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از حمایت‌های موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور و شرکت خدمات حمایتی کشاورزی صمیمانه تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

- 1- GIFAP, 1985. Options for ensuring quality in stored

- 14- Bhattacharyya, A. Barik, S. R. Ganguly, P. 2009. New pesticide molecules, formulation technology and uses: Present status and future challenges, J. of Plant Protec. 1 (1): 9-15.
- 15- Spliid, N. H., Helweg, A., Heinrichson, K. 2006. Leaching and degradation of 21 pesticides in a full-scale model biobed. Chemosphere. 65 (11): 2223-32.
- 16- Fishel, F. 2001. Temperature effects on storage of agricultural pesticides. Department of Agronomy, available at: <http://extension.missouri.edu/p/G1921> .
- Pesticides. IRIPP press. 271 p, in Persian.
- 12- CIPAC (Collaborative International Pesticides Analytical Council). 1970. Analysis of technical and formulated pesticides. Compiled by R. deB. Ashworth, J. Henriët & J. F. Lovett; edited by G. R. Raw. Volume 1. Published by Harpenden Collaborative International Pesticides Analytical Council.
- 13- CIPAC (Collaborative International Pesticides Analytical Council). 1995. Physico-chemical methods for technical and formulated pesticides. Editors W. Dobrat & A. Martijn. Volume F. Published by Harpenden Collaborative International Pesticides Analytical Council.