



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

نشریه ترویجی

راهکارهای مناسب خانگی و صنعتی جهت کاهش
باقیمانده سموم در محصولات کشاورزی پس از
برداشت و قبل از مصرف

نگارنده:

محسن مروتی

شماره ثبت:

52336

1396

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

راهکارهای مناسب خانگی و صنعتی جهت کاهش
باقیمانده سموم در محصولات کشاورزی پس از
برداشت و قبل از مصرف

نگارنده:

محسن مروتی

عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

1396

مخاطبان نشریه ترویجی: مصرف کنندگان محصولات کشاورزی، کشاورزان، مروجین و کارشناسان ارشد مراکز آموزشی، پژوهشی و اجرایی وابسته به وزارت جهاد کشاورزی

موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، نشریه ترویجی

راهکارهای مناسب خانگی و صنعتی جهت کاهش باقیمانده سموم در محصولات کشاورزی

پس از برداشت و قبل از مصرف

نگارنده: محسن مروتی

ناشر: موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

سال نشر: 1396

مورخ: 96/6/26

شماره و تاریخ ثبت نشریه: 52336

نشانی مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی: تهران، بزرگراه شهید چمران، خیابان

یمن، پلاک 1 - سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

فهرست مندرجات

6	..... مقدمه
9	..... روش های خانگی و صنعتی کاهش باقیمانده در محصولات کشاورزی
9	1- شست و شو
9	..... شست و شو با آب جاری و روان
10	..... شست و شو و خیساندن با محلول های متفاوت
10	..... محلول اسید استیک یا سرکه
11	..... محلول آب و نمک
13	..... محلول صابون یا دترجنت، پرمگنات پتاسیم، هیدروکسید سدیم
13	..... محلول هیپوکلریت سدیم یا آب ژاول
14	..... محلول های کربنات سدیم، بی کربنات سدیم (جوش شیرین)، الکل
15	..... آب اوزونیزه، محلول کلرین
16	2- سردسازی و نگهداری در یخچال
17	3- پخت و پز، جوشاندن و سرخ کردن، پوست گیری
18	4- آب گیری، خشک کردن و تولید خشکبار
19	5- تخمیر کردن، آسیاب و آرد کردن
20	6- دم کردن چای و قهوه
20	7- امواج اولتراسونیک، هیدرواستاتیک با فشار بالا
22	..... فهرست منابع

پیش‌گفتار

اولین نیاز مبرم و اولیه انسان حتی قبل از پوشاک و سرپناه غذا می‌باشد. برای رشد مناسب، سلامت، مبارزه با بیماری، تولید مثل و غیره غذا مورد نیاز موجودات می‌باشد. با توجه به رشد روزافزون جمعیت و نیاز به امنیت غذایی برای افراد در کشور و با توجه به محدودیت در زمین‌های کشاورزی از دو طریقه استفاده از کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها می‌توان به افزایش تولید محصولات کشاورزی کمک بسزایی نمود. خسارت ناشی از آفات و بیماری‌ها در کشورهای پیشرفته حدود 10-30% و در کشورهای در حال توسعه 40-75% می‌باشد. خسارت بیشتری در محصولات انباری اتفاق می‌افتد که مخصوصاً در کشورهای گرمسیری شاهد آن هستیم. طی 5-6 دهه اخیر آفت‌کش‌های شیمیایی جهت کاهش این خسارت‌ها تولید و استفاده می‌گردند. تقریباً 70% این آفت‌کش‌ها در کشورهای در حال توسعه و 30% آن‌ها در کشورهای توسعه یافته استفاده می‌گردد. پس از استفاده، آفت‌کش شروع به پخش و تجزیه شدن می‌کند. هر آفت‌کشی پس از مصرف زمان انتظاری تا قبل از برداشت دارد که این زمان با توجه به نوع آفت‌کش، شرایط اقلیمی و محصولی که روی آن استفاده شده متغیر می‌باشد. مواد غذایی صرفاً بعد از این دوره که به آن دوره کارنس گفته می‌شود برای مصرف ایمن می‌باشند و برداشت قبل از این دوره می‌تواند برای سلامتی مضر باشد. با وجود آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مختلف متاسفانه مصرف بی‌رویه و کیفیت پایین آفت‌کش‌های مصرفی باعث مسمومیت‌های حاد و مزمن در اقصی نقاط دنیا می‌گردد. مسمومیت‌های مزمن ناشی از باقیمانده غیرمجاز آفت‌کش‌ها می‌توانند باعث ایجاد انواع سرطان، اختلالات

هورمونی، کاهش ضریب هوشی، بیماری‌های گوارشی، بیماری‌های عصبی، نازایی و ناباروری، ناهنجاری‌های ژنتیکی و ناقص‌الخلقه‌زایی گردند.

مقدمه

بر اساس آمار منتشر شده از طرف FAO میانگین خسارت وارده از طرف آفات به محصولات کشاورزی تقریباً 40% می‌باشد و برای مبارزه با این آفات از شیوه‌های مختلف استفاده می‌شود که متأسفانه کاربرد آفت‌کش‌های شیمیایی در اکثر موارد در الویت قرار دارد.

باقیمانده آفت‌کش‌های آلی شیمیایی سنتز شده بیشتر از آنچه تصور می‌کنیم بر شرایط اقتصادی-سیاسی و روابط بازرگانی کشورها تأثیر می‌گذارد. در داخل کشور نیز بحث امنیت غذایی و سلامت غذا با هم گره خورده و متاثر از شرایط اقتصادی و سیاسی است. اکنون بسیاری از متخصصان پزشکی و گیاهپزشکی به این عقیده راسخ رسیده‌اند که علاوه بر مسمومیت‌های حاد، شیوع روز افزون انواع بیماری‌های مزمن، مخصوصاً انواع سرطان بستگی مستقیم و غیر مستقیم به مصرف آفت‌کش‌ها دارد. هم‌چنین منابع بسیاری از ناهنجاری‌های ژنتیکی، عدم باروری، اختلالات عصبی و روانی، کاهش حافظه و کند ذهنی در کودکان، اختلالات دستگاه ایمنی و آلرژی و اختلالات هورمونی در انسان را هم ناشی از مصرف آفت‌کش‌ها اعلام می‌نمایند.

باقیمانده آفت‌کش‌ها توسط هوا، خاک و مخصوصاً آب به چرخش در آمده و وارد منابع آبی مانند چاه‌ها، رودخانه‌ها، آب شهری، دریاچه‌ها، دریاها و اقیانوس‌ها می‌گردند و از طریق مصرف این آب‌ها و هوای آلوده

وارد زیستگاه و زنجیره غذایی موجودات زنده و مخصوصاً انسان می‌شوند. حتی باقیمانده آفت‌کش‌ها همراه با شیر، گوشت و محصولات کشاورزی وارد سیستم غذایی انسان‌ها می‌گردد و عوارض سخت و خطرناکی را بار می‌آورد.

میزان مصرف آفت‌کش‌ها در دنیا حدود 2/5 میلیون تن است. علف‌کش‌ها بیشترین سهم مصرف را دارا می‌باشند و پس از آن به ترتیب سایر حشره-کش‌ها و قارچ‌کش‌ها قرار دارند. میزان مصرف آفت‌کش‌ها در جهان طی سال‌های اخیر کاهش یافته است. میزان مصرف آفت‌کش‌ها در آمریکا بالغ بر 0/5 میلیون تن از کل سهم مصرف آفت‌کش‌های دنیاست که بیشترین میزان را علف‌کش‌ها تشکیل می‌دهند. مصرف آفت‌کش‌ها در آمریکا بیش از 20 درصد میزان مصرف کل آفت‌کش‌ها، بیش از 25 درصد میزان مصرف علف‌کش‌ها، کمتر از 10 درصد میزان مصرف حشره‌کش‌ها و تقریباً 15 درصد میزان مصرف قارچ‌کش‌ها و 30 درصد میزان مصرف سایر آفت‌کش‌های دنیا را شامل می‌شود.

میزان مصرف آفت‌کش‌ها در ایران طبق اطلاعات پروفایل ایمنی شیمیایی حدوداً 27000 تن در سال 1386 و قریب به 17000 تن در سال 1390 را شامل می‌شود و پس از آن به صورت متغیر در همین رنج مصرف می‌گردد که شامل 101 نوع حشره‌کش (بیشترین مصرف 57%)، علف‌کش، قارچ-کش، کنه‌کش، حلزون‌کش (کمترین مصرف) و نماتدکش می‌گردد. بیشترین سهم مصرف آفت‌کش‌های کشور مربوط به حشره‌کش‌ها می‌باشد که از مهم‌ترین گروه‌ها از نظر بهداشت و سلامت غذایی می‌باشند.

مدیریت کلان مبارزه با آفات در سطح کشور از یک الگوی واحد پیروی نمی‌کند در این راستا به نظر می‌رسد مدیریت کنترل تلفیقی آفات (IPM) بتواند نقش مهمی در یک پارچه‌سازی شرایط و الگوهای مبارزه با آفات و به ویژه سازماندهی وضعیت مصرف آفت‌کش‌ها ایفا نماید. بنابر این تعیین باقیمانده آفت‌کش‌ها در این محصولات و مقایسه آن با حد مجاز استاندارد که توسط موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور تهیه گردیده و به تصویب موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران نیز رسیده است، از نظر بهداشت عمومی جامعه اهمیت بسزائی دارد. در واقع مرز بیشینه مانده آفت‌کش‌ها (MRL) بالاترین غلظت مانده یک آفت‌کش است که بر طبق قانون می‌تواند در یک ماده غذایی وجود داشته باشد تا آن ماده غذایی مورد قبول یا مجاز شناخته شود. مرز بیشینه مانده آفت‌کش‌ها (MRL) که معمولاً بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم (mg/kg) بیان می‌شود، همیشه نشان دهنده میزان ماده شیمیایی در محصول کشاورزی نبوده، بلکه نشان دهنده بالاترین غلظت ممکن آفت‌کش در محصول، در صورتی که دقیقاً تحت شرایط ثبت شده به کار رفته، می‌باشد. بنابراین معمولاً چنانچه کاربرد آفت‌کش مطابق با شرایط ثبت شده ملی نباشد و بیش از حد مصرف شده باشد میزان مانده آفت‌کش در محصول از مرز بیشینه مانده آفت‌کش‌ها (MRL) بیشتر خواهد شد.

تا کنون در ایران حدود 320 آفت‌کش به ثبت رسیده که تعدادی از آن‌ها از لیست سموم مجاز حذف گردیده یا استفاده نمی‌شود. از این تعداد حدود 35 درصد علف‌کش و 27 درصد حشره‌کش است. در سال 1390 از 275 آفت‌کش ثبت شده در ایران، حدود 85 آفت‌کش توسط کشاورزان مورد استفاده قرار گرفته (حدود 31 درصد) و بقیه (185 آفت‌کش که حدود 68

درصد از آفت‌کش‌ها را شامل می‌شود) به دلایل مختلف استفاده نشدند. لازم بذکر است که این 85 آفت‌کش با حدود 850 نام تجاری در بازار وجود دارند. این بدان معنی است که هر آفت‌کش به طور متوسط با 10 نام تجاری مختلف در بازار عرضه شده است. این اتفاق زمینه بسیاری از مشکلات بهداشتی و زیست محیطی و همچنین مانع اصولی در برنامه ریزی های مدیریت مصرف آفت‌کش‌ها است که لازم است در مراحل ثبت مورد توجه و اصلاح قرار گیرد.

همانطور که ذکر گردید سموم شیمیایی می‌توانند باعث مسمومیت حاد و مزمن گردند که مرگ یا بروز بیماری‌های عصبی نظیر پارکینسون، آلزایمر و غیره، انواع سرطان در کودکان و بزرگسالان، سقط جنین و تولد نوزادان ناقص الخلقه و اختلالات هورمونی و نابهنجاری فیزیولوژیک را به دنبال دارند. بنابر این رعایت حد مجاز استاندارد باقیمانده سموم در محصولات کشاورزی از نظر بهداشت عمومی جامعه اهمیت بسزائی دارد (Firestone *et al.*, 2005; Ascherio *et al.*, 2006).

روش‌های خانگی و صنعتی کاهش باقیمانده سموم در محصولات کشاورزی

1- شست و شو

شست و شو با آب جاری و روان (آب شیر): در مطالعات متعددی کاهش باقیمانده برخی سموم از روی محصولات کشاورزی پس از شست و شو با آب شیر به اثبات رسیده است. هرچند که پاک شدن آفت‌کش‌ها پس از شست و شو ربطی به حلالیت آن‌ها در آب ندارد.

شست و شو و یا خیساندن در آب شیر از 30 ثانیه تا 20 دقیقه می تواند باقیمانده سموم مختلف را 65-95% کاهش دهد. می توان با شست و شوی فلفل تند، فلفل دلمه‌ای و بادمجان با آب میزان باقیمانده حشره-کش پروفنوس را به ترتیب به میزان 06/81%، 16/85% و 26/99% کاهش داد. آب شیر می تواند تا 3/35% میزان باقیمانده سموم کلره و تا 1/18% سموم فسفره را از روی سیب زمینی کاهش دهد. در گوجه فرنگی نیز شست و شو با آب شیر باعث کاهش 17/9 تا 3/15% سموم کلره و 2/16% تا 7/22% سموم فسفره از روی میوه می گردد. خیساندن و شست و شوی کلم با آب شیر به مدت 20 دقیقه باعث کاهش 2/15% الی 1/19% از سموم کلرپیریفوس، د.د.ت، سایپرمترین و کلروتالونیل می گردد. شست و شوی کلم، سیر تازه، خیار، بادمجان و گوجه فرنگی با آب شیر نیز باعث کاهش 23/0% الی 6/46% کلرپیریفوس از روی آنها می گردد (Ling et al., 2011; Zhang et al., 2007; Radwan et al., 2005). شست و شوی بامیه با آب شیر به مدت 1 دقیقه کاهش 14% تا 36% باقیمانده حشره کش‌های سایپرمترین، لامبدا سای هالوترین و اندوسولفان را در بر دارد و این میزان می تواند به 41-48% افزایش یابد. همچنین شست و شوی برنج با آب باعث کاهش 60% حشره کش کلرپیریفوس می گردد. شست و شوی شلیل با آب نیز باعث کاهش 8-32% حشره کش‌های کلرپیریفوس، ایپرودیون، مالانئون و پیریمیکارب می گردد. بررسی‌های دیگری اشاره دارند به شست و شوی سبزیجات با آب شامل بادمجان که باعث کاهش 20 تا 45%، بامیه 20-39%، گوجه فرنگی 27-39%، لویا سبز

27-43% گل کلم 29-39% و فلفل دلمه 27-40% پنج آفت کش فسفره گردیده است. حتی شست و شوی 30 ثانیه‌ای با آب شیر باعث کاهش 25-35% باقیمانده حشره کش سایپرترین از روی بادمجان می‌گردد. در مجموع شست و شو با آب روان (شیر) و یا خیساندن در آب به مدت 5 دقیقه باعث کاهش 3/13% الی 1/53% باقیمانده حشره کش‌هایی مانند فنیتروتیون، دیکلرووس، دیمتوات، تری کلروفن و کلرپیریفوس در خیار می‌گردد که این میزان پس از 10 دقیقه خیساندن و شست و شو به 2/22% الی 2/59% و پس از 20 دقیقه خیساندن و شست و شو به میزان 7/26% الی 9/62% کاهش می‌یابد. نا گفته نماند که هرچه اتصال آفت‌کش‌های مصرفی بر روی محصولات، مخصوصاً آن‌هایی که لایه مومی روی پوسته دارند مانند اکثر میوه‌ها، قوی‌تر باشد اثر شست و شو جهت از بین بردن باقیمانده آن‌ها کاهش می‌یابد و در اینجور مواقع استفاده از حوله و یا دستمال کاغذی جهت پاک کردن محصول پس از شست و شو کمک بسزایی در کاهش باقیمانده آفت‌کش‌ها می‌کند (Satpathy *et al.*, 2012; Liang *et al.*, 2012;) (Kaur, 2011; Deen *et al.*, 2009)

شست و شو و خیساندن با محلول‌های متفاوت:

الف - محلول اسید استیک یا سرکه: مطالعات متعددی در زمینه سم‌زدایی توسط سرکه و یا محلول اسید استیک انجام گردیده است که نتایج آن به صورت اختصار به شرح ذیل می‌باشد:

محلول 2% الی 10% سرکه و یا اسید استیک باعث کاهش 2/18% الی 3/65% از حشره کش‌های کلره HCB، لیندن و د.د.ت و همچنین باعث

کاهش 21/7% الی 97/8% سموم فسفره مانند دیمتوات، پرمیپوس متیل و مالاتیون از روی سیب زمینی می‌گردد. این در حالی است که این محلول باعث کاهش 11/5% الی 51/3% سموم کلره و 20/4% الی 93/7% سموم فسفره از روی گوجه فرنگی می‌شود. شست و شوی فلفل تند، فلفل دلمه‌ای و بادمجان با محلول 2% اسید استیک باعث کاهش باقیمانده حشره کش پروفنوس به ترتیب به میزان 60/61%، 85/48% و 100% از روی این محصولات می‌گردد و خیساندن و شست و شوی کلم با محلول 10% اسید استیک به مدت 20 دقیقه باعث کاهش 65/8% الی 79/8% سموم کلریپریفوس، د.د.ت، سایپرمترین و کلروتالونیل گردیده است. حتی استفاده از اسید استیک 0/1% برای شست و شوی بادمجان باعث کاهش 69/6 تا 89%، بامیه 40-91%، گوجه فرنگی 74-89%، لویا سبز 57-91%، گل کلم 45-91% و فلفل دلمه 54-91% میزان باقیمانده پنج سم ارگانوفسفره می‌گردد. شست و شو و یا خیساندن در محلول 2% اسید استیک یا سرکه به مدت 5 دقیقه باعث کاهش 15/6% الی 89/3% آفت‌کش‌هایی مانند فنیتروتیون، دیکلروس، دیمتوات، تری کلروفن و کلریپریفوس در خیار می‌گردد که این میزان پس از 10 دقیقه خیساندن و شست و شو به 28/3% الی 91/7% و پس از 20 دقیقه به میزان 36/9% الی 97/6% کاهش می‌یابد. این اثرات پس از استفاده از محلول 5% اسید استیک یا سرکه به مدت 5 دقیقه خیساندن به میزان 30/4% الی 95/2%، پس از 10 دقیقه 34/8% الی 96/4% و پس از 20 دقیقه 45/6% الی 98/8% کاهش در باقیمانده آفت‌کش‌های فوق در خیار می‌گردد (Liang et al., 2012;)

Satpathy *et al.*, 2012; Zhang *et al.*, 2007; Radwan *et al.*, 2005, Soliman, 2001).

ب- محلول آب و نمک: شست و شو با غلظت‌های متفاوت نمک نیز در کاهش میزان باقیمانده سموم از سطح محصولات کشاورزی نقش بسزایی دارد. محلول‌های 2-10% آب نمک باعث کاهش 17/3% الی 50/6% سموم کلره و در حدود 19/9% الی 90/4% سموم فسفره از سطح سیب زمینی می‌شود (Soliman, 2001). تاثیر خوب کاهش میزان سموم کلره و فسفره در گوجه فرنگی توسط آب نمک نیز باثبات رسیده و مشخص گردیده که غلظت‌های مختلف 2-10% محلول آب نمک باعث کاهش 10/6% تا 46/1% سموم کلره و 27% تا 91/4% سموم فسفره می‌گردد. شست و شوی فلفل تند، فلفل دلمه‌ای و بادمجان با محلول 1% آب نمک باعث کاهش میزان باقیمانده حشره-کش پروپونفوس به ترتیب به میزان 79/85%، 74/84% و 97/41% می‌گردد. همچنین خیساندن و شست و شوی کلم با محلول 10% آب نمک به مدت 20 دقیقه باعث کاهش 65% الی 74/1% سموم کلرپیریفوس، د.د.ت، سایپرترین و کلروتالونیل می‌گردد. خیساندن فلفل سبز در محلول 2% آب نمک به مدت 10 دقیقه تا 90/56% حشره-کش سایپرترین را از بین می‌برد. می‌توان به قابلیت آب نمک 0/9% برای شست و شو نیز اشاره کرد که باعث کاهش میزان باقیمانده پنج سم ارگانو فسفره به مقدار 20 تا 95% در بادمجان، 35-90% در بامیه، 50-95% در گوجه فرنگی، 49-95% در لوبیا سبز، 51-95% در گل کلم و 36-95% در فلفل دلمه می‌گردد. شست و شو و یا خیساندن

در محلول 2% سدیم کلراید یا نمک به مدت 5 دقیقه نیز باعث کاهش 15/6% الی 63/1% حشره‌کش‌هایی مانند فنیتروتیون، دیکلروس، دیمتوات، تری کلروفن و کلرپیریفوس در خیار می‌شود که این میزان پس از 10 دقیقه شست و شو به 28/9% الی 70/2% و پس از 20 دقیقه شست و شو به میزان 31/1% الی 75/0% کاهش می‌یابد. این اثرات برای محلول 5% سدیم کلراید یا نمک به مدت 5 دقیقه باعث کاهش 15/6% الی 67/8% پس از 10 دقیقه خیساندن 37/8% الی 71/4% و پس از 20 دقیقه 51/1% الی 77/4% از سموم موجود در خیار نیز می‌گردد (Liang *et al.*, 2012; Satpathy *et al.*, 2012; Zhang *et al.*, 2007, *et al.*, 2012; Radwan *et al.*, 2005; Phani Kumar *et al.*, 2000).

ج- محلول صابون یا دترجنت: محلول 1% صابون یا دترجنت‌های مایع دیگر می‌توانند از 52/58% تا 100% باقیمانده حشره‌کش پروفنوس را از روی فلفل تند، فلفل دلمه و بادمجان کاهش دهد و باعث کاهش 3/91 الی 50/7% باقیمانده حشره‌کش کلرپیریفوس به ترتیب از روی خیار، سیرتازه، کلم، گوجه فرنگی و بادمجان گردد. لازم به ذکر است که با توجه به اینکه منافذ متعددی روی پوست محصولات وجود دارد امکان باقی ماندن محلول صابون و یا دترجنت روی محصولات می‌باشد که این خود اگر درست شسته نشود پس از مصرف باعث اختلال در سیستم گوارش می‌گردد. بنابراین می‌بایستی پس از مصرف اینگونه مواد محصول با دقت زیاد شسته شود تا باقیمانده‌ای از صابون یا دترجنت بر آن نماند (Anonymous, 2016; Radwan *et al.*, 2005).

د- محلول پرمنگنات پتاسیم (KMnO_4): محلول 0/01% پرمنگنات پتاسیم می تواند از 83/22% تا 95/75% باقیمانده حشره کش پروفنوس را از روی فلفل تند، فلفل دلمه و بادمجان کاهش دهد (Radwan et al., 2005).

ه- محلول هیدروکسید سدیم (NaOH): محلول 0/1% هیدروکسید سدیم می تواند از 65/15% تا 92/22% حشره کش پروفنوس را از روی فلفل تند، فلفل دلمه و بادمجان کاهش دهد (Radwan et al., 2005).

و- محلول هیپوکلریت سدیم یا آب ژاول (NaOCl): محلول هیپوکلریت سدیم (آب ژاول) با PH 5، 7 و 9 باقیمانده حشره کش کلرپیریفوس از روی کلم، سیرتازه، گوجه فرنگی، خیار و بادمجان به ترتیب به مقدار 56/6%، 37/2%، 25/6% و 31/1% کاهش می دهد (Ling et al., 2011).

ز- محلول کربنات سدیم (Na_2CO_3): شست و شو و یا خیساندن در محلول کربنات سدیم 2% یا خاکستر سودا به مدت 5 دقیقه باعث کاهش 20% الی 73/2% سمومی مانند فنیتروتیون، دیکلرووس، دیمتوات، تری کلروفن و کلرپیریفوس در خیار می گردد. میزان کاهش باقیمانده پس از 10 دقیقه خیساندن 24/4% الی 85/4% و پس از 20 دقیقه 42/2% الی 78/8% می باشد. خیساندن خیار در محلول 5% کربنات سدیم به مدت 5 دقیقه کاهش 25% الی 90/2%، پس از 10 دقیقه 40% الی 92/7% و پس از 20 دقیقه 59/5% الی 97/6% از باقیمانده سموم را به همراه دارد (Liang et al., 2012). شایان ذکر است برای

محصولاتی که خیساندن بلند مدت کیفیت آن‌ها را پایین می‌آورد خیساندن کوتاه مدت و سپس شست و شو پیشنهاد می‌گردد.

ح- محلول بی‌کربنات سدیم یا جوش شیرین (NaHCO_3):

شست و شو و یا خیساندن محصولات کشاورزی در محلول بی‌کربنات سدیم 2% یا جوش شیرین به مدت 5 دقیقه باعث کاهش 37/8% الی 96/4% باقیمانده حشره‌کش‌های فینتروتیون، دیکلرووس، دیمتوات، تری کلروفن و کلرپیریفوس در خیار می‌گردد که این میزان پس از 10 دقیقه خیساندن به 51/1% الی 96/4% و پس از 20 دقیقه به 53/3% الی 98/8% افزایش می‌یابد. خیساندن خیار در محلول 5% کربنات سدیم به مدت 5 دقیقه 40% الی 97/6%، پس از 10 دقیقه 53/3% الی 98/8% و پس از 20 دقیقه 66/7% الی 98/8% باقیمانده سموم ذکر شده را کاهش می‌دهد (Liang *et al.*, 2012).

ط- الکل: شست و شو و خیساندن محصولات کشاورزی در محلول الکل 70% (الکل اتیلیک) به مدت 3 دقیقه تاثیر بسزایی در کاهش میزان باقیمانده سموم کشاورزی دارد. این عمل باعث کاهش 36-74% میزان باقیمانده حشره‌کش‌های کلرپیریفوس، ایپرودیون، مالاتیون و پیریمیکارب از روی شلیل می‌گردد (Pugliese *et al.*, 2004).

ی- آب اوزونیزه شده (Ozonized water): بررسی‌های متعددی استفاده از آب اوزونیزه شده برای تجزیه و کاهش باقیمانده سموم مختلف در محصولات کشاورزی را تایید می‌کند. مشکل این روش تهیه این نوع آب "که با دمیدن گاز اوزون در آب دیونیزه شده ایجاد می‌گردد" در منزل است بنابراین در حال حاضر فقط می‌تواند استفاده

صنعتی داشته باشد. شرکت‌های مختلف در صدد تهیه اینگونه آب‌ها برای مصارف خانگی نیز می‌باشند که در برخی کشورها این امر انجام شده اما در کشور ما اگرچه مخزن گاز اوزون موجود است ولی هنوز اینگونه آب تولید نمی‌شود. امید می‌رود در آینده نزدیک تولید آب اوزونیزه در کشور بومی‌سازی گردد. به هر حال استفاده از آب اوزونیزه شده به مقدار $1/4$ میلی‌گرم/لیتر جهت شست و شوی سبزیجات باعث کاهش میزان باقیمانده حشره‌کش‌های دیازینون، متیل پاراتیون و سایپرمتترین به میزان $26/6\%$ تا $54/3\%$ می‌گردد. حال آنکه غلظت $2/0$ میلی‌گرم/لیتر اوزون باعث کاهش $28/6\%$ الی $61/1\%$ باقیمانده آفت‌کش‌های مذکور می‌گردد. (Wu et al., 2007). اگر دسترسی به این نوع آب‌ها برای مصارف خانگی امکان‌پذیر گردد می‌تواند روش خوبی جهت کاهش باقیمانده سموم از روی محصولات کشاورزی باشد.

ک- محلول کلرین: از آب کلرینه شده برای ضدعفونی کردن و کاهش باقیمانده سموم در محصولات کشاورزی نیز استفاده می‌شود. با استفاده از محلول‌های 5 الی 500 پی‌پی‌ام هیپوکلریت کلسیم می‌توان $50-100\%$ باقیمانده آفت‌کش‌های آزینافوس متیل و کاپتان را از روی سیب پاک نمود (Bajwa and Sandhu, 2014).

سردسازی و نگهداری در یخچال

مطالعات متفاوتی در رابطه با اثر سردسازی و نگهداری در یخچال در کاهش باقیمانده سموم انجام پذیرفته است. باقیمانده برخی از آفت‌کش‌ها با نگهداری در انبار/سردخانه و یا کلا در یخچال منزل کاهش

یافته و کم خطر می‌گردند. برای مثال میزان حشره‌کش‌های کلرپیریفوس به میزان 25%، دیازینون 36% و فنتروتیون 49% در سبب پس از نگهداری در سردخانه کاهش یافتند و نگهداری گل کلم، بادمجان و گوجه فرنگی در دمای 4-5 درجه سانتی‌گراد به ترتیب باعث کاهش 24%، 29% و 25% باقیمانده حشره‌کش آلفامترین از روی این محصولات می‌گردد. هم‌چنین نگهداری گوجه فرنگی در دمای 4 درجه سانتی‌گراد کاهش 94% باقیمانده بافقتترین و 92% لامبدا سایهالوترین را در پی داشت (Chauhan *et al.*, 2012; Rasmussen *et al.*, 2003; Gill *et al.*, 2001).

نگهداری گوجه فرنگی در دمای 10- درجه سلسیوس به مدت 1 تا 12 روز باعث کاهش 1/52% الی 32/6% باقیمانده سموم فسفره می‌گردد. حال آنکه در مورد برخی آفت‌کش‌ها نگهداری محصولات کشاورزی در دمای 4 درجه سلسیوس تا 48 ساعت نیز هیچ‌گونه کاهشی در میزان باقیمانده نمی‌گردد. نگهداری خیار در دمای 4 درجه سلسیوس به مدت 12 ساعت کاهش 19/5% الی 75% و در دمای 25 درجه سلسیوس 46/3% الی 88/1% باقیمانده انواع سموم را سبب می‌شود. این میزان کاهش پس از 24 ساعت به مقدار 31/7% الی 76/2% در دمای 4 درجه سلسیوس و به مقدار 61% الی 94% در دمای 25 درجه سلسیوس افزایش می‌یابد. کاهش باقیمانده سموم مذکور پس از 48 ساعت در دمای 4 درجه سلسیوس به مقدار 60/9% الی 83/3% و در دمای 25 درجه سلسیوس به مقدار 71/6% الی 97/6% می‌رسد. تجزیه و کاهش باقیمانده آفت‌کش‌ها در دمای پایین (سردخانه و یا یخچال)

به کندی صورت می‌گیرد (Liang *et al.*, 2012; Zhang *et al.*, 2007).

2- پخت و پز، جوشاندن و سرخ کردن

پخت و پز و جوشاندن محصولات کشاورزی تا حدی در کاهش باقیمانده سموم موثر است. جوشاندن سیب باعث کاهش 25/6% تا 31% باقیمانده آفت‌کش‌های کلرپیریفوس، اندوسولفان، فینتروتیون و کوینالفوس از روی آن می‌گردد (Rasmussen *et al.*, 2003). شست و شو و بعد از آن پختن سیب و نخود سبز به ترتیب باعث کاهش 98 و 100 درصدی باقیمانده حشره‌کش دلتامترین می‌گردد. جوشاندن بادنجان، بامیه، گوجه‌فرنگی، لویاسبز، گل کلم و فلفل دلمه باقیمانده پنج آفت‌کش ارگانوفسفره را 88-100 درصد کاهش می‌دهد. سرخ کردن برخی محصولات نیز باعث کاهش بسزایی در باقیمانده آفت‌کش‌ها می‌گردد. برای مثال سرخ کردن کلم در دمای 100 درجه سلسیوس به مدت 5 دقیقه باعث کاهش آفت‌کش‌های فسفره و پیروتریوید به میزان 7/84% تا 6/86% و د.د.ت به میزان 5/67% می‌گردد (Zhang *et al.*, 2007; Satpathy *et al.*, 2012; Lal & Dikshit, 2001).

3- پوست‌گیری

یکی از مهمترین روش‌های کاهش باقیمانده سموم در محصولات کشاورزی پس از شست و شو، پوست‌گیری محصول می‌باشد. با توجه به اینکه لایه مومی پوست برخی محصولات همانند سدی محافظ روی محصول می‌باشند به همان صورت از نفوذ آفت‌کش‌ها به داخل

محصول تا حدی جلوگیری کرده و سموم را در خود نگه می‌دارد. از این رو پوست‌گیری محصولات می‌تواند در کاهش باقیمانده سموم مفید باشد. کاهش 70 درصدی باقیمانده دیازینون و 89-98% کرسوکسیم متیل از روی سیب، کاهش 100 درصدی باقیمانده سایپرمتزین از روی هویج، کاهش 96 درصدی باقیمانده تولی فلوانید از روی گلابی، کاهش 83/3 الی 89/2 درصدی سموم فسفره از روی گوجه فرنگی پس از پوست‌گیری از نمونه‌های بارز این قضیه می‌باشند. همچنین شست و شو و پوست‌گیری سیب باعث کاهش 98 درصدی قارچ‌کش کاپتان می‌گردد (Rawn et al., 2008;) (Rasmussen et al., 2003).

4- آب‌گیری

تحقیقات نشان داده که آب‌گیری برخی محصولات نیز می‌تواند در کاهش میزان باقیمانده سموم موثر واقع گردد. برای مثال آب‌گیری از گوجه فرنگی کاهش 73/9 درصدی سموم فسفره گردید و آب‌گیری سیب کاهش 98-100 درصدی سموم کلرپیریفوس، اندوسولفان و فنپروپاترین در آب سیب شده است (Zabik et al., 2000).

5- خشک کردن و تولید خشکبار: خشک کردن برخی محصولات کشاورزی برای مصرف در بلندمدت یک روش قدیمی برای نگهداری از آن‌ها بشمار می‌آید. در مقایسه با دیگر روش‌ها خشک کردن نسبتاً روش ساده‌ای است. خشک کردن با روش‌های مختلفی از جمله خشک کردن در آفتاب، آون یا فر و دستگاه‌های خشک‌کن انجام می‌گیرد. در مطالعات متفاوتی مشخص گردیده که

خشک کردن محصولات در اکثر مواقع باعث کاهش میزان باقیمانده سموم می‌گردد. اگرچه در برخی مواقع باعث افزایش آن نیز شده است، که این افزایش بستگی به نوع آفت‌کش و نحوه خشک کردن دارد. زردآلوی خشک شده در آفتاب 50% کمتر باقیمانده آفت‌کش بیترتانول دارد. اگرچه خشک کردن همین محصول در آون باعث افزایش 25% این آفت‌کش می‌گردد. کاهش باقیمانده در زردآلوی خشک شده در آفتاب می‌تواند بخاطر تجزیه سم در اثر نور (Photo degradation) نیز باشد. حال آنکه خشک کردن انگور در آفتاب جهت تهیه کشمش باعث کاهش 81% باقیمانده حشره‌کش دیمتوات گردید و شست و شو و سپس خشک کردن همان انگور در آون باعث کاهش 72% باقیمانده دیمتوات گردیده است که این نتیجه نشانگر حساسیت دیمتوات به حرارت و نهایتاً تجزیه سریع آن می‌باشد. خشک کردن انگور جهت تهیه کشمش کاهش 64/2-71/9 درصدی باقیمانده متامیدوس را سبب می‌شود که احتمالاً به دلیل تبخیر آن در فرآیند خشک کردن باشد (Athanasopoulos *et al.*, 2005).

6- **تخمیر کردن:** عمل تخمیرسازی فرآیند ساده هیدرولیز کردن پروتئین به اسیدهای آمینه است. در این فرآیند نشاسته تبدیل به قندهای ساده و نهایتاً تبدیل به اسید لاکتیک، الکل و دی‌اکسید کربن می‌گردد. از تخمیرسازی در کاهش باقیمانده سموم نیز استفاده گردیده است. برای مثال در آب سیبی که جهت تهیه سرکه مورد استفاده قرار گرفت پس از 57 روز 20% از باقیمانده پاراتیون، 99% از آمینوپاراتیون و 95% از 4-نیتروفینول مشاهده شد. فرآیند تخمیر گوشت جهت تولید

سوسیس نیز پس از 72 ساعت به ترتیب کاهش 10 و 18 درصدی د.د.ت. و لیندین را به همراه داشته است (Abou-Arab, 2002).

7- **آسیاب و آرد کردن:** مطالعات متعددی نشانگر کاهش باقیمانده سموم در محصولات مختلف در اثر آسیاب و یا آرد کردن می‌باشد. باقیمانده سمومی مانند سایپرمترین و فنولریت در آرد گندم در حدود 10-8 در اثر آسیاب کردن کاهش نشان می‌دهد در حالیکه با توجه به نوع آفت‌کش‌های مصرفی آسیاب کردن گندم می‌تواند تا 86% در باقیمانده سموم کاهش ایجاد نماید (Bajwa and Sandhu, 2014).

8- **دم کردن چای و قهوه:** چای و قهوه از نوشیدنی‌های گرم مشهور و مورد علاقه در کشورهای دنیا می‌باشند که با توجه به نشاط‌آور و مفرح بودن آن‌ها جایگاه خاصی را در میان مردم دارند. بنابراین بررسی باقیمانده آفت‌کش‌ها در چای و قهوه خشک و میزان انتقال آن‌ها به نوشیدنی دم کشیده شده حائز اهمیت می‌باشد. بررسی‌های انجام شده روی کوئینالفوس حشره‌کش ارگانوفسفاتی حاکی از کاهش 64 درصدی آن در فرآوری چای و کاهش مجدد 20 درصدی آن در زمان دم کشیدن می‌باشد. در مجموع 84% از این آفت‌کش از زمان فرآوری تا زمان مصرف انسان از میزان باقیمانده این آفت‌کش کاسته می‌گردد. دم کردن قهوه نیز به همین منوال باعث کاهش میزان 45 درصدی حشره‌کش دیکرووس و 18 درصدی متیل پاراتیون می‌گردد (Kaushik et al., 2009).

9- **امواج اولتراسونیک:** امواج اولتراسونیک با ایجاد سریع حباب‌های ریز و برخورد شدید آن‌ها در مایعات باعث ایجاد

انفجارهای ریزی می‌گردد که همانند پودر پاک کننده عمل می‌نماید. استفاده از این امواج به مدت پنج دقیقه باعث کاهش میزان باقیمانده سموم تری کلرفون، دیمتوات، دیکلرووس، فنیتروتیون و کلرپیریفوس به ترتیب به میزان 36/6%، 43/5%، 16/7%، 73/3% و 53/1% از روی خیار گردید. حال آنکه 10 دقیقه استفاده از اولتراسونیک باعث کاهش میزان 21.4% الی 77/8% و 20 دقیقه استفاده از آن باعث کاهش 49.8% الی 84.4% میزان این سموم می‌گردد (Liang *et al.*, 2012).

10- **هیدرواستاتیک با فشار بالا (HHP¹):** یکی از راه‌کارهایی که در صنعت فرآوری غذا و محصولات کشاورزی می‌تواند اثرات خوبی در کاهش باقیمانده سموم داشته باشد فشار بالای هیدرواستاتیک می‌باشد. در این روش استفاده از فشار 75 MPa به مدت 5 دقیقه می‌تواند باعث کاهش 75 درصدی باقیمانده حشره کش کلرپیریفوس در گوجه فرنگی گیلاسی گردد. این میزان کاهش توسط فشار بالای هیدرواستاتیک در مقایسه با استفاده از الکل و یا استفاده از امواج اولتراسونیک بالاتر بوده و در مصارف صنعتی می‌تواند در کاهش باقیمانده سموم بسیار حائز اهمیت باشد. مطالعات انجام شده روی تاثیر فشار بالای هیدرواستاتیک حاکی از عدم تغییر در شکل، رنگ و سائز محصول نیز می‌باشد. در ضمن هیچ‌گونه متابولیت ثانویه سمی نیز در عصاره محصول تحت آزمایش دیده نشده است (Iizuka *et al.*, 2013).

شایان ذکر است در اکثر مواقع در صورت امکان استفاده ترکیبی از این روش‌ها می‌تواند اثرات بهتری در کاهش باقیمانده سموم در آن محصول داشته باشد.

فهرست منابع

- Abou-Arab, A. A. K. 2002. Degradation of organochlorine pesticides by meat starter in liquid media and fermented sausage. *Food and Chemistry Toxicology* 40: 33-41.
- Anonymous. 2016. National Pesticide Information Center. Npic.orst.edu. <http://npic.orst.edu/>. [accessed on 20th June 2017].
- Athanasopoulos, P. E., Pappas, C., Kyriakidis, N. V., & Thanos, A. 2005. Degradation of methamidophos on sultania grapes on the vines and during refrigerated storage. *Food Chemistry* 91, 235-240.
- Bajwa, U. and Sandhu, K. S. 2014. Effect of handling and processing on pesticide residues in food. A review. *J. Food Sci. Technol.* 51 (2): 201-220.
- Chauhan, R., Monga, S. and Kumari, B. 2012. Dissipation and determination behavior of bifenthrin residues in tomato. *Bull Environ Contamin Toxicol* 189 (1): 181-186.
- Deen, M. K., Kumari, B. and Sharma, S. S. 2009. Dissipation and decontamination of residues of 3 pesticides in okra fruits. *Pestic. Res. J.* 21 (1): 80-82.
- Gill, K., Kumari, B. and Kathpal, T. 2001. Dissipation of alphas-methrin residues in/on brinjal and tomato during storage and processing conditions. *J. Food Sci. Technol.* 38: 3-16.
- Iizuka, T., Maeda, S. and Shimizu, A. 2013. Removal of pesticide residue in cherry tomato by hydrostatic pressure. *J of food engineering.* 116: 796-800.
- Kaur, P. 2011. Bioefficacy of cypermethrin and decamethrin against *Leucinodes orbonalis* Guenee and their residues in brinjal fruits. M. Sc. Thesis CCS Haryana Agricultural University, Hisar. Pp. 78

- Kaushik, G., Satya, S. and Naik, S. N. 2009. Food processing a tool to pesticide residue dissipation. A review. *Food Research International* 42: 26-40.
- Lal, A. K. and Dikshit, A. K. 2001. The protection of chickpea during storage using deltamethrin on sacks. *Pesticide Research Journal* 13 (1): 27-31.
- Liang, Y., Wang, W., Shen Y., Liu, Y. and Liu, X. J. 2012. Effects of home preparation on organophosphorus pesticide residues in raw cucumber. *Food Chemistry* 133: 636-640.
- Ling, Y., Wang, H., Yong, W., Zhang, F. Sun, L., Yang, M. L., Wu, Y. N. and Chu, X. G. 2011. The effects of washing and cooking on chlorpyrifos and its toxic metabolites in vegetables. *Food Control* 22: 54-58.
- Phani-Kumar, K., Jagdishwar, Reddy, D., Narasimha-Reddy, K., Ramesh-Babu, T. and Narendranath, V. V. 2000. Dissipation of cypermethrin residues in chilli. *Pesticide Research Journal* 12 (1): 130-132.
- Radwan, M. A., Abu-Elamayem, M. H. and Shiboob, A. A. 2005. Residual behavior of profenfos on some field-grown vegetables and its removal using various washing solutions and household processing. *Food and Chemical Toxicology* 43: 553-557.
- Rasmussen, R. R., Poulsen, M. E. and Hansen, H. C. B. 2003. Distribution of multiple pesticide residues in apple segments after home processing. *Food Additives and Contaminants* 20 (11): 1044-1063.
- Rawn, D. F. K., Quade, S. C., Sun, W., Fouget, A., Belanger, A. and Smith, M. 2008. Captan residue reduction in apples as a result of rinsing and peeling. *Food Chemistry* 109: 790-796.
- Satpathy, G., Tyagi, Y. K and Gupta, R. K. 2012. Removal of Organophosphorus pesticides from vegetables using washing solutions and boiling. *Journal of Agricultural Sciences* 4 (2): 69-78.
- Wu, J., Luan, T., Lan, C., Wai-Hung-Lo T. and Yuk-Sing-Chan, G. 2007. Removal of residual pesticides on vegetable using ozonated water. *Food Control* 18: 466-472.

- Zabik, M. J., El-hadidi, M. F. A., Cash, J. N., Zabik, M. E. and Jones, A. L. 2000. Reduction of azinphos-methyl, chlorpyrifos, esfenvalerate and methomyl residues in processed apples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48: 4199-4203.
- Zhang, Z. Y, Liu, X. J. and Hong, X. Y. 2007. Effects of Home preparation on pesticide residues in cabbage. *Food Control* 18: 1484-1487.



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

**Suitable domestic and industrial methods
for reduction of pesticide residue
levels on agricultural products after
harvest and before consumption**

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

2017

Register No.

52336