مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال چهاردهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، صفحات ۱۰۴-۹۵

بررسی روش‌های مختلف آماده‌سازی قارچ خوراکی دکمه‌ای (*Agaricus bisporus*) نژاد *H737* بر کاهش میزان مخاطرات سلامتی ناشی از باقیمانده سم دلتامترین

مینا حمیدی[۱]، امیر نیلی احمدآبادی[۲]، علی حشمتی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت و ایمنی مواد، گروه تغذیه، دانشکده پزشکی، مرکز تحقیقات سلامت تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۲- استادیار گروه سم‌شناسی و فارماکولوژی دانشکده داروسازی، مرکز تحقیقات گیاهان دارویی و فراورده‌های طبیعی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۳- نویسنده مسئول: دانشیار گروه تغذیه، دانشکده پزشکی، مرکز تحقیقات سلامت تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
پست الکترونیکی: a.heshmati@umsha.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۷/۳/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۷/۷/۴

چکیده

سابقه و هدف: یکی از بزرگ‌ترین نگرانی‌های حوزه سلامت غذا وجود باقیمانده آفت‌کش‌ها در محصولات غذایی می‌باشد. هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر روش‌های مختلف نگهداری، شستشو و پخت بر باقیمانده دلتامترین قارچ خوراکی است.

مواد و روش‌ها: نمونه‌های قارچ با سم دلتامترین آلوده شدند. مقدار تغییر مقدار باقیمانده سم در شرایط مختلف نگهداری (دمای اتاق، یخچال و فریز)، شستشو (آب و آب‌نمک) و پخت (آب پز، سرخ کردن و مایکروویو) تعیین شد. دلتامترین با روش کچرز استخراج و با دستگاه GC-MS/MS اندازه‌گیری گردید.

یافته‌ها: در روزهای مشابه، مقدار درصد کاهش سم دلتامترین به ترتیب در دمای اتاق > یخچال > فریزر بود. میزان دلتامترین بسته به شرایط و زمان نگهداری ۸۰/۷۷- ۲۳/۰۸ درصد کاهش یافت. شستشو با آب و آب‌نمک منجر به کاهش معنی‌داری مقدار دلتامترین شد. اما میزان کاهش سم با افزایش زمان شستشو و غلظت نمک تغییر قابل ملاحظه‌ای نکرد. میزان کاهش سم طی شستشو ۴۲/۳۱-۲۶/۹۲ درصد نوسان داشت. روش‌های مختلف پخت شامل آب پز کردن، سرخ کردن و مایکروویو منجر به کاهش معنی‌دار سم شد. طی ۱۵ دقیقه آب پز کردن، ۱۰ دقیقه سرخ کردن و ۱۰ دقیقه مایکروویو باقیمانده دلتامترین از ۰/۲۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم در نمونه خام به ۰/۰۶، ۰/۰۵ و ۰/۰۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم در نمونه آماده مصرف رسید و به مقدار ۷۶/۹۲، ۸۰/۷۷ و ۸۰/۷۷ درصد کاهش یافت.

نتیجه‌گیری: فرآیندهای نگهداری، شستشو و پخت می‌توانند باقیمانده و خطر تماس با دلتامترین را به‌طور قابل ملاحظه‌ای در مصرف‌کنندگان قارچ خوراکی کاهش می‌دهند.

واژگان کلیدی: دلتامترین، قارچ ، آفت‌کش، اورگانوفسفره، کچرز

• مقدمه

امروزه یکی از بزرگ‌ترین نگرانی‌های مربوط به‌سلامت غذا، وجود باقیمانده آفت‌کش‌ها در این محصولات می‌باشد (۱). سالانه از میلیون‌ها تن آفت‌کش مصرف‌شده در کشاورزی تنها ۵٪ آن به ارگانیسم هدف رسیده و مابقی بر روی ارگانیسم‌های غیر هدف اثر گذاشته یا در آب، خاک، اتمسفر و یا محصولات کشاورزی وارد می‌گردد (۲). بر مبنای برآوردهای انجام‌شده، میزان مصرف سبزیجات و میوه‌جات توسط خانواده‌ها در محدوده سال‌های ۲۰۲۰- ۱۹۹۵ به ترتیب ۲/۵ و ۵ برابر افزایش می‌یابد که این مسئله با افزایش ۲ تا ۳ برابری مصرف آفت‌کش‌ها همراه خواهد بود (۳، ۲). این موضوع به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه و از جمله ایران بیشتر نگران‌کننده است به طوری که پایش باقیمانده آفت‌کش‌ها در اسناد بالادستی کشور و برنامه ششم توسعه مورد توجه ویژه قرارگرفته است.

آفت‌کش‌ها براساس ترکیب و ساختار شیمیایی به شش دسته شامل ترکیبات غیر آلی، ارگانوکلره، ارگانوفسفره، کاربامات، پایرتروئید و حشره‌کش بیولوژیک تقسیم می‌شوند (۴). دلتامترین یک حشره‌کش پایروتیروئیدی است که برای

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

کنترل حشرات مکنده، مگس مینوز در سبزیجات و درختان میوه و شپشک و سفید بالک استفاده می‌شود. این اسم با نام تجاری دسیس و به شکل امولسیون ۲/۵ درصد در بازار عرضه می‌شود. اثربخشی این حشره‌کش بر روی آفت های گیاهی، ۱۰۰ برابر ترکیبات کلره، ۵ برابر سموم ارگانوفسفره و ۵ تا ۱۰ برابر سایر ترکیبات پایروتیروئیدی است. این آفت‌کش روی سیستم عصبی حشرات تأثیر گذاشته و دارای اثر ضربه‌ای سریع و مانع رفتارهای تغذیه‌ای شده و دارای خاصیت دورکنندگی است (۵). دلتامترین نسبت به نور و حرارت پایدار بوده اما در محیط قلیایی ناپایدار می‌باشد. همچنین این سم از حلالیت مناسبی در حلال‌های آلی برخوردار است (۷، ۶).

تماس با بقایای آفت‌کش‌ها از طریق مصرف محصولات غذایی از مهم‌ترین مسیرهای مواجه انسان با این ترکیبات به شمار می‌رود. محصولات غذایی بعد از برداشت ممکن در شرایط مختلفی نگهداری شده و غالباً در معرض انواع روش‌های فرآوری نظیر شستن، پوست کندن، پختن و غیره قرار گیرند. این روش‌ها می تواند بقایای آفت‌کش‌ها را در مواد غذایی تحت تأثیر قرار داده و میزان مواجه با این عوامل را تغییر دهند(۱۱-۸) لذا بررسی تأثیر این فرایندها بر روی باقیمانده سموم از اهمیت خاصی برخوردار است (۱۳، ۱۲).

امروزه قارچ‌های خوراکی یکی از منابع مهم تغذیه در جهان به شمار می‌روند. بر مبنای گزارشات موجود، در سال های اخیر سرانه مصرف این محصولات در ایران به میزان دو برابر افزایش‌یافته و به ۱/۲ کیلوگرم رسیده است. این درحالی است که سرانه مصرف این ماده در جهان ۱/۱ کیلوگرم برآورد شده است. در بین قارچ‌های خوراکی، گونه دکمه‌ای (*Agaricus bisporus*) بیشترین کشت و مصرف را در ایران دارد (۱۴). این محصول دارای مقادیر قابل توجه از پروتئین، کربوهیدرات و فیبر خوراکی است و حاوی املاحی نظیر سدیم، پتاسیم، فسفر، کلسیم، منگنز، روی و مس و ویتامین‌های تیامین، توکوفرول، ریبوفلاوین، نیاسین ، فولات و دی (D_2) می‌باشد. ترکیبات موجود در برخی قارچ‌ها ارزش دارویی داشته که از آن جمله می‌توان به ترکیبات فنولیک، استرول‌ها و تری‌ترپن‌ها اشاره کرد. در مطالعات متعددی، اثرات آنتی‌اکسیدانی، ضد توموری، ضدویروسی، و هیپو کلسترولمی و هیپوگلایسمی قارچ گزارش‌شده است (۱۷-۱۵، ۱۰).

مطالعات متعددی در ارتباط با پایداری بقایای انواع آفت کش‌ها در قارچ خوراکی وجود دارد (۲۱-۱۸، ۱۴). براساس نظرسنجی از مراکز تولید قارچ خوراکی در داخل کشور سموم از حشره‌کش (مالاتیون، دیازینون، دلتامترین و ....) ، کنه‌کش (آبامکتین، اورتوس، نیسرون و ...) و قارچ‌کش (کاپتان، زینب، مانکوزب و بنومیل و ...) استفاده می‌شود. دلتامترین یکی از رایج ترین حشره کش‌های مصرفی در مزارع پرورش قارچ می‌باشد. اتحادیه اروپا و کدکس مقدار مجاز باقیمانده این حشره‌کش را ۰/۰۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای قارچ‌های پرورشی تعیین کرده است (۲۲). این در حالی است که در برخی کشورها، این میزان ۰/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم در نظر گرفته‌شده است (۲۳). گزارش‌های متفاوتی از وجود باقیمانده دلتامترین در مواد غذایی و تغییرات آن طی فرآوری وجود دارد (۲۴، ۶). به عنوان مثال، Oliva و همکاران (۲۰۱۷) غلظت باقیمانده دلتامترین در Zucchini بعد از دو ساعت و سه روز از زمان سمپاشی (۲۵/۴ گرم ماده فعال در هکتار) بررسی کردند . نتایج نشان داد غلظت باقیمانده در این زمان‌ها کمتر از حد تعیین کمی یا Limit of Quantification (LOQ) (۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر) است (۱). تاکنون در ارتباط با تأثیر زمان نگهداری و روش‌های فرآوری بر باقیمانده دلتامترین در قارچ‌های مصرفی گزارش معتبری وجود ندارد. از این‌رو در این مطالعه، تغییرات باقیمانده این آفت‌کش طی فرایند نگهداری، شستشو و پخت قارچ خوراکی مورد بررسی قرار گرفت.

• مواد و روش‌ها

تهیه نمونه‌های قارچ و آلوده کردن آن‌ها با دلتامترین:

نمونه‌های قارچ خوراکی (*Agaricus bisporus*) نژاد *H737* به شیوه تصادفی از سوپرمارکت-های شهر همدان تهیه و پس از انتقال به آزمایشگاه، در یخچال نگهداری شدند. در مرحله اول، مقدار غلظت اولیه سم دلتامترین در آن‌ها تعیین شد. برای آلوده کردن نمونه‌های قارچ با دلتامترین، این سم به مقدار یک درصد در آب حل‌شده و پس از به هم زدن و اطمینان از پخش سم در آب، نمونه‌های قارچ (یک کیلوگرم قارچ بر حسب وزن‌تر در ۴ لیتر آب حاوی سم) به مدت ۲۰ دقیقه غوطه‌ور شدند. بعد از هر بار آلوده کردن، حدود ۵۰ گرم از قارچ جدا و سم آن استخراج گردید و مابقی نمونه‌های قارچ در کیسه‌های پلی‌اتیلنی زیپ‌دار در اوزان ۵۰ گرم بسته‌بندی‌شده و روی آنها تیمارهای مختلف انجام گرفت. نمونه‌های قارچ به سه گروه تقسیم شدند:

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

گروه اول: نمونه‌هایی بودند که با سم تجاری دلتامترین (۲/۵ درصد) آلوده‌شده و در سه شرایط مختلف دمایی شامل دمای اتاق، یخچال و فریزر به مدت ۱۰ روز نگهداری شدند. سپس در روزهای ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰، غلظت ثانویه سموم و درصد کاهش آن تعیین شد.

گروه دوم: نمونه‌هایی بودند که با دلتامترین آلوده شده و سپس در معرض روش‌های مختلف شستشو شامل آب و غلظت‌های مختلف محلول‌های نمکی (۰/۱، ۱ و ۱۰ درصد) قرار گرفتند. این غلظت‌ها به شکل لگاریتمی انتخاب شدند تا رابطه بین تغییرات دلتامترین و غلظت محلول شستشو بیشتر مشخص گردد. در روش شستشو با آب، سه نمونه در یک ظرف حاوی یک لیتر آب به ترتیب به مدت ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه غوطه‌ور شدند و سپس نمونه‌ها در زمان‌های تعیین‌شده از آب خارج و سم آن‌ها پس از استخراج، اندازه‌گیری شد.

گروه سوم: نمونه‌هایی بودند که با دلتامترین آلوده شده و سپس در معرض روش‌های مختلف پخت شامل ماکروویو، آب پز و سرخ کردن قرار گرفتند. در روش ماکروویو، ۵۰ گرم نمونه قارچ در داخل مایکروویو قرار داده شد و در زمان‌های ۳، ۵ و ۷ دقیقه نمونه‌برداری از آن انجام شد. در روش آب پز، نمونه‌های ۵۰ گرمی قارچ در ۲۰۰ میلی لیتر آب غوطه‌ور شدند و فرایند پخت و نمونه‌برداری از آن‌ها در زمان‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه انجام شد. همچنین در بخش دیگر این مطالعه، از روش سرخ‌کردن سطحی استفاده شد. برای این منظور، ۵۰ گرم نمونه قارچ در داخل تابه حاوی ۱۰ گرم روغن در زمان‌های ۳، ۷ و ۱۰ دقیقه سرخ‌شده و نمونه‌برداری از آن انجام شد. در پایان هر فرایند و در زمان‌های تعیین‌شده، سم دلتامترین استخراج و مورد آنالیز قرار گرفت. زمان مربوطه به پخت با هر کدام از روش های ذکرشده براساس مطالعات مقدماتی به دست آمد.

روش اندازه‌گیری دلتامترین: در این مطالعه از دستگاه گاز کروماتوگرافی جرمی/جرمی Gas chromatography–tandem mass spectrometry (GC-MS/MS) مدل Agilent 7890B استفاده شد. ستون مورد استفاده HPS با طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۲۵۰ میکرومتر و سایز ذرات ۰/۲۵ میکرومتر می‌باشد. دمای منبع یون‌ساز و آنالیزور انژکتور به ترتیب ۲۳۰، ۱۵۰ و ۲۵۰ درجه سانتیگراد بود. از گاز هلیم به عنوان گاز حامل استفاده شد. و دمای اولیه ستون ۷۵ درجه سانتیگراد بود. سیستم در این دما به مدت ۳ دقیقه باقی می‌ماند و سپس با سرعت ۲۵ درجه سانتیگراد بر دقیقه به دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد رسید و بدون توقف با سرعت ۵ درجه بر دقیقه به دمای ۳۰۰ درجه سانتیگراد رسیده و به مدت ۱۰ دقیقه در این دما باقی می‌ماند (۲۶، ۲۵).

استخراج دلتامترین : برای استخراج دلتامترین از روش کچرز QuEChERS یا Quick, easy, cheap, effective, rugged, and safe sample preparation approach (روش سریع، آسان، ایمن، کارا و باقدرت جداسازی بسیار بالا) استفاده شد. ابتدا ۵۰ گرم از نمونه قارچ با همزن کاملا آسیاب شد. سپس ۱۰ گرم از آن به فالکن ۵۰ میلی‌لیتری منتقل و به آن ۴۰ میکرولیتر استاندارد تری فنیل متان اضافه شد و به مدت ۳۰ دقیقه در یخچال نگهداری گردید. در مرحله بعد، پس از افزودن ۱۰میلی‌لیتر استونیتریل، به مدت ۱/۵دقیقه، نمونه با ورتکس مخلوط شد. سپس یک گرم نمک کلرید سدیم و ۰/۵ گرم سولفات منیزیم به آن اضافه و مجددا به مدت ۱/۵دقیقه، نمونه‌ها ورتکس شده و به مدت ۱۰ دقیقه، سانتریفوژ (۵۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجه سانتگراد) گردید. محلول رویی به فالکن حاوی سولفات منیزم و آمین اولیه-ثانویه (Primary-secondary amine) منتقل و به مدت ۱/۵ دقیقه ورتکس و سانتریفوژ (۱۰ دقیقه) گردید. ۴ میلی‌لیتر از نمونه سانتریفوژ شده را به فالکن ۱۵ میلی‌لیتری منتقل و ۴۰ میکرولیتر اسید فرمیک ۵ درصد به آن اضافه شد، و تحت گاز ازت نمونه تا حجم نیم میلی‌لیتر خشک گردید. نمونه‌ها با تولوئن به حجم یک میلی‌لیتر رسانده شده و به مدت ۳ دقیقه ورتکس گردید. در نهایت ۲ میکرولیتر از آن به دستگاه گاز کروماتوگرافی جرمی/جرمی (**GC-MS/MS**) تزریق گردید (۲۶، ۲۵).

معتبر سازی روش آنالیز: برای سنجش دلتامترین، از تری فنیل متان به عنوان استاندارد داخلی استفاده شد. ابتدا برای رسم منحنی کالیبراسیون از غلظت‌های ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۱۵، ۰/۲ و ۰/۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم سم دلتامترین استفاده شد. همچنین، برای تعیین درصد

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

بازیافت، دلتامترین در سه غلظت ۰/۰۱، ۰/۱ و ۱میلی‌گرم بر کیلوگرم به نمونه قارچ طی سه روز متوالی اضافه و بعد از استخراج درصد بازیافت محاسبه شد. بعد از تزریق، سطح زیر پیک دلتامترین به سطح زیر پیک استاندارد داخلی تقسیم شد و اعداد حاصل در منحنی کالیبراسیون قرار داده شد. غلظت سم به دست آمده با اعمال درصد بازیافت غلظت نهایی تعیین و میزان کاهش سم بر اساس رابطه زیر تعیین گردید.

$$\text{درصد کاهش دلتامترین} = \frac{\text{غلظت دلتامترین بعد از فرآیند} - \text{غلظت دلتامترین از قبل از فرآیند}}{\text{غلظت دلتامترین قبل از فرآیند}} \times 100$$

لازم به ذکر است که حد تشخیص یا Limit of Detection (LOD) و حد تعیین کمی یا Limit of Quantification (LOQ) به ترتیب از سه و ده برابر نسبت انحراف معیار نمونه بلانک به شیب منحنی کالیبراسیون بدست آمد (۲۷).

محاسبه فاکتور فرآیند: برای بررسی کاهش یا تغلیظ آفت کش‌ها طی فرآوری مقدار فاکتور فرایند تعیین شد. بدین منظور غلظت آفت‌کش در نمونه فرآیندِ شده به نمونه قبل از فرآیند تقسیم شد. در صورتی که فاکتور فرآیند کمتر از یک باشد نشان دهنده این است که فرایند باعث کاهش آفت‌کش شده است. در صورتی که فاکتور فرایند بیش از یک باشد به معنی این است که غلظت سم طی فرآیند در نمونه فرایند شده بیش از نمونه قبل از فرآیند است (۲۸).

تجزیه و تحلیل داده ها: برای آنالیز داده ها از نرم افزار SPSS version 16:0 استفاده شد. برای مقایسه بین غلظت دلتامترین در گروه‌های مختلف از آزمون آماری ANOVA استفاده شد و برای مقایسه دوبه‌دو گروه‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. سطح معنی‌دار در تمای آزمون $P < ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

• یافته‌ها

در این مطالعه، درصد بازیافت دلتامترین در سه غلظت ۰/۰۱، ۰/۱ و ۱میلی‌گرم بر کیلوگرم به ترتیب ۸۸/۵۷، ۹۴/۳۲ و ۸۳/۱۹ درصد (میانگین ۸۸/۶۹ درصد) و محدوده درصد انحراف معیار نسبی (%CV) برای این غلظت‌ها ۴/۵۱-۰/۹۱ تعیین شد. همچنین معادله خط کالیبراسیون $y=5.2891x+0.0139$ و مقدار $R^2=0.9926$ محاسبه گردید.

جدول نتایج آنالیز واریانس نشان می‌دهد غلظت سم در بین روزهای مختلف به طور معنی‌داری متفاوت است ($P<۰/۰۱$) (جدول ۱). نتایج تأثیر شرایط مختلف نگهداری بر باقیمانده دلتامترین در قارچ خوراکی در جدول ۲ نشان داده‌شده است. اگرچه غلظت سم بین نمونه‌های که در فریز برای مدت ۲ تا ۱۰ روز نگهدری شده بودند کمتر از نمونه اولیه (نمونه روز صفر) بود اما تفاوتی بین آنها مشاهد نشد ($P<۰/۰۵$) . با توجه به این که فاکتور فرآیند در تمامی موارد کمتر از یک است و همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار دلتامترین طی نگهداری کاهش یافت و بین غلظت باقیمانده در روزهای مختلف اختلاف معنی‌دار وجود دارد در روزهای یکسان مقدار درصد کاهش در دمای اتاق > یخچال > فریزر بود. بعد از ده روز نگهداری در اتاق مقدار باقیمانده در سطح MRL رسید و به میزان ۸۰/۷۷ درصد کاهش یافت.

شستشو با آب و آب نمک منجر به کاهش معنی‌داری مقدار دلتامترین شد (جداول ۳ و ۴) اما بین زمان‌های مختلف شستشو یعنی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. این وضعیت نشان می‌دهد که افزایش زمان شستشو و غلظت نمک نمی‌توان روی کاهش تأثیر قابل ملاحظه‌ای بگذارد. میزان کاهش طی شستشو بین ۴۲/۳۱-۲۶/۹۲ درصد نوسان داشت.

جدول ۱. نتایج آزمون تجزیه و تحلیل واریانس یک طرفه برای مقایسه بین غلظت دلتامترین طی روزهای مختلف نگهداری در دمای اتاق، یخچال و فریزر

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	ضریب F	سطح معنی داری
بین گروه ها	۰/۱۳۸	۱۵	۰/۰۰۹	۱۷/۲۶۶	< ۰/۰۱
داخل گروه ها	۰/۰۱۷	۳۲	۰/۰۰۱	-	-
کل	۰/۱۵۵	۴۷	-	-	-

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

جدول ۲. تأثیر شرایط مختلف نگهداری بر باقیمانده دلتامترین در قارچ خوراکی

شرایط نگهداری	زمان نگهداری (روز)	غلظت دلتامترین (میلی گرم در کیلوگرم)	درصد کاهش	فاکتور فرآیند
غلظت اولیه		^{a}۰/۰۳±۰/۲۶	-	
دمای اتاق	۲	^{ab}۰/۰۱±۰/۱۵	۴۲/۳۱	۰/۵۸
	۴	^{bc}۰/۰۳±۰/۱۲	۵۳/۸۵	۰/۴۶
	۶	^{bc}۰/۰۳±۰/۱۰	۶۱/۵۴	۰/۳۸
	۸	^{bc}۰/۰۲±۰/۰۸	۶۹/۲۳	۰/۳۱
	۱۰	^{c}۰/۰۱±۰/۰۵	۸۰/۷۷	۰/۱۹
دمای یخچال	۲	^{ab}۰/۰۳±۰/۱۵	۴۲/۳۱	۰/۵۸
	۴	^{b}۰/۰۴±۰/۱۴	۴۶/۱۵	۰/۵۴
	۶	^{bc}۰/۰۳±۰/۱۱	۵۷/۶۹	۰/۴۲
	۸	^{bc}۰/۰۲±۰/۰۸	۶۹/۲۳	۰/۳۱
	۱۰	^{bc}۰/۰۴±۰/۰۷	۷۳/۰۸	۰/۲۷
دمای فریزر	۲	^{a}۰/۰۳±۰/۲۰	۲۳/۰۸	۰/۷۷
	۴	^{a}۰/۰۱±۰/۱۹	۲۶/۹۲	۰/۷۳
	۶	^{a}۰/۰۱±۰/۱۸	۳۰/۷۷	۰/۶۹
	۸	^{a}۰/۰۱±۰/۱۶	۳۸/۴۶	۰/۶۲
	۱۰	^{a}۰/۰۲±۰/۱۶	۳۸/۴۶	۰/۶۲

حروف مختلف بین اعداد یک ستون نشان دهنده اختلاف معنی داری می باشد ($P < ۰/۰۵$).

جدول ۳. نتایج آزمون تجزیه و تحلیل واریانس یک طرفه برای مقایسه بین غلظت دلتامترین طی شستشو با آب و محلول‌های آب نمک

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	ضریب F	سطح معنی داری
بین گروه ها	۰/۰۲۹	۱۲	۰/۰۰۲	۵/۶۱۶	< ۰/۰۱
داخل گروه ها	۰/۰۱۱	۲۶	۰/۰۰۰۴		
کل	۰/۴۰	۳۸			

جدول ۴. تأثیر روش‌های مختلف شستشو بر باقیمانده دلتامترین در قارچ خوراکی

روش شستشو	زمان شتستشو (دقیقه)	غلظت دلتامترین (میلی گرم در کیلوگرم)	درصد کاهش	فاکتور فرآیند
غلظت اولیه		^{a}۰/۰۳±۰/۲۶	-	
آب	۱۰	^{b}۰/۰۳±۰/۱۹	۲۶/۹۲	۰/۷۳
	۲۰	^{b}۰/۰۲±۰/۱۷	۳۴/۶۲	۰/۶۵
	۳۰	^{b}۰/۰۱±۰/۱۶	۳۸/۴۶	۰/۶۲
آب نمک (۰/۱ درصد)	۱۰	^{b}۰/۰۴±۰/۲	۲۳/۰۸	۰/۷۷
	۲۰	^{b}۰/۰۲±۰/۱۶	۳۸/۴۶	۰/۶۲
	۳۰	^{b}۰/۰۱±۰/۱۵	۴۲/۳۱	۰/۵۸
آب نمک (۱ درصد)	۱۰	^{b}۰/۰۳±۰/۲۰	۲۶/۹۲	۰/۷۷
	۲۰	^{b}۰/۰۲±۰/۱۹	۲۳/۰۸	۰/۷۳
	۳۰	^{b}۰/۰۱±۰/۱۷	۳۴/۶۲	۰/۶۵
آب نمک (۱۰ درصد)	۱۰	^{b}۰/۰۲±۰/۱۷	۳۴/۶۲	۰/۶۵
	۲۰	^{b}۰/۰۲±۰/۱۶	۳۸/۴۶	۰/۶۲
	۳۰	^{b}۰/۰۱±۰/۱۵	۴۲/۳۱	۰/۵۸

حروف مختلف بین اعداد یک ستون نشان دهنده اختلاف معنی داری می باشد ($P < ۰/۰۵$).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

روش های مختلف پخت یعنی آب پز کردن، سرخ کردن و مایکروویو منجر به کاهش معنی‌دار سم شد (جداول ۵ و ۶) . با افزایش زمان، تأثیر فرایند پخت بر روی باقیمانده دلتامترین بیشتر بود. با این وجود، تفاوت قابل ملاحظه‌ای مابین دو روش آب پز و سرخ کردن در زمان‌های مختلف مشاهده نشد. مقدار غلظت سم در بین نمونه‌های که برای ۵، ۷ و ۱۰ دقیقه سرخ شده یا با مایکروو پخته شد تفاوت معنی‌داری نداشت. طی ۱۵ دقیقه آب پز کردن، ۱۰ دقیقه سرخ کردن و ۱۰ دقیقه مایکروویو باقیمانده دلتامترین از ۰/۲۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم در نمونه خام به ۰/۰۶، ۰/۰۵ و ۰/۰۵ میل گرم بر کیلوگرم در نمونه آماده مصرف رسید و به مقدار ۷۶/۹۲، ۸۰/۷۷ و ۸۰/۷۷ درصد کاهش یافت.

• بحث

امروزه استفاده از آفت‌کش‌ها، از مهم‌ترین و کاربردی ترین روش‌های مبارزه با آفات گیاهی در صنایع کشاورزی می‌باشد. با این حال پیامدهای زیست محیطی و خطرات ناشی از بقایای این عوامل در محصولات کشاورزی می‌تواند از مهم‌ترین مشکلات پیش رو در سطح بهداشت جوامع به شمار رود. نوع محصول، مقدار آفت‌کش استفاده شده، نوع فرمولاسیون آفت کش، تعداد دفعات سمپاشی، شرایط آب و هوایی، دوره آبیاری و زمان کاشت محصول و همچنین روش های نگهداری و فراوری محصولات غذایی، از مهم‌ترین عواملی است که می‌تواند بر روی میزان بقا و پایداری آفت کش‌ها در محصولات کشاورزی تأثیر گذار باشد (۲۹، ۵).

شناسایی آفت کش‌ها با روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد که در این میان روش کروماتوگرافی گازی به همراه آشکارساز اسپکتروفتومتری جرمی / جرمی (GC-MS/MS) از مرسوم ترین شیوه‌ها برای آنالیز می باشد. یکی از بهترین روش‌های استخراج آفت‌کش‌ها از محصولات غذایی، روش کچرز می‌باشد (۳۰). براساس دستورالعمل اتحادیه اروپا، روش مناسب برای آنالیز آفت‌کش باید دارای درصد بازیافت ۱۲۰-۷۰ درصد، و درصد انحراف معیار نسبی (%CV) کمتر از ۲۰ درصد باشد (۳۱). در این مطالعه، میانگین بازیافت سم دلتامترین طی فرایند استخراج ۹۴/۳۲-۸۳/۱۹ درصد به دست آمد که نشان دهنده این است که این روش از صحت و دقت قابل قبولی برای آنالیز برخوردار می‌باشد.

جدول ۵. نتایج آزمون تجزیه و تحلیل واریانس یک طرفه برای مقایسه بین غلظت دلتامترین طی پخت و پز (آب پز، سرخ کردن و مایکروویو)

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	ضریب F	سطح معنی داری
بین گروه ها	۰/۱۰۸	۹	۰/۰۱۲	۳۴/۶۹۷	< ۰/۰۱
داخل گروه ها	۰/۰۰۷	۲۰	۰/۰۰۰۳		
کل	۰/۱۱۵	۲۹			

جدول ۶. تأثیر روش‌های مختلف پخت بر باقیمانده دلتامترین در قارچ خوراکی

روش پخت	زمان پخت (دقیقه)	غلظت دلتامترین (میلی گرم در کیلوگرم)	درصد کاهش	فاکتور فرآیند
غلظت اولیه		^{a}*۰/۰۳±۰/۲۶	-	-
آب پز کردن	۵	^{bc}۰/۰۲±۰/۱۲	۵۳/۸۵	۰/۴۶
	۱۰	^{c}۰/۰۲±۰/۰۶	۷۶/۹۲	۰/۳۱
	۱۵	^{c}۰/۰۳±۰/۰۶	۷۶/۹۲	۰/۱۹
سرخ کردن	۵	^{bc}۰/۰۲±۰/۱۲	۵۳/۸۵	۰/۴۶
	۷	^{c}۰/۰۲±۰/۰۷	۷۳/۰۸	۰/۲۳
	۱۰	^{c}۰/۰۲±۰/۰۵	۸۰/۷۷	۰/۱۹
مایکروویو	۵	^{b}۰/۰۱±۰/۱۳	۴۹/۰۰	۰/۵۰
	۷	^{bc}۰/۰۱±۰/۰۸	۶۹/۲۳	۰/۲۷
	۱۰	^{c}۰/۰۱±۰/۰۵	۸۰/۷۷	۰/۱۹

*حروف مختلف بین اعداد یک ستون نشان دهنده اختلاف معنی داری می باشد ($P < ۰/۰۵$).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

دلتامترین از آفت‌کش‌های پایروتیروئیدی است که در مطالعات متعددی، به وجود بقایای آن در محصولات کشاورزی اشاره‌شده است. به عنوان مثال، دلتامترین به عنوان یکی از پرمصرف ترین آفت‌کش‌های مورد استفاده در سبزیجات بررسی‌شده در شهر تهران گزارش‌شده است (۳۲). همچنین در یک مطالعه که در شهر دماوند صورت گرفته است، مقدار باقیمانده دلتامترین در نمونه‌های خیار مناطق مختلف بین ۰/۵۵ – ۰/۰۷ میلی‌گرم در کیلوگرم در نوسان بود (۳۳). محمدی و ایمانی (۲۰۱۲) نیز در بررسی نمونه‌های گوجه‌فرنگی عرضه‌شده در شهر کرج دریافتند که ۱۴ نمونه (۵۶ درصد) از ۲۵ نمونه مورد مطالعه دارای آلودگی بیش از حد کدکس (۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) می‌باشند (۳۴). در مطالعه حاضر، میانگین مقادیر باقیمانده دلتامترین در محصولات قارچ خوراکی ۰/۲۶ میلی‌گرم در کیلوگرم سنجش گردید که بسیار کمتر از حداکثر مقادیر گزارش‌شده در محصولات گوجه‌فرنگی و خیار است. با این حال در برخی محصولات ارزیابی شده، مقدار باقیمانده اولیه کمتر از آنچه در تحقیق حاضر به دست آمده گزارش شده است. در نمونه‌های چغندر قند نیز که در اصفهان ارزیابی شدند مقدار باقیمانده کمتر از ۰/۰۰۳ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش گردید. این مقدار بسیار کمتر از حد مجاز تعریف شده توسط کدکس (۰/۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) در چغندر قند می‌باشد (۳۵). تفاوت در بافت گیاهان و محصولات مورد مطالعه می‌تواند از مهم‌ترین علل اختلاف بین یافته‌های حاصل از قارچ خوراکی با دیگر محصولات باشد.

گزارشات متعددی در زمینه تأثیر شرایط مختلف دمایی بر پایداری آفت‌کش‌ها، پس از برداشت و در زمان نگهداری محصولات وجود دارد. در مطالعه حاضر، اثرات شرایط مختلف محیطی یخچال، فریزر و آزمایشگاه بر روی پایداری دلتامترین بررسی گردید. یافته‌های ما نشان دهنده بیشترین میزان کاهش این سم در شرایط دمایی آزمایشگاهی است که این تغییرات با افزایش زمان در ارتباط بود. دما یکی از مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر در تجزیه سموم به شمار می‌رود. با توجه به اینکه میانگین دمای اتاق ۲۲ الی ۳۰ درجه در نوسان است و این میزان به مراتب بالاتر از دمای موجود در یخچال (۴ درجه) و فریزر (منفی ۱۸ درجه) می‌باشد، لذا این میزان تغییر قابل انتظار به نظر می‌رسد.de Baptista و همکاران (۲۰۰۸) تغییر مقدار دلتامترین طی روزهای مختلف بعد از سمپاشی خیار ارزیابی کردند. از دلتامترین با فرمولاسیون های مختلف استفاده شد میزان باقیمانده تا سه روز بعد از آخرین سمپاشی بیشتر از حد مجاز (۰/۰۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود. میزان باقیمانده بستگی به فرمولاسیون دلتامترین بکار رفته داشت و برای نمونه‌های سمپاشی شده با فرمول concentrate suspension بیشتر از فرمول emulsifiable concentrate formulation بود (۳۶). Balinova و همکاران (۲۰۰۶) تغییر مقدار باقیمانده دلتامترین در گندم تیمار شده بعد از برداشت مطالعه نمودند. نتایج نشان داد که در سطح استفاده ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم، باقیمانده سم بعد از ۱۸۰ روز نگهداری بین ۰/۰۳ تا ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم در انواع مختلف آرد تهیه شده وجود داشت. همچنین در سطح استفاده ۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم میزان باقیمانده بعد از دویست و هفت روز بین ۰/۴ تا ۱/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم در نوسان بود (۳۷). رفیعی و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی تغییر مقدار باقیمانده دلتامترین بعد از روزهای مختلف از سمپاشی خیار پرداختند. نتایج نشان داد مقدار سم بعد از زمان‌های یک ساعت، یک، سه و پنج روز مقدار باقیمانده به ترتیب ۵/۳۸۳، ۱/۵۴۵، ۰/۴۴۱ و ۰/۰۲۹ میلی‌گرم در کیلوگرم است و در روز هفتم مقدار سم قابل اندازه‌گیری نبود. این محققین دوره کارنس ۵ روز برای این سم در خیار پیشنهاد دادند. مقدار مجاز این سم در خیار براساس استاندارد کدکس ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم است. کاهش سم می‌تواند ناشی از اکسیداسیون یا سایر واکنش ها باشد (۵). در نمونه‌های برنج که با سم دلتامترین و به مقدار ۰/۷۵ – ۰/۵ میلی‌گرم ماده فعال در کیلوگرم سمپاشی شدند مقدار سم باقیمانده در روز ششم بعد از برداشت ۰/۱۴-۰/۱۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. نیمه عمر این سم در برنج ۲۴/۸-۲۳/۹ روز برآورد شد (۳۸). از سایر روشهای که تأثیر آن بر کاهش دلتامترین گزارش شده استفاده از گاز ازن در گندم است (۳۹).

شستشوی مؤثر محصولات کشاورزی می‌تواند از موثرترین راه‌های کاهش میزان باقیمانده سموم و تماس انسان با این ترکیبات به شمار رود. در مطالعه حاضر، تغییرات سم دلتامترین طی شستشو با آب و غلظت های مختلف محلول آب‌نمک در زمان‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌های ما حاکی از عدم تفاوت ما بین روش شستشو با آب شهری و محلول‌های نمکی داشت. اثربخشی فرایند شستشو تا حدود زیادی به نزدیک بودن ماهیت سم و محلول شستشو دارد. با توجه به اینکه دلتامترین یک ماده لیپوفیل به شمار رفته و ضریب توزیع آن در فاز چربی به‌مراتب از فاز آبی بیشتر می‌باشد و نظر به اینکه محلول‌های مورد استفاده در این مطالعه از قطبیت بالایی برخوردار هستند، لذا به نظر می‌رسد

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

شستشو با این محلول‌ها نمی‌تواند به‌طور مؤثری بر روی میزان این سم در بافت قارچ تأثیر گذار باشد. در ارتباط با تأثیر روش های شستشو بر باقیمانده دلتامترین اطلاعاتی در منابع یافت نمی‌شود.

پخت‌وپز از فرآیندهای بسیار مرسوم در آماده‌سازی محصولات غذایی است. براساس مطالعات صورت گرفته، این فرآیند می‌تواند بر کاهش باقیمانده آفت‌کش‌ها مؤثر باشد. نتایج ما حاکی از تغییر قابل ملاحظه مقدار باقیمانده دلتامترین در طی زمان‌های مختلف فرایند پخت قارچ داشت. در مورد تأثیر روش های پخت‌وپز بر باقیمانده دلتامترین در قارچ شواهد معتبری وجود ندارد لیکن برخی محققین کاهش باقیمانده این حشره‌کش را در سایر محصولات غذایی گزارش کرده‌اند. به عنوان مثال، در مطالعات پیشین کاهش ۴۶/۸۳ درصدی مقدار دلتامترین طی تهیه رب گوجه‌فرنگی گزارش شده است (۲۴). این میزان در مقایسه با یافته‌های ما به‌طور قابل توجهی پایین‌تر می‌باشد. همچنین کاهش دلتامترین طی پختن نان نیز مشاهده شده است (۴۰). تفاوت در میزان کاهش سم دلتامترین در مطالعه ما در مقایسه با دیگر مطالعات می‌تواند با کیفیت روند پخت و میزان پایداری سم در محصولات کشاورزی در ارتباط باشد.

رعایت دوره کارنس و استفاده از آفت‌کش‌های موثر و کم دوام بجای انواع با دوام از راهکار پیشنهادی برای کاهش باقیمانده سموم می‌باشند. در کل براساس یافته‌های مطالعه اخیر می‌توان گفت مقدار باقیمانده دلتامترین طی نگهداری کاهش می‌یابد. این میزان بسته به شرایط و زمان نگهداری بین ۸۰/۷۷- ۲۳/۰۸ درصد نوسان خواهد داشت. میزان کاهش طی شستشو و پخت نیز به ترتیب در محدوده ۴۲/۳۱- ۲۳/۰۸ و ۸۰/۷۷- ۴۹ درصد بود. در بین روش‌های بررسی شده، بیشترین کاهش بعد از ده روز نگهداری در دمای اتاق و طی شستشو با آب نمک (۰/۱ یا ۱۰ درصد به مدت ۳۰ دقیقه) و ده دقیقه پخت با روش سرخ کردن یا مایکروویو رخ داد. در این تحقیق تأثیر فرآیندهای نگهداری، شستشو و پخت جداگانه بررسی شد با توجه به اینکه قارچ خوراکی قبل از مصرف در معرض مجموعه‌ای از این فرآیندها قرار می‌گیرد، لذا می‌توان گفت برآیند کلی میزان کاهش دلتامترین قابل ملاحظه خواهد بود و می‌توانند ریسک آن را برای مصرف‌کننده کاهش دهند.

سپاسگزاری

مقاله حاضر مستخرج از پایان‌نامه و طرح تصویب شده در دانشگاه علوم پزشکی همدان به شماره ۹۶۰۵۱۰۳۰۳۷ و می باشد. بدین‌وسیله از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی بابت حمایت مالی برای انجام این مطالعه تقدیر و تشکر می‌گردد.

• References

1. Oliva J, Cermeno S, Camara MA, Martinez G, Barba A. Disappearance of six pesticides in fresh and processed zucchini, bioavailability and health risk assessment. Food Chem 2017; 229:172-177.
2. Kazemi M, Tahmasbi AM, Valizadeh R, Naserian AA, Soni A. Organophosphate pesticides: a general review. Agric Sci Res J 2012; 2(9):512-522.
3. Sarnaik SS. Biodegradation of organophosphorus pesticides. Proc Indian natn Sci Acad B70 No. 2004; 1:57-70.
4. Barr DB, Needham LL. Analytical methods for biological monitoring of exposure to pesticides: a review. J Chromatogr B 2002; 778(1-2):5-29.
5. Rafiei B, Imani S, Bastan SR. Determination of residue of Deltamethrin on greenhouse cucumber. J Entomol Res 2016; 7(4):307-316. (in Persian).
6. Paramasivam M, Chandrasekaran S. Persistence behaviour of deltamethrin on tea and its transfer from processed tea to infusion. Chemosphere 2014; 111:291-295.
7. Tomlin CD. The Pesticide Manual - World Compendium. 10th ed. Surrey, UK: The British Crop Protection Council, 1994. p. 287.
8. Savi GD, Piacentini KC, Scussel VM. Reduction in residues of deltamethrin and fenitrothion on stored wheat grains by ozone gas. J Stored Prod Res 2015; 61:65-69.
9. Bajwa U, Sandhu KS. Effect of handling and processing on pesticide residues in food-a review. J Food Sci Technol 2014; 51(2):201-220.
10. Wang X-M, Zhang J, Wu L-H, Zhao Y-L, Li T, Li J-Q, et al. A mini-review of chemical composition and nutritional value of edible wild-grown mushroom from China. Food Chem 2014; 151:279-285.
11. Heshmati A, Nazemi F. Dichlorvos (DDVP) residue removal from tomato by washing with tap and ozone water, a commercial detergent solution and ultrasonic cleaner. Food Sci Technol (Campinas) 2017.
12. Kaushik G, Satya S, Naik S. Food processing a tool to pesticide residue dissipation–A review. Food research international. 2009;42(1):26-40.
13. Keikotlhaile BM, Spanoghe P, Steurbaut W. Effects of food processing on pesticide residues in fruits and vegetables: a meta-analysis approach. Food and Chemical Toxicology. 2010;48(1):1-6.
14. Xia E, Tao W, Yao X, Wang J, Tang F. Effects of processing on carbendazim residue in Pleurotus ostreatus. Food Sci Nutr 2016; 4(4):645-650.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

15. Cheung PCK. The nutritional and health benefits of mushrooms. Nutr Bull. 2010; 35(4):292-299.

16. Heleno SA, Ferreira RC, Antonio AL, Queiroz M-JRP, Barros L, Ferreira ICFR. Nutritional value, bioactive compounds and antioxidant properties of three edible mushrooms from Poland. Food Biosci 2015; 11:48-55.

17. Kalač P. Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review. Food Chem2009; 113(1):9-16.

18. Barnes KA, Startin JR, Thorpe SA, Reynolds SL, Fussell RJ. Determination of the pesticide diflubenzuron in mushrooms by high-performance liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionisation mass spectrometry. J Chromatogr A. 1995; 712(1):85-93.

19. Hornstein I. Pesticide Determination, Determination of Lindane in Mushrooms. J Agriand Food Chem 1955; 3(10):848-849.

20. Kamal ASM, Khair A, Dawlatana M, Hassan MT, Begum F, Rahim M. Evaluation of aflatoxins and pesticide residues in fresh and different processed mushrooms. Bangladesh J Sci and Ind Res 2009; 44(2):193-198.

21. Chang Q, Fan C, Chen H, Kang J, Wang M, Pang G. Determination of 187 pesticide residues in edible fungi by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. Anal Methods 2014; 6(12):4288-4304.

22. Roberts EM, English PB, Grether JK, Windham GC, Somberg L, Wolff C. Maternal residence near agricultural pesticide applications and autism spectrum disorders among children in the California Central Valley. Environ Health Perspect 2007; 115(10):1482-1489.

23. Richardson JR, Taylor MM, Shalat SL, Guillot TS, Caudle WM, Hossain MM, et al. Developmental pesticide exposure reproduces features of attention deficit hyperactivity disorder. The FASEB J 2015; 29(5):1960-1972.

24. Parrón T, Requena M, Hernández AF, Alarcón R. Environmental exposure to pesticides and cancer risk in multiple human organ systems. Toxicol Letters 2014; 230(2):157-165.

25. Nasiri A, Amirahmadi M, Mousavi Z, Shoeibi S, Khajeamiri A, Kobarfard F. A Multi Residue GC-MS Method for Determination of 12 Pesticides in Cucumber. Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR. 2016;15(4):809

26. Shoeibi S, Amirahmadi M, Jannat B, Hajimahmoodi M, Moazzami Goodarzi I, Behzad M, et al. Pesticide Residue Levels in Melon Samples Using Gas Chromatography-Mass Spectrometry. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2017;27(154):184-8.

27. Menezes Filho A, dos Santos FN, Pereira PAdP. Development, validation and application of a method based on DI-SPME and GC–MS for determination of pesticides of different chemical groups in surface and groundwater samples. Microchemical Journal. 2010;96(1):139-45.

28. Pazzirota T, Martin L, Mezcua M, Ferrer C, Fernandez-Alba A. Processing factor for a selected group of pesticides in a wine-making process: distribution of pesticides during grape processing. Food Addit Contam Part A 2013; 30(10):1752-1760.

29. Nazemi F, Khodadadi I, Heshmati A. Effect of storage type and time and washing methods on dichlorvos residues in tomato. J Mazand Univ Med Sci 2016; 26(141):36-44. (in Persian).

30. Rezg R, Mornagui B, El-Fazaa S, Gharbi N. Organophosphorus pesticides as food chain contaminants and type 2 diabetes: a review. Trends Food Sci Technol 2010; 21(7):345-57.

31. de Kok Food A, Product C, VWA SA, Fernández-Alba AR, Gamón M, Valenciana G, et al. Method validation and quality control procedures for pesticide residues analysis in food and feed. Available at: http://www.crl-pesticides.eu/library/docs/allcrl/AqcGuidance_Sanco_2007_3131.pdf. 2007.

32. Quirós-Alcalá L, Mehta S, Eskenazi B. Pyrethroid pesticide exposure and parental report of learning disability and attention deficit/hyperactivity disorder in US children: NHANES 1999–2002. Environ Health Perspect 2014; 122(12):13361342.

33. Behbahanina A. The study of pymetrozin deltametrin and tetradifon residue contents on cucumbers grown in damavand region. Plant and Ecosystem 2006; 2(8):118-128.

34. Mohammadi S, Imani S. Deltamethrin and chloropyrifos residue determination on greenhouse tomato in Karaj by Solid Phase Extraction. Plant Prot J 2012; 4(1): 55-66. (in Persian).

35. Fakhari H, Jalali Zand AR, Shayeghi M, Abtahi SM. Study of Chloropyrifos & Deltamethrin residues in sugar beet in Isfahan province, 2010-2011. Plant Prot J 2011; 3(1):36-27. (in Persian).

36. de Baptista GC, Trevizan LRP, Franco AA, da Silva RA. Deltamethrin residues applied in different formulations in staked cucumber and the actions of insecticides on the pickleworm control. Horticultura brasileira 2008; 26(3):321-324.

37. Balinova AM, Mladenova RI, Shtereva DD. Study on the effect of grain storage and processing on deltamethrin residues in post-harvest treated wheat with regard to baby-food safety requirements. Food Addit Contam 2007; 24(8):896-901.

38. Yu C, Li Y, Zhang Q, Zou N, Gu K, Li X, et al. Decrease of pirimiphos-methyl and deltamethrin residues in stored rice with post-harvest treatment. Int J Environ Res Public Health 2014; 11(5):5372-5381.

39. Damari B, Ahmadi Pishkuhi M, Z. A. Damari B, Ahmadi Pishkuhi M, Abdollahi Z. Policy Brief for Reducing Contaminants and Residual Pesticides in Iran's Agricultural Crops. Community Health 2015; 2(4):256-265.

40. Trevizan LRP, Baptista GCd. Deltamethrin residues in wheat grains and their processed products evaluated by gas chromatography. Scientia Agricola 2000; 57(2):199-203.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

Evaluation of Different Preparation Methods of Edible Mushroom (*Agaricus bisporus, Strains H737*) on Reduction of Health Hazards Caused by Deltamethrin Residue

*Hamidi M[1], Nili-Ahmadabadi A[2], Ali Heshmati A[*3]*

1-MSc Student in Food Safety and Hygiene, Department of Nutrition, School of Medicine, Nutrition Health Research Center, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

2-Assistant Professor, Department of Pharmacology and Toxicology, School of Pharmacy, Medicinal Plants and Natural Products Research Center Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

*3- *Corresponding author: Associate Professor, Department of Nutrition, School of Medicine, Nutrition Health Research Center, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran. Email: a.heshmati@umsha.ac.ir*

Received 7 Jun, 2018 **Accepted 26 Sept, 2018**

Background and Objectives: One of the biggest concerns in the field of food safety is the presence of pesticide residue in food products. The purpose of this study was to investigate the effects of different methods of storage conditions and washing and cooking methods on the deltamethrin residue of edible mushroom.

Materials & Methods: Edible mushroom samples were contaminated with deltamethrin. The change of deltamethrin residue was determined in different storage (room temperature, refrigerator and freeze), washing (water and salt water) and cooking conditions (boiling, frying and microwave). Deltamethrin was extracted by QuEChERS method and measured by GC-MS/MS.

Results: In the similar days, deltamethrin was decreased at room temperature > Refrigerator > Freezer temperature. Depending on the storage time and conditions, deltamethrin residue was reduced from 23.08 to 80.77%. Washing with water and brine led to a significant reduction of deltamethrin. The deltamethrin reduction did not change significantly with increasing the washing time and salt concentration. The amount of reduction during washing was 26.29-42.31%. Different methods of cooking, including boiling, frying and microwave resulted in a significant reduction of deltamethrin. After 15 min of boiling, 10 min of frying and 10 min of microwave, the deltamethrin residue from 0.26 mg/kg in the raw mushroom reached to 0.06, 0.05 and 0.05 mg/kg in the cooked sample, and decreased to 76.92, 80.77 and 80.77%, respectively.

Conclusion: Storage, washing and cooking processes could considerably reduce deltamethrin residue and exposure risk in mushroom consumers.

Keywords: Deltamethrin, Mushrooms, Pesticides, Organophosphate, QuEChERS

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]