

ارزیابی تاثیر شستشو، پوست گیری و نگهداری در یخچال بر کاهش میزان باقی مانده چهار آفت کش (دیازینون، ایمیداکلوپرید، پرمیکارب و استامی پراید) در خیار گلخانه‌ای (*Cucumis sativus* var: vista)

- **آناهیتا یزدان پاک:** گروه حشره شناسی، دانشکده کشاورزی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
- **هادی استوان*:** گروه حشره شناسی، دانشکده کشاورزی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
- **شهرام حسامی:** گروه حشره شناسی، دانشکده کشاورزی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
- **مهدی غیبی:** گروه حشره شناسی، دانشکده کشاورزی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۸

چکیده

از آنجایی که باقی مانده آفت کش‌ها در محصولات خوراکی به طور بالقوه سمی هستند، یکی از نگرانی‌های بزرگ سلامتی محسوب می‌شوند. آن‌ها ممکن است اثرات نامطلوب مانند سرطان، اثرات بر تولیدمثل، عوارض سیستم ایمنی و عصبی در پی داشته باشند. یکی از اهداف مهم برنامه‌های مدیریتی، کاهش آلودگی ناشی از باقی مانده آفت کش‌ها در محیط و مواد غذایی است. آماده سازی غذا به شدت بر روی باقی مانده‌های آفت کش‌ها و ایمنی غذا تأثیر می‌گذارد. هدف از این مطالعه ارزیابی اثرات شستشو، پوست گیری و نگهداری در یخچال بر روی مواد باقی مانده از چهار سموم دفع آفات نمونه برداری محصول تحت اثر سموم دیازینون، ایمیداکلوپرید، پرمیکارب و استامی پراید در خیارهای گلخانه‌ای است. در این تحقیق ابتدا نمونه‌های خیار پس از اسپری برداشت شد و غلظت سم با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا مجهز به آشکار ساز فرابنفش و مرئی (HPLC-DAD) مورد سنجش قرار گرفت. در این بخش، فرآیندهای زیر مورد بررسی قرار گرفتند. شستشو با آب آشامیدنی: نمونه‌ها در آب آشامیدنی به مدت ۱۰ دقیقه غوطه‌ور شده و دارای سایش ۱۰ ثانیه بوده‌اند. عملیات ریختن: در قسمت دیگر، برای ارزیابی اثر لایه برداری با چاقو و تلاش برای حتی حذف ضخامت پوست گرفته شده برای همه نمونه‌ها از همان اندازه، عملیات ذخیره سازی در دمای ۴ درجه سانتی گراد: در میزان کاهش سموم مربوطه. برای انجام این مرحله از مطالعه ابتدا ۱ کیلوگرم نمونه بعد از برداشت به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه نمونه‌ها در نایلون پلاستیکی در یخچال قرار گرفتند و در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شدند. در روزهای ۱، ۲، ۴، ۷، ۱۰، ۱۴، ۱۷، ۲۱ حدود یک چهارم کیلوگرم نمونه از یخچال خارج شد و استخراج سم بر روی آن‌ها انجام شد. در نهایت این نتیجه حاصل شد که روش‌های مورد بررسی به عنوان روش‌های ساده و موثر پردازش می‌تواند برای کاهش و حتی حذف آفت کش‌ها در محصولات گلخانه‌ای به عنوان تکنیک‌های پردازش خانگی یا تجاری استفاده شود. بر این اساس، پوست گیری یکی از تکنیک‌های مهم با بیشترین تاثیر گذاری در کاهش باقی مانده آفت کش‌ها در خیار گلخانه‌ای است ($P < 0/05$). مقایسه میانگین میزان چهار مخلوط آفت کش‌ها تفاوت بین نمونه‌های پوست شده و بدون پوست معنی دار بود و روش شستشو در مقام دوم برای کاهش باقی مانده آفت کش‌ها است که تأثیر این روش بستگی به نوع آفت کش‌ها و مکان‌های تحت تاثیر قرار می‌گیرد. در نهایت این تحقیق بیانگر که انطباق این روش‌ها با PHI (Per Interval Harvest) خطرات باقی مانده آفت کش‌ها را کاهش می‌دهد.

کلمات کلیدی: باقی مانده آفت کش، دیازینون، ایمیداکلوپرید، پرمیکارب، استامی پراید، کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا



مقدمه

انسان در تلاش بی‌پایان خود برای بقا همواره نیازمند غذا است و این نیاز منجر به پیدایش و توسعه کشاورزی شد. همراه با توسعه کشاورزی پدیده‌های بدیع که تاکنون نظیر آن در این کره خاکی به وقوع نپیوسته بود ظاهر شد، به‌عبارتی موجودی به نام انسان، دیگر به‌صورت یکی از اجزاء طبیعت تاثیرپذیر از آفت و خیزهای محیط در تولید غذا نبود، بلکه می‌توانست بنا به میل خود تغییراتی در محیط زیست خود ایجاد کند و نیازهای گوناگونش را بهتر و بیش‌تر تامین نماید (ایمانی و همکاران، ۱۳۸۵). رفته رفته همراه با توسعه کشاورزی ابزارهای مختلفی به‌کار گرفته شد و صنعت شیمی هم وارد جریان مداوم افزایش بی‌وقفه کیفیت و کمیت محصولات کشاورزی گردید و خدمت خود را با تامین ابزارهایی شیمیایی که امروزه آفت‌کش نامیده می‌شوند، ارائه نمود. این محصولات شیمیایی آفات مختلف را از رده‌های مختلف جانوری ریشه‌کن کرده و یا کاهش می‌دهند و این امکان را فراهم می‌آورند که عملکرد بالاتر و با کیفیت‌تری در اختیار جامعه قرار گیرد. اثرات سودمند استفاده از این ابزارهای شیمیایی امروزه آن‌چنان مطلوب واقع شده که منجر به بالا رفتن انتظارات مصرف‌کنندگان در حدی شده که تنها با ادامه کاربرد این قبیل مواد شیمیایی تامین آن‌ها امکان‌پذیر است. متأسفانه همین ابزارهای شیمیایی بر توانایی‌های اکوسیستم‌هایی که در آن قرار داده شده‌اند فشار می‌آورند و آن‌ها را به‌شدت مختل می‌نماید و سپس از آن محیط خارج شده و وارد آب یا اتمسفر می‌شوند جایی که خواص شیمی آن‌ها ناخواسته است و در بسیاری موارد برای انسان‌ها و سایر موجودات غیرهدف‌دارای اثرات بالقوه سمی می‌باشد (سلسه، ۱۳۷۹). تماس مستقیم و غیرمستقیم انسان با آفت‌کش‌ها باعث ایجاد بیماری و مرگ می‌شود. مستعدترین افراد آن‌هایی هستند که در تماس مستقیم با این چنین مواد شیمیایی می‌باشند که همان کارگرانی را شامل می‌شوند که در بخش کشاورزی در معرض سموم آفت‌کش می‌باشند و یا این‌که در کارخانه تولید سم کار می‌کنند، به محض این‌که پوست در معرض سم قرار می‌گیرد، ممکن است سم در بدن جذب یا تنها در سطح پوست باقی بماند. اثر موضعی عمومی که از تأثیر سم بر روی پوست دیده می‌شود (طالبی‌جهرمی، ۱۳۹۱). مشکلاتی از قبیل حساسیت‌های پوستی ایجاد می‌کند. جذب آفت‌کش در بدن از طریق تنفس نیز مانند جذب پوستی می‌تواند باعث بروز مشکلاتی برای سلامتی انسان از قبیل سوزش چشم بشود، در حالت جذب بیش‌تر، مشکلات دستگاه تنفسی به‌همراه مسمومیت دیده می‌شود که در آخر ممکن است به مرگ بیانجامد. تماس غیرمستقیم با آفت‌کش‌ها ناشی از خوردن غذاهایی است که به باقی‌مانده آفت‌کش‌ها از طریق منابع آلوده مانند

آب‌های آلوده آغشته می‌شوند و سموم آفت‌کش در آن‌ها نفوذ کرده و می‌تواند باعث افزایش مواد سمی در بدن انسان گردد که معمولاً در معرض بودن طولانی مدت با آن‌ها می‌تواند منجر به بیماری یا مرگ گردد (سلسه، ۱۳۷۹). از این‌رو سیاست‌هایی باید در جهت تضمین سلامت مواد غذایی خصوصاً در کشورهای در حال توسعه که آلودگی منابع غذایی آن‌ها به‌دلیل کاربرد بی‌رویه آفت‌کش‌ها زیاد است وضع گردند. فرآوری مواد غذایی به‌شکل خانگی یا صنعتی تقریباً یک وسیله خوب و مناسب برای مقابله با مواد غذایی ناسالم و آلوده به این مواد شیمیایی می‌باشد (Kaushik و همکاران، ۲۰۰۸). پژوهش‌گران و محققان مواد غذایی، مدت‌هاست که در پی بررسی اثرات فرآوری تجاری بر باقی‌مانده آفت‌کش‌ها در مواد غذایی می‌باشند. گزارشات اخیر نشان داده است که عملیات‌های مختلف فرآیند مواد غذایی مثل پوست‌گیری، شستشو، بلانچینگ، استخراج عصاره و فرآوری حرارتی می‌توانند سطوح باقی‌مانده‌ها را در محصولات مثل گوجه فرنگی، بروکلی، لوبیا سبز و اسفناج و ... کاهش دهد. با این توضیحات لزوم تعیین باقی‌مانده آفت‌کش‌ها در محصولات کشاورزی که به‌عنوان مواد اولیه در صنعت غذا می‌باشند، روشن می‌گردد، زیرا اولین گام برای کاهش مصرف آفت‌کش‌ها تعیین مقدار باقی‌مانده این مواد در محصولات مختلف کشاورزی می‌باشد تا بتوان بر اساس استنباط‌های واقعی‌تر و شناخت بهتر از نقش این مواد شیمیایی در چرخه محصولات کشاورزی برنامه‌ریزی‌های اجرایی کم‌ضررتر برای مبارزه با ناقلین و آفات را ارائه نمود (Jallow و همکاران، ۲۰۱۷). در دیگر تحقیقات روش‌های کاهش میزان باقی‌مانده سموم آفت‌کش مورد مطالعه قرار گرفتند. براساس نتایج این مطالعات مشخص شد که بسیاری از فرآیندها و روش‌هایی که قبل از مصرف مواد غذایی انجام می‌شود، در کاهش میزان باقی‌مانده سموم نقش به‌سزایی دارد. بسیاری از سموم خطرناک در طی فرآوری‌هایی چون حرارت‌دهی، بخاردهی، نور، شرایط اسیدی و قلیایی و انبارداری سرد به‌میزان کم‌خطر برای انسان تبدیل می‌شوند. تأثیر فرآیند شستشو را در میزان کاهش باقی‌مانده سموم کلره (ددت، آلدترین و غیره) و سموم فسفره (مالاتیون، پاراتیون و غیره) در گوجه فرنگی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که فرآیند شستشو موجب کاهش ۱۵-۹ درصدی از سموم کلره شده درحالی‌که میزان کاهش سموم فسفات ۱۸-۱۵ درصد گزارش شد، که نشان می‌دهد فرآیند شستشو بر روی سموم فسفات به‌بیش‌تر از سموم کلره تأثیر دارد که علت را می‌توان به پایداری بیش‌تر سموم کلره و لیپوفیل بودن این ترکیبات شیمیایی مرتبط دانست (Abu arab و همکاران، ۱۹۹۹). اثر تیمارهای مختلف شستشوی پس از برداشت را بر کاهش میزان مانکوزب در سیب تازه بررسی قرار شد. در این مطالعه تأثیر کلرین، کلرین‌دی‌اکساید، ازن و هیدروژن پراکسی استیک اسید را بر کاهش

آفت کش ذکر شده، گردید و مشخص شد که تجمع باقی مانده‌ها در محصولات صیفی و سبزی در پوسته بیرونی آن‌ها بود (Abu arab و همکاران، ۱۹۹۹). شستشوی محصولاتی که به شکل خام و بدون اعمال فرآوری خاص مصرف می‌شوند اغلب منجر به کاهش مقدار باقی مانده آفت کش می‌شود اما استفاده از محلول‌های شوینده و برس‌های مخصوص همراه با شستشو میزان کارایی این فرآیند را در کاهش باقی مانده آفت کش‌ها افزایش خواهد داد. شستشو سبب کاهش بقایای آفت کش‌های هیدروفیلیک از سطح محصول می‌شود در حالی که آفت کش‌های غیرقطبی در لایه واکسی باقی خواهند ماند. فرآیند پوست گیری می‌تواند باعث حذف آفت کش از پوست گردد. فرآیند پخت نیز می‌تواند بسته به عواملی مانند نوع سیستم، زمان پخت و ... سبب حذف آفت کش‌ها شود. البته در مواردی تولید متابولیت‌های سمی تر از ترکیب اولیه نیز مشاهده شده است. سایر فرآیندهایی هم چون خشک کردن، تخمیر، آسیاب و ذخیره کردن می‌توانند بر کاهش یا حذف آفت کش‌ها اثرگذار باشند. به نظر می‌رسد در صورت امکان، به کارگیری چندین تکنیک بر روی یک محصول گامی موثر در جهت کاهش میزان بقایای آفت کش در آن باشد (مظلومی و سفیدکار، ۱۳۹۳). در مطالعه‌ای، میزان اولیه سم کلرپروفام را در سیب زمینی را تخمین زدند و آن را ۳/۸ میلی گرم بر کیلوگرم گزارش نمودند. سپس فرآیند پوست گیری را روی این محصول اعمال کردند و مجدداً میزان باقی مانده این سم را اندازه گیری نمودند و گزارش دادند که فرآیند پوست گیری موجب کاهش ۹۸-۹۱ باقی مانده سم شده بود (Balukas و Lentezarizos، ۲۰۰۱). در تحقیقات، مشخص شد که فرآیند پوست گیری سیب زمینی نقش مهمی در کاهش باقی مانده حشره کش کلره د.د.ت و حشره کش فسفات مالاتیون داشت و موجب کاهش ۷۱-۷۵ درصد میزان باقی مانده سموم ذکر شده گردید که این نتایج حضور باقی مانده آفت کش‌ها را در پوسته و قسمت بیرونی سبزی و میوه تایید نمود و نشان داد که برای کاهش باقی مانده‌های سموم آفت کش موجود در پوسته بیرونی، فرآیند پوست گیری امری ضروری بوده است (Soliman، ۲۰۰۱). طی تحقیقاتی میزان باقی مانده قارچ کش بنومیل را طی ۱۴ روز در میوه خیار ارزیابی کردند و هم چنین تاثیر فرآیندهای پوست گیری و یخچال گذاری را در کاهش میزان باقی مانده سم بنومیل مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان دادند که غلظت باقی مانده بنومیل در روزهای اولیه پس از سم پاشی بسیار بالا بود و پس از آن در روزهای بعدی تا پایان دوره کارنس به صورت نزولی کاهش یافت. غلظت باقی مانده بنومیل در روزهای اول و دوم به مقدار ۰/۰۷ و ۰/۰۸ میلی گرم بر کیلوگرم بود که این مقدار از حد مجاز اعلام شده توسط سازمان بهداشت جهانی (۰/۰۱ میلی گرم بر کیلوگرم) بسیار بالاتر بود. باقی مانده بنومیل در روزهای انتهایی دوره کارنس کاهش یافت به طوری که در روز هفتم مقدار آن به ۰/۰۱

میزان باقی مانده مانکوزب و اتیلن تیواوره (ETU) سیب تازه مورد بررسی قرار دادند. این آزمایشات در دو محدوده ۱ و ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم از سم مانکوزب انجام پذیرفت. نتایج بررسی بدین صورت بود که میزان باقی مانده مانکوزب توسط تیمار با کلرین حدود ۹۹-۵۶ درصد کاهش را نشان می‌دهد. این تیمارها توانایی خوب حذف باقی مانده توسط مواد ذکر شده را نشان داد. هم چنین براساس نتایج این بررسی‌ها مشخص شد که تیمارهای مناسب پس از برداشت، می‌توانند میزان باقی مانده را تا حد مناسبی کاهش دهند و نیز نقش موثری در کاهش متابولیت‌های ناشی از سموم داشته باشند (Hwang و همکاران، ۲۰۰۱). در بررسی دیگر، باقی مانده کاپتان را پس از اعمال فرآیند شستشو با آب یونیزه شده به مدت ۱۰ تا ۱۵ ثانیه به همراه سایش مداوم در سطح سیب اندازه گیری نمودند. نتایج نشان دادند که شستشو موجب کاهش ۵۰ درصد از سم نسبت به انواع شسته نشده بود و هم چنین میزان کاهش باقی مانده در سیب شسته شده و پوست گیری شده بیش تر از ۹۸ درصد برآورد گردید (Rawan، ۲۰۰۸). میزان سموم کلره، فسفات، پائروتیروئیدی و کارباماته را در سه سبزی بامیه، گل کلم و بادمجان قبل از فراوری و پس از آن مورد ارزیابی قرار گرفت. سنجش میزان باقی مانده توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی و با شناساگر ربایش الکترونی انجام پذیرفت. نتایج بیانگر میزان باقی مانده در این گیاهان و نیز تاثیر فرآیندهای متفاوت خانگی مانند شستن و حرارت در کاهش باقی مانده آفت کش بود. در تمامی نمونه‌ها شستشو موجب کاهش ۲۰-۷۷ درصد باقی مانده شد. میزان باقی مانده سموم فسفات‌ها پس از فرآیند شستشو در بادنجان ۷۷ درصد، در گل کلم ۷۴ درصد و در بامیه ۵۰ درصد گزارش شد و میزان کاهش سموم کلره در بادنجان ۴۴ درصد ارزیابی شد. بر اساس نتایج این بررسی فرآیند شستشو بر روی سموم فسفات‌ها بیش از سموم کلره موثر بود (Kumari، ۲۰۱۱). فرآیند دیگری که مورد بررسی قرار گرفته است، پوست گیری می‌باشد. در تحقیقاتی گزارش دادند که پوست گیری میوه‌های تازه مانند آووکادو، موز، پرتقال و کیوی موجب حذف کامل باقی مانده سموم از میوه شده و اطلاعاتی که نمایشگر عدم حضور باقی مانده در پالپ میوه پرتقال و یا بخش‌های خوراکی دیگر میوه‌ها بود، نتایج بالا را تایید می‌نمودند. به عنوان مثال باقی مانده سم پیریمیپوس متیل در پوست پرتقال پس از ۲۱-۲۸ روز ۰/۵ تا ۵ میلی گرم بر کیلوگرم گزارش شد در حالی که میزان این سم در پالپ میوه غیرقابل شناسایی بود (Holland، ۱۹۹۴). در بررسی دیگر، باقی مانده سموم آفت کش کلره و فسفره (مالاتیون) موجود در گوجه فرنگی را قبل و بعد از پوست گیری مورد ارزیابی قرار دادند. گزارش‌ها نشان دادند که فرآیند پوست گیری در گوجه فرنگی اثر مهمی در حذف باقی مانده‌های آن داشت و این فرآیند موجب حذف ۸۹/۲-۸۰/۶ درصد سموم



پذیرفت و میزان باقی‌مانده سموم دیازینون و ایمیداکلوپرید و هم‌چنین استامی‌پراید و پرمیکارب در این نمونه‌های فرایند شده اندازه‌گیری شد و تاثیر هر یک از این فرایندها بر میزان کاهش باقی‌مانده این سموم ارزیابی گردید. باید ذکر شود که هر یک از تیمارهای این تحقیق با سه تکرار انجام پذیرفت. در این بخش فرایندهای زیر مورد بررسی قرار گرفتند. شستشو با آب آشامیدنی: نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در آب آشامیدنی غوطه‌ور بوده و یک سایش ده ثانیه‌ای داشتند، سپس سطح آن‌ها در هوای آزاد خشک شد و پس از آن عملیات استخراج سم روی نمونه‌ها صورت گرفت. عملیات پوست‌گیری: در بخش دیگر برای ارزیابی تاثیر فرایند پوست‌گیری در کاهش باقی‌مانده سموم دیازینون و ایمیداکلوپرید، پرمیکارب و استامی‌پراید، نمونه‌ها توسط چاقو، پوست‌گیری شدند و سعی شد تا حتی‌الامکان ضخامت پوست گرفته شده در مورد همه نمونه‌ها به یک میزان باشد، سپس عملیات استخراج باقی‌مانده سم روی نمونه‌های بدون پوست صورت پذیرفت. عملیات نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد: بخش دیگر این تحقیق به ارزیابی تاثیر عملیات نگهداری در سردخانه با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، در میزان کاهش سموم مربوطه اختصاص یافت. برای انجام این مرحله از تحقیق ابتدا به مقدار ۱ کیلوگرم از نمونه‌ها را پس از برداشت به آزمایشگاه انتقال یافتند. در آزمایشگاه نمونه‌ها در نایلون‌های پلاستیکی، درون یخچال ۴ درجه سانتی‌گراد و در تاریکی نگهداری شدند. در روزهای ۲، ۵، ۷، ۱۰، ۱۴، ۱۷، ۲۱ حدود یک چهارم کیلوگرم نمونه از یخچال خارج شده و عملیات استخراج سموم ذکر شده بر روی آن‌ها صورت پذیرفت.

نتیجه

تولید محصولات گلخانه‌ای در گلخانه به دلیل بسته بودن محیط و وجود رطوبت بالا با رشد انواع آفات گیاهی همراه می‌باشد بنابراین تولید محصولات گلخانه‌ای نیز مستلزم کاربرد سموم دفع آفات نباتی می‌باشد که میزان مصرف سموم تحت شرایط مختلف کشاورزی، آب و هوایی در هر کشور و بین نواحی مختلف یک کشور متفاوت است. در محیط گلخانه انواع مختلفی از سموم با غلظت بالا مصرف می‌شوند و برداشت محصولات گلخانه‌ای مانند صیفی و سبزی به فاصله کوتاهی بعد از سمپاشی صورت می‌گیرد و اغلب مقادیر زیادی از انواع باقی‌مانده آفت‌کش‌ها در محصولات گلخانه‌ای باقی می‌ماند. سمپاشی‌های مکرر در گلخانه‌ها، برداشت زود هنگام محصولات بعد از سمپاشی و ارائه آن به بازار و مصرف این محصولات به صورت خام و تازه سلامت مصرف‌کنندگان را به طور جدی تهدید می‌کند. که تمام موارد فوق‌الذکر اهمیت روش و فرایندهایی که به نوعی باعث کاهش میزان باقی‌مانده

میلی‌گرم بر کیلوگرم یعنی حد استاندارد WHO رسید. میزان باقی‌مانده سم اکسی‌دیمتون متیل در نمونه‌های خیار و گوجه‌فرنگی بیش از حد مجاز استاندارد توصیه شده WHO و FAO/Codex بوده و لازم است که مصرف‌کنندگان قبل از مصرف با پوست‌کندن و شستشوی خیار و گوجه‌فرنگی، میزان باقی‌مانده سم را در این دو محصول کاهش دهند (فدایی و همکاران، ۱۳۹۰). با اعمال دو تیمار مختلف پوست‌گیری و ذخیره‌سازی در یخچال میزان باقی‌مانده این قارچ‌کش به‌طور محسوسی نسبت به نمونه‌های بدون تیمار کاهش یافت به گونه‌ای که با پوست‌گیری، زمان مصرف در روز پنجم به حد مجاز رسید و در مورد نمونه‌های نگهداری شده در یخچال، میزان باقی‌مانده بنومیل در روز سوم به مقدار مجاز رسید (حسن‌زاده و همکاران، ۱۳۷۸). در بررسی دیگر، گوجه‌فرنگی آلوده به آفت‌کش کلره (د.د.ت، آلدین و غیره) و فسفره (مالاتیون، پاراتیون و غیره) را در دمای ۱۰°C - نگهداری کرده و در روزهای ۱، ۳، ۶ و ۱۲ میزان باقی‌مانده آفت‌کش آن را اندازه‌گیری نمودند. نتایج نشان دادند که در روز اول میزان باقی‌مانده اندازه‌گیری شده کاهش معنی‌داری را نشان نمی‌داد در صورتی که با گذشت زمان، میزان باقی‌مانده این سموم در گوجه‌فرنگی کاهش یافت و هرچه این زمان بیش‌تر شد، میزان باقی‌مانده بیش‌تری حذف شد به گونه‌ای که پس از ۱۲ روز نگهداری میزان باقی‌مانده سموم کلره ۱۰-۱۶ درصد کاهش و سموم فسفره ۲۸-۳۲ درصد کاهش را نشان داد (Abu arab، ۱۹۹۱). در تحقیقاتی مشابه، سموم دی‌کلره و دیازینون به‌کار رفته بر روی خیار گلخانه‌ای را مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و میزان باقی‌مانده این سموم را پس از انبارداری در دمای ۴°C به مدت ۳ و ۶ روز اندازه‌گیری نمودند. گزارش‌ها نشان دادند که تفاوت آماری معنی‌داری بین انبارداری در دمای ۴°C به مدت ۳ روز و پوست‌گیری وجود نداشت و این فرایندها تاثیر مشابهی در کاهش میزان باقی‌مانده سم داشتند و میزان باقی‌مانده پس از سه روز نگهداری ۳۵/۸ درصد و پس از شش روز ۶۴/۸ درصد کاهش یافت. فرایند نگهداری میوه خیار در دمای ۴°C به مدت شش روز در کاهش میزان باقی‌مانده سم نقش مهمی داشت (Cengiz و همکاران، ۲۰۰۶).

مواد و روش‌ها

در این مطالعه نمونه‌های خیارسبز گلخانه‌ای واریته ویستا (*Cucumis sativus var: vista*)، سم‌پاشی شده با چهار آفت‌کش (۱) در هزار لیتر آب برای دیازینون و ایمیداکلوپرید، ۰/۶ در هزار لیتر آب برای پرمیکارب و ۰/۸ در هزار برای استامی‌پراید) به صورت کاملاً تصادفی برداشت شدند. در این تحقیق، بر روی محصولات برداشت شده در روز اول پس از سم‌پاشی، فرایندهای غذایی متداول انجام



جدول ۱: مقدار دیازینون، ایمیداکلوپرید، پرمیکارب و

استامی پراید بعد از تیمارهای مختلف در خیار سبزواریته ویست

نگهداری در یخچال	پوست گیری	شستشو	قبل از شستشو	نوع تیمار / روز
۰/۶۹	۰/۳۶	۰/۴۳	۰/۸۵	۲
۰/۲۷	۰/۱۰	۰/۱۵	۰/۳۳	۵
N.D	N.D	N.D	۰/۰۷	۱۰
N.D	N.D	N.D	۰/۰۶	۱۷
۰/۱	۰/۱	۰/۱	حد مجاز "MRLs"	
۰/۰۰۴۱	۰/۰۰۱	۰/۰۳۱	۰/۰۰۱	P-Value

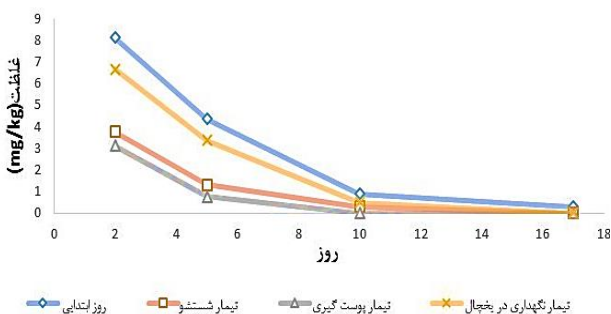
نگهداری در یخچال	پوست گیری	شستشو	قبل از شستشو	نوع تیمار / روز
۶/۶۷	۳/۱۲	۳/۷۶	۸/۱۴	۲
۳/۳۸	۰/۷۸	۱/۳۲	۴/۳۷	۵
۰/۵۱	N.D	۰/۳۰	۰/۸۹	۱۰
N.D	N.D	N.D	۰/۳۰	۱۷
۲	۲	۲	حد مجاز "MRLs"	
۰/۰۱۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۱	P-Value

نگهداری در یخچال	پوست گیری	شستشو	قبل از شستشو	نوع تیمار / روز
۴/۳۴	۱/۳۲	۱/۸۹	۵/۸۱	۲
۱/۳۸	۰/۵۲	۰/۷۷	۲/۶۲	۷
۰/۵۱	N.D	۰/۳۰	۰/۸۳	۱۴
N.D	N.D	N.D	۰/۳۰	۲۱
۱	۱	۱	حد مجاز "MRLs"	
۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۱۲	P-Value

نگهداری در یخچال	پوست گیری	شستشو	قبل از شستشو	نوع تیمار / روز
۸/۶۱	۳/۰۱	۳/۳۱	۹/۲۷	۲
۳/۳۶	۰/۷۶	۱/۱۲	۵/۱۳	۷
۰/۵۶	N.D	۰/۳۰	۱/۰۸	۱۴
N.D	N.D	N.D	۰/۳۰	۲۱
۲	۲	۲	حد مجاز "MRLs"	
۰/۰۰۰۳	۰/۰۱۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	P-Value

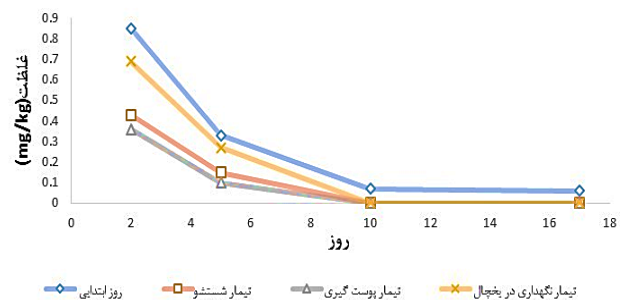
آفت کش ها می شوند را دو چندان می کند. تکنیک های آماده سازی ماده غذایی شامل مجموعه روش هایی که ممکن است به صورت خانگی و یا در سطح صنعتی انجام پذیرد و موجب کاهش و یا حذف آفت کش های موجود در آن ها می شود. در ادامه بررسی روند کاهش باقی مانده های مضر آفت کش های دیازینون، استامی پراید، ایمیداکلوپرید و پرمیکارب در محصول خیار سبز گل خانه ای و تقلیل این حشره کش ها با استفاده از روش های متداول فرآیند غذایی مانند شستشو با آب و پوست گیری و نیز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی گراد انجام شد. شستشوی محصولات صیفی با آب و یا با یکی از محلول های شوینده نیز می تواند از باقی مانده موجود در این مواد غذایی بکاهد زیرا از طریق شستشو سموم تماسی و غیرقطبی که در لایه مومی خارجی و پوسته میوه و سبزی متمرکز می شوند و با گذشت زمان توانایی نفوذ به داخل بافت میوه را دارند، کاهش پیدا می کنند. قسمت دیگری از تحقیقات این بررسی مربوط به تاثیر پوست گیری در کاهش باقی مانده سم بود. نتایج نشان داد که پوست گیری مکانیکی محصولات بررسی شده در این تحقیق توسط چاقوی پوست گیری قبل از مصرف نسبت به شستشو با آب آشامیدنی و مایع شوینده باعث کاهش چشمگیری در میزان باقی مانده سموم آفت کش می شود. بر اساس نتایج بالا می توان با تاکید برای سلامت عموم مردم مطرح نمود که از مصرف میوه خام و تازه چیده شده از بوته خودداری نمایند و این ماده غذایی را قبل از مصرف با آب و یا آب و یک ماده ضد عفونی کننده شستشو داده و سپس آن را پوست گیری نمایند. در فرآیند نگهداری میوه خیار در شرایط برودت یخچالی، مقداری از سم اولیه تجزیه گردید که نسبت به شرایط بیرون یخچالی میزان کاهش بسیار جزئی بود و هرچه زمان نگهداری در یخچال بیشتر شد، میزان بیش تری از باقی مانده آفت کش کاهش یافت که می توان این نتیجه را لحاظ نمود که در شرایط برودت درون یخچالی نسبت به شرایط بیرونی شاهد شکسته شدن و یا متابولیزه شدن کم تری از باقی مانده بود.

حشره کش پرمیکارب در تیمارهای مختلف خیار سبز



شکل ۲: اثرات تیمارهای مختلف بر روند کاهشی آفت کش پرمیکارب در خیار سبز

حشره کش دیازینون در تیمارهای مختلف خیار سبز



شکل ۱: اثرات تیمارهای مختلف بر روند کاهشی آفت کش دیازینون در خیار سبز



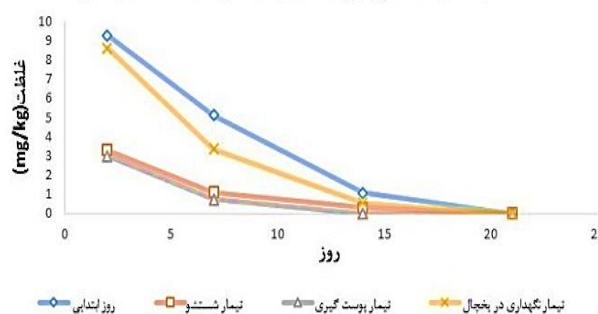
سموم بود (Kaushik و همکاران، ۲۰۰۸؛ Cengiz و همکاران، ۲۰۰۶؛ Aysel و همکاران، ۲۰۰۶؛ Soleiman، ۲۰۰۱؛ Abuarab و همکاران، ۱۹۹۹؛ Holand و همکاران، ۱۹۹۴) براساس مطالعات فرآیند شستشو برای حذف باقی‌مانده به چهار فاکتور وابسته بود:

مکان سم باقی‌مانده در محصول، که اگر در سطح باشد با یک شستشوی ساده تا حدی قابل حذف می‌باشد اما اگر سم از نوع نفوذی باشد، با گذشت زمان سم به‌داخل بافت گیاه نفوذ کرده و توسط شستشو تاثیر نمی‌پذیرد و یا به‌میزان کمی حذف می‌شود. فاکتور بعدی مدت زمان سم‌پاشی تا برداشت محصول می‌باشد یعنی به‌عبارتی می‌توان گفت زمان در تماس بودن باقی‌مانده با محصول یک پارامتر مهم و اساسی می‌باشد که با افزایش این زمان باقی‌مانده تمایل به حرکت به درون لایه واکسی، کوتیکول و یا لایه‌های عمیق‌تر دارد. بنابراین میزان باقی‌مانده سم که توسط شستشو قابل حذف می‌باشد، کاهش می‌یابد. فاکتور سوم میزان حلالیت سم در آب می‌باشد که نه تنها بیان‌گر توانایی بالای شستشو در حذف باقی‌مانده می‌باشد بلکه نشان‌دهنده توانایی سم به نفوذ در لایه‌های واکسی و مومی نیز می‌باشد. آخرین فاکتور دما و نوع شستشو می‌باشد (Abuarab و همکاران، ۱۹۹۹؛ Holand و همکاران، ۱۹۹۴). میزان کاهش سم‌مالاتیون در گوجه‌فرنگی بر اثر فرآیند شستشو، در مطالعات ۲۳٪ درصد گزارش شد (Abuarab و همکاران، ۱۹۹۹)، هم‌چنین میزان کاهش سم دیازینون در مطالعات ۲۲٪ درصد گزارش شده است (Cengiz و همکاران، ۲۰۰۶). در مطالعاتی دیگر، میزان باقی‌مانده سموم فسفات‌ها پس از فرآیند شستشو در بادمجان ۷۷٪ درصد و در گل کلم ۷۴٪ درصد گزارش شد یعنی میزان باقی‌مانده ۲۶٪ درصد کاهش داشت که می‌توان این تفاوت‌ها را به نحوه شستشو و اختلاف در روزی که تیمارها روز پس از سم‌پاشی اعمال شد، دانست (Kaushik و همکاران، ۲۰۰۸). در این تحقیق همه تیمارها در اولین روز پس از سم‌پاشی که حشره‌کش فرصت کافی برای نفوذ به لایه‌های درونی‌تر را نداشت، انجام شد و به همین دلیل تیمار شستشو موجب حذف درصد بیش‌تری از این حشره‌کش‌ها شد.

میزان کاهش باقی‌مانده آفت‌کش‌ها در فرآیند پوست‌گیری:

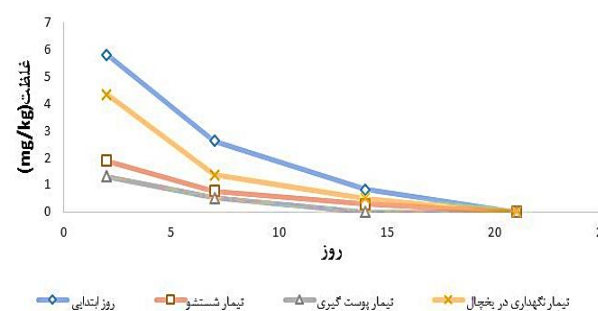
میانگین باقیمانده سموم دیازینون، ایمیداکلوپرید، پرمیکارب و استامیدنی‌پراید در نمونه‌ها پس از تیمار پوست‌گیری و هم‌چنین در (جدول ۱ و اشکال ۱ تا ۴) نشان داده شده است. همان‌گونه که از نتایج مشخص است تیمار پوست‌گیری در مقایسه با تیمار شستشو با آب آشامیدنی و نگره‌داری در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به‌طور مشخصی در کاهش میزان سموم مورد بررسی اثر داشته است. هم‌چنین تیمار شستشو با آب آشامیدنی در مقایسه با تیمار نگره‌داری در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به‌طور مشخصی در کاهش میزان سموم مورد بررسی اثر داشته است. هم‌چنین تیمار شستشو با آب آشامیدنی در مقایسه با تیمار نگره‌داری در یخچال در زمینه کاهش میزان سموم مورد بررسی به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش را نشان می‌دهد ($P < 0.05$). محققان در

حشره‌کش استامی‌پراید در تیمارهای مختلف خیار سبز



شکل ۳: اثرات تیمارهای مختلف بر روند کاهش آفت‌کش استامی‌پراید در خیار سبز

حشره‌کش ایمیداکلوپرید در تیمارهای مختلف خیار سبز



شکل ۴: اثرات تیمارهای مختلف بر روند کاهش آفت‌کش ایمیداکلوپرید در خیار سبز

بحث

میزان کاهش باقی‌مانده آفت‌کش‌ها پس از تیمار شستشو

با آب شرب: نتایج آنالیز اثر تیمار شستشو با آب شرب بر روی میزان باقی‌مانده سموم دیازینون، ایمیداکلوپرید، پرمیکارب و استامی‌پراید نسبت به نمونه شاهد مقدار کاهش را نشان می‌دهد (جدول ۱ و اشکال ۱ تا ۴). همان‌گونه که از نتایج مشخص است تیمار پوست‌گیری در مقایسه با تیمار شستشو با آب آشامیدنی و نگره‌داری در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به‌طور مشخصی در کاهش میزان سموم مورد بررسی اثر داشته است. هم‌چنین تیمار شستشو با آب آشامیدنی در مقایسه با تیمار نگره‌داری در یخچال در زمینه کاهش میزان سموم مورد بررسی به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش را نشان می‌دهد ($P < 0.05$). فرآیند شستشوی ماده غذایی قبل از مصرف موجب حذف قسمتی از باقی‌مانده‌های سطح شده و بخش زیادی از اجزای قطبی را نیز از سطح حذف می‌کند که این نظریه مطابق با بررسی‌های انجام شده مبنی بر موثر بودن فرآیند شستشو در حذف بخش اعظم باقیمانده

آشامیدنی و پوست‌گیری است ($P < 0.05$). نتایج به‌دست آمده در این تحقیق با نتایج مطالعات قبلی یکسان می‌باشد (Cengiz و همکاران، ۲۰۰۶؛ Abuarab و همکاران، ۱۹۹۹).

باقی‌مانده آفت‌کش‌ها در محصولات کشاورزی یک واقعیت انکار ناپذیر که باید با ایجاد و استقرار عملیات بهینه کشاورزی و نظام گواهی شده، تامین نهاده‌های زیستی و کم‌خطر، انتقال دانش فنی تولید عوامل بیولوژیک و مدیریت نحوه به‌کارگیری آن‌ها، تدوین دستورالعمل‌های اجرایی تولید و بسته‌ای حمایتی هدایتی و انگیزشی در کاهش اثرات زیانبار آن‌ها کوشید.

منابع

- ایمانی، س.؛ طالبی، خ.؛ شجاعی، م. و کمالی، ک.، ۱۳۸۵. اندازه‌گیری باقی‌مانده ۸ سم آفت‌کش بر روی گوجه‌فرنگی و خیار سبز گلخانه‌ای. هفدهمین کنگره حفاظت از گیاهان ایران، تهران.
- سلسه، م.، ۱۳۷۹. بررسی و تعیین مقدار حشره‌کش‌های مصرفی فسفره در آب رودخانه‌های استان مازندران. کارشناسی ارشد. تهران. دانشگاه علوم پزشکی تهران.
- طالبی جهرمی، خ.، ۱۳۹۱. سم‌شناسی آفت‌کش‌ها. انتشارات دانشگاه تهران.
- حسن‌زاده، ن.؛ بهرامی‌فر، ن. و اسماعیلی‌ساری، ع.، ۱۳۸۹. بررسی بقایای حشره‌کش ایمیداکلوپرید در دوره کارنس ۲۱ روزه و کاهش آن با روش‌های مختلف در خیار گلخانه‌ای. نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۴، شماره ۴، صفحات ۴۱۳ تا ۴۱۸.
- سفیدکار، ر. و مظلومی، س.، ۱۳۹۳. مروری بر تاثیر انواع روش‌های فرآوری بر مقدار باقی‌مانده آفت‌کش‌ها. در مواد غذایی گیاهی خام و فرآوری شده. مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی ایلام. دوره ۲۲، شماره ۶، صفحات ۲۴ تا ۳۳.
- Abou Arab, A.A.K., 1999. Behavior of pesticides in tomatoes during commercial and home preparation. Food Chemistry. Vol. 65, pp: 509-514.
- Cengiz, M.; Certel, M. and Gocmen, H., 2006. Residue contents of DDVP (Dichlorvos) and diazinon applied on cucumbers grown in greenhouses and their reduction by duration of a pre-harvest interval and post harvest culinary applications. Food Chemistry. Vol. 98, pp: 127-135.
- Holland, P.T.; Hamilton, D.; Ohlin, B. and Skidmore, M.W., 1994. Effects of storage and processing on pesticide residues in plant products. IUPAC Reports on Pesticides. Pure and Applied Chemistry. Vol. 66, No. 2, pp: 335-356.
- Hwang, E.; Cash, J.N.; Zabik, M.J. and Hwang, E.S., 2001. Postharvest treatments for the reduction of mancozeb in fresh apples. J. Agricultural and Food Chemistry. Vol. 49, No. 6, pp: 3127-3132.
- Jallow, M.F.A.; Awadh, D.G.; Albaho, M.S.; Devi, V.Y. and Ahmad, N., 2017. Monitoring of Pesticide Residues in Commonly Used Fruits and Vegetables in Kuwait.

مورد حضور باقی‌مانده‌ها در پوسته بیرونی، اعلام نمودند که اکثر قارچ‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها که برای محصولات غذایی استفاده می‌شوند، پس از سم‌پاشی، دستخوش جابه‌جایی اندکی شده و بسته به نوع ماده شیمیایی استفاده شده، در لایه مومی و کوتیکول گیاه نفوذ می‌کنند. بنابراین به‌نظر می‌رسد که میزان باقی‌مانده این ترکیبات به سطح بیرونی محصول محدود شده و در طی پوست‌گیری و جدا کردن لایه بیرونی قابل جدا شدن باشند (Cengiz و همکاران، ۲۰۰۶؛ Soleiman، ۲۰۰۱؛ Abuarab و همکاران، ۱۹۹۹).

فرآیند پوست‌گیری گوجه‌فرنگی موجب کاهش ۸۰٪ درصدی باقی‌مانده سموم آفت‌کش فسفره (مالاتیون و غیره) شد (Abuarab و همکاران، ۱۹۹۹)، در حالی که فرآیند پوست‌گیری سیب‌زمینی موجب کاهش ۷۰ تا ۷۵٪ درصدی باقی‌مانده آفت‌کش مالاتیون گشت (Soleiman، ۲۰۰۱). میزان کاهش باقی‌مانده سم دیازینون را پس از فرآیند پوست‌گیری ۶۷/۳٪ درصد اعلام نمودند (Cengiz و همکاران، ۲۰۰۶). می‌توان اظهار نمود که علت تفاوت در میزان تاثیر فرآیند پوست‌گیری بر کاهش باقی‌مانده سموم ممکن است مربوط به نوع محصول، میزان قطر گرفته شده پوسته و این‌که انجام تیمارهای مورد نظر در چندمین روز پس از سم‌پاشی صورت گرفته، می‌باشد علاوه بر این‌ها بیش‌ترین کاهش در میزان سم توسط فرآیند پوست‌گیری فیزیکی و سپس شستشو ایجاد شد که کاملاً با مطالعات دیگر مشابهند (Zhang و همکاران، ۲۰۰۶؛ Yu و همکاران، ۲۰۰۵؛ Li و همکاران، ۲۰۰۴؛ Moya و همکاران، ۱۹۹۸). براساس نتایج یک پژوهش، تیمار پوست‌گیری و شستشو بیش‌ترین تاثیر را در کاهش ایمیداکلوپریدو استامی پراید از سطح محصول داشت. ایمیداکلوپرید یک آفت‌کش‌های سیستمیک است و دارای توانایی بالا برای نفوذ به بافت‌های گیاهی است، رعایت یک دوره زمانی ۷ روزه پس از سم‌پاشی با ایمیداکلوپرید برای ارائه محصول به بازار مصرف و اعمال روش‌های ساده پوست‌کندن، شستشو و ذخیره در یخچال به‌منظور اطمینان از مقادیر باقی‌مانده این آفت‌کش به‌میزان کم‌تر از استاندارد کدکس، برای ایمنی غذایی مصرف‌کنندگان لازم و ضروری است (حسن‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹).

میزان کاهش باقی‌مانده آفت‌کش‌ها در فرآیند نگهداری در

یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد: روند کاهش باقی‌مانده سموم در نگهداری ده روزه در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در روزهای مختلف در (جدول ۱ و اشکال ۱ تا ۴) نشان داده شده است. نتایج آنالیز نشان داد که مقایسه میانگین اعداد باقی‌مانده سموم تیمارهای زمانی مختلف نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد کم‌تر شده و این نسبت کاهش کم‌تر از دو تیمار فوق یعنی شستشو با آب



- International Journal of Environmental Research and Public Health. Vol. 14, No. 8, pp: 833.
۱۱. **Kaushik, P.; Yadav, Y.K.; Dilbaghi, N. and K, G.V., 2008.** Enrichment of vermicomposts prepared from cow dung spiked solid textile mill sludge using nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Environmentalist*. Vol. 28, pp: 283-287.
 ۱۲. **Kumar, B.; Mukherjee, D.P.; Sanjay, K.; Meenu, M.; Dev, P.; Singh, S.K. and Sharma, C.S., 2011.** Bioaccumulation of heavy metals in muscle tissue of fishes from selected aquaculture ponds in east Kolkata wetlands. *Annals of Biological Research*. Vol. 2, No. 5, pp: 125-134.
 ۱۳. **Lentza Rizos, C. and Balokas, A., 2001.** Residue levels of chlorpropham in individual tubers and composite samples of postharvest-treated potatoes. *J. Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 49, No. 2, pp: 710-714.
 ۱۴. **Ling, Y.; Wang, H.; Yong, W.; Zhang, F.; Sun, L.; Yang, M.L. and Chu, X.G., 2011.** The effects of washing and cooking on chlorpyrifos and its toxic metabolites in vegetables. *Food Control*. Vol. 22, No. 1, pp: 54-58.
 ۱۵. **Mehmet, F.G.; Certel, M. and Goçmen, H., 2006.** Residue contents of DDVP (Dichlorvos) and diazinon applied on cucumbers grown in International Labour Organisation. *International Journal of Production Research*. Vol. 98, No. 1, pp: 127-135.
 ۱۶. **Radwan, M.A.; Abu-Elamayem, M.H. and Shiboob, AA., 2005.** Residual behavior of profenfos on some fieldgrown vegetables and its removal using various washing solutions and household processing. *Food and Chemical Toxicology*. Vol. 43, No. 1, pp: 553-557.
 ۱۷. **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*. Vol. 109, No. 1, pp: 790-796.
 ۱۸. **Soliman, K.M., 2001.** Changes in concentration of pesticide residues in potatoes during washing and preparation. *Food and Chemical Toxicology*. Vol. 39, pp: 887-891.
 ۱۹. **Zhang, Z.Y.; Zhang, C.Z.; Liu, X.J. and Hong, X.Y.; 2006.** Dynamics of pesticide residues in the autumn Chinese cabbage (*Brassica chinensis* L) grown in open Welds. *Pest Management Science*. Vol. 62, pp: 350-355.

