

روش تعیین باقی‌مانده قارچ‌کش مانکوزب در میوه خیار

صفرعلی مهدیان^{۱*}، سیدیحیی کاظمی^۲ و بهنام امیری^۳

۱- استادیار بیماری‌شناسی گیاهی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲- استادیار شیمی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۳- استادیار حشره‌شناسی کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۲/۲۱

مهدیان، ص.ع.، کاظمی، س.ی. و امیری، ب. ۱۳۹۰. روش تعیین باقی‌مانده قارچ‌کش مانکوزب در میوه خیار. دانش بیماری‌شناسی گیاهی ۱(۱): ۶۲-۵۳.

چکیده

خیار در بعضی مناطق مرطوب کشور برای مبارزه با بیماری سفیدک‌کرکی با قارچ‌کش مانکوزب سم‌پاشی و پس از گذشت مدت زمان کوتاهی برداشت می‌شود. بنابراین تعیین میزان باقی‌مانده این قارچ‌کش در میوه خیار، از نظر حفظ سلامت مصرف‌کنندگان اهمیت دارد. مقدار باقی‌مانده این قارچ‌کش در نمونه‌های میوه خیار که به طور تصادفی جمع‌آوری می‌شوند، تعیین می‌گردد. از هر نمونه ۱۰۰ گرم وزن و در دستگاه سوکسله با حلال ان-هگزان، عصاره آن استخراج می‌شود. میزان جذب نور با طول موج ۲۸۰ نانومتر این عصاره در دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری و در نمودار خطی، نشان دهنده رابطه بین میزان جذب نور توسط یک عصاره با رقت ماده موثره این قارچ‌کش موجود در آن، قرار داده می‌شود و مقدار باقی‌مانده قارچ‌کش مانکوزب در عصاره هر نمونه تعیین می‌شود. بیشینه باقی‌مانده مجاز این قارچ‌کش ۲ میلی‌گرم در هر کیلوگرم میوه خیار است.

واژه‌های کلیدی: باقی‌مانده، خیار، سفیدک‌کرکی، قارچ‌کش، مانکوزب

* مسئول مکاتبه، پست الکترونیک: safaralim@gmail.com

مقدمه

خیار (*Cucumis sativus* L.) از تیره کدوییان (Cucurbitaceae) میوه‌ای است که در برنامه غذایی بیشتر مردم کشور مصرف روزانه دارد و در گلخانه و مزرعه در سراسر سال تولید می‌شود. کشت این محصول در استان مازندران در اوایل بهار در گلخانه و از اواسط بهار در مزرعه انجام می‌شود. با توجه به شرایط مساعد آب و هوایی در استان مازندران به ویژه در گلخانه‌ها (شاسی‌های فصلی) آفات و بیماری‌های مختلف به خیار حمله کرده و موجب خسارت کمی و کیفی به محصول آن می‌شوند. در بین بیماری‌های خیار، مهمترین بیماری در استان مازندران، سفیدک کرکی است.

۱- نشانه‌ها و عامل بیماری سفیدک کرکی خیار

نشانه‌های این بیماری ابتدا به صورت موزاییکی، مناطق سبز کم‌رنگ در متن سبز تیره برگ‌ها، ظاهر می‌شود. به تدریج مناطق سبز کم‌رنگ زرد شده و به وسیله رگبرگ‌ها محدود شده و به رنگ قهوه‌ای و خشک درمی‌آیند. در آب و هوای مرطوب در سطح زیرین برگ‌ها در مقابل لکه‌ها یک لایه خاکستری مایل به ارغوانی رنگ تشکیل می‌شود. ابتدا برگ‌های نزدیک به طوقه تحت تاثیر قرار می‌گیرند و برگ‌های آلوده خشک می‌شوند.

عامل بیماری شبه قارچ *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. & M. A. Curtis) Rostovzev است، که علاوه بر خیار از روی هندوانه، خربزه و کدو مسمایی نیز گزارش شده است. زمستان‌گذرانی عامل بیماری به صورت اسپور، میسلیوم و در بعضی از مناطق به صورت اسپورنژیوم در بقایای بوته‌های بیمار است. دمای بهینه برای رشد آن ۱۶ تا ۲۲ درجه سانتیگراد و در دمای ۱۰ تا ۲۶/۵ درجه گیاهان را آلوده می‌کند. میزان آلودگی گیاهان با مدت زمان شب‌نم ارتباط مستقیم دارد. دما و تراکم اسپورنژیوم‌ها نیز از عوامل مؤثر در ایجاد آلودگی هستند (اعتباریان، ۱۳۷۶).

۲- مبارزه شیمیایی با بیماری سفیدک کرکی خیار

علی‌رغم این‌که اداره حفظ نباتات استان مازندران برای مبارزه با بیماری‌های خیار با توجه به خطرات بهداشتی سموم کشاورزی، هیچ‌گونه آفت‌کشی توصیه نکرده است، ولی کشاورزان معمولاً با استفاده از سموم مانکوزب و یا متالاکسیل و گاهی با ترکیب مانکوزب-متالاکسیل (ریدومیل ام زد) با این بیماری مبارزه می‌کنند، به طوری در طی

بازدید از گلخانه‌ها و صیفی‌کاری‌های شهرستان ساری و حومه آن (جویبار و بهنمیر) در این استان مشخص گردید در بعضی محل‌ها از سم مانکوزب استفاده شده است.

در فرمول قارچکش مانکوزب فلزات منگنز و روی وجود دارند که به وسیله گیاه قابل جذب هستند و کمبود این عناصر را می‌توانند رفع نمایند. مانکوزب روی کنه‌ها نیز مؤثر است و از خسارت آن‌ها نیز می‌تواند جلوگیری کند. متأسفانه مشکل مهمی که در مانکوزب و سایر سموم اتیلن‌بیس‌دی‌تیوکاربامات (مانب و زینب) وجود دارد این است که آن‌ها پس از پاشیدن، در گیاه ابتدا به مونوسولفور تیورام و سپس به اتیلن تیوره (ETU) تبدیل می‌شوند. اتیلن تیوره ماده‌ای سرطان‌زا است. بنابراین این سموم روی محصولاتی که به صورت تازه مصرف می‌شوند، نباید بکار برده شود. استفاده از این سموم به همین دلیل روی سبزی و صیفی‌جات در بعضی کشورها ممنوع شده است. دوره کارنس، فاصله آخرین سمپاشی تا برداشت محصول، سم مانکوزب ۱۰ روز است (Hassall, 1990). برخی محققین مصرف آن را روی سبزی و صیفی‌جات، فقط در مزارع تولید بذر توصیه می‌کنند (اعتباریان، ۱۳۷۶).

۳- بیشینه باقی‌مانده مجاز سموم

سازمان بهداشت جهانی (WHO) در مورد هر آفت‌کش حد نهایی قابل تحمل از باقیمانده یا به عبارت دیگر بیشینه باقی‌مانده مجاز (Maximum Residue limit = MRL) را به عنوان یک معیار تعریف کرده است. این حد که به صورت قسمت در میلیون (Part Per Million = ppm) یا میلی‌گرم بر کیلوگرم در وزن محصول گیاهان تعیین می‌شود، در مورد هر محصول و یا هر سمی متفاوت است و عرضه محصولاتی که بیش از آن حد را دارا باشند، غیر مجاز اعلام شده است. این سازمان توصیه می‌نماید که بیشینه باقی‌مانده مجاز برای اغلب محصولات کشاورزی به صفر نزدیک گردد به این معنا که محصولات عرضه شده باید کاملاً عاری از بقایای سموم باشند. یکی از وظایف کمیته کدکس (Codex Committee on Pesticide Residues = CCPR)، وابسته به این سازمان، تعیین بیشینه باقیمانده مجاز سموم (MRL) در مواد غذایی است. کشورهای مختلف در صورتی اجازه ورود محصولات کشاورزی را می‌دهند که آن محصول دارای تائیدیه معتبر از یکی از آزمایشگاه‌های مورد تائید کدکس (Good Laboratory Practice = GLP) باشد. بیشینه باقیمانده مجاز مورد تائید کدکس در مورد سموم مانکوزب و متالاکسیل در گیاهان سبزی و صیفی در جدول ۱ ارایه شده است (Codex Alimentarius Commission, 1996).

جدول ۱- بیشینه باقی مانده مجاز سموم مانکوزب و متالاکسیل در سبزی و صیفی جات

بیشینه باقی مانده مجاز (MRL:ppm= mg/kg)		نام گیاه
متالاکسیل	مانکوزب	
۰/۵	۲	خیار
۲	۰/۵	پیاز
۰/۲	۰/۵	خربزہ
۰/۰۵	۰/۲	سیب زمینی
۲	۱۰	کاهو
۰/۲	۱	کدو مسما
۰/۵	۵	کلم
۰/۵	۵	گوجه فرنگی
۱	۱	فلفل
۰/۲	۱	هندوانه
۰/۰۵	۱	هویج

برای تعیین باقی مانده سموم در محصولات غذایی روش های متعددی ارایه شده است. از سال ۱۹۸۰ روش های مختلف تجزیه شامل: رنگ سنجی (Colorimetry)؛ نورسنجی (Spectrophotometry)؛ کروماتوگرافی لایه نازک (Thin-layer chromatography)؛ گاز کروماتوگرافی (Gas chromatography= GC) و کروماتوگرافی مایع باکرایبی بالا (High performance liquid chromatography= HPLC) جهت تعیین باقی مانده سموم بکار گرفته شده اند. در سال های اخیر کیفیت محصولات غذایی به عنوان یک نگرانی اصلی مطرح شده است و بیشینه باقی مانده مجاز سموم در کشورهای مختلف پایین آورده شده است و در برخی محصولات مقدار آن صفر اعلام شده است. بنابراین اندازه گیری مقادیر کم باقی مانده سموم مخصوصاً در سبزی و صیفی جات ضروری است (Topuz et al., 2005).

۴- سابقه پژوهش در مورد باقی مانده سموم

بر اساس گزارش اسماعیلی ساری و یزدان شناس (۱۳۷۶)، حدود ۶۵ درصد کل سموم مصرفی کشور در استان های مازندران و گیلان مصرف می گردد و متصل بودن کشتزارها به رودخانه ها و بالاخره به دریاچه خزر باعث ورود آفت کش ها به منابع آبی می شود. آن ها با استفاده از روش عمومی برای تعیین سموم آبی فسفره مقادیر زیادی از

آفت‌کش‌ها را در نمونه‌های آب مورد آزمایش از این استان‌ها تشخیص دادند که در بعضی موارد ۴۳، ۵۰ و ۳۱۷ برابر حد بیشینه باقی‌مانده مجاز این گروه از آفت‌کش‌ها بوده است.

آزمایش نوری و همکاران (۱۳۷۹) در مورد اثر حشره‌کش‌های مصرفی علیه کرم‌ساقه‌خواربرنج، روی گیاه، درون آب آبیاری و در عمق ۵ سانتی‌متری خاک نشان داده که روی گیاه و درون آب جمعیت جانداران کاهش قابل ملاحظه‌ای داشته و در عمق ۵ سانتی‌متری خاک هم هیچ موجود زنده‌ای یافت نشد.

جعفری و همکاران (۱۳۸۳) میزان باقی‌مانده حشره‌کش اندوسولفان در منابع آب، خاک و خیار تولیدی استان لرستان را بررسی نموده و گزارش کرده‌اند، میزان باقیمانده این سم یک ماه بعد از سمپاشی ۳/۶۶ میکروگرم در کیلوگرم خیار بوده و کمتر از حد بیشینه باقی‌مانده مجاز است. بنابراین خیار تولید شده برای مصرف در این زمان مشکلی نداشت.

طالبی (۱۳۸۰) اثر سمپاشی‌های پی‌درپی و به کار بردن فرمولاسیون‌های گوناگون روی انباشته شدن باقی‌مانده قارچ‌کش متالاکسیل در برگ و میوه خیار را مورد بررسی قرار داده و گزارش کرده، که مقدار باقی‌مانده این قارچ‌کش در بوته‌هایی که با محلول متالاکسیل سمپاشی شدند، سریع‌تر از بوته‌هایی که توسط شکل دانه‌ای آن تیمار شده بودند، کاهش می‌یابد. هم‌چنین کاربرد پی‌درپی قارچ‌کش به صورت محلول و یا دانه‌ای تاثیری در انباشته شدن باقی‌مانده آن در بوته خیار نداشته است.

کرامت و همکاران (۱۳۸۴) نشان دادند که مقدار باقیمانده متالاکسیل در خیار دارای پوست و یا بدون پوست در روز چهارم پس از سمپاشی به بیش از ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم محصول رسیده که بیشتر از ۱۰ برابر بیشینه باقی‌مانده مجاز (۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) است. بنابراین در صورت سمپاشی با متالاکسیل، باید نخست کلیه خیارها برداشت شود و پس از سمپاشی حداقل ۱۴ روز از مصرف محصول خودداری شود.

پژوهش‌های متعددی برای تعیین باقی‌مانده قارچ‌کش‌های مانکوزب و متالاکسیل در سایر کشورها نیز صورت گرفته است. کالداس و همکاران (Caldas *et al.*, 2004) گزارش کرده‌اند که در ۵۲۰ نمونه میوه و محصولات کشاورزی جمع‌آوری شده از فروشگاه‌های برزیل، ۶۰/۸٪ آن‌ها به متابولیت‌های قارچ‌کش‌های دی‌تیوکاربامات از جمله سولفید کربن (CS₂) آلوده بودند و میزان این آلودگی بیش از ۳/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم بوده است. ال‌یسری و ال‌عدیل (El-Yesery & Al-Adil, 1991) گزارش کرده‌اند که اگر مزارع کاهو و بوته‌های خیار پرورشی در گلخانه را با محلول ۲/۵ گرم در لیتر پودر وتابل ریدومیل‌ام‌زد ۷۲٪ سمپاشی گردد میزان باقی‌مانده در کاهو و خیار به ترتیب به

فاصله ۱۷ و ۲۹ روز پس از سمپاشی به کمتر از حد مجاز قابل قبول خواهد رسید. نارش و همکاران (Naresh *et al.*, 1997) گزارش کرده اند که اگر گیاه خردل با محلول متالاکسیل سمپاشی شود، بیشترین میزان باقی مانده (۹/۰۳ میلی گرم در کیلوگرم) یک روز پس از سمپاشی خواهد بود و سپس کاهش یافته و ۱۵ روز پس از سمپاشی هیچ گونه باقی مانده ای از سم وجود نخواهد داشت. همچنین در گزارش دیگری با قرار دادن دانه های گیاه آفتابگردان در محلول متالاکسیل قبل از کاشت معلوم شد که ۱۱ روز پس از کاشت میزان قارچ کش در برگ به بالاترین مقدار می رسد. پس از آن میزان باقی مانده کاهش یافته و در روز سی و چهارم به ۳۰ درصد مقدار اولیه خواهد رسید. با این وجود ۹۰ روز پس از کاشت هنوز باقی مانده قارچ کش در برگها قابل اندازه گیری است. نحوه تغییرات باقی مانده قارچ کش در ساقه و ریشه نیز به همین ترتیب، ولی با غلظتی بسیار کمتر از برگها، است (Marucchini *et al.*, 1983).

با توجه به مصرف میوه تازه خیار در برنامه غذایی مردم و سمپاشی پی در پی این محصول با قارچ کش مانکوزب برای مبارزه با بیماری مخرب سفیدک کرکی، در بعضی نقاط کشور به نظر می رسد سلامتی مصرف کنندگان در معرض خطر جدی قرار دارد، لذا به شرح روش تعیین باقی مانده این قارچ کش در میوه خیار پرداخته می شود.

۵- روش تعیین باقی مانده قارچ کش مانکوزب در میوه خیار

باقی مانده قارچ کش مانکوزب در میوه خیار بر اساس روش آگاروال و همکاران (Agarwal *et al.*, 2005) و کرامت و همکاران (۱۳۸۴)، به این شرح تعیین می شود.

۵-۱- روش جمع آوری نمونه

نمونه برداری از میوه های خیار به طور تصادفی انجام می شود. نمونه های جمع آوری شده درون کیسه های فریزر تمیز قرار داده می شوند. روی برچسب کیسه هر نمونه تاریخ نمونه برداری و سمپاشی (در صورت مشخص بودن) و محل جمع آوری یادداشت می شود. نمونه ها به آزمایشگاه منتقل و در یخچال تا زمان انجام آزمایش های بعدی نگهداری می شوند. به این روش از بازار، گلخانه ها و مزارع خیار شهرستان ساری و حومه آن (جویبار و بهنمیر)، در استان مازندران ۲۶ نمونه، در سال ۱۳۸۶، جمع آوری شد.

۵-۲- استخراج عصاره نمونه‌ها

برای استخراج نمونه از دستگاه سوکسوله (این دستگاه از ۳ قسمت تشکیل شده: اول یک بالن ته‌گرد که حلال در آن ریخته می‌شود، در وسط لوله‌ای استوانه‌ای شکل که کاغذ صافی محتوی نمونه در آن قرار می‌گیرد، در بالای دستگاه هم یک سیستم خنک‌کننده قرار دارد که به شیر آب وصل می‌شود) استفاده می‌شود. به این ترتیب که از هر نمونه ۱۰۰ گرم وزن و در جای نمونه دستگاه قرار داده می‌شود. مقدار ۳۰۰ میلی‌لیتر حلال ان-هگزان درون مخزن حلال ریخته و دستگاه روی گرم‌کن برقی قرار داده می‌شود. لوله خنک‌کننده به شیر آب متصل می‌گردد، تا بخار حلال عبور کرده از نمونه تبدیل به مایع شود و مجدداً به مخزن برگردد. به طور متوسط عمل استخراج هر نمونه ۳ ساعت طول می‌کشد و در هر ساعت ۵ بار حلال به بالن برمی‌گردد. به منظور جلوگیری از سوختن عصاره حاصل از شستشو در ته بالن، کار استخراج در حالی که با مقداری حلال (حدود ۲۰ میلی‌لیتر) همراه هستند، متوقف می‌شود. پس از اتمام مرحله استخراج، عصاره نمونه‌ها به لوله آزمایش منتقل می‌شوند و دهانه لوله‌ها به وسیله لایه‌ای از پارافیلیم پوشیده می‌شود و تا زمان آزمایش بعدی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در یخچال نگهداری می‌شوند. با این روش از نمونه‌های جمع‌آوری شده از استان مازندران عصاره‌گیری شد.

۵-۳- اسپکتروفتومتری

برای انجام این آزمایش، لازم است بالاترین طول موج جذبی قارچ‌کش مانکوزب تعیین شود. برای درست کردن محلول استاندارد این قارچ‌کش، با استفاده از دهان‌پوش و دستکش، مقدار ۰/۱ گرم از ماده مؤثره مانکوزب (قابل تهیه از کارخانه صدرشیمی) در ۵۰ میلی‌لیتر ان-هگزان حل می‌شود. برای حل شدن بهتر سم می‌توان از هم‌زن مغناطیسی استفاده کرد. پس از آن درب ارلن حاوی محلول استاندارد با ورقه آلومینیومی کاملاً پوشانیده می‌شود. برای تعیین حداکثر طول موج جذبی محلول استاندارد از دستگاه اسپکتروفتومتر استفاده می‌گردد. ابتدا داخل مکعب دستگاه مقدار ۳ میلی‌لیتر حلال ان-هگزان ریخته و دستگاه با آن صفر می‌شود. سپس مقدار ۳ میلی‌لیتر محلول استاندارد سم در مکعب ریخته و در دستگاه قرار داده می‌شود و میزان جذب نور این محلول در طول موج‌های ۲۰۰ تا ۸۵۰ نانومتر تعیین می‌گردد. با انجام این آزمایش طول موج ۲۸۰ نانومتر به عنوان حداکثر طول موج جذبی محلول استاندارد قارچ‌کش مانکوزب تعیین شد.

برای تعیین میزان باقی مانده قارچ کش مانکوزب در هر نمونه عصاره میوه خیار، ابتدا لازم است نمودار خطی استاندارد میزان جذب نور با طول موج ۲۸۰ نانومتر توسط محلول های رقت های مختلف ماده موثره این قارچ کش ترسیم گردد. برای این منظور محلول های رقت های صفر، ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ ppm ماده موثره این قارچ کش در حلال ان-هگزان تهیه می شود و میزان جذب نور با همین طول موج این محلول ها در دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری می شود. آن گاه بر اساس اعداد بدست آمده برای محلول های رقت های مختلف ماده موثره این قارچ کش، به کمک نرم افزار اکسل (Excel)، نمودار خطی رگرسیونی (regression)، نشان دهنده رابطه بین میزان جذب نور با طول موج ۲۸۰ نانومتر یک محلول با رقت ماده موثره قارچ کش مانکوزب موجود در آن، ترسیم می گردد. پس از آن میزان جذب نور با این طول موج توسط ۰/۵ میلی لیتر عصاره هر نمونه اندازه گیری و با قرار دادن عدد به دست آمده در نمودار خطی فوق، مقدار باقی مانده این قارچ کش در هر نمونه تعیین می گردد.

۶- نتیجه

اندازه گیری مقدار باقی مانده قارچ کش مانکوزب در ۲۶ نمونه میوه خیار جمع آوری شده از استان مازندران در سال ۱۳۸۶ نشان داد، که مقدار باقی مانده این قارچ کش در این نمونه ها از صفر تا ۳/۷۴ میلی گرم بر کیلوگرم متغیر است. میزان باقی مانده قارچ کش در ۲۰ نمونه از بیشینه باقی مانده مجاز (۲ میلی گرم بر کیلوگرم) کمتر و در ۶ نمونه از آن بیشتر بود. در بین نمونه هایی که باقی مانده بالاتر از حد مجاز داشتند، تنها ۲ نمونه، از ساری و جویبار دارای باقی مانده بیش از یک میلی گرم در کیلوگرم از حد مجاز بودند، به طوری که بیشترین باقی مانده در نمونه ساری به مقدار ۳/۷۴ میلی گرم بر کیلوگرم وجود داشت که ۱/۷۴ میلی گرم بر کیلوگرم بالاتر از حد مجاز است. این نتیجه نشان می دهد که در ۷۷ درصد نمونه های جمع آوری شده از این منطقه در آن زمان باقی مانده غیر مجاز قارچ کش مانکوزب را نداشته اند و مصرف آن میوه ها خطری برای مصرف کنندگان نداشته است.

نظر به اهمیت بیماری سفیدک کرکی خیار در مناطق مرطوب کشور و محدودیت در استفاده از سموم شیمیایی برای مبارزه با آن، اجرای روش های دیگر مبارزه از جمله شناسایی و کشت ارقام مقاوم، از بین بردن بقایای بوته های بیمار پس از برداشت محصول، رعایت فاصله بهینه کاشت بوته ها (تا تهویه مناسب در بین آن ها برقرار گردد و رطوبت هوا کاهش یابد)، برداشتن پوشش پلاستیکی اطراف گلخانه پس از گرم شدن نسبی هوا، تا رطوبت (که برای استقرار بیمارگر و شیوع بیماری مورد نیاز است)، کاهش یابد، کمک موثری به مهار این بیماری خواهند کرد.

منابع

اسماعیلی‌ساری، ع. و یزدان‌شناس، س. ۱۳۷۶. بررسی باقی‌مانده سموم کشاورزی در آب رودخانه‌ها. آب و محیط زیست ۲۴: ۲۸-۲۲.

اعتباریان، ح. ر. ۱۳۷۶. بیماری‌های سبزی و صیفی و روش‌های مبارزه با آن‌ها. دانشگاه تهران، ۵۵۴ ص.

جعفری، ش.، سپهوند، م.، آزادبخت، ن. و آهور، م. ۱۳۸۳. بررسی میزان باقی‌مانده آفت‌کش اندوسولفان بر روی منابع آب، خاک و خیار تولیدی منطقه چغلوندی (استان لرستان). خلاصه مقالات شانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران، ص ۱۷۹.

طالبی، خ. ۱۳۸۰. بررسی باقی‌مانده قارچ‌کش متالاکسیل در خیار. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۵ (۴): ۲۰۷-۱۹۷.

کرامت، ج. طالبی، خ. و مصفی، ل. ۱۳۸۴. اندازه‌گیری تغییرات باقی‌مانده قارچ‌کش متالاکسیل در خیار تولید شده تحت شرایط گلخانه‌های صنعتی و سنتی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۹ (۱): ۲۱۴-۲۰۵.

نوری، ج.، ارجمندی، ر. و بیات اسدی، ه. ۱۳۷۹. بررسی اکولوژیکی مصرف سموم در مزارع برنج. بهداشت ایران ۲۹ (۴-۱): ۱۴۶-۱۳۷.

Agarwal, S. , Agarwal, S. G. & Singh, P. 2005. Quantification of ziram and zineb residues in fog-water samples. *Talanta* 65:104-110.

Caldas, E. D., Miranda, M. C. C., Conceicao, M. H. & de Souza, L. C. K. R. 2004. Dithiocarbamates residues in brazilian food and the potential risk for consumers. *Food and Chemical Toxicology* 42: 1877-1883.

El-Yesery, I. & Al-Adil. K. 1991. Residues dissipation products of Ridomil in the field and greenhouse. *Arab. J. Plant Protec.* 9:23-26.

-
- Codex Alimentarius Commission 1996. Report of the twenty-eighth session of the codex committee on pesticides residues. Vol. 2B, Rome, Italy, 72p.
- Hassall, K. A. 1990. The Biochemistry and Uses of Pesticides. Second edition, Macmillan Press, London, England, 536p.
- Marucchini, G., Patumi, M. & Zazzerini, A. 1983. Uptake and persistence of metalaxyl in sunflower plants. *J. Agric. Food Chem.* 31:1123-1125.
- Naresh, M., Saharan, G., Kathipa, T. & Mehta, N. 1997. Absorption and degradation of metalaxyl in mustard plant (*Brasica juice*). *Ecotoxicology and Environmental Safety* 37(2):119-124.
- Topuz, S., Ozhan, G. & Alpertunga, B. 2005. Simultaneous determination of various pesticides in fruit juices by HPLC-DAD. *Food Control* 16: 87-92.