

بررسی احتمال خطر باقیمانده آفت کش ها در کشمش شهر تاکستان

وحیده مهدوی^{۱*}، محسن مروتی^۱، نبی هداوند^۲، محمد پيله فروش^۳، اسماعیل قربانیان^۴

۱- دانشیار، مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران؛

۲- دکتری فیزیولوژی و اصلاح میوه، امور میوه های سردسیری و خشک، معاونت امور باغبانی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران؛

۳- کارشناس، مدیر امور باغبانی سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین، ایران؛

۴- کارشناس، دفتر امور میوه های سردسیری و خشک، معاونت امور باغبانی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران؛

* نویسنده مسئول: v_mahdavi@areeo.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۰۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۲۵

چکیده

پایش باقیمانده آفت کش ها یکی از الزامات اساسی برای آگاهی از شرایط ایمنی محصولات کشاورزی است. وزارت جهاد کشاورزی نیز به عنوان متولی تولید محصولات کشاورزی لازم است از کیفیت محصولات تولیدی به لحاظ آلاینده ها اطلاع داشته باشد. اطمینان از کیفیت کشمش تولیدی در کشور به جهت سلامت مصرف کنندگان داخلی، حفظ بازارهای بین المللی، توان صادراتی و ارز آوری بالا دارای اهمیت است. در سال های اخیر با افزایش سطح استانداردهای آلاینده ها از جمله باقیمانده آفت کش ها، صادرات برخی محموله های کشمش با مشکل مواجه شده است. در بررسی حاضر نمونه برداری های شناسنامه دار از کشمش باغات شهرستان تاکستان استان قزوین به عنوان یکی از قطب های اصلی تولید کشمش کشور انجام شد. ۳۷ آفت کش که بیشترین گزارشات باقیمانده در نمونه های کشمش در آنها دیده شده بود در دستور کار پایش قرار گرفت. بیشترین باقیمانده ها مربوط به تیودی کارب (سیس فایر، لاروین)، کلرپیریفوس (فوسکا)، تیوفانات متیل (توپسین ام)، کرزوکسیم متیل (استروبی)، فوزالن (فوزالن)، کاربندازیم (کاربندازیم)، ایندوکساکارب (آوانت) و پروپارژیت (امایت) بود که مقادیر باقیمانده تیودی کارب بیشتر از بیشینه مانده مجاز ملی برآورد شد. نتایج ارزیابی ریسک نشان داد مصرف نمونه های کشمش مورد بررسی با وجود داشتن باقیمانده آفت کش ها در نمونه های فعلی با مقادیر مشاهده شده، خطری برای مصرف کنندگان کودک و بزرگسال از نظر ایجاد بیماری زایی در دسته سرطان زا و غیر سرطان زایی قرار نمی گیرند. اما با توجه به تنوع باقیمانده آفت کش های مشاهده شده در برخی نمونه ها، بعضاً در یک نمونه باقیمانده سه آفت کش همزمان (هر چند کمتر از بیشینه مانده مجاز) دیده شد که لازم است با اقدامات لازم از جمله مدیریت تلفیقی آفات، تا حد ممکن نسبت به کاهش مصرف آفت کش ها اقدام نمود.

واژه های کلیدی: کشمش، باقیمانده آفت کش ها، ارزیابی خطر، سرطان زایی، غیر سرطان زایی، سلامت

بیان مسئله

بررسی باقیمانده آفتکش‌ها که یکی از مهمترین آلاینده‌ها در مواد غذایی هستند، جهت آگاهی از شرایط ایمنی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این پایش‌ها هر ساله توسط کشورهای مختلف در حال انجام است. اندازه‌گیری میزان باقی مانده آفتکش‌ها در محصولاتی که مستقیماً به مصرف تغذیه انسان می‌رسد از نظر بهداشت و سلامت جامعه از اهمیت بالایی برخوردار است. برنامه‌های پایش باقیمانده سموم در مواد غذایی، در راستای اطمینان از رعایت حداکثر مجاز باقیمانده سموم و میزان دریافت از طریق رژیم غذایی در بسیاری از کشورها به طور مستمر انجام می‌شود. داشتن این اطلاعات می‌تواند کمک زیادی در برنامه‌ریزی‌ها و مدیریت مصرف آفتکش‌ها ایفا کند.

انگور یکی از مهمترین محصولات باغبانی کشور و دنیا محسوب می‌شود. در سال ۲۰۱۸ تولید انگور در جهان تقریباً ۷۷/۸ میلیون تن بوده که از این میزان ۱/۳ میلیون تن به کشمش تبدیل شده است (کولویجیلا و همکاران، ۲۰۱۸). ایران دهمین تولیدکننده انگور (۳/۱ میلیون تن) و چهارمین تولیدکننده کشمش (۱۵۰ هزار تن) پس از آمریکا، ترکیه و چین است (آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، ۱۴۰۱). کشمش محصولی از انگورهای خشک رسیده است که از فرآوری دانه‌های انگور به شیوه‌ای مناسب به‌دست می‌آید تا در بازار عرضه شود.

انگور در معرض آسیب آفات و بیماریهای مختلف قارچی است و از این نظر خسارت اقتصادی قابل توجهی به آن وارد می‌شود. لذا استفاده از سموم دفع آفات در کشت این محصول اجتناب ناپذیر است (سیرگابک و علیمژانوا، ۲۰۲۲). در کشاورزی مدرن، از آفت‌کش‌ها به دلیل اثرات بالقوه آن‌ها در ارتقای بهره‌وری محصولات کشاورزی استفاده می‌شود. به همین دلیل کاربرد رایج آفت‌کش‌ها در سیستم‌های کشاورزی به یک نگرانی بزرگ تبدیل شده است. به دلیل استفاده نسبتاً زیاد و گسترده این مواد شیمیایی در انگور، حین مراحل داشت، احتمال تجمع باقیمانده آفتکش‌ها در کشمش در سطوح بالا وجود دارد. علاوه بر این، برخی از فرآورده‌ها در صنایع غذایی می‌توانند سطوح باقیمانده برخی آفتکش‌ها را افزایش دهند. به عنوان مثال فرآیند خشک کردن ممکن است باقیمانده آفتکش‌ها را در حین تهیه کشمش تغلیظ کرده و باعث ایجاد مشکلات سلامتی در مصرف‌کننده شود و مصرف محصول همراه با ریسک تهدید سلامت و ایجاد خطرات مختلف سرطان‌زایی و غیر سرطان‌زایی گردد. علاوه بر این برخی از حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها ممکن است در طول فرآوری کشمش نیز استفاده شوند. در ایران به طور متوسط سرانه مصرف کشمش به ازای هر نفر ۵۰۰ گرم در سال برآورد شده است. با توجه به اهمیت افزایش مصرف جهانی غذای سالم، هدف از این مطالعه تعیین وضعیت سلامت کشمش از منظر آلودگی به باقیمانده آفتکش‌هاست.

توان صادرات کشمش ایران در حال حاضر حدود ۲۰۰ هزار تن در سال و با ارزشی ۴۰۰ تا ۵۰۰ میلیون دلار است، یکی از بازارهای مهم صادراتی ایران در این محصول، اتحادیه اروپاست که از حدود سه سال پیش اقدام به کاهش میزان حداکثر مجاز باقیمانده آفتکش‌ها از ۴۰ میکروگرم/کیلوگرم به ۱۰ میکروگرم/کیلوگرم برای حشره‌کش‌های ارگانوفسفره مخصوصاً کلرپیریفوس کرده است. به همین دلیل با آزمایش محموله‌های کشمش ایران در مبادی ورودی، در صورت عدم رعایت استاندارد ذکر شده احتمال

مهدوی، مروتی، هداوند، پیله فروش و قربانیان: بررسی احتمال خطر باقیمانده آفت کش ها در ...

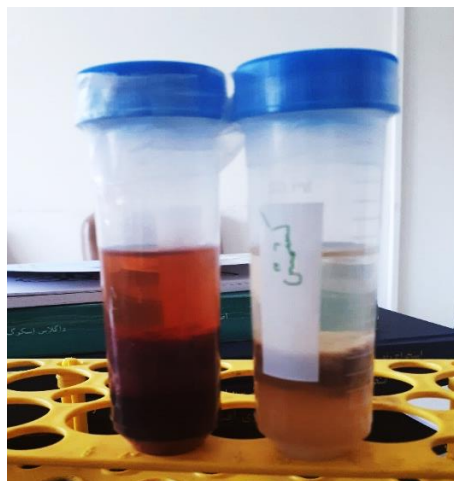
برگشت برخی از محموله‌ها می‌تواند موجب تضعیف بازار کشمش ایران شده و به از دست رفتن بازارهای جهانی کشمش کشور منجر شود.

این مطالعه به منظور مشخص نمودن نقاط آلوده احتمالی باغات استان قزوین، با هدف تشخیص نوع باقیمانده و جایگزین نمودن آفتکش‌های مناسبتر یا ارائه راهکارهای مدیریتی مناسب انجام گرفت.

معرفی دستاورد یا راهکار

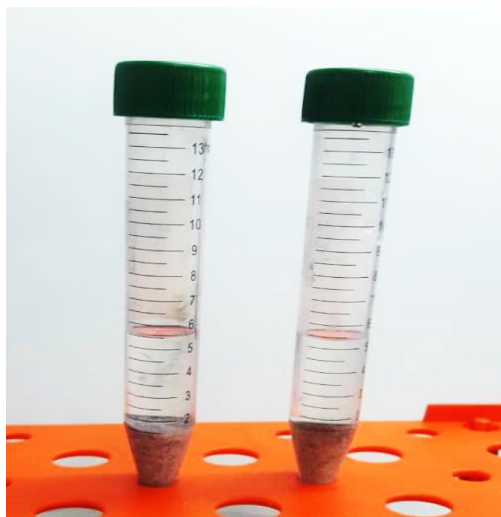
جهت بررسی میزان باقیمانده آفت‌کش‌های مصرفی در کشمش شهرستان تاکستان در استان قزوین در طی سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ نمونه برداری از محصول کشمش از انبار باغدارانی که دارای باغ یکدست و دارای یک مدیریت واحد در سطح باغ خود بودند انجام گرفت. آفات غالب و شایع در باغات شهرستان تاکستان عبارتند از: زنجره مو، خوشه خوار و به تازگی شپشک آرد آلود، و بیماری‌های غالب و شایع شامل: سفیدک پودری و داخلی، بوتریتیس و پوسیدگی طوقه و ریشه می‌باشد. عمدتاً جهت مبارزه با آفات و بیماری‌ها از مبارزه تلفیقی نظیر هرس شاخه‌های آلوده، بیل زدن پای درختان و سموم شیمیایی استفاده می‌گردد. در باغات عمدتاً سمپاشی‌ها از طریق سمپاش‌های مخزنی ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ لیتری شیلنگ و لانس دار و بصورت دستی انجام می‌گیرد. در باغات داربستی از سمپاش‌های توربولایزر، بویژه در باغات با سیستم داربستی Y شکل استفاده می‌شود.

برای آنالیز نمونه‌ها از دستگاه UHPLC-MS/MS از کمپانی Agilent مدل ۶۴۱۰ مجهز به آنالایزر triple quadrupole استفاده شد و کلیه شرایط دستگاه جهت اندازه‌گیری باقیمانده آفت‌کش‌ها تنظیم و استاندارد گردید. نمونه‌های کشمش پس از جدا سازی از خاشاک طبق استانداردهای ملی و بین‌المللی تخلیص گردید و برای تزریق به دستگاه کروماتوگرافی آماده گردید (شکل ۱).



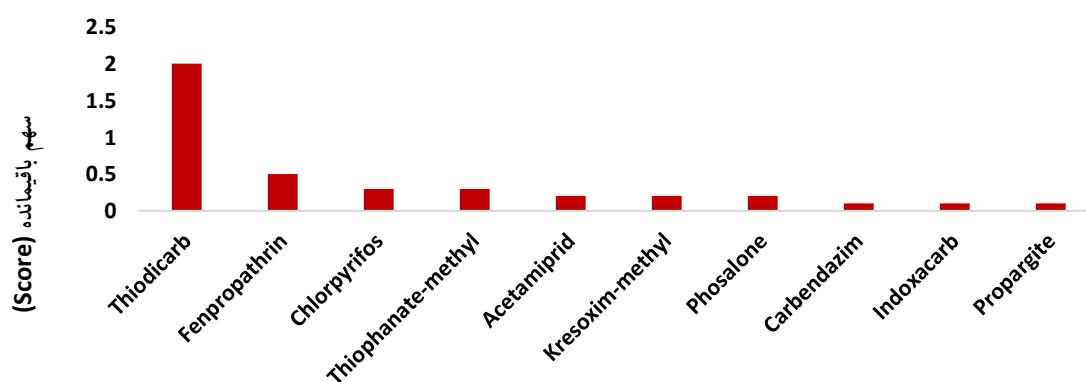
شکل ۱- محلول بدست آمده از نمونه کشمش در مرحله استخراج در روش استخراج QuEChERS قبل و بعد از سانتریفوژ

سپس محلول بدست آمده طبق شکل ۲ جهت تزریق به دستگاه LC-MS/MS آماده شد.



شکل ۲- محلول بدست آمده از مرحله تصفیه شده در روش استخراج QuEChERS در کشمش

در این مطالعه ارزیابی خطر احتمالی غیر سرطانزایی و سرطانزایی بر اساس شبیه سازی مونت کارلو با استفاده از نرم افزار کریستال بال انجام شد (مهدوی و همکاران، ۲۰۲۱). پس از اعتبارسنجی روش، نمونه‌های حقیقی شناسنامه دار که در دی ماه ۱۴۰۰ از انبار باغداران به صورت تصادفی برداشته شده بود مورد بررسی قرار گرفتند.



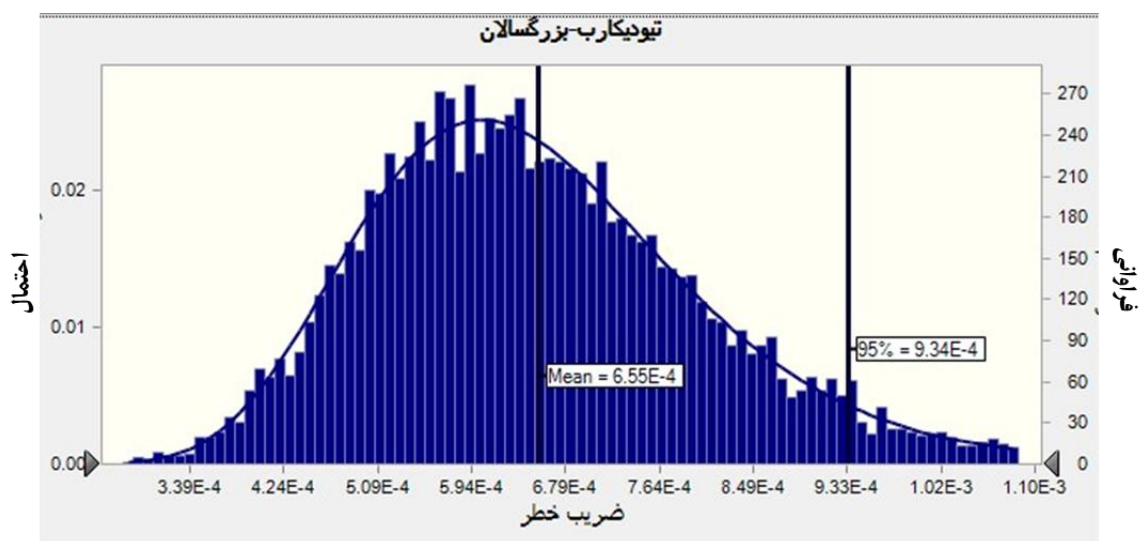
شکل ۳- وضعیت باقیمانده آفت کش‌ها در نمونه‌های کشمش

برای ارائه نتایج بصورت برداری، به مقادیر دیده شده بیشتر از MRL ملی کشور مقدار ۱، به ازای هر آفتکش کمتر از MRL، مقدار ۰/۱ و برای مقادیر کمتر از LOQ و یا دیده نشده مقدار صفر اختصاص گرفت. بدین ترتیب اگر نمونه ای مقدار نمره بالاتر از یک بدست بیاورد به معنی وجود حداقل یک آفتکش بیشتر از حد مجاز در آن نمونه است. اگر برای نمونه ای نمره کمتر از یک باشد به معنی وجود باقیمانده آفتکش ها کمتر از MRL است. به عنوان مثال نمره ۰/۲، وجود دو باقیمانده آفتکش کمتر از MRL را نشان می دهد و برای نمره ۱/۵، یک آفتکش بیشتر از MRL و ۵ آفتکش کمتر از MRL دیده شده است. بنابراین اگر :

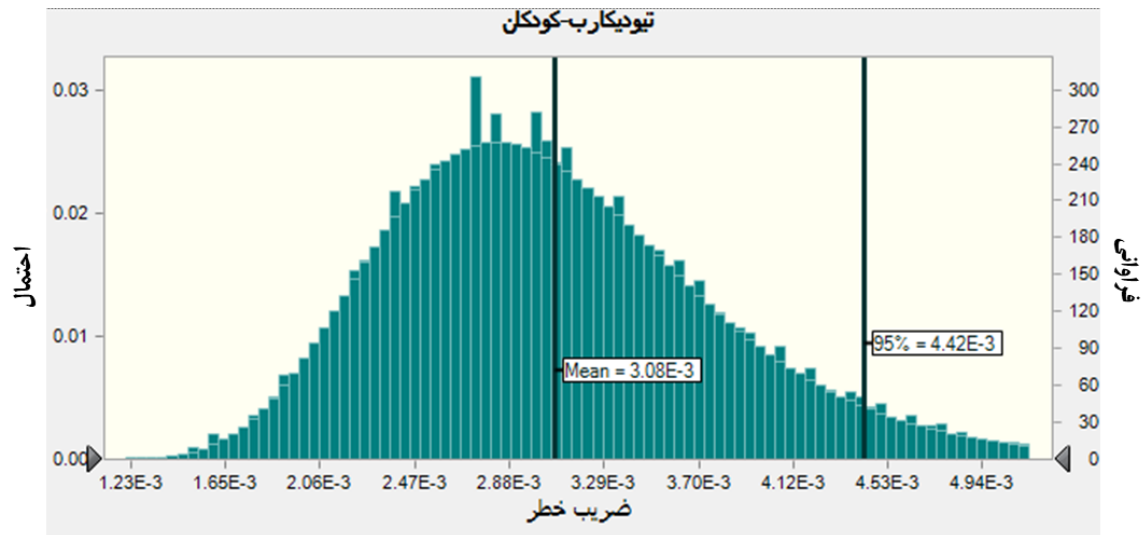
حداقل یک باقیمانده بیشتر از حد مجاز $Score \geq 1$

وجود باقیمانده آفتکش ها کمتر از حد مجاز $Score < 1$

مبنای مقایسه باقیمانده ها با MRL ملی ایران، تدوین شده توسط وزارت بهداشت در شهریور ۱۴۰۲ می باشد. همانطور که در شکل (۳) نشان داده شده است، بیشترین باقیمانده ها مربوط به تیودیکارب، فن پروپاترین، کلرپیریفوس، تیوفانات متیل، استامی پراید، کرزوکسیم متیل، فوزالن، کاربندازیم، ایندوکساکارب و پروپارژیت است. حشره کش تیودیکارب یا لاروین در دو نمونه کشمش دارای مقادیر بالاتر از حد مجاز (۰/۰۵ mg/kg) بود. لذا بیشترین میزان باقیمانده را به خود اختصاص داد. باقیمانده حشره کش های کلرپیریفوس، استامی پراید، فوزالن و ایندوکساکارب، کنه کش پروپارژیت و قارچکش های تیوفانات متیل، کرزوکسیم متیل و کاربندازیم در سطوح قابل قبول وجود داشتند. با توجه به اینکه از بین آفتکش های دیده شده در نمونه های کشمش، تنها حشره کش تیودیکارب بیشتر از حد مجاز باقیمانده بود، ارزیابی ریسک برای این حشره کش انجام گرفت.

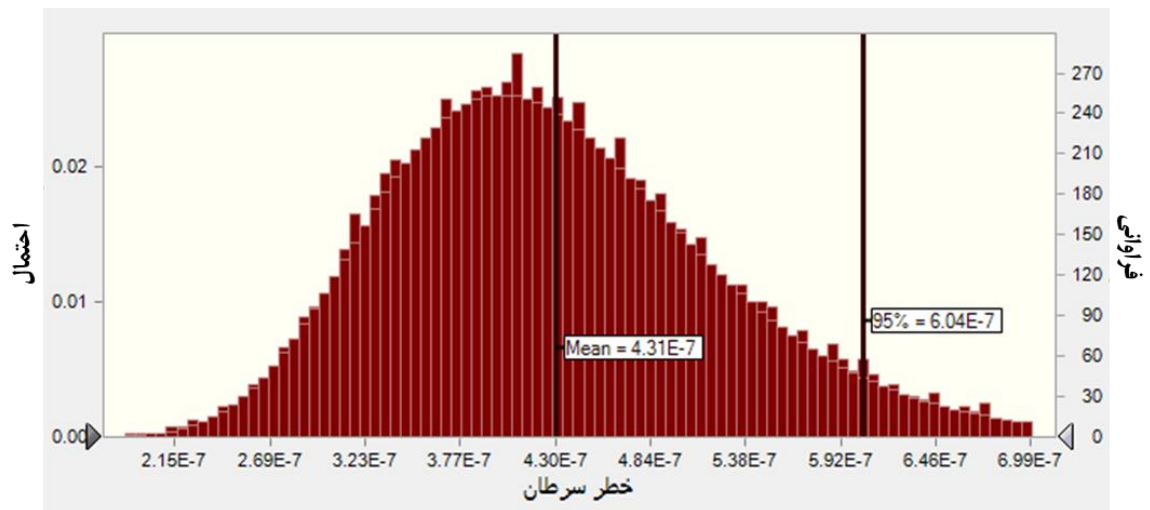


شکل ۴- ارزیابی ریسک خطر غیر سرطان زایی در مصرف کنندگان بزرگسال کشمش



شکل ۵- ارزیابی ریسک خطر غیر سرطان زایی در مصرف کنندگان خردسال کشمش

همانطور که در شکل (۴) و (۵) نشان داده شده است، وجود مقادیر ضریب خطر کمتر از "یک" نشان دهنده عدم وجود تهدید سلامت از منظر ایجاد بیماری های غیر سرطانی در مصرف کنندگان کودک و بزرگسال از طریق باقیمانده تیودیکارب در کشمش می باشد.



شکل ۶- ارزیابی ریسک خطر سرطان زایی در مصرف کنندگان کشمش

مطابق شکل (۶)، در ارزیابی ریسک سرطان زایی برآورد خطر سرطان کمتر از 10^{-6} نشان دهنده ایمن بودن مصرف کشمش از منظر وجود باقیمانده تیودیکارب است.

لذا مصرف نمونه های کشمش مورد بررسی با وجود داشتن باقیمانده آفت کش ها، خطری برای مصرف کنندگان کودک و بزرگسال از نظر ایجاد بیماری زایی در دسته سرطان زا و غیرسرطان زایی ندارند. اما با توجه به تنوع باقیمانده آفت کش های مشاهده شده در برخی نمونه ها (بعضا در یک نمونه باقیمانده سه آفت کش همزمان (هر چند کمتر از بیشینه مانده مجاز) دیده شد)، لازم است برای مدیریت تلفیقی جهت مصرف کمتر آفت کش ها و مدیریت نوع سموم مصرفی، مقدار و نحوه کاربرد آفت کش ها تدابیری اتخاذ شود. شایان ذکر است با شناسایی تعداد نسل های این آفت می توان از روش های بیولوژیک نیز در کنترل آن استفاده شود (قرالی و همکاران ۱۴۰۲).

توصیه های ترویجی

به منظور حفظ عملکرد و تولید محصول کافی توام با سلامت رعایت نکات ذیل از اهمیت زیادی برخوردار است:

- ۱- استفاده از زنبورهای پارازیتوئید در باغات انگور در اوایل فروردین ماه
- ۲- انجام هرس پاییزه و از بین بردن بقایای گیاهی آلوده و علف های هرز در فصل پاییز جهت جلوگیری از زمستان گذرانی آفات
- ۳- استفاده از داربست و انجام شخم عمیق و یخ آب زمستانه جهت از بین بردن شفیره های زمستان گذران
- ۴- راه اندازی و تاکید بر سامانه پایش و مانیتورینگ سموم به منظور جلوگیری از تجویز سموم پر خطر و ثبت نشده برای محصول انگور و صرفا استفاده از آفت کش های توصیه شده و مجاز برای محصول انگور و عرضه شده در فروشگاه های مجاز فروش آفت کش ها
- ۵- استفاده از تله های فرمونی جهت پایش آگاهی و تعیین زمان دقیق مبارزه با آفات
- ۶- استفاده از آفت کش ها در دوز و غلظت مناسب با رعایت فواصل سمپاشی توصیه شده
- ۷- استفاده از روش های سمپاشی مناسب (متناسب با نوع سم، آفت، مکان و غیره)
- ۸- رعایت دوره کارنس آفت کش و توجه به هشدارهای مندرج در برچسب آفت کش
- ۹- نظارت بر فرایند تولید کشمش در سطح صنعتی جهت اجتناب از سمپاشی مجدد محصولات در حین تولید و در مراحل انبارش
- ۱۰- ترغیب باغداران و خریداران به اجرای کشاورزی قراردادی
- ۱۱- توجیه باغداران، خریداران و صادرکنندگان مبنی بر حساسیت موضوع و اهمیت حفظ بازارهای صادراتی

فهرست منابع

- بی نام. ۱۴۰۱. آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی. معاونت برنامه ریزی و بودجه اداره کل آمار و اطلاعات.
- قرالی، ب.، حقیقت، ا. و نوروزی، ر. ۱۴۰۲. بررسی تعداد نسل های آفت کرم خوشه خوار انگور (*Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) از استان قزوین. مجله ترویجی انگو، شماره ۲، دوره پنجم، پاییز و زمستان، صفحات ۱۷-۲۳.
- Kulwijila, M., Makindara, J., & Laswai, H. 2018. Grape value chain mapping in Dodoma region, Tanzania. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 9(2), 171-182.
- Ali, S., Ullah, M. I., Sajjad, A., Shakeel, Q., Hussain, A. 2021. Environmental and health effects of pesticide residues. *Sustain. Agric. Rev.* 48 Pestic. Occur. Anal. Remediat. Vol. 2 Anal. 311-336.
- Mahdavi, V., Eslami, Z., Gordan, H., Ramezani, S., Peivasteh-Roudsari, L., Ma'mani, L., Khaneghah, A.M. 2022. Pesticide residues in green-house cucumber, cantaloupe, and melon samples from Iran: a risk assessment by Monte Carlo Simulation. *Environ. Res.* 206, 112563.
- Mahdavi, V., Gordan, H., Peivasteh-roudsari, L., Thai, V.N., Fakhri, Y. 2021. Carcinogenic and non-carcinogenic risk assessment induced by pesticide residues in commercially available ready-to-eat raisins of Iran based on Monte Carlo Simulation. *Environ. Res.* 112253. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112253>
- Syrgabek, Y., Alimzhanova, M. 2022. Modern analytical methods for the analysis of pesticides in grapes: a review. *Foods* 11, 1623.