



## تعیین غلظت باقی مانده سموم بنومیل و دیازینون در توت‌فرنگی و ارزیابی مخاطره سلامت ناشی از آن

سهمیه عبدی: باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران (\* نویسنده مسئول) s.abdi@iauh.ac.ir  
سپهیل سبحان اردکانی: دانشیار علوم محیط‌زیست، گروه محیط‌زیست، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران

### چکیده

#### کلیدواژه‌ها

بنومیل،  
دیازینون،  
ایمنی غذایی،  
مخاطره سلامت،  
توت‌فرنگی

**زمینه و هدف:** از آنجا که باقی مانده سموم شیمیایی در محصولات غذایی برای سلامتی انسان‌ها مخاطره‌آمیز است، این مطالعه با هدف تعیین غلظت باقی مانده سموم بنومیل و دیازینون در توت‌فرنگی و ارزیابی مخاطره سلامت ناشی از مصرف این محصول انجام یافت.

**روش کار:** در این مطالعه توصیفی، ۳۰ نمونه توت‌فرنگی کشت شده در گلخانه از بازار مصرف شهر همدان خریداری و به آزمایشگاه منتقل شد. پس از آماده کردن و هضم نمونه‌ها، غلظت باقی مانده سموم بنومیل و دیازینون به روش اسپکتروفتومتری به ترتیب در طول موج‌های ۴۰۰ نانومتر و ۲۴۵ نانومتر در سه تکرار تعیین شد. از طرفی مخاطره تجمعی باقی مانده سموم در توت‌فرنگی مطابق مدل مربوطه ارزیابی شد.

**یافته‌ها:** غلظت باقی مانده سموم در نمونه‌ها (میلی گرم در کیلوگرم) برای بنومیل در محدوده ۰/۱۳ تا ۰/۹۸۹ و برای دیازینون نیز در محدوده ۰/۰۱ تا ۱/۴۱۶ بود. همچنین میانگین غلظت هر دو سم، بیشتر از رهنمود سازمان بهداشت جهانی و اتحادیه اروپا بود. از طرفی هرچند ارزش شاخص  $MOET$  با ۱۸۰/۵۱، بیان‌گر مخاطره تجمعی باقی مانده سموم بنومیل و دیازینون موجود در توت‌فرنگی بود، ولی نتایج محاسبه شاخص مخاطره سلامت نشان داد که بر اساس سرانه مصرف کنونی، باقی مانده سموم برای مصرف کنندگان توت‌فرنگی فاقد مخاطره است.

**نتیجه گیری:** هرچند نتایج نشان داد که مقادیر باقی مانده سموم در توت‌فرنگی برای مصرف کننده فاقد مخاطره بود، ولی با توجه به استفاده روزافزون از سموم شیمیایی برای تولید محصولات کشاورزی و باغی، برای دستیابی به ایمنی غذایی نسبت به پایش باقی مانده سموم برای کسب اطلاع از میزان دریافت از طریق رژیم غذایی و اطمینان از عدم مخاطره آن‌ها توصیه می‌شود.

**تعارض منافع:** گزارش نشده است.

**منبع حمایت کننده:** باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان

شیوه استناد به این مقاله:

Abdi S, Sobhanardakani S. Determination of benomyl and diazinon residues in strawberry and its related health implications. Razi J Med Sci.2019;25(11):42-51.

\*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با 1.0 CC BY-NC-SA صورت گرفته است.



## Determination of benomyl and diazinon residues in strawberry and its related health implications

© **Somayeh Abdi**, MSc, Young Researchers and Elite Club, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran (\*Corresponding author) [s.abdi@iauh.ac.ir](mailto:s.abdi@iauh.ac.ir)  
**Soheil Sobhanardakani**, PhD, Associate Professor of Environmental Science, Department of the Environment, College of Basic Sciences, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran

### Abstract

**Background:** Nowadays, since the pesticide residues in food products can cause adverse effect on the human health, this study was carried out to determine benomyl and diazinon residues in strawberry and also related health risk assessment.

**Methods:** In this descriptive study, a total of thirty specimens of greenhouse strawberries were collected from market basket of city of Hamedan. After preparation and processing the samples in the laboratory, benomyl and diazinon residues were determined using spectrophotometer at wavelength 400 nm for benomyl and 245 nm for diazinon in three replications. Also, health risk assessment was computed according to health risk assessment model.

**Results:** The results showed that among the analyzed strawberry samples benomyl was detected in amounts ranging from 0.013 mg/kg to 0.989 mg/kg, and diazinon ranged from 0.01 mg/kg to 1.416 mg/kg. Also, the mean levels of both pesticide residues in strawberry samples were higher than the Maximum Residue Levels (MRL) established by WHO, and also the EU. On the other hand, although the value of the MOET index with 180.51 indicates the cumulative risk of benomyl and diazinon pesticides in strawberries, based on the results of health index, there are no potential health concerns through consuming of strawberry from the study area.

**Conclusion:** Although the results of this study showed that there are no potential health risks for consumers through consuming of strawberry, with increasing use of chemical pesticides for farm and garden products, to achieve food safety, regular monitoring of pesticide residues in foodstuffs is recommended.

**Conflicts of interest:** None

**Funding:** Young Researchers Club, Hamadan Branch, Islamic Azad University

### Keywords

Benomyl,  
Diazinon,  
Food safety,  
Health risk,  
Strawberry

Received: 05/09/2018

Accepted: 12/12/2018

### Cite this article as:

Abdi S, Sobhanardakani S. Determination of benomyl and diazinon residues in strawberry and its related health implications. Razi J Med Sci.2019;25(11):42-51.

This work is published under [CC BY-NC-SA 1.0 licence](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



$C_{12}H_{21}N_2O_3PS$ ، وزن مولکولی ۳۰۴/۳۵ گرم در مول، نقطه ذوب کمتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد و چگالی ۱/۱۲ گرم در سانتی‌متر مکعب از سموم ارگانوفسفره و ترکیبی با طیف گسترده از اثرات حشره‌کشی و قارچ‌کشی است. این ترکیب یک حشره‌کش تماسی بسیار مؤثر است که به منظور کنترل حشرات در سبزی و جالیز قابل استفاده است. دیازینون بر سیستم‌های عصبی، تنفسی و هاضمه و از طرفی پوست انسان تأثیر زیادی دارد. بعضی از علائم خفیف دیازینون شامل سردرد، ضعف، احساس خستگی، گشاد شدن مردمک چشم و عدم توانایی دید صحیح است (۹ و ۱۰).

توت‌فرنگی یکی از میوه‌های دانه‌ریز و بومی مناطق معتدله و غنی از ویتامین‌ث، قندهای ساده گلوکز و فروکتوز، پتاسیم، فیبر و اسیدهای آلی است که طرفداران زیادی دارد. به همین دلیل امروزه بر اهمیت و سطح زیرکشت آن در جهان افزوده شده است. کشور ایران با بیشتر از ۳۸۰۰ هکتار سطح زیرکشت توت‌فرنگی مقام سوم و بیست و یکم تولید این میوه را به ترتیب در آسیا و دنیا به خود اختصاص داده است (۱۱ و ۱۲).

برآورد میانگین دریافت روزانه سموم (Estimated Average Daily Intakes)، مصرف قابل قبول روزانه (Acceptable Daily Intakes) و از طرفی شاخص سلامت (Health Index)، به منظور تعیین مخاطره طولانی‌مدت مصرف مواد غذایی حاوی آلاینده‌های شیمیایی از قبیل سموم شیمیایی و فلزات سنگین بر مصرف‌کنندگان محاسبه می‌شود (۱۳ و ۱۴). در این خصوص، مقادیر شاخص سلامت کوچک‌تر از یک، بیانگر آن است که مصرف ماده غذایی اثر سوء بهداشتی برای مصرف‌کننده ندارد و بالعکس (۱۵). ارزیابی خطر (Risk Assessment) نیز شامل تجزیه و تحلیل علمی در خصوص نتایج کمی و کیفی قرار گرفتن در معرض ترکیبات شیمیایی است. بدین منظور، برای ارزیابی مخاطره سلامت می‌بایست نسبت به شناسایی، جمع‌آوری و یک‌پارچه‌سازی اطلاعات در رابطه با خطرات بهداشتی و مواجهه مواد شیمیایی و روابط بین

امروزه امنیت و ایمنی غذایی یکی از مسائل مهم زندگی بشری و به‌ویژه مورد توجه مصرف‌کنندگان محصولات کشاورزی است (۱). از طرفی تأمین غذا برای جمعیت رو به تزاید زمین، حفظ تولیدات کشاورزی از نابودی ناشی از خسارات خشک‌سالی و همین‌طور آفات و بیماری‌ها بیش از پیش ضروری به‌نظر می‌رسد. از این‌رو، زارعین در تمام دنیا و به‌ویژه در نظام نوین کشاورزی برای مبارزه با آفات و عوامل بیماری‌زای گیاهی از انواع آفت‌کش‌های شیمیایی استفاده کنند. این در حالی است که سموم با ویژگی تجزیه‌پذیری زیستی اندک و به‌تبع آن ماندگاری بالا در محیط‌زیست، نه تنها روی سطح محصولات باقی می‌ماند، بلکه به‌داخل بافت میوه‌ها، سبزی‌ها و حتی دانه‌های غلات نیز نفوذ می‌کند (۲-۴). نتایج مطالعات بیانگر آن است که بیشتر از ۸۰٪ از باقی‌مانده سموم دفع آفات گیاهی در انسان منجر به بروز مخاطرات جدی از جمله مسمومیت، سقط جنین، عوارض پوستی و عصبی، اختلالات رفتاری و حتی سرطان می‌شود (۵).

بنومیل (بنلات) با فرمول مولکولی  $C_{14}H_{18}N_4O_3$ ، وزن مولکولی ۲۹۰/۳۲۳ گرم در مول، نقطه ذوب ۲۹۰ درجه سانتی‌گراد و چگالی ۳۸۰ کیلوگرم در مترمکعب یک ترکیب از گروه بنزیمیدازول و یک قارچ‌کش سیستمیک است که برای کنترل طیف گسترده‌ای از بیماری‌های قارچی در طی دوره کشت و یا حتی پس از برداشت محصول مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳، ۶ و ۷). دوره کارنس (Pre-harvest Interval) این قارچ‌کش ۱۴ روز است که اغلب به دلیل مصرف غیرضروری و بیشتر از حد مجاز و از طرفی عدم رعایت دوره کارنس برای ورود محصولات به بازار مصرف، فرآورده‌های کشاورزی حاوی مقادیر متفاوتی از باقی‌مانده این قارچ‌کش هستند. از این‌رو، مصرف مواد غذایی حاوی این نوع قارچ‌کش می‌تواند منجر به ایجاد عوارضی از جمله بیماری‌های عصبی و خونی، سرطان، اختلال در عملکرد غدد درون‌ریز و اختلال در باروری شود (۸). آفت‌کش دیازینون با فرمول مولکولی

منتقل شد. به منظور آماده‌سازی نمونه‌ها، ۱۰ گرم از هر نمونه توت‌فرنگی خرد شده توسط ترازوی دیجیتالی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم توزین شد و پس از انتقال به بشر ۱۵۰ میلی‌لیتری، ۶۰ میلی‌لیتر استن به آن افزوده شد و به مدت ۲ دقیقه با استفاده از همزن مغناطیسی، هم‌زده شد. در مرحله بعد، محلول حاصل با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲، صاف و به دکانتور منتقل شد. در این مرحله طی دو مرحله به ترتیب ۱۵۰ میلی‌لیتر محلول سدیم سولفات ۲٪ و ۴۰ میلی‌لیتر دی‌کلرومتان به محلول افزوده و به مدت چند دقیقه به شدت هم‌زده شد. پس از جدا کردن فاز پایینی و نگه‌داری آن در یک بشر جداگانه، ۲۰ میلی‌لیتر دی‌کلرومتان به محلول باقی‌مانده در دکانتور افزوده و تا هنگام دو فازی شدن به خوبی به هم‌زده شد. پس از آن، فاز پایینی جدا شده را دوباره به بشر قبلی منتقل کرده و ۲۰ میلی‌لیتر دی‌کلرومتان به محلول درون دکانتور افزوده شد. در این مرحله نیز پس از هم‌زدن و دو فازی شدن محلول، فاز پایینی به بشر حاوی محلول‌های دو مرحله قبلی منتقل شد. در نهایت محلول موجود در بشر از بستری از سولفات سدیم عبور داده شد و محلول شفاف شده تا رسیدن به حجم تقریبی پنج میلی‌لیتر به مدت ۲۴ ساعت زیر هود شیمیایی قرار داده شد (۲ و ۲۶).

برای تعیین غلظت باقی‌مانده سموم در نمونه‌ها، پس از خریداری استاندارد سموم بنومیل و دیازینون از شرکت فلوکا سوئیس، محلول استاندارد سموم در غلظت‌های ۱۰، ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۱۰۰ میکرولیتر آماده شد و نسبت به کالیبراسیون دستگاه اسپکتروفتومتر دوپرتویی T80+ اقدام شد. سپس، مقادیر جذب نمونه‌ها برای هر یک از محلول‌های استاندارد سموم با استفاده از اسپکتروفتومتر برای بنومیل در طول موج ۴۰۰ نانومتر و برای دیازینون در طول موج ۲۴۵ نانومتر در سه تکرار خوانده شد. در نهایت غلظت سموم با قرار دادن اعداد در معادله منحنی کالیبراسیون استاندارد محاسبه شد (۸ و ۹).

برای ارزیابی مخاطره سلامت باقی‌مانده سموم ابتدا نسبت به محاسبه برآورد میانگین دریافت روزانه سموم (EADI) و شاخص سلامت (HI) هر یک از سموم به ترتیب با استفاده از روابط ۱ و ۲ اقدام شد (۲۷).

مواجهه با عامل خطر، غلظت و عوارض جانبی اقدام شود (۱۶ و ۱۷).

در خصوص تعیین غلظت باقی‌مانده سموم شیمیایی در محصولات کشاورزی از جمله توت‌فرنگی چندین مطالعه در ایران و سایر کشورها انجام یافته است. بدین صورت که در این پژوهش‌ها نسبت به تعیین غلظت باقی‌مانده قارچ‌کش پروپینب در انواع چای مصرفی (۱۸)، تعیین غلظت باقی‌مانده سم ارگانوفسفره دیازینون در کدو سبز (۱)، تعیین غلظت باقی‌مانده قارچ‌کش بنومیل در قارچ خوراکی عرضه شده در بازار مصرف شهر همدان (۸)، ارزیابی غلظت باقی‌مانده سم ارگانوفسفره دیازینون در قارچ‌خوراکی به‌روش اسپکتروفتومتری (۹)، بررسی باقی‌مانده حشره‌کش ایمیداکلوپرید در توت‌فرنگی گلخانه‌ای (۱۹)، بررسی محتوی باقی‌مانده سموم ارگانوفسفره در توت‌فرنگی عرضه شده در استان مازندران (۲۰)، تعیین محتوی باقی‌مانده حشره‌کش ایمیداکلوپرید در خیار گلخانه‌ای (۲۱)، بررسی سطوح باقی‌مانده سم اکسی‌دیمتون متیل در خیار و گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای (۲۲)، ارزیابی محتوی باقی‌مانده سموم در نمونه‌های میوه، سبزی و صیفی‌جات در برزیل (۲۳)، تعیین غلظت باقی‌مانده آفت‌کش‌های ارگانوکلریته در توت‌فرنگی عرضه شده در مصر (۲۴) و از طرفی تعیین غلظت باقی‌مانده تعدادی قارچ‌کش و حشره‌کش در توت‌فرنگی عرضه شده در لهستان (۲۵)، اقدام شد.

با توجه به افزایش عرضه محصولات گلخانه‌ای در تمام فصول سال و برداشت و ارایه این قبیل محصولات به بازار مصرف به فاصله اندک پس از سم‌پاشی و عدم طی دوره کارنس، این مطالعه با هدف تعیین مخاطره سلامت محصول توت‌فرنگی عرضه شده در بازار مصرف شهر همدان بر اساس پتانسیل خطر سموم بنومیل و دیازینون در سال ۱۳۹۶ انجام یافت.

## روش کار

در این مطالعه توصیفی، با لحاظ کردن محدودیت‌های زمانی و مالی، در مجموع ۳۰ نمونه توت‌فرنگی کشت‌شده در گلخانه مربوط به استان‌های خوزستان، کردستان، کرمان و گلستان از بازار مصرف شهر همدان در سال ۱۳۹۶ خریداری و به آزمایشگاه

(Maximum Residue Levels) تعیین شده توسط سازمان بهداشت جهانی (برابر با ۰/۰۱ میلی گرم در کیلوگرم برای سموم بنومیل و دیازینون) (۸) و از طرفی اتحادیه اروپا (برابر با ۰/۰۵ میلی گرم در کیلوگرم برای دیازینون) (۹) از آزمون تی تک نمونه‌ای (One-Sample T Test) و برای مقایسه میانگین غلظت باقی مانده سموم بین نمونه‌های مختلف توت‌فرنگی از آزمون تحلیل واریانس بین آزمودنی یک طرفه (آزمون تعقیبی دانکن) (Duncan Multiple Range Test) استفاده شد.

### یافته‌ها

نتایج مربوط به تعیین غلظت باقی مانده سموم بنومیل و دیازینون در نمونه‌های توت‌فرنگی به ترتیب در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است.

نتایج تعیین غلظت باقی مانده سموم بنومیل و دیازینون در نمونه‌های توت‌فرنگی (جداول ۱ و ۲) بیان گر آن بود که کمینه (۰/۰۴±۰/۱۶ میلی گرم در کیلوگرم) و بیشینه (۰/۰۲±۰/۹۸۸ میلی گرم در کیلوگرم) میانگین غلظت باقی مانده سم بنومیل به ترتیب مربوط به نمونه‌های کشت شده در استان‌های کرمان و گلستان بود. از طرفی، کمینه (۰/۰۴۸±۰/۰۸۴ میلی گرم در کیلوگرم) و بیشینه (۰/۱۳۳±۰/۲۳۱ میلی گرم در کیلوگرم) میانگین غلظت باقی مانده سم دیازینون در نمونه‌ها نیز به ترتیب مربوط به نمونه‌های کشت شده در استان‌های گلستان و کردستان بود.

نتایج آزمون تی تک نمونه‌ای به منظور مقایسه میانگین غلظت باقی مانده سموم بنومیل و دیازینون در نمونه‌های توت‌فرنگی با بیشینه غلظت مجاز سازمان بهداشت جهانی و اتحادیه اروپا بیان گر آن بود که با توجه به سطح معنی داری (p) کوچک‌تر از ۰/۰۵، میانگین غلظت باقی مانده سموم بنومیل (۰/۴۱۰±۰/۶۵۶ میلی گرم در کیلوگرم) و دیازینون (۰/۴۲۸±۰/۳۱۶ میلی گرم در کیلوگرم) در نمونه‌ها با حد مجاز اختلاف معنی دار آماری داشته و برای هر دو سم بیشتر از حد مجاز بود.

با استناد به نتایج مندرج در جدول ۳، هر چند مقادیر حاشیه تجمعی قرار گرفتن در معرض سموم (۵۱/۱۸۰)، بیان گر مخاطره تجمعی ناشی از باقی مانده سموم بنومیل و دیازینون موجود در توت‌فرنگی بود،

$$EADI = \frac{RPC \times FCR}{BW} \quad (۱)$$

در رابطه ۱:

RPC بیان گر غلظت باقی مانده سم در نمونه بر حسب میلی گرم در کیلوگرم؛ FCR نشان دهنده نرخ مصرف ماده غذایی توسط هر فرد بر حسب کیلوگرم در روز و BW نیز بیان گر وزن بدن بزرگسالان بر حسب کیلوگرم است. در این مطالعه FCR و BW به ترتیب برابر با ۰/۰۰۵ کیلوگرم در روز و ۷۰ کیلوگرم در نظر گرفته شد (۲۸).

$$HRI = \frac{EADI}{ADI} \quad (۲)$$

در رابطه ۲:

EADI و ADI به ترتیب بیان گر میانگین دریافت روزانه سموم بر حسب میلی گرم در کیلوگرم در روز و جذب قابل قبول روزانه هر سم بر حسب میلی گرم در کیلوگرم در روز است. در این مطالعه ADI سموم بنومیل و دیازینون به ترتیب برابر با ۰/۰۵ میلی گرم در کیلوگرم در روز و ۰/۰۰۵ میلی گرم در کیلوگرم در روز در نظر گرفته شد (۷ و ۲۹).

در مرحله بعد برای ارزیابی مخاطره تجمعی باقی مانده سموم در توت‌فرنگی ابتدا حاشیه قرار گرفتن در معرض سموم (Margin of Exposure; MOE) و پس از آن حاشیه تجمعی قرار گرفتن در معرض سموم (Combined Margin of Exposure; MOE<sub>T</sub>) ناشی از مصرف ماده غذایی به ترتیب با استفاده از روابط ۳ و ۴ محاسبه شدند (۲۵).

$$MOE = \frac{ADI}{EADI} \quad (۳)$$

$$MOE_T = \frac{1}{\frac{1}{MOE_1} + \frac{1}{MOE_2} + \frac{1}{MOE_3} + \dots} \quad (۴)$$

در این خصوص لازم به ذکر است که مقادیر MOE<sub>T</sub> بزرگ‌تر از یک بیان گر مخاطره تجمعی ناشی از قرار گرفتن در معرض باقی مانده سموم موجود در ماده غذایی است.

پردازش آماری داده‌ها توسط ویرایش ۲۰ نرم افزار SPSS انجام یافت. بدین صورت که به منظور اطمینان از نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک (Shapiro-Wilk)، برای مقایسه میانگین غلظت باقی مانده سموم مورد ارزیابی در نمونه‌ها با بیشینه غلظت مجاز

**جدول ۱- میانگین غلظت باقی مانده سم بنومیل\* در نمونه‌های توت‌فرنگی بر حسب میلی گرم در کیلوگرم**

انحراف معیار	میانگین	غلظت باقی مانده سم					نمونه
		محلول‌های استاندارد سم بنومیل					
		۰/۰۲۳	۰/۰۱۴	۰/۰۱۵	۰/۰۱۳	۰/۰۱۴	
۰/۰۰۴	۰/۰۱۶d**	۰/۰۲۳	۰/۰۱۴	۰/۰۱۵	۰/۰۱۳	۰/۰۱۴	جیرفت
۰/۰۰۰	۰/۱۷۸c	۰/۱۷۹	۰/۱۷۸	۰/۱۷۷	۰/۱۷۸	۰/۱۷۷	دزفول ۱
۰/۳۴۰	۰/۶۹۲b	۰/۷۸۴	۰/۹۰۵	۰/۸۳۰	۰/۸۵۰	۰/۰۹۰	دزفول ۲
۰/۰۰۱	۰/۹۴۹a	۰/۹۴۷	۰/۹۴۸	۰/۹۵۰	۰/۹۵۰	۰/۹۴۹	دزفول ۳
۰/۰۰۳	۰/۰۱۷d**	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰	۰/۰۱۹	۰/۰۱۴	۰/۰۱۳	کردستان ۱
۰/۰۰۱	۰/۹۶۴a	۰/۹۶۳	۰/۹۶۵	۰/۹۶۶	۰/۹۶۵	۰/۹۶۳	کردستان ۲
۰/۰۰۴	۰/۸۷۳a	۰/۸۷۶	۰/۸۷۶	۰/۸۷۴	۰/۸۷۳	۰/۸۶۶	کردستان ۳
۰/۰۰۲	۰/۹۱۴a	۰/۹۱۶	۰/۹۱۴	۰/۹۱۵	۰/۹۱۳	۰/۹۱۱	گرگان ۱
۰/۰۰۰	۰/۹۶۵a	۰/۹۶۶	۰/۹۶۵	۰/۹۶۴	۰/۹۶۵	۰/۹۶۵	گرگان ۲
۰/۰۰۲	۰/۹۸۸a	۰/۹۸۹	۰/۹۸۸	۰/۹۸۸	۰/۹۸۸	۰/۹۸۵	گرگان ۳

\* داده‌ها مربوط به میانگین غلظت سه تکرار است.

\*\* حروف غیرمشترک (a, b, c, ...) بیان‌گر تفاوت معنی‌دار آماری نمونه‌های توت‌فرنگی از نظر میانگین غلظت باقی مانده سم بنومیل بر اساس نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (آزمون تعقیبی دانکن) است.

**جدول ۲- میانگین غلظت باقی مانده سم دیازینون\* در نمونه‌های توت‌فرنگی بر حسب میلی گرم در کیلوگرم**

انحراف معیار	میانگین	غلظت باقی مانده سم					نمونه
		محلول‌های استاندارد سم دیازینون					
		۰/۲۲۸	۰/۱۷۲	۰/۱۰۶	۰/۰۴۹	۰/۰۱۰	
۰/۰۸۹	۰/۱۱۳c**	۰/۲۲۸	۰/۱۷۲	۰/۱۰۶	۰/۰۴۹	۰/۰۱۰	جیرفت
۰/۰۵۶	۰/۰۹۰c	۰/۱۶۶	۰/۱۲۳	۰/۰۸۲	۰/۰۵۴	۰/۰۲۴	دزفول ۱
۰/۰۷۰	۰/۱۰۹c	۰/۲۱۷	۰/۱۳۸	۰/۰۸۸	۰/۰۶۲	۰/۰۴۱	دزفول ۲
۰/۵۷۱	۰/۸۹۱b	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۷۳۰	۰/۴۵۵	۰/۲۷۱	دزفول ۳
۰/۱۳۳	۱/۳۳۱a**	۱/۳۳۰	۱/۱۳۹	۱/۱۴۲	۱/۱۳۰	۱/۴۱۶	کردستان ۱
۰/۰۵۲	۰/۱۳۱c	۰/۱۹۰	۰/۱۶۶	۰/۱۳۹	۰/۱۰۱	۰/۰۶	کردستان ۲
۰/۱۶۴	۰/۲۱۳c	۰/۴۴۰	۰/۳۰۵	۰/۱۹۵	۰/۱۰۱	۰/۰۲۵	کردستان ۳
۰/۰۴۸	۰/۰۸۴c	۰/۱۵۱	۰/۱۰۴	۰/۰۸۱	۰/۰۶۴	۰/۰۲۱	گرگان ۱
۰/۰۸۲	۰/۱۱۱c	۰/۲۲۲	۰/۱۵۴	۰/۱۱۳	۰/۰۴۴	۰/۰۲۰	گرگان ۲
۰/۱۱۶	۰/۱۸۳c	۰/۳۳۵	۰/۲۴۴	۰/۱۸۸	۰/۱۰۷	۰/۰۳۹	گرگان ۳

\* داده‌ها مربوط به میانگین غلظت سه تکرار است.

\*\* حروف غیرمشترک (a, b, c, ...) بیان‌گر تفاوت معنی‌دار آماری نمونه‌های توت‌فرنگی از نظر میانگین غلظت باقی مانده سم دیازینون بر اساس نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (آزمون تعقیبی دانکن) است.

**جدول ۳- نتایج محاسبه میانگین جذب روزانه، حاشیه تجمعی قرار گرفتن در معرض سموم و شاخص مخاطره سلامت مصرف توت‌فرنگی بر اساس**

مخاطره سلامت (Health risk)	شاخص خطر (Hazard index)	MOE <sub>T</sub>	MOE	EADI (mg/kg bw/day)	ADI (mg/kg bw/day)	سم
						پتانسیل خطر سموم بنومیل و دیازینون
ندارد	۰/۰۰۰۹۴	۱۸۰/۵۱	۱۰۶۲/۸۳	۰/۰۰۰۰۴۷	۰/۰۵	بنومیل
ندارد	۰/۰۰۰۴۶		۲۱۷/۳۹	۰/۰۰۰۰۲۳	۰/۰۰۵	دیازینون

### بحث و نتیجه‌گیری

بشر از روزی که کشاورزی را در روی کره زمین آغاز کرد، همواره با رقبای سرسختی در برداشت مواد غذایی مواجه بوده است که حشرات یکی از مهم‌ترین آن‌ها محسوب می‌شوند. لذا، انسان نسبت به مبارزه و به‌ویژه

ولی از آنجا که شاخص خطر سموم در نمونه‌ها با در نظر گرفتن سرانه مصرف فعلی توت‌فرنگی کوچک‌تر از یک بود، از این‌رو، مصرف این میوه برای سلامت مصرف‌کننده مخاطره آمیز نیست.

مبارزه شیمیایی با آفات اقدام کرد و به تبع آن با پدیده باقی مانده سموم مواجه شد (۳۰). استفاده صحیح از سموم و توجه به دوره ماندگاری آن‌ها باعث می‌شود که محصولات در هنگام مصرف فاقد هر گونه مواد سمی بوده و سلامتی افراد تضمین شود. اگرچه در پاره‌ای موارد شاهد هستیم که به دلیل استفاده از سموم تقریباً یکسان در سالیان متمادی، حساسیت آفات نسبت به آن‌ها کم می‌شود و باغ‌داران برای کنترل جمعیت آفت یا بیماری ناچار به استفاده از مقادیر و غلظت‌های بیشتر سم و یا نوبت‌های سمپاشی بیش‌تر هستند، که این امر منجر به تجاوز باقی مانده سموم از حد استاندارد می‌شود (۳۱).

میوه توت‌فرنگی دوره رشد کوتاهی دارد و پس از رسیدن قابلیت ماندگاری روی بوته را ندارد، لذا، پس از سمپاشی، میوه‌ها را بدون رعایت دوره کارنس بلافاصله برداشت و در انبار نگهداری می‌کنند تا در کوتاه‌ترین زمان به بازار ارائه شوند. از طرفی با توجه به این‌که پوستی در اطراف توت‌فرنگی موجود نیست تا میوه به شکل پوست کنده مصرف شود و از طرفی به علت شیرینی و شرایط میوه آن خیلی سریع در معرض تهاجم آفات به خصوص انواع قارچ‌ها قرار می‌گیرد، مصرف این محصول به دلیل امکان ورود سم به بدن انسان از نظر سلامت و بهداشت عمومی می‌بایست مورد توجه ویژه قرار گیرد (۲۰). نتایج تعیین غلظت باقی مانده سموم بنومیل و دیازینون در ۳۰ نمونه توت‌فرنگی عرضه شده در بازار مصرف شهر همدان بیان گر آن بود که سموم در همه نمونه‌های مورد مطالعه قابل ردیابی است و میانگین غلظت باقی مانده سموم در همه نمونه‌های توت‌فرنگی به دلایلی همچون عدم رعایت دوره کارنس این سموم توسط عرضه‌کنندگان محصول (۸)، کوتاه بودن مدت زمان رشد توت‌فرنگی و باقی ماندن مقادیر بیشتری از سموم در بافت‌های گیاهی (۱۹)، عدم آگاهی کشاورزان در استفاده از سموم سازگار با محصول (۲۰) و همچنین سمپاشی مکرر محصولات در گلخانه و سردخانه قبل از ورود به بازار مصرف (۸) بیش‌تر از حد مجاز WHO و اتحادیه اروپا بود. هرچند نتایج محاسبه شاخص  $MOET$  بیان گر مخاطره تجمعی ناشی از قرار گرفتن در معرض باقی مانده سموم بنومیل و دیازینون موجود در

توت‌فرنگی بود، ولی نتایج محاسبه شاخص مخاطره سلامت نشان داد که با توجه به سرانه مصرف کنونی، استفاده از توت‌فرنگی برای سلامت مصرف‌کنندگان فاقد مخاطره بود. البته باید توجه داشت که اگر با در نظر گرفتن غلظت باقی مانده سم بنومیل مصرف سرانه توت‌فرنگی به ۵۵۰۰ گرم در روز برسد و همچنین اگر با در نظر گرفتن غلظت باقی مانده سم دیازینون مصرف سرانه توت‌فرنگی به ۱۲۰۰ گرم در روز برسد، مصرف این محصول در طولانی مدت می‌تواند اثر غیرمطلوب بهداشتی برای مصرف‌کنندگان به دنبال داشته باشد. در این خصوص، سوچکا و همکاران مقادیر  $MOET$  ناشی از قرار گرفتن در معرض انواع قارچ‌کش و حشره‌کش شناسایی شده در توت‌فرنگی عرضه شده در لهستان را برابر با ۲۰/۵۵ و واجد مخاطره تجمعی ارزیابی کردند (۲۵). از طرفی نتایج پژوهش عبدی و همکاران (۸)، سبحان اردکانی و همکاران (۱ و ۹)، حسن‌زاده و همکاران (۳۲)، استادی و همکاران (۳۳)، امیر احمدی و همکاران (۳۴) و بمپاه و همکاران (۳۵) نشان داد که میانگین غلظت باقی مانده سموم در محصولات کشاورزی و به ویژه محصولات گلخانه‌ای در سبد غذایی انسان، بیش‌تر از حد مجاز سازمان‌های بهداشت جهانی، خواربار و کشاورزی ملل متحد و اتحادیه اروپا بود. همچنین کوواچی و همکاران ضمن شناسایی قارچ‌کش ایپرودیون در توت‌فرنگی مصرفی رومانی، میانگین غلظت این سم را برابر با ۸/۶۰ میکروگرم در کیلوگرم گزارش کردند (۳۶).

از مهم‌ترین دلایل افزایش میانگین غلظت باقی مانده سموم در محصولات کشاورزی می‌توان به مصرف بیش از حد سموم، عدم رعایت دوره کارنس، عدم توسعه روش‌های غیرشیمیایی کنترل آفات و بیماری‌ها و استفاده از سموم غیر استاندارد با باقی مانده فعال پایدار اشاره کرد (۱، ۴، ۸، ۹).

در این خصوص نتایج مطالعه وانگ و همکاران و از طرفی عالم و همکاران نشان داد که رعایت دوره کارنس منجر به عدم تجاوز میانگین غلظت باقی مانده قارچ‌کش‌های تری فلوکسی استروبین و تتراکونازول به ترتیب در محصولات گوجه‌فرنگی و انبه شده است (۳۷ و ۳۸). همچنین نتایج مطالعه عبدی و همکاران نشان داد که تجاوز میانگین غلظت باقی مانده سم

برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات و بیماری‌ها با توجه به توان موجود در کشور توصیه می‌شود.

### تقدیر و تشکر

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی مصوب باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان با کد ۹۵۰۹۶ است. نویسندگان از حوزه معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان به دلیل فراهم کردن امکانات اجرای مطالعه تشکر و قدردانی می‌کنند.

### References

1. Sobhanardakani S, Younesian M, Jameh Bozorgi S. [Evaluation of organophosphorus pesticide diazinon residues in greenhouse crops (Case study: Zucchini)]. *J Environ Sci Technol*; 2016. 18(3):141-8. [Persian].
2. Cengiz MF, Certel M, Gocmen H. 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 Chem*; 2005. 98:127-35.
3. Pandey P, Raizada RB, & Srivastava LP. Level of organochlorine pesticide residues in dry fruit nuts. *J Environ Biol*; 2010. 31(5):705-7.
4. Sobhanardakani S. Residual levels of diazinon and benomyl on greenhouse mushroom. *Iran J Toxicol*; 2015. 29:1307-11.
5. Hadian Z, Azizi M, Ferdousi R. [Determination of chlorinated pesticide residues in vegetables by gas chromatography/mass spectrometry]. *Iran J Food Sci Technol*; 2006. 3(1):67-74. [Persian].
6. Chen SK, Edwards CA, Subler S. Effects of the fungicides benomyl, captan and chlorothalonil on soil microbial activity and nitrogen dynamics in laboratory incubations. *Soil Biol Biochem*; 2001. 33:1971-80.
7. Nakamura M, Furumi Y, Watanabe F, Mizukoshi K, Taniguchi M, Nemoto S. Determination of carbendazim, thiophanate, thiophanate-methyl and benomyl residues in agricultural products by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Food Hyg Safe Sci*; 2011. 52(3):148-55.
8. Abdi S, Sobhanardakani S, Jameh Bozorgi S. [Monitoring of benomyl residue in mushroom marketed in Hamadan city]. *Sci J Hamadan Univ Med Sci*; 2015. 22(2):137-43. [Persian].
9. Sobhanardakani S, Sadri S, Jameh Bozorgi S. [Evaluation of organophosphorus pesticide diazinon residue in greenhouse crops using spectrophotometry

بنومیل در قارچ خوراکی گلخانه‌ای با عدم رعایت دوره کارنس این سم مرتبط بوده است (۸). قلی‌پور و همکاران نیز نتیجه گرفتند که تجاوز میانگین غلظت باقی مانده سم دیازینون در میوه توت‌فرنگی از استاندارد ملی ایران با عدم آشنایی کشاورزان به نوع آفات، نوع سم سازگار با محصول و موثر بر آفت و از طرفی میزان کاربرد و نحوه مصرف سموم مرتبط بوده است (۲۰). از دیگر سو، نتایج مطالعه نوروژی و همکاران نشان داد باقی مانده سم ایمیداکلوپرید در توت‌فرنگی پس از ۲۳ روز نگهداری در دمای ۵-۴ درجه سانتی‌گراد باعث تقلیل محتوی باقی مانده این سم به ۱/۶۸ میلی‌گرم در کیلوگرم شده است. لذا، نگهداری در یخچال اگرچه دوره ماندگاری میوه را افزایش داده است، اما روند کاهش باقی مانده سم را بسیار کند کرده است (۱۹).

نتایج اکثر مطالعات بیان‌گر آن است که شستشو، پوست‌گیری، جوشاندن و قرنطینه کردن قبل از مصرف، سبب کاهش قابل توجه در محتوی سموم در میوه‌ها، سبزی و صیفی‌جات می‌شود. در این خصوص، لوزوویکا و همکاران پس از شستشوی توت‌فرنگی با آب شرب و همچنین جوشاندن آن موفق به استخراج ۱۶ نوع حشره‌کش مختلف از این محصول شدند (۳۹). از طرفی کیکوت حیل و همکاران نیز نتیجه گرفتند که فرآوری میوه‌ها و سبزیجات خطر ابتلا به سرطان ناشی از قرار گرفتن در معرض آفت‌کش‌ها را در حدود ۳۴٪ کاهش داده است (۴۰).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که سموم بنومیل و دیازینون در همه نمونه‌های مورد مطالعه یافت شد و میانگین غلظت باقی مانده آن‌ها نیز در همه نمونه‌ها بیش‌تر از رهنمود سازمان بهداشت جهانی و اتحادیه اروپا بود. از این‌رو و با توجه به خطرات بقایای سموم برای سلامت انسان، در نظر گرفتن تمهیداتی از جمله آموزش جامعه کشاورز در مورد عوارض مصرف بی‌رویه سموم، شیوه استفاده صحیح از سموم و توجه به دوره ماندگاری، شیوه نگهداری و مصرف آن‌ها، تدوین قوانین بازدارنده، مدیریت تلفیقی آفات، کنترل کیفی و پایش منظم دوره‌ای محصولات کشاورزی و به‌ویژه گلخانه‌ای قبل از عرضه به بازار مصرف، افزایش تمایل مصرف‌کنندگان و به‌دنبال آن تولیدکنندگان برای مصرف و تولید محصولات ارگانیک و توسعه عملی

(case study: mushroom)]. *J Food Hyg*; 2014. 3(4):73-80. [Persian].

10. Pishgar F, Ahmad Panahi H, Khodaparast Haghi AA, Motaghitalab V, Hasani AH. Comparative study on adsorptive characteristics of diazinon and chlorpyrifos from water by thermosensitive nanosphere polymer. *E-J Chem*; 2016. 2016:1-7.

11. Henning SM, Seeram NP, Zhang Y Li L, Gao K, Lee RP, et al. Strawberry consumption is associated with increased antioxidant capacity in serum. *J Med Food*; 2010. 13(1):116-22.

12. Basu A, Nguyen A, Betts NM, Lyons TJ. Strawberry as a functional food: an evidence-based review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2014;54(6):790-806.

13. Azarshab Z, Sobhanardakani S. [Study of health risk assessment of Fe and Cr content in some spices marketed in Hamedan city in 2015]. *Razi J Med Sci*; 2016. 23(9):28-34. [Persian].

14. Sobhanardakani S. Health risk assessment of As and Zn in canola and soybean oils consumed in Kermanshah, Iran. *J Adv Environ Health Res*; 2016. 4(2):62-7.

15. Rezaei Raja O, Sobhanardakani S, Cheraghi M. Health risk assessment of citrus contaminated with heavy metals in Hamedan city, potential risk of Al and Cu. *Environ Health Engineering Manag J*; 2016. 3(3):131-5.

16. Sobhanardakani S, Kianpour M. Heavy metal levels and potential health risk assessment in honey consumed in west of Iran. *Avicenna J Environ Health Eng*; 2016. 3(2):e7795.

17. Varmazyar L, Sobhanardakani S. [The risk assessment of Pb and Cd through consuming spices]. *Sci J School Public Health Inst Public Health*; 2017. 15(2):185-95. [Persian].

18. Tehrani B, Sobhanardakani S. [Determination of propineb residue in consumed tea]. *Tehran Univ Med J*; 2016. 74(6):442-7. [Persian].

19. Norouzi F, Kavousi A, Talebi Jahromi Kh, Mohebbi Sh, Movahhedi Fazel M. [Imidaclopride residue levels in greenhouse-grown strawberry under cold-storage conditions]. *Iran J Plant Protect Sci*; 2015. 45(2):319-28. [Persian].

20. Golipoor M, Shokrzadeh M, Esfahenezadeh MH, Karemzadeh L, Ebrahemmagam B, Salehifar E, et al. [Assessment of organophosphorus residues together in strawberry produced in Mazandaran, Iran]. *J Mazandaran Univ Med Sci*; 2014. 23(109):93-102. [Persian].

21. Morowati M, Ebrahimnejad M, Tajbakhsh MR. [Determination of residue and pre-harvest interval of Imidacloprid insecticide on greenhouse cucumber in Varamin region]. *J Sci Technol Greenh Cult* 2013. 4(2):109-16. [Persian].

22. Jahaed Khaniki Gh, Fadaei AM, Sadeghi M, Mardanie G. [Study of Oxydimeton methyl residues in cucumber and tomato grown in some of

greenhouses of Chaharmahal va Bachtari province by HPLC method]. *J Shahrekord Univ Med Sci*; 2011. 13(4):9-17. [Persian].

23. Jardim ANO, Caldas ED. Brazilian monitoring programs for pesticide residues in food - Results from 2001 to 2010. *Food Cont*; 2012. 25(2):607-16.

24. Ghabbour SI, Zidan ZH, Sobhy HM, Mikhail WZA, Selim MT. Monitoring of pesticide residues in strawberry and soil from different farming systems in Egypt. *Am-Eur J Agr Environ Sci*; 2012. 12(2):177-87.

25. Sójka M, Miszczak A, Sikorski P, Zagibajło K, Karlińska E, Kosmala M. Pesticide residue levels in strawberry processing by-products that are rich in ellagitannins and an assessment of their dietary risk to consumers. *NFS J*; 2015. 1:31-7.

26. Mahdavi V. [Spectrophotometric measurement of Carbendazim residues levels in cucumber and its comparison with HPLC]. *Appl Entomol Phytopathol*; 2009. 77(2):59-78. [Persian].

27. Ghanbari F, Moattar F, Monavari SM, Arjmandi R. Human health risk assessment of organophosphorus pesticide in rice crop from selected districts of Anzali International Wetland basin, Iran. *Hum Exp Toxicol*; 2017. 36(5):438-44.

28. Aghelan N, Sobhanardakani S. [Health risk assessment of consumption of tea marketed in Hamadan City, potential risk of As, Pb, Cd and Cr]. *Sci J Hamadan Univ Med Sci*; 2016. 23(1):65-74. [Persian].

29. Akoto O, Andoh H, Darko G, Eshun K, Osei-Fosu P. Health risk assessment of pesticides residue in maize and cowpea from Ejura, Ghana. *Chemosphere*; 2013. 92:67-73.

30. Sobhanardakani S, Heydari A, Khorasani NA, Arjmandi R. Development of new bioformulations of *Pseudomonas fluorescens* and evaluation of these products against damping-off of cotton seedlings. *J Plant Pathol*; 2010. 92(1):83-8.

31. Mackialeagha M, Farahani M. [Investigation of the residues of chlorpyrifos and diazinon in apple fruit in Damavand region]. *J Environ Stud*; 2012. 38(2):111-6. [Persian].

32. Hassan Zadeh N, Bahrami Far N, Esmaili Sari A, Mokhtari H. [Evaluating of insecticide ethion residues and its reduction by different methods in greenhouse cucumber]. *J Plant Prot*; 2010. 24(1):29-34. [Persian].

33. Ostadi Y, Yavari G, Shojaei M, Mirdamadi SM, Imani S. [Measurement of diazinon residues in greenhouse cucumber marketed in fruit and vegetable sales centers in Tehran]. *J Plant Prot*; 2010. 1(4):345-54. [Persian].

34. Amirahmadi M, Shoeibi S, Abdollahi M, Rastegar H, Khosrokhavar R, Hamedani MP. Monitoring of some pesticides residue in consumed tea in Tehran market. *Iranian J Environ Health Sie Eng*; 2013. 10(1):9.

35. Bempah CK, Buah-Kwofie A, Denutsui D, Asomaning J, Tutu AO. Monitoring of pesticide residues in fruits and vegetables and related health risk assessment in Kumasi Metropolis, Ghana. *Res J Environ Earth Sci*; 2011. 3(6):761-71.
36. Covaciu FD, Moldovan Z, Dehelean AA, Magdas DA, Feher IC, Puscas R, et al. Determination of pesticides, elements, and stable isotopes in strawberries. *Anal Lett*; 2016. 49(16):2560-72.
37. Wang L, Li W, Li P, Li M, Chen S, Han L. Residues and dissipation of trifloxystrobin and its metabolite in tomatoes and soil. *Environ Monit Assess*; 2014. 186(11):7793-9.
38. Alam S, Kole RK, Bhattacharyya A. Residual fate of the fungicide tetraconazole (4% EW) in mango. *Bull Environ Contam Toxicol*; 2011. 87:444-7.
39. Lozowicka B, Jankowska M, Hrynko I, Kaczynski P. Removal of 16 pesticide residues from strawberries by washing with tap and ozone water, ultrasonic cleaning and boiling. *Environ Monit Assess*; 2016. 188:51.
40. Keikotilhaile BM, Spanoghe P, Steurbaut W. Risk assessment of oncogenic potency of pesticide residues in fruits and vegetables. *Commun Agric Appl Biol Sci*; 2011. 76(4):853-61.