

## Detection of Aflatoxin in Cold-Press Sesame oil in Isfahan, Iran

Nader Akbari<sup>1</sup> , Masoud Sami<sup>2\*</sup> , Zahra Esfandiari<sup>3</sup> , Mohammad Javad Tarrahi<sup>4</sup> 

<sup>1</sup> MSc Student, Department of Food Science and Technology, School of Nutrition and Food Science, Student Research Committee, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

<sup>2</sup> Associate Professor, Food Security Research Center, Department of Food Science and Technology, School of Nutrition and Food Science, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

<sup>3</sup> PhD in Food Science and Technology, Department of Research and Development, Vice Chancellor for Food and Drug, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

<sup>4</sup> Associate Professor, Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

\* Corresponding Author: Masoud Sami, Email: masoud\_sami@nutr.mui.ac.ir

### Abstract

**Received:** 24/11/2018

**Accepted:** 28/01/2019

### Keywords:

Aflatoxin

Cold-press sesame oil

High performance liquid chromatography

**Background:** Aflatoxins are highly toxic lead to adverse health effects. Inappropriate storage of sesame seeds may produce aflatoxins that transfer to manufactured oil. Therefore this toxin can transfer to human by consumption of contaminated oil. Regarding this, the present study was carried out to investigate the amount of aflatoxin in cold-press sesame oil in Isfahan, Iran.

**Methods:** In this descriptive cross-sectional study, 36 cold-press sesame oil samples were randomly selected from active processing plants in Isfahan. Aflatoxins were measured by high performance liquid chromatography in sesame oil.

**Findings:** Total aflatoxin contamination (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, and G<sub>2</sub>) was observed in 69.4% of the sesame oil samples. In all the contaminated samples, B<sub>1</sub> aflatoxin was detected in mean level of 0.426±0.473 ppb. Furthermore, B<sub>2</sub> aflatoxin had a mean level of 0.033±0.106 ppb. However, G<sub>1</sub> and G<sub>2</sub> aflatoxins were not observed in any of the samples. Accordingly, the level of aflatoxin was lower than the limit defined by the Institute of Standards and Industrial Research of Iran.

**Conclusion:** Based on the findings, the aflatoxin level was lower than the acceptable range defined by the national standard. However, the high frequency of aflatoxin contamination in the evaluated sesame oil samples can cause serious health problems after long-term usage, especially with regard to the fact that this product is consumed on a daily basis.

**Citation:** Akbari N, Sami M, Esfandiari Z, Tarrahi MJ. Detection of Aflatoxin in Cold-Press Sesame oil in Isfahan, Iran. J Health Syst Res. 2019; 15(2): 144-149.

## تعیین آلودگی آفاتوکسین در روغن‌های کنجد تولیدی با پرس سرد در شهر اصفهان

نادر اکبری<sup>۱</sup>، مسعود سامی<sup>۲\*</sup>، زهرا اسفندیاری<sup>۳</sup>، محمد جواد طراحی<sup>۴</sup><sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده تغذیه و علوم غذایی و کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران<sup>۲</sup> دانشیار، مرکز تحقیقات امنیت غذایی و گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده تغذیه و علوم غذایی و کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران<sup>۳</sup> دکترای تخصصی علوم و صنایع غذایی، واحد تحقیق و توسعه، معاونت غذا و دارو، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران<sup>۴</sup> دانشیار، گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

\* نویسنده مسئول: مسعود سامی، ایمیل: masoud\_sami@nutr.mui.ac.ir

## چکیده

دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۹/۰۳

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۱/۰۸

## واژه‌های کلیدی:

آفاتوکسین

روغن کنجد با پرس سرد

کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا

**مقدمه:** آفاتوکسین‌ها ترکیباتی به شدت سمی هستند که منجر به بروز عوارض ناخواسته‌ای در ارتباط با سلامت انسان‌ها می‌شوند. دانه کنجد از محصولاتی است که در صورت نگهداری نامناسب، شرایط تولید آفاتوکسین در آن مهیا شده و در نتیجه، این سم به روغن حاصل از آن انتقال می‌یابد و در نهایت با مصرف این محصول، آفاتوکسین به بدن انسان وارد می‌شود. در این راستا، مطالعه حاضر با هدف بررسی آفاتوکسین در روغن‌های تولیدی با استفاده از روش پرس سرد در شهر اصفهان انجام شد.

**روش‌ها:** در مطالعه توصیفی-مقطعی حاضر، ۳۶ نمونه روغن کنجد تولیدی به روش پرس سرد از کارگاه‌های فعال در شهر اصفهان به صورت تصادفی نمونه‌برداری شد و میزان آفاتوکسین در نمونه‌ها با استفاده از روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا اندازه‌گیری گردید. میانگین آفاتوکسین کل با عدد تعریف شده در استاندارد ملی ایران با استفاده از آزمون t تک نمونه‌ای در نرم افزار SPSS مقایسه شد.

**یافته‌ها:** بر مبنای نتایج، آلودگی آفاتوکسین کل (G<sub>1</sub>، G<sub>2</sub>، B<sub>1</sub>، B<sub>2</sub>) در ۶۹/۴ درصد از نمونه‌های روغن کنجد مشاهده شد. در تمامی نمونه‌های آلوده، آفاتوکسین B<sub>1</sub> و B<sub>2</sub> به ترتیب با میانگین ۰/۴۲۶±۰/۴۷۳ و ۰/۰۳۳±۰/۱۰۶ ppb شناسایی گردید؛ اما آفاتوکسین‌های نوع G<sub>1</sub> و G<sub>2</sub> در هیچ‌یک از نمونه‌ها مشاهده نشد. میزان آفاتوکسین در مطالعه حاضر کمتر از میزان تعیین شده در استاندارد ملی ایران بود.

**نتیجه‌گیری:** با وجود آنکه در پژوهش حاضر میزان آفاتوکسین در نمونه‌های آلوده در محدوده مجاز تعریف شده در استاندارد ملی ایران بود؛ اما فراوانی بالای آلودگی آفاتوکسین در نمونه‌های روغن کنجد آزمایش شده و مصرف این محصول در سبد روزانه جامعه می‌تواند در دراز مدت خطرات جدی را برای سلامت انسان به همراه داشته باشد.

**ارجاع:** اکبری نادر، سامی مسعود، اسفندیاری زهرا، طراحی محمد جواد. تعیین آلودگی آفاتوکسین در روغن‌های کنجد تولیدی با پرس سرد در شهر اصفهان با استفاده از روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۸؛ ۱۵(۲): ۱۴۴-۱۴۹.

## مقدمه

است که این سموم به عنوان یکی از موضوعات نگران‌کننده در مبحث ایمنی مواد غذایی محسوب شوند (۱).

آفاتوکسین یکی از معروف‌ترین میکوتوکسین‌های شناخته شده در سطح بین‌المللی می‌باشد که توسط گونه‌هایی از *آسپرژیلوس* به ویژه *آسپرژیلوس فلاووس* و *آسپرژیلوس*

مایکوتوکسین‌ها یا سموم تولید شده از قارچ‌ها، متابولیت‌های ثانویه با وزن مولکولی پایین هستند که می‌توانند در انسان و دام مسمومیت ایجاد کنند. عوارض ناخواسته ایجاد شده توسط مایکوتوکسین‌ها مانند تأثیرات ژنوتوکسیسیستی، جهش‌زایی، اثرات سمی بر کلیه، کبد، پوست و سیستم اعصاب منجر به آن شده

پتاسیم، فسفات دی‌هیدروژن پتاسیم، فسفات هیدروژن دی‌سدیم، فسفات هیدروژن دی‌سدیم و کلرید سدیم از شرکت‌های مرک و زیگما آلد ریچ تامین گردید.

آنالیز و شناسایی سموم آفلاتوکسین در نمونه‌ها با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) دارای شناساگر فلورسانس و ستون C18 (۵ میکرومتر، ۴/۶ میلی‌متر × ۱۵۰ میلی‌متر) (شرکت Agilent، آمریکا) انجام شد. برای استخراج آفلاتوکسین نیز از ستون ایمونوآفینیتهی Aflatest تهیه شده از شرکت VCAM آمریکا استفاده گردید. جهت سهولت در فرایند آماده‌سازی نمونه‌ها از ستون ایمونوآفینیتهی دستگاه Vacuum Manifolds (Teknokroma، اسپانیا) استفاده گردید.

میزان سموم آفلاتوکسین B<sub>1</sub>، B<sub>2</sub>، G<sub>1</sub> و G<sub>2</sub> در نمونه‌ها با استفاده روش تدوین شده توسط سازمان ملی استاندارد ایران به شماره ۶۸۷۲ بررسی شد (۱۲). اندازه‌گیری آفلاتوکسین در سه مرحله خالص‌سازی، شناسایی و تعیین مقدار سم صورت گرفت. جهت شناسایی سم از کبراسل و برای تعیین مقدار سم از شناساگر فلورسانس با طول موج برانگیختگی ۳۶۵ نانومتر و طول موج نشر ۴۳۵ نانومتر بهره گرفته شد. کلیه مراحل اعتبارسنجی اندازه‌گیری آفلاتوکسین در نمونه‌ها، قبل از آغاز آزمایشات انجام شد. این کار با انجام آزمایشات آلوده‌سازی عمدی (Spiking) سطوح مختلف سم آفلاتوکسین B<sub>1</sub>، B<sub>2</sub>، G<sub>1</sub> و G<sub>2</sub> صورت گرفت و پارامترهای کارایی روش نظیر محدوده تعیین مقدار، خطی بودن، صحت و دقت روش کار محاسبه گردید. پس از کسب نتایج در محدوده قابل قبول علمی، آنالیز نمونه‌های اصلی انجام شد.

به منظور رسم منحنی کالیبراسیون، ابتدا با حل کردن ۱ میلی‌گرم پودر خالص، هریک از آفلاتوکسین‌های مورد نظر در ۵ میلی‌لیتر حلال تولوئن: استونیتریل (۹۰:۱۰)، یک محلول ذخیره استاندارد با غلظت ۲۰۰ ppb تهیه گردید. پس از رقیق‌سازی، محلول استاندارد ثانویه با غلظت ۱۰ ppb تهیه شد. غلظت دقیق استانداردها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر ماوراءبنفش در طول موج ۳۵۰ نانومتر تعیین گردید. به منظور رسم منحنی کالیبراسیون از محلول استاندارد ثانویه، چهار محلول استاندارد کاری مورد نیاز ساخته شد و ۱۰۰ میکرولیتر از آن به دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا تزریق گردید. فاز متحرک شامل ۶ حجم آب، ۲ حجم استونیتریل و ۳ حجم متانول با یکدیگر جهت تولید حلال مخلوط شدند. به ازای هر لیتر فاز متحرک، ۳۰۰ میکرولیتر اسید نیتریک ۴ مولار و ۱۲۰ میلی‌گرم برمید پتاسیم اضافه گردید.

به منظور محاسبه و نمایش حساسیت روش از دو کمیت حد تشخیص (LOD: Limit of Detection) و حد سنجش (LOQ: Limit of Quantitation) استفاده شد. شایان ذکر است کمترین غلظتی که در یک ماتریکس قابل تشخیص بوده

پارازیتیکوس در مرحله برداشت، پس از آن، جابه‌جایی محصولات، حمل و نقل و نگهداری نامناسب در صنعت کشاورزی تولید می‌شود. آفلاتوکسین کل مجموعه‌ای از چهار نوع B<sub>1</sub>، B<sub>2</sub>، G<sub>1</sub> و G<sub>2</sub> است. بر اساس گزارشات منتشر شده از آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان، نوع B<sub>1</sub> سمی‌ترین نوع از این گروه می‌باشد (۲).

در حال حاضر با توجه به تأثیرات نامطلوب آفلاتوکسین‌ها بر سلامت جامعه، بیشترین مطالعات در مورد مایکوتوکسین‌ها در سطح جهانی به این سم اختصاص یافته است (۱). علاوه بر این در سیستم‌های ناظر بر سلامت، آفلاتوکسین یکی از سمومی می‌باشد که در بیشتر محصولات به صورت مستمر پایش می‌شود؛ به همین دلیل، استانداردهای ملی و بین‌المللی متعددی برای محدوده مجاز آفلاتوکسین در محصولات مختلف غذایی که شرایط تولید آفلاتوکسین در آن‌ها مهیا می‌باشد، تدوین شده است (۳-۶).

کنجد (*Sesamum Indicum L*) یکی از دانه‌های روغنی است که در مناطق گرمسیری و معتدل کشت می‌شود (۷). دانه کنجد به دلیل داشتن روغن با کیفیت بالا به ملکه دانه‌های روغنی مشهور است (۸). تولید روغن از دانه کنجد یکی از مهم‌ترین کاربردها محسوب می‌شود؛ به طوری که تولید این روغن آمار سال‌های اخیر در سطح جهانی معادل ۴۷۵۶۰۰ تن بوده است (۹). استخراج روغن کنجد به سه روش سنتی، پرس سرد و استخراج توسط حلال انجام می‌شود. استخراج روغن کنجد در ایران با استفاده از روش پرس سرد که در فرایند آن از ترکیبات شیمیایی، حلال یا افزودنی استفاده نمی‌شود، با استقبال زیادی همراه بوده و در تولیدی‌های کوچک در حضور مشتری بر اساس تقاضا تولید می‌گردد (۱۰). این در حالی است که در ارتباط با ایمنی فرآورده تولیدی، ارزیابی خاصی در ایران صورت نمی‌گیرد و کنجد از جمله محصولاتی می‌باشد که در آن تولید آفلاتوکسین در صورت شرایط ذخیره‌سازی نامناسب ایجاد می‌شود. در این راستا گزارشات مختلفی در مورد آلودگی روغن کنجد به آفلاتوکسین در سطح بین‌المللی وجود دارد (۱۱).

با توجه به موارد بیان شده، مطالعه حاضر برای نخستین بار با هدف ارزیابی وضعیت روغن‌های کنجد تولید شده به روش پرس سرد توزیع شده در سطح شهر اصفهان با استفاده از روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا انجام شد.

## روش‌ها

در مطالعه حاضر ۳۶ نمونه روغن کنجد تولیدی با پرس سرد در شش ماه دوم سال ۱۳۹۶ از کارگاه‌های فعال تولید روغن کنجد به صورت تصادفی جمع‌آوری گردید. نمونه‌ها تا زمان انجام آنالیز در یخچال نگهداری شدند.

استانداردهای آفلاتوکسین B<sub>1</sub>، B<sub>2</sub>، G<sub>1</sub> و G<sub>2</sub> و مواد شیمیایی استونیتریل، متانول، برمید پتاسیم جامد، کلرید

گردید. میانگین و انحراف استاندارد در قالب جدول توزیع فراوانی محاسبه شد. مقایسه میانگین آفلاتوکسین کل با استاندارد ایران با استفاده از آزمون  $t$  تک نمونه‌ای در نرم افزار آماری SPSS 20 با سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ انجام شد.

### یافته‌ها

بر مبنای نتایج در ۲۶ نمونه از ۳۶ نمونه روغن کنجد مورد بررسی در پژوهش حاضر، آلودگی با آفلاتوکسین کل با فراوانی ۶۹/۴ درصد و میانگین  $۰/۳۲۹ \pm ۱/۳۳۷$  ppb مشاهده گردید. میزان آفلاتوکسین کل در تمامی نمونه‌های مورد مطالعه در این پژوهش نیز در فاصله مقداری  $LOQ <$  تا  $۳/۱$  ppb اندازه‌گیری شد. علاوه بر این، مقایسه نتایج مطالعه حاضر با حد مجاز تعریف شده در استاندارد ملی ایران برای آفلاتوکسین کل که معادل  $۱۵$  ppb می‌باشد، نشان از آن داشت که میزان آلودگی در تمامی نمونه‌ها کمتر از حد تعریف شده می‌باشد. آلودگی به آفلاتوکسین  $B_1$  در نمونه‌های آلوده با میانگین  $۰/۴۲۶ \pm ۰/۴۷۳$  ppb مشاهده گردید. بر مبنای نتایج، ۲۷/۸ درصد از کل نمونه‌های بررسی شده در این پژوهش آلوده به آفلاتوکسین  $B_2$  بودند و میانگین آفلاتوکسین  $B_2$  در نمونه‌ها معادل  $۰/۳۳۳ \pm ۰/۱۰۶$  ppb بود. آفلاتوکسین  $G_1$  و  $G_2$  در هیچ‌یک از نمونه‌ها مشاهده نشد. کمینه، بیشینه و میانگین چهار نوع آفلاتوکسین اندازه‌گیری شده در جدول ۱ ارائه شده است.

علاوه بر این، کمترین حد اندازه‌گیری در مطالعه حاضر  $LOQ$  برای آفلاتوکسین  $B_1$  و  $G_1$  کمتر از  $۰/۵$  ppb و برای آفلاتوکسین  $B_2$  و  $G_2$  کمتر از  $۰/۱$  ppb محاسبه گردید. همچنین  $LOD$  برای آفلاتوکسین  $B_1$  و  $G_1$  کمتر از  $۰/۱۶$  ppb و برای آفلاتوکسین  $B_2$  و  $G_2$  کمتر از  $۰/۰۳$  ppb محاسبه شد.

اما به دقت قابل اندازه‌گیری نمی‌باشد، به عنوان  $LOD$  شناخته می‌شود و کمترین غلظتی که با دقت و صحت قابل قبول، قابل اندازه‌گیری باشد به عنوان  $LOQ$  تعریف می‌گردد. این دو کمیت با استفاده از نمودار کالیبراسیون محاسبه گردید. برای این منظور، شیب خط کالیبراسیون (a) و انحراف معیار جمله مستقل رگرسیون (sb) در روابط  $LOD=3*Sb/a$  و  $LOQ=10*Sb/a$  قرار داده شدند و مقادیر  $LOD$  و  $LOQ$  محاسبه گردیدند.

در این مطالعه آنالیز نمونه‌های اصلی پس از اطمینان از کسب نتایج علمی قابل قبول در زمینه صحت و دقت روش، صورت گرفت. بدین منظور، نمونه‌ها به وسیله  $۲۰۰$  میلی‌لیتر حلال متانول  $۸۰$  درصد و  $۵$  گرم نمک استخراج شدند. پس از صاف کردن مخلوط،  $۱۳۰$  میلی‌لیتر آب به  $۲۰$  میلی‌لیتر از عصاره صاف شده اضافه گردید تا  $۱۵۰$  میلی‌لیتر عصاره رقیق شده به دست آید. در ادامه برای خالص‌سازی نمونه‌ها،  $۷۰$  میلی‌لیتر از عصاره رقیق شده از ستون عبور داده شد و ستون با آب دو بار تقطیر مورد شستشو قرار گرفت. پس از خشک کردن ستون، سموم آفلاتوکسین  $B_1$ ،  $B_2$ ،  $G_1$  و  $G_2$  به وسیله  $۱۵۰۰$  میکرولیتر متانول از ستون ایمونوآفینیتی جدا گردید و پس از رقیق‌سازی با  $۱۵۰۰$  میکرولیتر آب مقطر،  $۱۰۰$  میکرولیتر از آن به دستگاه HPLC تزریق شد. در هر روز کاری برای بررسی صحت و دقت روش، در یک نمونه شاهد در سطح  $۵$  ppb از سم آفلاتوکسین  $B_1$ ، آلوده‌سازی به صورت عمدی صورت گرفت و در ادامه همراه با نمونه‌های اصلی آنالیز گردید. علاوه بر این در هر روز کاری، یک منحنی کالیبراسیون با استفاده از پنج استاندارد کاری مختلف رسم شد و پس از اطمینان از حصول یک منحنی کالیبراسیون، اقدام به تزریق نمونه‌ها و تعیین غلظت آفلاتوکسین‌های مورد نظر در آن‌ها

جدول ۱: بیشینه، کمینه، میانگین و انحراف معیار چهار نوع آفلاتوکسین  $B_1$ ،  $B_2$ ،  $G_1$  و  $G_2$  در روغن‌های کنجد تولیدی با پرس سرد در شهر اصفهان

نوع آفلاتوکسین	کمینه (ppb)	بیشینه (ppb)	میانگین $\pm$ انحراف معیار		روغن‌های آلوده		روغن‌های غیر آلوده
			درصد	تعداد	درصد	تعداد	
$B_1$	<LOQ	۲/۳	$۰/۴۲۶ \pm ۰/۴۷۳$	۶۹/۴	۲۵	۳۰/۶	۱۱
$B_2$	<LOQ	۰/۲	$۰/۳۳۳ \pm ۰/۱۰۶$	۲۷/۸	۱۰	۷۲/۲	۲۶
$G_1$	<LOQ	<LOQ	<LOQ	.	.	.	.
$G_2$	<LOQ	<LOQ	<LOQ	.	.	.	.
آفلاتوکسین کل	<LOQ	۳/۱	$۰/۳۲۹ \pm ۱/۳۳۷$	۶۹/۴	۲۵	۳۰/۶	۱۱

### بحث

این محصول از نظر عوامل آلاینده شیمیایی از جمله میکوتوکسین‌هایی مانند آفلاتوکسین اهمیت بسیاری دارد. در استاندارد ملی ایران، میزان حد مجاز آفلاتوکسین  $B_1$  و کل به ترتیب معادل  $۵$  و  $۱۵$  ppb در مواد غذایی تعریف شده است (۱۲). حداکثر میزان مجاز آفلاتوکسین  $B_1$  و کل در اتحادیه اروپا نیز به ترتیب معادل  $۲$  و  $۴$  نانوگرم بر گرم در روغن‌های خوراکی

روغن‌ها و چربی‌ها نقش مهمی را در تأمین بخش قابل توجهی از انرژی، ویتامین‌های محلول در چربی و اسیدهای چرب ضروری ایفا می‌کنند. توجه به ایمنی و سلامت روغن‌های مصرفی اهمیت فراوانی دارد. در بین روغن‌ها، روغن کنجد به دلیل بالابودن خاصیت آنتی‌اکسیدانی و میزان بالای اسید چرب غیر اشباع آن مورد توجه قرار گرفته است؛ بنابراین ارزیابی ایمنی

رضوی اندازه گرفته شد که ۱۸/۱ درصد از نمونه‌ها آلوده به آفلاتوکسین B<sub>1</sub> بودند و در هشت نمونه آفلاتوکسین B<sub>2</sub> و در یک نمونه آفلاتوکسین G<sub>1</sub> و G<sub>2</sub> وجود داشت (۱۸). Abalaka و همکاران نیز مطالعه‌ای را در رابطه با میزان آفلاتوکسین در روغن‌های تصفیه شده و نشده بادام زمینی انجام دادند. نتایج حاکی از آن بودند که روغن‌های تصفیه شده بر خلاف روغن‌های تصفیه نشده، فاقد آفلاتوکسین می‌باشند (۱۹). علاوه بر این، Younis و همکاران در سال ۲۰۰۳ میزان آفلاتوکسین B<sub>1</sub>، B<sub>2</sub>، G<sub>1</sub> و G<sub>2</sub> را در بادام زمینی بررسی نمودند که بر مبنای نتایج، بیشترین آلودگی مربوط به آفلاتوکسین B<sub>1</sub> بود (۲۰).

یکی از دلایل اصلی میزان بالای آلودگی در نمونه‌های روغن کنجد به سم آفلاتوکسین می‌تواند به شرایط نامناسب نگهداری مواد اولیه در کارگاه‌های تولیدی روغن کنجد مربوط باشد؛ از این رو لازم است رعایت اصول بهداشتی، ایمنی و نظارت دقیق و مستمر ارگان‌های ناظر در حوزه سلامت به منظور ساماندهی این کارگاه‌ها صورت پذیرد.

در ارتباط با محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به نبود مطالعات مشابه در مورد روغن کنجد تولید شده با استفاده از روش پرس سرد و نیز عدم ارائه آمار در ارتباط با میزان تولید و مصرف روزانه روغن کنجد در خانوارهای شهر اصفهان به منظور ارزیابی خطر آفلاتوکسین انتقال یافته با مصرف روغن کنجد به بدن انسان اشاره کرد.

### نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر میزان آفلاتوکسین در محدوده مجاز تعریف شده در استاندارد ملی ایران ارزیابی گردید؛ اما مشاهده آلودگی در ۴/۶۹ درصد از نمونه‌های روغن کنجد و مصرف این محصول در سید روزانه جامعه می‌تواند در درازمدت خطرات جدی را برای سلامت انسان به همراه داشته باشد. لذا پیشنهاد می‌شود ارزیابی خطر آفلاتوکسین برای مصرف‌کنندگان روغن کنجد تولیدی با روش پرس سرد با توجه به اینکه امکان حضور آفلاتوکسین در غذاهای مصرفی روزمره وجود دارد، صورت پذیرد.

### تشکر و قدردانی

مقاله حاضر منتج از پایان نامه کارشناسی ارشد مصوب دانشکده تغذیه و علوم غذایی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان با کد تصویب ۳۹۶۳۵۱ بوده است. بدین‌وسیله نویسندگان از کلیه افرادی که در انجام این مطالعه همکاری نموده‌اند تقدیر و تشکر به عمل می‌آورند.

### تضاد منافع

نویسندگان عدم وجود تضاد منافع در مطالعه حاضر را اعلام می‌نمایند.

و در سازمان غذا و داروی آمریکا برای آفلاتوکسین کل معادل ۲۰ نانوگرم بر گرم در مواد غذایی تعیین شده است (۱۳،۱۴)؛ اما برای میزان حد مجاز آفلاتوکسین در روغن‌های خوراکی، استاندارد در ایران تعیین نگردیده است. تاکنون مطالعه‌ای در ارتباط با اندازه‌گیری آفلاتوکسین در روغن کنجد در ایران انجام نشده است؛ اما مطالعاتی در کشورهای مختلف در مورد روغن کنجد و سایر روغن‌های خوراکی صورت گرفته‌اند که از نظر آلودگی با نتایج مطالعه حاضر متفاوت می‌باشند. در پژوهش حاضر میزان آفلاتوکسین کل معادل ۰/۳۲۹±۱/۳۳۷ ppb و میزان آفلاتوکسین B<sub>1</sub> و B<sub>2</sub> به ترتیب معادل ۰/۴۲۶±۰/۴۷۳ و ۰/۳۳±۰/۱۰۶ ppb بود. مقدار آفلاتوکسین G<sub>1</sub> و G<sub>2</sub> در نمونه‌های مورد بررسی صفر بود. در این راستا در مطالعه‌ای در کشور سودان، میزان آفلاتوکسین B<sub>1</sub>، B<sub>2</sub>، G<sub>1</sub> و G<sub>2</sub> در ۱۰۴ نمونه روغن کنجد اندازه‌گیری شد. بر مبنای نتایج، میزان آفلاتوکسین B<sub>1</sub> و B<sub>2</sub> به ترتیب معادل ۰/۵-۹/۸ و ۰/۵-۱/۳ ppb بود و آفلاتوکسین G<sub>1</sub> و G<sub>2</sub> در هیچ‌کدام از نمونه‌ها یافت نشد. همچنین ۶۷/۳۱ درصد از نمونه‌ها آلوده به آفلاتوکسین بودند. نتایج مطالعه حاضر از نظر میزان آلودگی روغن کنجد با آفلاتوکسین و مقادیر آفلاتوکسین‌های G<sub>1</sub> و G<sub>2</sub> هم‌راستا با مطالعه ذکر شده است؛ اما مقدار آفلاتوکسین B<sub>1</sub> و B<sub>2</sub> در مطالعه حاضر به مراتب کمتر از مطالعه مذکور می‌باشد (۱۵). در این راستا، Idris و همکاران میزان آفلاتوکسین در روغن‌های خوراکی (روغن کنجد، روغن بادام زمینی و پنبه‌دانه) را در کشور سودان با روش HPLC بررسی نمودند. بر مبنای نتایج ۴۳ درصد از روغن‌های کنجد آلوده به آفلاتوکسین B<sub>1</sub> بودند؛ اما میزان آفلاتوکسین B<sub>2</sub>، G<sub>1</sub> و G<sub>2</sub> در تمامی نمونه‌ها معادل صفر گزارش گردید. نتیجه نهایی نیز این بود که میزان آفلاتوکسین در تمامی نمونه‌های آلوده، کمتر از حد مجاز بوده است (۱۶). بر خلاف مطالعه حاضر در مطالعه ذکر شده، آفلاتوکسین B<sub>2</sub> در هیچ‌یک از نمونه‌ها یافت نشد. در این راستا Elzupir و همکاران در سال ۲۰۱۰ میزان آفلاتوکسین را در ۱۴ نمونه روغن کنجد تصفیه نشده، ۱۹ نمونه روغن پنبه‌دانه و ۲۱ نمونه روغن بادام زمینی با استفاده از HPLC در کشور سودان به دست آوردند. نتایج نشان دادند که ۹۸/۸ درصد از روغن‌ها آلوده به آفلاتوکسین بوده‌اند. بر مبنای نتایج، آفلاتوکسین در هفت نمونه از روغن کنجد و هشت نمونه از روغن پنبه‌دانه مشاهده شد و میزان آفلاتوکسین کل در تمامی نمونه‌های روغن کنجد بالاتر از حد مجاز تعیین شده از سوی سازمان غذا و داروی آمریکا (۲۰ ppb) بود. در این مطالعه میانگین آفلاتوکسین کل در نمونه‌ها معادل ۱۸۷/۶ ppb بود و کلیه آفلاتوکسین‌ها شامل B<sub>1</sub>، B<sub>2</sub>، G<sub>1</sub> و G<sub>2</sub> در تمامی نمونه‌های آلوده گزارش شده بود (۱۷). در ایران نیز پژوهش توسط اسدی و همکاران در کنجد انجام شد. در این پژوهش میزان آفلاتوکسین در ۱۸۲ نمونه کنجد در استان خراسان

## ملاحظات اخلاقی

به دلیل رعایت اخلاق در پژوهش از ذکر نام کارگاه‌های روغن کنجد تولیدی با روش پرس سرد در پژوهش حاضر خودداری می‌گردد.

## حمایت مالی

پژوهش حاضر با حمایت مالی معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم پزشکی اصفهان صورت گرفته است.

## References

- Dehghani S, Sami M, Mirlohi M. The contamination of "Gaz" to aflatoxin residue in Isfahan city, Iran. *J Isfahan Med Sch* 2016; 33(363): 2167-71. [In Persian].
- Mohammad-Hasani F, Mirlohi M, Mosharraf L, Hasanzade A. Occurrence of aflatoxins in wheat flour specified for Sangak bread and its reduction through fermentation and baking. *Qualy Assur Saf Crops Foods* 2016; 8(4): 501-8.
- Cheraghali A, Yazdanpanah H, Doraki N, Abouhossain G, Hassibi M, Ali-Abadi S, et al. Incidence of aflatoxins in Iran pistachio nuts. *Food Chem Toxicol* 2007; 45(5): 812-6.
- Dini A, Khazaeli P, Roohbakhsh A, Madadlou A, Poureanmdari M, Setoodeh L, et al. Aflatoxin contamination level in Iran's pistachio nut during years 2009–2011. *Food Control* 2013; 30(2): 540-4.
- Jahanmard E, Azarani F, Sharifi M, Esfandiari Z. Aflatoxin in pistachio nuts used as ingredients in Gaz sweets produced in Isfahan, Iran. *Food Addit Contam Part B* 2014; 7(1): 70-3.
- Pour RS, Rasti M, Zighamian H, Garmakhani AD. Occurrence of aflatoxins in pistachio nuts in Isfahan province of Iran. *J Food Saf* 2010; 30(2): 330-40.
- You J, Wang Y, Zhang Y, Dossa K, Li D, Zhou R, et al. Genome-wide identification and expression analyses of genes involved in raffinose accumulation in sesame. *Sci Rep* 2018; 8(1): 4331.
- Supriya P, Bhat KV. Genome-wide identification of genes, transcription factors and transposable elements in sesame (*Sesamum indicum* L.). *Int J Curr Microbiol App Sci* 2018; 7(2): 2362-6.
- Martínez ML, Bordón MG, Lallana RL, Ribotta PD, Maestri DM. Optimization of sesame oil extraction by screw-pressing at low temperature. *Food Bioproc Technol* 2017; 10(6): 1113-21.
- Hosseini SM, Esteri SH, Meet V. Evaluation of the effect of the method of extracting sesame oil on fatty acid profile, antioxidant capacity and oxidative stability. *Innovat Food Sci Technol* 2018; 11(1): 71-83. [In Persian].
- Bordin K, Sawada MM, da Costa Rodrigues CE, da Fonseca CR, Oliveira CA. Incidence of aflatoxins in oil seeds and possible transfer to oil: a review. *Food Eng Rev* 2014; 6(1-2): 20-8.
- National standard of Institute of Standard and Industrial Research of the Islamic Republic of Iran (ISIRI). Food stuffs, Determination of aflatoxins by HPLC and clean up by IAC; 2004. [In Persian].
- European Commission. Commission Regulation (EC) No 165/2010 of 26 February 2010 amending Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards aflatoxins. *Off J Eur Union* 2010; 50: 8-12.
- Creppy EE. Update of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins in Europe. *Toxicol Lett* 2002; 127(1-3): 19-28.
- Idris YM, Hassan SA, Mariod AA. Physicochemical characteristics and aflatoxin levels in two types of Sudanese sesame oil. *J Am Oil Chem Soc* 2013; 90(7): 989-98.
- Idris YM, Mariod AA, Elnour IA, Mohamed AA. Determination of aflatoxin levels in Sudanese edible oils. *Food Chem Toxicol* 2010; 48(8-9): 2539-41.
- Elzupir AO, Suliman MA, Ibrahim IA, Fadul MH, Elhussein AM. Aflatoxins levels in vegetable oils in Khartoum State, Sudan. *Mycot Res* 2010; 26(2): 69-73.
- Asadi M, Beheshti HR, Feizy J. A survey of aflatoxins in sesame in Iran. *Mycot Res* 2011; 27(4): 259.
- Abalaka JA. Aflatoxin distribution in edible oil-extracting plants and in poultry feed mills. *Food Chem Toxicol* 1984; 22(6): 461-3.
- Younis YM, Malik KM. TLC and HPLC assay of aflatoxin contamination in Sudanese peanuts and peanut products. *Kuwait J Sci Eng* 2003; 30(1): 79-93.